

Amoreira-preta

Histórico, manejo e tecnologias de produção

Luís Eduardo Corrêa Antunes
Maria do Carmo Bassols Raseira
Rodrigo Cezar Franzon

Editores Técnicos



Embrapa

Amoreira-preta

Histórico, manejo e tecnologias de produção

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura e Pecuária***

Amoreira-preta

Histórico, manejo e tecnologias de produção

*Luís Eduardo Corrêa Antunes
Maria do Carmo Bassols Raseira
Rodrigo Cezar Franzon*

Editores Técnicos

***Embrapa
Brasília, DF
2026***

Embrapa

Parque Estação Biológica
Av. W3 Norte (final)
70770-901 Brasília, DF
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Responsável pelo conteúdo e editoração

Embrapa Clima Temperado
BR 392 km 78 - Caixa Postal 403
CEP 96010-971, Pelotas, RS
www.embrapa.br/clima-temperado

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*
Secretária-executiva: *Rosângela Costa Alves*
Membros: *Newton Alex Mayer, Bárbara Chevallier Cosenza,*
Cláudia Antunez Arrieche e Sonia Desimon

Edição executiva e revisão de texto: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Normalização bibliográfica: *Cláudia Antunez Arrieche*

Projeto gráfico, diagramação e arte da capa: *Nathália Santos Fick*

Fotos da capa: Paulo Luiz Lanzetta Aguiar

1ª edição

1ª impressão (2026): 2.000 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

Amoreira-preta: histórico, manejo e tecnologias de produção / Luís Eduardo Corrêa Antunes,
Maria do Carmo Bassols Raseira, Rodrigo Cezar Franzon, Editores Técnicos - Brasília, DF:
Embrapa, 2025.

289 p. : il. color. ; 21 cm x 28 cm
ISBN 978-65-5467-153-8

1. Amoreira-preta. 2. História. 3. Cultivares. 4. Produção. 5. Cultura. 6. Adubação. 7.
Colheita. 8. Melhoramento genético. I. Antunes, Luís Eduardo. II. Raseira, Maria do Carmo
Bassols. III. Franzon, Rodrigo Cezar

CDD (21. ed.) 634.713

Autores

Ana Cristina Richter Krolow

Farmacêutica, doutora em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Andressa Vighi Schiavon

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, técnica da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Andrio Spiller Copatti

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, bolsista da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Antonio Davi Vaz Lima

Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, estudante de doutorado da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

Bernardo Ueno

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitossanidade, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Carlos Augusto Posser Silveira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Carlos Roberto Martins

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Cristiano Geremias Hellwig

Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, estudante de doutorado da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

Daniel Bernardi

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, professor da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

Dori Edson Nava

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Eduardo Pagot

Engenheiro-agrônomo, diretor do Departamento de Cooperativismo, Apoio a Inclusão Sanitária, Agroindústria e Certificação da Produção Familiar, Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar, Brasília, DF

Frederico Orlando Calazans Machado

Engenheiro-agrônomo, Mestre em Ciências Agrárias, Analista em Desenvolvimento Regional da Codevasf, Brasília-DF

Gabriel Laquete de Barros

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisador do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique, Nampula, Moçambique

Gabriela Inés Diez-Rodríguez

Engenheira-agrônoma, doutora em Entomologia, bolsista na Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Gilberto Nava

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Gustavo Luís Batista D'Angiolella

Engenheiro-agrônomo, Mestre em Ciências Agrárias, Consultor da Rota das Frutas RIDE-DF, Brasília-DF

Ivan dos Santos Pereira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, bolsista na Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Jorge Atílio Benati

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Roraima, Boa Vista, RR

Juliana Hey Coradin

Engenheira de Bioprocessos e biotecnologista, mestre em Engenharia Química, analista da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Leonardo Ferreira Dutra

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Lírio José Reichert

Economista, doutor em Agronomia, analista da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Luís Eduardo Corrêa Antunes

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Luiz Antônio de Passos Curado

Administrador de Empresas, Técnico da Codevasf, Brasília-DF

Márcia Vizzotto

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Maria do Carmo Bassols Raseira

Engenheira-agrônoma, doutora em Horticultura, pesquisadora aposentada da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Mateus Felipe Bernard

Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, estudante de doutorado da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

Nubia Marilin Lettnin Ferri

Química, analista da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Paulo Roberto Coelho Lopes

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Semiárido, Pelotas, RS

Rafaela Schmidt de Souza

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, autônoma, Pelotas, RS

Renires dos Santos Teixeira

Tecnóloga em Alimentos, estudante de doutorado da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

Rodrigo Cezar Franzon

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Rufino Fernando Flores Cantillano

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador aposentado da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Silvia Carpenedo

Engenheira-Agrônoma, doutora em Agronomia, Pelotas, RS

Uemerson Silva da Cunha

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, professor da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

Uvilson Oliveira

Produtor rural, Sítio Frutas Vermelhas, Mucugê, BA



Apresentação

A produção da amoreira-preta (*Rubus* spp.) vem crescendo no cenário mundial, impulsionada pela mudança de hábitos alimentares da população. A busca por uma alimentação mais saudável, rica em frutas com propriedades nutritivas e nutraceuticas, tornou-se parte integrante da dieta moderna.

No Brasil, a amoreira-preta foi introduzida no início da década de 1970 e vem sendo pesquisada pela Embrapa por mais de 50 anos, confundindo-se com a própria história da empresa. Várias foram as cultivares lançadas nas últimas décadas, fruto da pesquisa agropecuária, como a emblemática cultivar BRS Tupy, que foi – e ainda é – uma das mais importantes e oportunizou que vários produtores e países – como o México – se tornassem grandes produtores no mercado mundial.

Embora seja uma cultura rústica, a amoreira-preta necessita de cuidados especiais para que o produtor possa ter uma atividade rentável, e o consumidor, um produto de qualidade. Esta publicação aborda temas importantes para que os produtores possam planejar adequadamente seus investimentos, com princípios básicos de cultivo, produção de mudas, escolha de área de plantio, cultivares, manejo de pomares, cuidados na colheita, na pós-colheita e no processamento, bem como as propriedades benéficas do consumo de amoras-pretas. Destaca-se também a oportunidade aos consumidores de conhecer e reconhecer as etapas de produção, o papel da extensão rural na inclusão de segmentos produtivos da sociedade na produção e os impactos que a tecnologia traz à cadeia produtiva da amora-preta no Brasil. Ainda, traz a experiência da Rota das Frutas RIDE-DF, que compartilha o histórico de um projeto de organização da cadeia produtiva da fruticultura.

Nesse contexto, a entrega deste livro à sociedade brasileira marca uma exitosa trajetória da pesquisa e do desenvolvimento rural, de forma inclusiva e sustentável.

Leonardo Ferreira Dutra

Chefe-Geral da Embrapa Clima Temperado



Prefácio

A amoreira-preta (*Rubus* spp.) surge como uma joia da natureza, adornada por frutas negras, cujo brilho reflete o frescor, a suculência e o sabor, com a elegância de suas folhas verde-esmeralda. Mais do que uma simples fruta, a amora-preta se entrelaça com a história da humanidade, presente em lendas, mitos e tradições culinárias ancestrais. Nativa das Américas, Europa e Ásia, adaptou-se com sucesso a diversas regiões do mundo, incluindo o Brasil. Sua popularidade crescente se deve não apenas ao seu sabor peculiar e versatilidade, mas também aos seus comprovados benefícios à saúde. Cultura de fácil estabelecimento e manejo, a amoreira-preta entrega renda aos produtores desde os primeiros anos após o plantio e, em algumas microrregiões com condições ambientais favoráveis, logo após alguns meses do plantio, amortizando custos e gerando renda aos fruticultores.

Esta publicação é um convite para explorar o universo da amoreira-preta: com informações completas e linguagem acessível, o leitor aprenderá muito sobre essa fruta incrível e poderá desfrutar dos benefícios para sua saúde, na prevenção de doenças e fortalecimento do sistema imunológico. A obra oferece uma imersão profunda na cultura da amoreira-preta, desde sua introdução no Brasil e expansão dos pampas no Sul ao semiárido no Nordeste brasileiro, aspectos genéticos, botânicos, fisiológicos, produtivos e nutraceuticos. Afinal, a amoreira-preta não se limita a ser apenas um deleite para o paladar, já que também ostenta um arsenal de propriedades medicinais e nutraceuticas, comprovadas por pesquisas científicas. Nesse sentido, destaca-se a versatilidade da amoreira-preta, havendo várias maneiras de se conservar as frutas e aproveitá-las na culinária.

Em *Amoreira-preta: histórico, manejo e tecnologias de produção*, apresentamos e discutimos informações sobre as diversas cultivares de amoreira-preta, cada uma com suas nuances únicas de sabor e aroma; a indicação de manejo de cultivo; a produção de mudas; a escolha do local ideal; além dos cuidados necessários para garantir uma produção farta e saudável, problemas inerentes à atividade agrícola, estratégias para mitigação de riscos, e papel da amoreira-preta como tecnologia inclusiva na cadeia produtiva de frutas. Nesse contexto, ressalta-se a importância da preservação ambiental e do cultivo sustentável da amoreira-preta. Há um futuro promissor para a amoreira-preta como fonte de alimento, saúde e renda, da produção de frutas frescas ao processamento, seja do tipo minimamente processado, frutas individualmente congeladas ou destinadas à produção de corantes naturais e de polpas.

Em suma, este livro é voltado a todos que têm paixão pela cultura da amoreira-preta. Dedicamos esta obra aos fruticultores, que concentram seu trabalho no cultivo dessa fruta excepcional; aos consumidores, que apreciam seu sabor único; e aos pesquisadores pioneiros no Brasil, em especial ao Dr. Alverides Machado dos Santos e Dr. Ailton Raseira (ambos in memoriam).

Os Editores Técnicos



Foto: Paulo Luiz Lanzetta Aguiar

Sumário

Capítulo 1	15
Histórico no Brasil	15
Capítulo 2	23
Aspectos gerais e botânicos	23
Capítulo 3	35
Melhoramento genético.....	35
Capítulo 4	53
Cultivares	53
Capítulo 5	65
Produção de mudas por micropropagação	65
Capítulo 6	77
Propagação e produção de mudas	77
Capítulo 7	87
Implantação de pomares e manejo do cultivo.....	87
Capítulo 8	97
Adubação e nutrição	97
Capítulo 9	137
Produção de base ecológica	137
Capítulo 10	153
Produção forçada de amora-preta em zonas de altitude na Chapada Diamantina, BA.....	153
Capítulo 11	171
Pragas	171

Capítulo 12	185
Doenças	185
Capítulo 13	205
Colheita e conservação	205
Capítulo 14	219
Processamento	219
Capítulo 15	231
Composição nutricional e propriedades funcionais.....	231
Capítulo 16	247
Extensão rural no desenvolvimento da amoreira-preta no Brasil	247
Capítulo 17	261
Impacto socioambiental.....	261
Capítulo 18	273
A Rota das Frutas RIDE-DF: um modelo de desenvolvimento sustentável para a fruticultura regional.....	273

Capítulo 1

Histórico no Brasil

Silvia Carpenedo

Maria do Carmo Bassols Raseira

Rodrigo Cezar Franzon

Introdução

Embora as espécies de *Rubus* sejam consideradas por muitas pessoas como plantas invasoras ou indesejáveis, o melhoramento genético permitiu desenvolver diversos genótipos de importância econômica e que, em alguns casos, são responsáveis pelo sustento econômico de famílias à frente de pequenas propriedades rurais. Essas espécies são conhecidas desde tempos remotos. A Bíblia hebraica faz referência a plantas espinhentas, o que foi atribuído a algumas espécies de *Rubus*. Egípcios e romanos também conheciam plantas desse gênero, assim como a elas havia referência na Grécia antiga. Connolly (1999), citado por Hummer e Janick (2007), ressalta que, com uso de carbono radioativo, foram detectados vestígios de frutas de *Rubus* em restos de alimentos, datados de 8 mil a.C. Essas frutas faziam parte da alimentação de povos primitivos, logo depois da Era do Gelo.

Por volta de 1600, as amoras- pretas já eram mencionadas em livros de jardinagem (Jennings, 1988); entretanto, essas plantas eram tão comuns que durante muitos anos não houve interesse em domesticá-las ou em selecionar os melhores tipos e fazer melhoramento (Finn; Clark, 2012). Apenas no início do século XIX começaram as seleções e introduções de plantas selvagens nos Estados Unidos, que se constituíram nas primeiras cultivares, como Lawton, Snyder e Eldorado. Em 1881, J.H. Logan selecionou *seedlings* de 'Aughinbaugh', obtendo as cultivares Logan, importante ancestral de vários genótipos que vieram posteriormente, e Mamoth. Os primeiros programas de melhoramento genético de amoreira-preta nos Estados Unidos começaram somente no século XX: no Texas, em 1909; no estado de Nova York, em 1912; na Carolina do Norte, em 1926; e no estado de Rhode Island, em 1929. Já o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) começou um programa de melhoramento genético de amoreira-preta em 1919, em Atlanta, na Geórgia.

A Universidade de Arkansas, que iniciou o programa de melhoramento genético dessa espécie em 1964, dedicou-se principalmente ao desenvolvimento de amoreiras-pretas com hastes eretas, sendo 'Navaho' a primeira cultivar lançada sem espinhos e com hábito de crescimento ereto. É importante salientar o pioneirismo desse programa no desenvolvimento de genótipos do tipo remontante, isto é, que frutificam nas hastes primárias, antes de passar o inverno.

Atualmente, além das universidades e instituições públicas de pesquisa, existem vários programas de melhoramento genético de amoreira-preta conduzidos por empresas importadoras e exportadoras de frutas e por grandes viveiros, tanto nos Estados Unidos como no continente europeu.

A amoreira-preta no Brasil

No Brasil, sempre houve certa confusão entre a amora-preta e a framboesa, por ambas pertencerem ao gênero *Rubus*. Em artigo sobre a flora de Pelotas, Silva (1954) fazia referência à presença de *Rubus brasiliensis* M., que o autor chamava de framboesa selvagem, descrevendo-a como um arbusto de até 2 m de altura. Dizia que suas hastes tinham acúleos e as folhas eram alternadas com três folíolos, ovados e com margens dentadas. O autor acrescentava que havia numerosas espécies com inflorescências e tonalidades diversas, e que *R. fruticosus* L., *R. rosaefolius* Smith, etc. eram encontradas em capoeiras e locais abandonados. Atualmente, reconhece-se a ocorrência de cinco espécies nativas de amoreira-preta no Brasil, conhecidas como amora-do-mato: *R. urticaelis*, *R. erythrocladus*, *R. brasiliensis*, *R. sellowii* e *R. imperialis* (Reitz, 1996).

A utilização das frutas de *Rubus* era, inicialmente, extrativista. Mas as atividades de pesquisa impulsionaram a cultura, as quais iniciaram, no Brasil, em 1972, na Estação Experimental de Pelotas, RS, atual Embrapa Clima Temperado (Figura 1.1). Nessa ocasião, a engenheira-agrônoma Maria do Carmo M. Bassols cursava mestrado na Universidade de Arkansas, EUA, tendo como orientador o Dr. James N. Moore, reconhecidamente um dos grandes melhoristas de fruticultura dos Estados Unidos e um dos mais importantes em *Rubus*. Uma indústria de Pelotas (Agapê) solicitou que a referida agrônoma conseguisse uma coleção de amoreira-preta. O Dr. Moore, sempre generoso para com todos e, especialmente, os seus estudantes, forneceu essa coleção, na qual constavam as cultivares Comanche, Cherokee e Cheyenne (que não sobreviveu), além da 'Brazos' (originária do Texas). Em 1974, foi instalada uma unidade de observação no município de Canguçu, RS, em terreno pertencente à citada indústria, a qual foi ampliada no ano seguinte. Em 1978, essa indústria envasou amoras em calda com adoçante. O produto chegou a ser exportado, mas, infelizmente, tanto a industrialização como a exportação tiveram vida efêmera.

Entretanto, o fato que realmente possibilitou o início de um programa de melhoramento genético foi a introdução, em 1975, de sementes de hibridações realizadas pelo Dr. James Moore, na Universidade de Arkansas. Naquele ano, foram introduzidas sementes de 62 combinações de hibridações e, em 1978, sementes de mais oito hibridações. Essas sementes foram escarificadas, vernalizadas e, após germinadas, as plântulas foram estabelecidas em área da Embrapa, na localidade de Cascata, em Pelotas, RS.

Havia apenas um pequeno problema: não havia à época um projeto específico para a amoreira-preta, sendo assim não havia como justificar o trabalho com essa espécie. Entretanto, com a boa vontade e trabalho dos funcionários Carlos Gonçalves e José da Silveira e, posteriormente, Adão Campos Belli, a melhorista Maria Bassols realizava as avaliações depois do horário do expediente, ou aos sábados pela manhã. Essa situação perdurou até se conseguir incluir a amoreira-preta em um projeto denominado Fruteiras Diversas. As avaliações dos *seedlings* obtidos das citadas populações começaram em 1977 e as primeiras hibridações, realizadas nesse programa, iniciaram em 1979. Finalmente, em 1983 (Figura 1.2) foi aprovado, oficialmente, um projeto de melhoramento genético com a amoreira-preta, no Centro Nacional de Pesquisa de Fruteiras de Clima Temperado (CNPFT) da Embrapa, sob a responsabilidade do Dr. Alverides Machado dos Santos até sua aposentadoria em 1999. Nessa ocasião, já estavam disponíveis em torno de 75 seleções e uma cultivar (Ébano) havia sido lançada em 1981, oriunda das sementes introduzidas em 1975 (Bassols; Moore, 1981).

Não se conhece a data correta, mas entre 1975 e 1980 o professor uruguaio Washington Babuglia, em visita a Pelotas, doou uma espécie de *Rubus* bastante interessante. Por se desconhecer a exata

identificação, foi denominada de 'Uruguai', a qual, por suas características, deveria tratar-se de um híbrido (*boysenberry*). A 'Uruguai' se tornou muito importante para o programa de melhoramento, por ser um dos genitores da cultivar BRS Tupy.

Houve ainda, após o ano de 2005, novas introduções de sementes provenientes do Uruguai e mais sementes e pólen de amoreira-preta dos Estados Unidos (Universidade do Arkansas e USDA de Oregon).

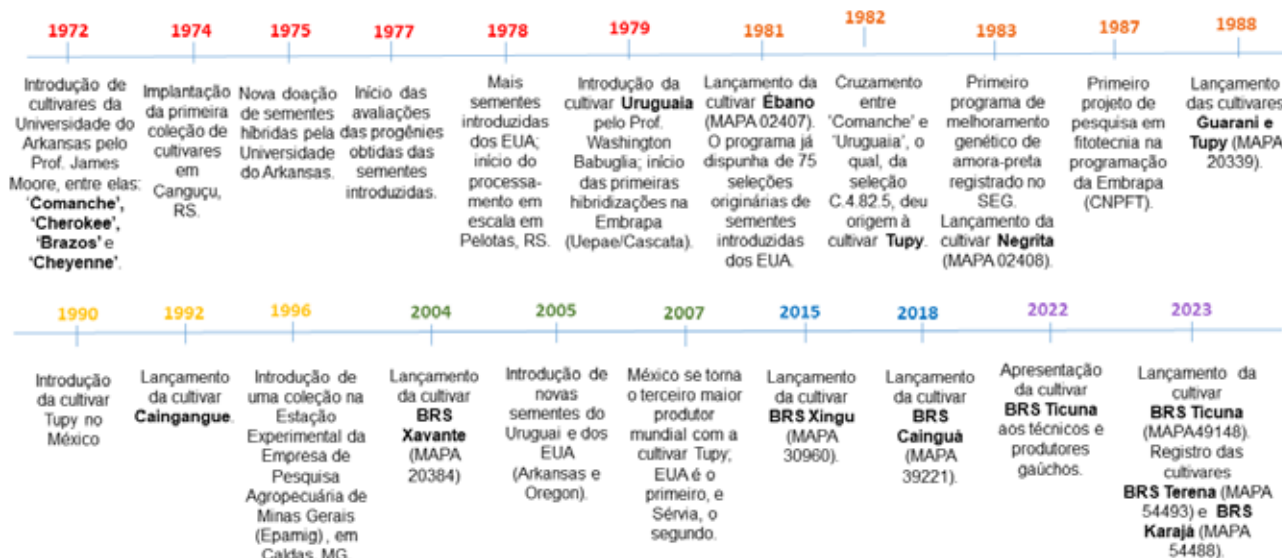


Figura 1.1. Linha do tempo da amoreira-preta no Brasil.

Fonte: Reichert (2024).

O programa de melhoramento genético de amoreira-preta da Embrapa, então iniciado, tinha por objetivo oferecer uma nova opção de cultivo lucrativo aos pequenos fruticultores da região de Pelotas, RS, desenvolvendo cultivares adaptadas às condições de inverno ameno e altamente produtivas, com frutas saborosas (mais doces e menos ácidas) e com boa aparência. Com a evolução do programa, buscou-se, além disso, plantas com hastes eretas, preferencialmente sem espinhos, e com ampliação do período de colheita. Além disso, a tolerância das plantas ao calor passou a ser relevante, tendo em vista não somente as mudanças climáticas, que já estavam sendo percebidas na época, mas também a expansão da cultura para áreas tropicais do País.

Em relação ao sabor, para o mercado de fruta fresca, é importante uma alta relação de sólidos solúveis e acidez, predominando o sabor doce. Entretanto, como mais de 90% da fruta colhida no Brasil é destinada ao processamento industrial, a predominância da acidez não é um problema. Assim, nos últimos anos, o programa seguiu duas linhas: a) o desenvolvimento de cultivares para produção de frutas para o mercado in natura; b) o desenvolvimento de cultivares produtoras de frutas para o processamento. São também objetivos, não menos importantes que os já citados, maior firmeza das frutas, maior conservação pós-colheita e ausência de reversão de cor das frutas, após a colheita. O desenvolvimento de cultivares de amoreira-preta para diferentes épocas de colheita, aumentando-se o período de safra, continua sendo prioritário. Grande ênfase tem sido dada às plantas com ausência de acúleos nas hastes e aos genótipos de hábito produtivo do tipo remontante, que permitem a produção no outono.

Cultivar BRS Tupy

As plantas do material denominado 'Uruguai' eram de hábito decumbente e produziam frutas vermelhas, suculentas e de muito bom sabor. O Dr. James N. Moore, que havia disponibilizado a primeira coleção americana de amoreira-preta para a Embrapa, veio ao Brasil em 1980 como consultor e, experimentando frutas da 'Uruguai', sugeriu que fosse feito um cruzamento utilizando-se a cultivar Comanche como genitor feminino (Figura 1.2A). Essa hibridação foi realizada no mesmo ano e, novamente, em 1982. Da população obtida nesse último ano, o Dr. Alverides Machado dos Santos (Figura 1.3) selecionou a planta de número 5, que foi propagada por estacas de raiz e colocada em coleção para ser avaliada. Em 1988, foi disponibilizada aos produtores (Figura 1.2B) com a denominação de 'Tupy' (hoje 'BRS Tupy'). Decorridos 36 anos, BRS Tupy é, ainda, a mais importante cultivar de amoreira-preta brasileira.

Fotos: Maria do Carmo Bassols Raseira

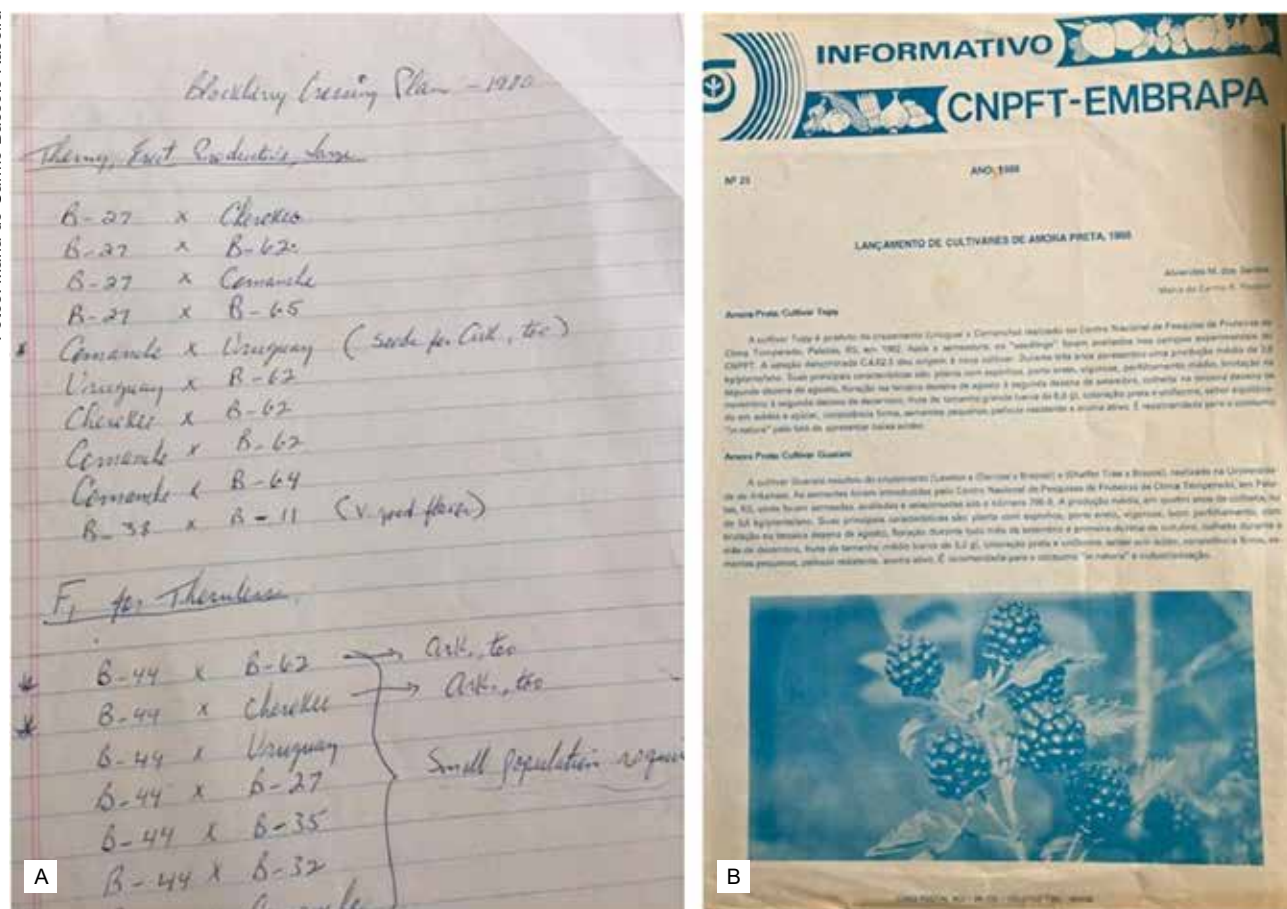


Figura 1.2. Plano original escrito pelo consultor Dr. James N. Moore, onde constavam as sugestões de hibridações a serem realizadas (A); exemplar do informativo original, disponibilizado aos produtores sobre a então nova cultivar BRS Tupy, juntamente com outra cultivar, a Guarani (B).



Foto: Luís Eduardo Corrêa Antunes

Figura 1.3. Dr. Alverides Machado dos Santos em pomar de amoreiras-pretas do produtor Ari Alcântara, em Pelotas, RS.

Na metade da década de 1990, a empresa Italbraz, situada em Vacaria, RS, exportou frutas da cultivar Tupy para a Europa, onde teve muito boa aceitação. Interessa salientar que, nessa mesma década, 'BRS Tupy' foi introduzida no México, que passou a ser o terceiro maior produtor mundial de amora-preta, em 2007, graças a essa cultivar e à adoção de manejo diferenciado, testado pelos técnicos mexicanos e recomendado aos fruticultores desse país, com a possibilidade de produção programada no tempo. O jornalista David Karp escreveu um artigo no jornal *The New York Times*, em 25 de julho de 2007, em que afirmava: "México nem ao menos cultivava comercialmente amora-preta antes de 1990. Em 2007 já era o terceiro produtor mundial, atrás apenas de Estados Unidos e Sérvia, e isto é devido à adoção da cultivar Tupy, cujas frutas eram doces, mas deixavam um amargo ao final" (Karp, 2007).

Também devido ao sucesso da cultivar BRS Tupy, companhias mundialmente conhecidas fizeram contato ou enviaram seus representantes à Embrapa para conhecer o programa de melhoramento genético. Em 2010, por tudo o que a 'Tupy' representou e ainda representa à cultura da amoreira-preta, o Dr. Alverides recebeu o prêmio *Outstanding Fruit Cultivar Award* (Figura 1.4), conferido pela American Society for Horticulture Science (Volk et al., 2013)..

Foto: Paulo Luiz Lanzetta Aguiar



Figura 1.4. Medalha recebida pelo Dr. Alverides Machado dos Santos, ex-pesquisador da Embrapa, em reconhecimento à importância da cultivar BRS Tupy para a fruticultura mundial.

A equipe de pesquisadores e colegas de trabalho entregou pessoalmente (Figura 1.5) a medalha conferida pela ASHS ao Dr. Alverides Machado dos Santos, então impossibilitado de receber presencialmente nos Estados Unidos a premiação pela sua contribuição como melhorista. (Figura 1.4).

Foto: Maria do Carmo Bassols Raseira



Figura 1.5. Dr. Alverides Machado dos Santos, ao receber a medalha, conferida pela ASHS, das mãos de seus colegas da Embrapa Clima Temperado (*em pé, da esquerda para a direita*): Dr. Firmiano Idílio Ferreira, Dr. Flávio Luiz Carpena Carvalho, M.Sc. José Francisco Martins Pereira e Dr. Luís Eduardo Correa Antunes; (*sentados, da esquerda para a direita*): Dr. Carlos Reisser Júnior; Dr. Alverides Machado dos Santos e sua esposa, Elizabeth dos Santos.

É interessante salientar que, embora lançada em 1988, a cultivar BRS Tupy só foi registrada no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) em 2006, sob o número 20339. Seu registro foi com “y” em vez de “i”; na ocasião, a cultivar já era conhecida como ‘Tupi’, porém, como já havia uma cultivar de outra espécie registrada no RNC com esse nome, ele não foi aceito, sendo solicitada a mudança do nome fantasia. Como o nome da cultivar já era bem conhecido, causaria diversos problemas, se fosse alterado. Assim, foi mais fácil mudar a grafia e, a partir de então, o nome correto da cultivar passou a ser ‘BRS Tupy’.

Considerações finais

Essa rosácea, com mais de 50 anos de história no Brasil, confunde-se com a própria história da Embrapa, da introdução, demandada pela cadeia produtiva de frutas da região de Pelotas, na década de 1970, às primeiras hibridações realizadas pela equipe de pesquisa, que resultaram em cultivares inovadoras para seu tempo e que fizeram e ainda fazem a diferença para aqueles agricultores que dela tiram seu sustento. Da abnegação dos precursores aos resultados que hoje a cultura entrega à sociedade, muito se aprendeu e se desenvolveu, para a superação de desafios.

Referências

- BASSOLS, M. do C. M.; MOORE, J. N. ‘Ébano’ thornless blackberry. **Hortscience**, Alexandria, v. 16, n. 5, p. 686-687, 1981. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.16.5.686>.
- FINN, C.; CLARK, J. Blackberry. In: BADENES, M. L.; BYRNE, D. H. **Fruit Breeding**. New York: Springer Science, 2012. p. 151-190.
- HUMMER, K. E.; JANICK, J. *Rubus* iconography: antiquity to the renaissance. **Acta Horticulturae**, n. 759, p. 89-106, 2007. DOI: [10.17660/ActaHortic.2007.759.6](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.759.6).
- JENNINGS, D. L. **Raspberries and blackberries: their breeding, diseases and growth**. London: Academic Press, 1988. 230 p.
- KARP, D. At last, sweet blackberries stay the course. **The New York Times**, New York, 25 jul. 2007. Disponível em: www.nytimes.com/2007/07/25/dining/25blac.html. Acesso em: 7 jun. 2022.
- REICHERT, L. J.; RASEIRA, M. do C. B.; ANTUNES, L. E. C.; FRANZON, R. C. **Avaliação do impacto socioeconômico e ambiental da amoreira-preta no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2024. 32 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 544).
- REITZ, R. Rosáceas. In: REITZ, R. (ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, 1996. p. 136.
- SILVA, A. S. P. da. Flora de Pelotas e algumas de suas espécies ornamentais indígenas e exóticas. **Agros-Diretório Acadêmico Nunes Vieira**, Pelotas, v. 7, n. 3/4, p. 53-82, 1954.
- THOMPSON, M. M. Chromosome numbers of *Rubus* species at the national clonal germplasm repository. **HortScience**, v. 30, n. 7, p. 1447-1452, 1995. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.30.7.1447>.
- THOMPSON, M. M. Survey of chromosome numbers in *Rubus* (*Rosaceae*: Rosoideae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 84, n. 1, p. 128-164, 1997. DOI: <https://doi.org/10.2307/2399958>.
- VOLK, G. M.; OLMSTEAD, J. W.; FINN, C. E.; JANICK, J. The ASHS outstanding fruit cultivar award: a 25-year retrospective. **HortScience horts**, v. 48, n. 1, p. 4-12, May. 2013. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.1.4>.

Literatura recomendada

- ALICE, A. L.; CAMPBELL, C. S. Phylogeny of *Rubus* (*Rosaceae*) based on nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer region sequences. **American Journal of Botany**, v. 86, n. 1, p. 81-97, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Formulários para proteção de cultivares**. Brasília, DF: MAPA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protecao-de-cultivar/formularios-para-protecao-de-cultivares>. Acesso em: 15 maio 2025.

BUTTERFIELD, H. B. The origin of certain thornless blackberries and dewberries. **Journal of Heredity**, v. 19, n. 3, p. 135–138, 1928. DOI: 10.1093/oxfordjournals.jhered.a102969.

CARPANEZZI, A. A.; ZANONA, K.; VOLTZ, R. R. **Separação botânica de espécies de Rubus da Região Metropolitana de Curitiba**. Colombo: Embrapa Florestas, 2019. 32 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 326).

CARTER, K. A.; LISTON, A.; BASSIL, N. V.; ALICE, L. U.; BUSHAKRA, J. M.; SUTHERLAND, B. L.; MOCKLER, T. C.; BRYANT, D. W.; HUMMER, K. E. Target capture sequencing unravels Rubus evolution. **Frontiers in Plant Science**, p. 1-18, v. 10, 2019. DOI: 10.3389/fpls.2019.01615.

CLARK, J. R.; FINN, C. E. Blackberry Breeding and Genetics. **Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology**, v. 5, n. 1, p. 27–43, 2011.

CLARK, J. R.; STAFNE, E. T.; HALL, H. K.; FINN, C. E. Blackberry Breeding and Genetics. **Plant Breeding Reviews**, v. 29, p. 19–144, 2007. DOI: 10.1002/9780470168035.ch2.

OURECKY D. K. Brambles. In: JANICK, J.; MOORE, J. N. (ed.). **Advances in fruit breeding**. West Lafayette: Purdue University Press, 1975. p. 98-129.

RASEIRA, A.; SANTOS, A. M. dos; RASEIRA, M. do C. B. Caingangue, nova cultivar de amoreira-preta para consumo 'in natura'. **HortiSul**, Pelotas, v. 2, n. 3, p. 11-12, 1992.

RASEIRA, M. do C. B.; FRANZON, R. C.; CARPENEDO, S.; SCHIAVON, A.; ANTUNES, L. E. C.; FLORES CANTILLANO, R. F. **BRS Karajá, amoreira-preta com hastes sem espinhos, adaptada às condições sul-brasileiras**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2023. 12 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 395).

RASEIRA, M. do C. B.; FRANZON, R. C.; FELDBERG, N. P.; ANTUNES, L. E. C.; CARPENEDO, S.; ROSSI, A. de. **BRS Ticuna: cultivar de amoreira-preta para processamento**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2023. 10 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 393).

RASEIRA, M. do C. B.; FRANZON, R. C.; FELDBERG, N. P.; ANTUNES, L. E. C.; SCARANARI, C. 'BRS Caingua', a blackberry fresh-market cultivar. **Crop Breeding Applied Biotechnology**, v. 20, n. 1, e27812014, 2020. DOI: 10.1590/1984-70332020v20n1c4.

SANTOS, A. M. dos; RASEIRA, M. do C. B. **Lançamento de cultivares de amoreira-preta**. Pelotas: EMBRAPA-CNPFT, 1988. n. p. (Embrapa. Informativo, 23).

Capítulo 2

Aspectos gerais e botânicos

Silvia Carpenedo
Maria do Carmo Bassols Raseira
Rodrigo Cezar Franzon

Introdução

A amoreira-preta faz parte da família Rosaceae, a mesma família das rosas, da macieira e do pessegueiro, e tem importância econômica e cultural significativa em diversas regiões do mundo, sendo amplamente cultivada e apreciada em diversos países, devido à qualidade e valor nutricional de seus frutos, adaptação e rusticidade das plantas. A espécie é originária de regiões temperadas da América do Norte, da Europa e da Ásia. As espécies de *Rubus* são amplamente distribuídas em áreas com clima temperado e subtropical, e se adaptam bem a diversos tipos de solo e condições ambientais.

Este capítulo aborda a botânica e as características das amoreiras-pretas e de seus frutos, utilizando como base os descritores da União Internacional para a Proteção das Obtenções Vegetais (UPOV, em inglês); para *Rubus* e seus híbridos.

Classificação botânica

As amoreiras-pretas são plantas perenes, arbustivas, com hábito de crescimento variando entre prostrado e ereto, e pertencem ao gênero *Rubus*, subgênero *Rubus* (anteriormente denominado subgênero *Eubatus*). A classificação botânica detalhada é a seguinte:

- Reino: Plantae
- Divisão: Magnoliophyta
- Classe: Magnoliopsida
- Ordem: Rosales
- Família: Rosaceae
- Gênero: *Rubus*
- Subgênero: *Rubus*
- Espécie: *Rubus* spp.

O gênero *Rubus*, provavelmente, tem origem na América do Norte e está dividido em 15 subgêneros, sendo que os tipos cultivados são derivados de espécies das seções *Allegheniensis*, *Arguti*, *Rubus* e *Ursini* (Finn; Clark, 2012). Há, no entanto, ampla divergência entre autores sobre o número de espécies do gênero, variando desde 250 (Mabberley, 2017), 800 (Thompson, 1995) até mais de 1.000 (Jennings, 1988). Quase todas as regiões do globo têm espécies nativas com características bem especiais como, por exemplo, as moras ou mora de castilla, da região andina da América do Sul (*R. glaucus*), e a amora-branca, no Brasil (*R. erythrocladus*), entre outras (Finn; Clark, 2012).

O gênero *Rubus* possui um número básico de sete cromossomos, mas níveis variados de ploidia intra e interespecífica ($2n = 2x = 14$ até $2n = 18x = 126$), além de ploidia ímpar e aneuploides. Esse é um dos mais complicados e controversos grupos taxonômicos do reino Plantae, devido à natureza das espécies e cultivares dentro do gênero *Rubus*, uma vez que seus genomas, na maioria das vezes, são compostos pelo germoplasma de várias espécies e seus descendentes são híbridos interespecíficos. Da mesma forma, as cultivares têm diferentes origens, sendo muito difícil, ou praticamente impossível, determinar a identidade das espécies de cultivares modernas, devido a sua propensão à inter-hibridação (Hummer, 2017), isto é, apresentam grande facilidade de cruzamento entre os diferentes grupos, mesmo entre espécies distantes, já que a maioria delas são apomíticas facultativas (Thompson, 1997). As cultivares comerciais são, em sua maioria, um complexo multiespécie (Finn; Clark, 2012) e, por essa razão, são referenciadas como *Rubus* spp., não sendo classificadas a nível de espécie.

A própria distinção hortícola entre os frutos das amoras e das framboesas, embora seja uma característica visual facilmente determinada, é botanicamente arbitrária. Isso se deve à natureza das espécies e cultivares dentro do gênero, e à grande propensão de grupos divergentes para cruzarem entre si, mesmo aqueles que diferem no número de conjuntos de cromossomos (Hummer, 2017), conforme já mencionado. Muitas espécies frutíferas que possuem frutos do tipo amora podem conter genes de framboesa em sua história evolutiva, como, por exemplo, a amora ocidental (*R. ursinus*) (Alice; Campbell, 1999).

No entanto, do ponto de vista hortícola, é importante diferenciar a amora-preta da framboesa. Cada fruta de amora é uma agregação de drupéolas (fruto agregado), sendo cada drupéola derivada de um ovário que produz uma semente, a qual está envolta em um mesocarpo carnudo com um exocarpo circundante (casca do fruto). Quando o fruto está maduro, as drupéolas permanecem presas ao receptáculo, e o fruto agregado é colhido como uma única unidade pronta para o consumo. Por outro lado, as drupas (frutas) de framboesa separam-se do receptáculo quando em ponto de colheita. As drupéolas do fruto da framboesa são unidas por pequenos pelos e formam uma fruta com centro oco, onde estava o receptáculo (Hummer, 2017), sendo também colhidas como uma única unidade (permanecendo o receptáculo na planta).

No Brasil, a amora-preta também é bastante confundida com a amora (*mullberry*) produzida por plantas arbóreas perenes pertencentes ao gênero *Morus*, família Moraceae, cujos ramos são utilizados para alimentação do bicho-da-seda.

Aspectos morfológicos da amoreira-preta

A amoreira-preta cultivada é uma planta arbustiva que tem o sistema radicular perene, com raízes do tipo fasciculada, majoritariamente concentradas no primeiro metro de profundidade do solo, entretanto, podem ser encontradas a mais de 2 m. As hastes, no entanto, são bienais, florescendo e frutificando no segundo ano, após um período de dormência (exceto no caso das remontantes).

Nessas espécies, as hastes vegetativas (*primocanes* ou hastes primárias) são produzidas no primeiro ano, durante primavera-verão; após um período de dormência durante o inverno, florescem e frutificam (*floricanes*) na primavera. Após a colheita, essas hastes iniciam o processo de senescência, devendo ser eliminadas. A cada ano, novas hastes primárias (*primocanes*) se desenvolvem, estimuladas pela poda ou por influência da natureza da sua fisiologia.

Recentemente, cultivares com frutificação nas hastes primárias foram desenvolvidas pela Universidade de Arkansas (EUA), a exemplo de ‘Prime-Jan’ (‘APF-8’) e ‘Prime-Jim’ (‘APF-12’). Nesse caso, o florescimento e a frutificação ocorrem durante o verão-outono, nas hastes que cresceram durante a primavera-verão anterior, sugerindo que não seja necessário um período de frio para o florescimento (Finn; Clark, 2012). Essas cultivares são conhecidas como reflorescentes ou remontantes e, de acordo com esses autores, essa característica tem o potencial de expandir a indústria da amora-preta a novos patamares, assim como ocorreu com a framboesa, décadas atrás, com as cultivares conhecidas como Alemãzinha, Autumn Bliss, Bababerry, Fallgold, Golden Bliss, Heritage, Indian Summer e Polana. As amoreiras-pretas cultivadas têm hábitos de crescimento variáveis, desde prostrados a muito eretos, com hastes de até 5 m de altura (Clark et al., 2007).

Os descritores da UPOV para *Rubus* subgenus *Eubatus* e seus híbridos fornecem uma base para a descrição detalhada das características morfológicas das amoreiras-pretas, visando garantir a correta identificação e classificação das cultivares. Esses descritores são utilizados pelo Ministério da Agricultura, e Pecuária do Brasil na “Instrução para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de amora preta”, utilizados para a proteção de cultivares (Brasil, 2023).

A seguir, são descritas as principais características morfológicas da amoreira-preta, utilizando como base os descritores da UPOV.

Hábito de crescimento: Esse descritor ajuda a identificar a forma como a planta se desenvolve e ocupa o espaço. As amoreiras-pretas quanto ao crescimento podem ser classificadas em:

- Ereto: plantas com hastes que crescem verticalmente. Esse hábito de crescimento é o preferido em cultivares comerciais, devido à facilidade de manejo e condução (Figura 2.1A).
- Semiereto: plantas com hastes que crescem inicialmente na vertical, mas tendem a arquear com o tempo, necessitando de condução com suporte (mourões e fios de arame) das plantas (Figura 2.1B).
- Rasteiro: plantas com hastes que crescem na horizontal em relação ao solo e necessitam de sistema de condução para suporte das plantas. Esse hábito de crescimento também é denominado decumbente.

Há também plantas de amoreira-preta com hábito de crescimento intermediário, ou seja, que apresentam características entre o ereto e o semiereto, ou entre o semiereto e o rasteiro. O hábito de crescimento da amoreira-preta é de suma importância para o planejamento e estabelecimento dos pomares, pois determina se será necessário ou opcional o uso de sistema de condução para suporte das plantas.

São exemplos de cultivares com hastes de hábito de crescimento ereto: BRS Karajá, BRS Terena, BRS Ticuna, Guarani e BRS Tupy. A cultivar Brazos apresenta hábito de crescimento semiereto e Ébano apresenta hábito de crescimento rasteiro.



Figura 2.1. Exemplo de plantas de amoreira-preta com hábito ereto (A) e semiereto (B).

Comprimento da haste: É medido do ponto de origem, rente ao solo, até a ponta da haste, na extremidade distal. As diferentes cultivares de amoreira-preta podem ter hastes com comprimentos variados, desde curtas até muito longas, o que também é influenciado pelas características ambientais e de manejo.

Pigmentação antociânica das hastes: é avaliada tanto na haste dormente, durante o inverno, quanto na haste jovem, durante o crescimento na primavera. A pigmentação antociânica é influenciada por fatores genéticos e ambientais e é uma característica importante na descrição e diferenciação das cultivares em germoplasma de amoreira-preta. A pigmentação antociânica das hastes é avaliada visualmente, levando-se em consideração a coloração vermelha, roxa ou azulada das hastes, pode estar presente (Figura 2.2B) ou ausente (Figura 2.2E). Se presente, a intensidade da pigmentação é classificada como muito fraca, fraca, média ou forte.

‘BRS Ticuna’, por exemplo, é uma cultivar que apresenta pigmentação avermelhada na haste dormente entre média e forte, enquanto que na haste jovem a pigmentação é fraca. Plantas da cultivar BRS Karajá apresentam pigmentação média na haste dormente mas, nas hastes jovens, pigmentação variando entre muito fraca a fraca.

Espinhas: embora o termo “espinhos” seja usado comumente para classificar cultivares de amoreira-preta, na realidade o termo correto seria “acúleos”, que são projeções rígidas e pontiagudas formadas na epiderme da haste e que se podem destacar com facilidade, sem produzir lesão acentuada na planta. O mesmo acontece na roseira (*Rosa* spp.), da mesma família da amoreira-preta. Com relação a essa característica, as cultivares de amoreira-preta são classificadas em dois grupos: com espinhos e sem espinhos. Plantas sem espinhos nas hastes é uma das características mais desejadas nas novas cultivares, pois facilita a realização dos tratos culturais em todas as etapas do ciclo produtivo. Porém, quando presentes, as cultivares são classificadas quanto à densidade de espinhos nas hastes (muito baixa, baixa, média, alta e muito alta) e tamanho (pequenos, médios, grandes ou muito grandes) (Figura 2.2). São exemplos de cultivares de amoreira-preta brasileiras sem espinho nas hastes: Ébano, BRS Xavante e BRS Karajá, essa última recentemente lançada

pelo programa de melhoramento genético da Embrapa (Raseira et al., 2023). Todas as demais cultivares brasileiras (Negrita, Tupy, Guarani, Caingangue, Xingu, Ticuna e Terena) possuem espinhos nas hastes, em densidade e tamanho variados. A orientação do ápice dos espinhos em relação à haste dormente e conduzida na vertical também é utilizada na classificação de germoplasma, podendo ser voltado para cima, para fora ou para baixo (Figura 2.3).



Foto: Silvia Carpenedo

Figura 2.2. Hastas de amoreira-preta com diferentes densidades: muito alta (A); alta (B); média (C); baixa (D); ausente (E); tamanhos dos acúleos: grandes (A); médios (B e C); pequenos (D); e presença (B) ou ausência (E) de pigmentação antocianica nas hastes.

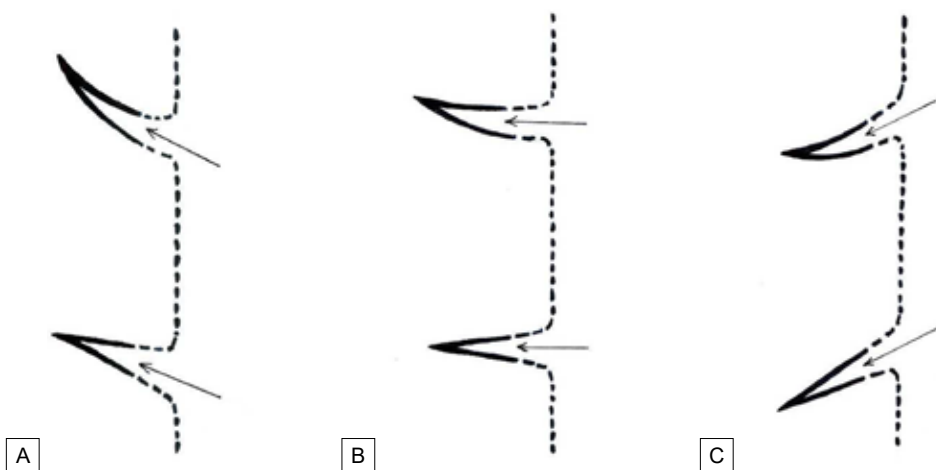


Figura 2.3. Representação da orientação dos acúleos em relação à haste na vertical da amoreira-preta: para cima (A), para fora (B) e para baixo (C).

Fonte: UPOV

Outras características relacionadas às hastes das plantas são: número de hastes novas; comprimento da haste dormente; diâmetro da haste dormente (medida no terço central do ramo), número de ramificações (avaliada na brotação depois do inverno). Também é avaliada a posição predominante das brotações da haste dormente, que pode ser apenas no terço superior, apenas na primeira metade, ou ao longo de todo o comprimento do ramo; e o formato da secção transversal da haste dormente, que varia de arredondada a canelada (Figura 2.4). As cultivares Tupy e BRS Xingu são exemplos de cultivares cuja secção transversal das hastes é arredondada (Figura 2.5); a intensidade da coloração é verde, que pode ser verde-claro, verde-médio ou verde-escuro; ainda, quanto ao número de pelos glandulares (tricomas) na haste jovem, a densidade pode ser ausente ou baixa, média ou alta (Figura 2.6).

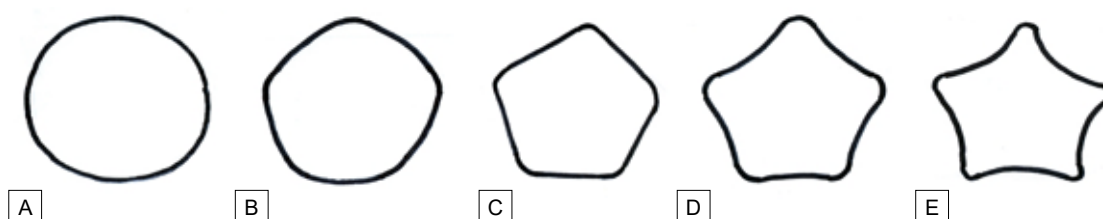


Figura 2.4. Representação do formato da secção transversal da haste dormente da amoreira-preta: arredondada (A); arredondada a regular (B); angular (C), angular a anelada (D); canelada (E).

Fonte: UPOV.



Figura 2.5. Corte transversal das hastes das plantas das cultivares de amoreira-preta BRS Tupy (A) e BRS Xingu (B), ambas com formato arredondado.

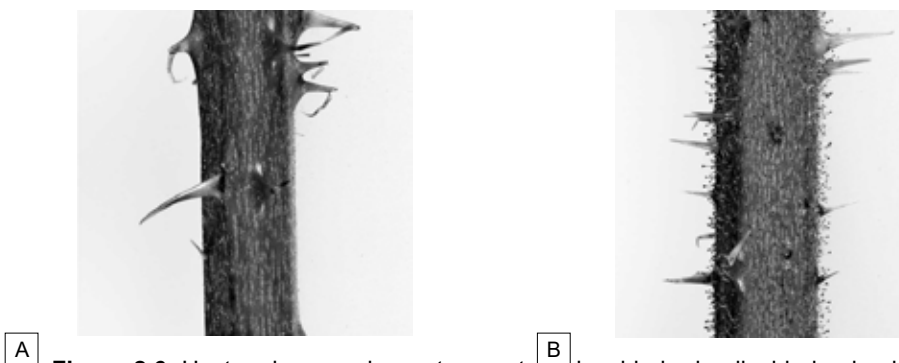


Figura 2.6. Hastes de amoreira-preta quanto a densidade da pilosidade glandular: ausente ou baixa (A) e alta (B).

Fonte: UPOV.

Além das diferenças nas características das hastes das plantas, as flores também apresentam variações. As flores da amoreira-preta têm pétalas em número variado, com diferentes tonalidades de cor, em um receptáculo com múltiplos ovários, estilos e estigmas (Finn; Clark, 2012). As pétalas, apesar de comumente serem observadas na coloração branca, podem apresentar traços de cor violeta ou serem da cor rosada (Figura 2.7). O tamanho da flor, avaliado pelo seu diâmetro, é outra característica que é utilizada para diferenciar cultivares e pode ser classificada como: muito pequena, pequena, média, grande e muito grande. Além disso, o número de pétalas, que na família das rosáceas é tipicamente de cinco (Figura 2.7D, 2.7E), pode ocorrer em número múltiplo (Figura 2.7A, 2.7B, 2.7C, 2.7F), de 10 ou mais pétalas. Essa característica é mais importante para germoplasma utilizado para a finalidade ornamental.

Além das características utilizadas pela UPOV, outras características que podem ser utilizadas para classificar germoplasma são o número de flores por inflorescência, que pode ser esparso ou denso; o formato das pétalas, que podem ser ovaladas, elípticas, obovadas, dentre outras formas; além do tamanho das pétalas, levando-se em consideração o seu comprimento e a largura.



Fotos: Sílvia Carpenedo

Figura 2.7. Flores de amoreira-preta, simples e compostas com diferentes números de pétalas e cores.

Quanto às frutas, obviamente as características mais importantes são as relacionadas à qualidade (sabor) e à produtividade. Porém, na caracterização de germoplasma, alguns aspectos são levados em consideração, tais como os mencionados a seguir:

- Tamanho da fruta: Avaliado pela medição do seu comprimento com paquímetro, classificando-a em curto, médio, longo ou muito longo; e largura da fruta, também medido com paquímetro, classificando-a em estreito, médio, largo ou muito largo. Essas duas características determinam o formato da fruta e, em cultivares modernas, a predominância é de frutas alongadas.

- Número e tamanho das drupéolas: Em geral, têm relação direta com o tamanho das frutas. O número varia entre pequeno, médio, grande e muito grande, enquanto que o tamanho varia entre muito pequeno, pequeno, médio e grande.
- Forma da secção longitudinal: Os frutos de amora-preta podem apresentar diferentes formatos (Figura 2.8), desde circulares até oblongos, podendo ser ainda elípticos ou ovalados (estreito, médio, longo). A cultivar BRS Ticuna produz frutos de formato ovalado estreito, enquanto que 'BRS Caingá' tende a cônico longo. Os frutos de 'BRS Karajá' apresentam forma ovada média, os de 'BRS Terena' têm formato oblongo e os de 'BRS Tupy' tendem à forma elíptica ou oblonga.
- Cor da fruta madura: Um dos aspectos mais atrativos da amora-preta é a sua coloração, que pode variar do vermelho ao preto, passando por púrpuro-avermelhado, preto-avermelhado e preto-azulado. A coloração mais escura é a mais desejada, pois, associada ao brilho, é bastante atrativa ao consumidor. O vermelho e até mesmo o púrpuro-avermelhado podem ser associados à reversão de cor em pós-colheita, o que é um aspecto indesejado, que normalmente reduz o valor de comercialização das frutas.

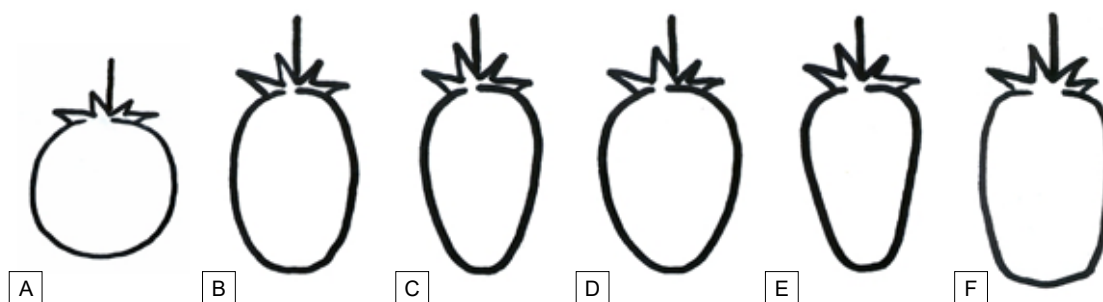


Figura 2.8. Representação da forma da seção longitudinal dos diferentes formatos de frutos de amora-preta: circular (A); elíptica (B); ovada estreita (C); ovada média (D); cônica longa (E); oblonga (F).

Fonte: Mapa.

As folhas da amoreira-preta são do tipo compostas e, na maioria das cultivares, possuem três ou cinco folíolos (Figura 2.9), podendo conter sete. O tipo da folha pode ser imparipenada, intermediária ou palmada (Figura 2.10). O folíolo terminal é comumente utilizado para caracterizar o germoplasma de amoreira-preta, e pode ser classificado quanto ao comprimento (curto, médio ou comprido) e largura (estreito, médio ou largo). Nesse folíolo, os lóbulos (Figura 2.11) podem estar presentes ou ausentes, e o formato pode ser variado, desde ovalado, elíptico até lanceolado, entre outros. A ondulação das bordas dos folíolos varia entre ausente, muito fraca, fraca e forte, e a incisão da margem pode ser serrada ou bisserrada (Figura 2.12), nas mais diversas intensidades (Figura 2.9). A cor das folhas também é variável, entre o verde-claro a verde-escuro, com brilho da parte superior, variando entre fraco e forte.



Foto: Silvia Carpenedo

Figura 2.9. Aspecto das folhas de amoreira preta, com espinhos, sem espinhos e diferentes números de folíolos.

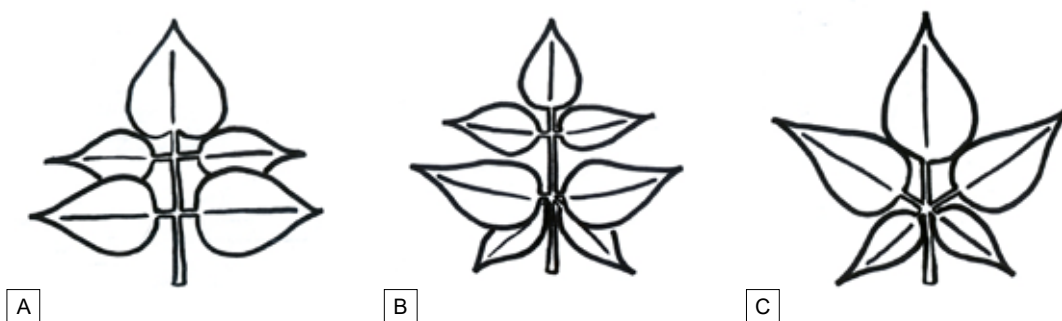


Figura 2.10. Representação dos tipos de folha de amoreira-preta: imparipinada (A), intermediária (B); palmada (C).

Fonte: UPOV.

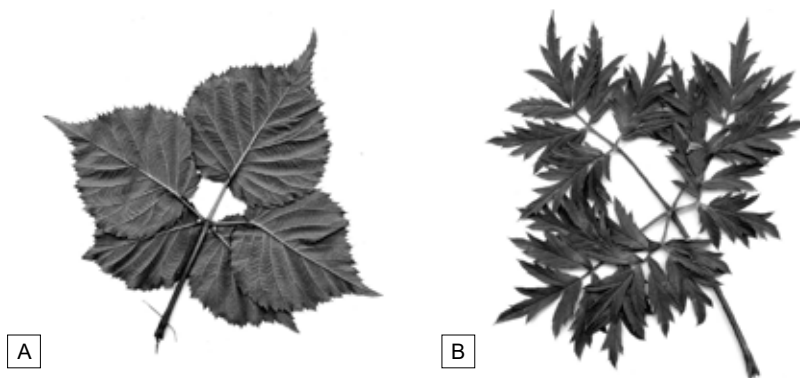


Figura 2.11. Tipos de folíolo superior em amora-preta, mostrando ausência (A) e presença (B) de lóbulo.

Fonte: UPOV.

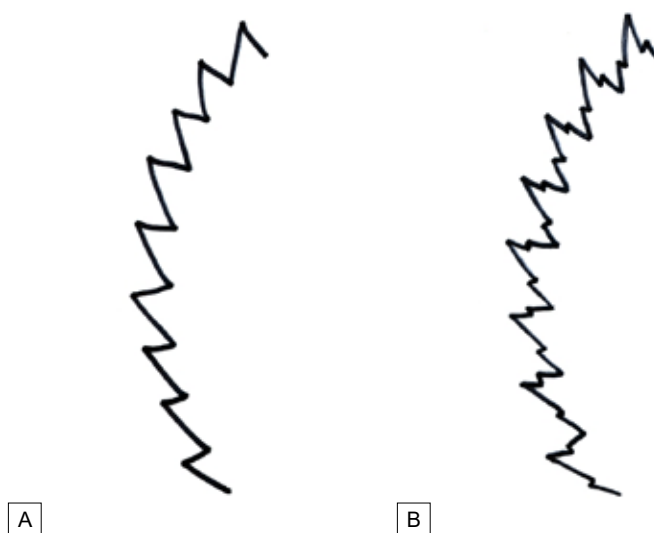


Figura 2.12. Representação do tipo de incisão na margem do limbo foliar em amoreira-preta: serrada (A) e bisserrada (B).

Fonte: UPOV.

Considerações finais

O gênero *Rubus* é vasto e complexo, com inúmeras espécies e cultivares. A caracterização botânica (estudo das estruturas reprodutivas, flores, frutos, sementes) e morfológica (estudo da forma e estrutura das plantas, como folhas, caules, espinhos, hábito de crescimento) permite identificar e classificar corretamente as diferentes variedades de amora-preta. Ajuda a distinguir a amora-preta de outras frutas semelhantes, evitando fraudes e garantindo a autenticidade do produto. A caracterização botânica e morfológica da amora-preta é uma ferramenta essencial para a identificação, classificação, melhoramento, manejo, estudo científico e conservação dessa importante rosácea. Contribui para o desenvolvimento da produção agrícola, a valorização de suas propriedades e o uso sustentável dos recursos genéticos.

Referências

- ALICE, A. L.; CAMPBELL, C. S. Phylogeny of *Rubus* (Rosaceae) based on nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer region sequences. **American Journal of Botany**, v. 86, n. 1, p. 81-97, 1999.
- BASSOLS, M. do C. M.; MOORE, J. N. 'Ébano' thornless blackberry. **Hortscience**, Alexandria, v. 16, n. 5, p. 686-687, 1981. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.16.5.686>.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Formulários para proteção de cultivares**. Brasília, DF: MAPA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protecao-de-cultivar/formularios-para-protecao-de-cultivares>. Acesso em: 15 maio 2025.
- CLARK, J. R.; FINN, C. E. Blackberry Breeding and Genetics. **Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology**, v. 5, n. 1, p. 27-43, 2011.
- CLARK, J. R.; STAFNE, E. T.; HALL, H. K.; FINN, C. E. Blackberry Breeding and Genetics. **Plant Breeding Reviews**, v. 29, p. 19-144, 2007. DOI: 10.1002/9780470168035.ch2.

- FINN, C.; CLARK, J. Blackberry. In: BADENES, M. L.; BYRNE, D. H. **Fruit Breeding**. New York: Springer Science, 2012. p. 151-190.
- HUMMER, K. E. Blackberries: an introduction. In: HALL, H.; FUNT, R. C. **Blackberries and their hybrids**. Boston, MA: CABI, 2017. p. 1-16.
- HUMMER, K. E.; JANICK, J. *Rubus* iconography: antiquity to the renaissance. **Acta Horticulturae**. n. 759, p. 89-106, 2007. DOI: 10.17660/ActaHortic.2007.759.6.
- JENNINGS, D. L. **Raspberries and blackberries: their breeding, diseases and growth**. London: Academic Press, 1988. 230 p.
- MABBERLEY, D. J. **Mabberley's plant book: a portable dictionary of plants, their classification and uses**. 4th rev. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. 1120 p.
- RASEIRA, M. do C. B.; FRANZON, R. C.; CARPENEDO, S.; SCHIAVON, A.; ANTUNES, L. E. C.; FLORES CANTILLANO, R. F. **BRS Karajá, amoreira-preta com hastes sem espinhos, adaptada às condições sul-brasileiras**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2023. 12 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 395).
- THOMPSON, M. M. Chromosome numbers of *Rubus* species at the national clonal germplasm repository. **HortScience**, v. 30, n. 7, p. 1447-1452, 1995. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.30.7.1447>.
- THOMPSON, M. M. Survey of chromosome numbers in *Rubus* (*Rosaceae*: Rosoideae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 84, n. 1, p. 128-164, 1997. DOI: <https://doi.org/10.2307/2399958>.

Literatura recomendada

- BUTTERFIELD, H. B. The origin of certain thornless blackberries and dewberries. **Journal of Heredity**, v. 19, n. 3, p. 135-138, 1928. DOI: 10.1093/oxfordjournals.jhered.a102969.
- CARPANEZZI, A. A.; ZANONA, K.; VOLTZ, R. R. **Separação botânica de espécies de *Rubus* da Região Metropolitana de Curitiba**. Colombo: Embrapa Florestas, 2019. 32 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 326).
- CARTER, K. A.; LISTON, A.; BASSIL, N. V.; ALICE, L. U.; BUSHAKRA, J. M.; SUTHERLAND, B. L.; MOCKLER, T. C.; BRYANT, D. W.; HUMMER, K. E. Target capture sequencing unravels *Rubus* evolution. **Frontiers in Plant Science**, p. 1-18, v. 10, 2019. DOI: 10.3389/fpls.2019.01615.
- OURECKY D. K. Brambles. In: JANICK, J.; MOORE, J. N. (ed.). **Advances in fruit breeding**. West Lafayette: Purdue University Press, 1975. p. 98-129.
- RASEIRA, A.; SANTOS, A. M. dos; RASEIRA, M. do C. B. Caingangue, nova cultivar de amoreira-preta para consumo 'in natura'. **HortiSul**, Pelotas, v. 2, n. 3, p. 11-12, 1992.
- RASEIRA, M. do C. B.; FRANZON, R. C.; FELDBERG, N. P.; ANTUNES, L. E. C.; CARPENEDO, S.; ROSSI, A. de. **BRS Ticuna: cultivar de amoreira-preta para processamento**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2023. 10 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 393).
- RASEIRA, M. do C. B.; FRANZON, R. C.; FELDBERG, N. P.; ANTUNES, L. E. C.; SCARANARI, C. 'BRS Caingua', a blackberry fresh-market cultivar. **Crop Breeding Applied Biotechnology**, v. 20, n. 1, e27812014, 2020. DOI: 10.1590/1984-70332020v20n1c4.
- REICHERT, L. J.; RASEIRA, M. do C. B.; ANTUNES, L. E. C.; FRANZON, R. C. **Avaliação do impacto socioeconômico e ambiental da amoreira-preta no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2024. 32 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 544).
- REITZ, R. Rosáceas. In: REITZ, R. (ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, 1996. p. 136.
- SANTOS, A. M. dos; RASEIRA, M. do C. B. **Lançamento de cultivares de amoreira-preta**. Pelotas: EMBRAPA – CNPFT, 1988. n. p. (EMBRAPA: Informativo 23).
- SILVA, A. S. P. da. Flora de Pelotas e algumas de suas espécies ornamentais indígenas e exóticas. **Agros-Diretório Acadêmico Nunes Vieira**, Pelotas, v. 7, n. 3/4, p. 53-82, 1954.

VOLK, G. M.; OLMSTEAD, J. W.; FINN, C. E.; JANICK, J. The ASHS outstanding fruit cultivar award: a 25-year retrospective. **HortScience horts**, v. 48, n. 1, p. 4-12, May. 2013. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.1.4>.

Capítulo 3

Melhoramento genético

Maria do Carmo Bassols Raseira
Rodrigo Cezar Franzon

Introdução

Os programas de melhoramento de amoreira-preta em atividade no mundo são relativamente pequenos, se comparados a outras espécies frutíferas. Há exceções, como por exemplo, o programa da Universidade de Arkansas, nos Estados Unidos, ou do United States Department of Agriculture (USDA; Departamento de Agricultura dos Estados Unidos), no estado de Oregon. Entretanto, mesmo nos pequenos programas, há um ponto favorável, que é a grande variabilidade genética da amoreira-preta, pois todos os tipos de amoreira-preta cultivados têm múltiplas espécies como seus ancestrais, no seu *background* (Finn; Clark, 2012). O número de cromossomos básico é sete, mas a ploidia da espécie varia de 2x a 18x, correspondendo, portanto, de 14 a 126 cromossomos nos tecidos somáticos (Meng; Finn, 1999). As cultivares plantadas no Brasil são tetraploides, enquanto as espécies nativas, como *R. erythrocladus*, por exemplo, são diploides.

Nos diversos programas de melhoramento genético da amoreira-preta no mundo, a maioria dos objetivos é comum, mas alguns são mais enfatizados ou específicos, a depender do programa. Provavelmente, no topo da lista de todos os programas de melhoramento genético da amoreira-preta está a qualidade da fruta, a qual engloba o sabor (que depende dos teores de sólidos solúveis, da acidez, da adstringência e do amargor), a aparência (principalmente o tamanho da fruta e seu brilho) e a conservação pós-colheita. Em geral, o consumidor refere-se à doçura da fruta quando pensa no sabor. Entretanto, essa sensação é diretamente dependente da relação entre sólidos solúveis e acidez, e não apenas do conteúdo de sólidos solúveis (medida estimativa do açúcar). O porte da planta, a ausência de espinhos nas hastes, a produtividade e a resistência às doenças também são objetivos muito importantes. Também, logicamente, a adaptação às condições climáticas das microrregiões onde os programas se inserem e/ou possuem clientes, considerando-se, nesse contexto, aspectos relativos aos efeitos das mudanças climáticas e ao fato que, atualmente, o cultivo da amoreira-preta tem se expandido para áreas de clima subtropical e até tropical.

Além da baixa necessidade em frio das cultivares desenvolvidas, outro objetivo fundamental é o hábito de frutificação nas hastes primárias, denominado frutificação remontante (no inglês, *primocane*), sem a necessidade de superação da dormência pelo inverno. Há ainda programas de melhoramento genético que enfatizam a forma da fruta e sua composição bioquímica (Gruner; Kornilov, 2020). Há vários anos, foi selecionado, no programa de melhoramento da Universidade de Arkansas, um genótipo não remontante e com acúleos nas hastes, cujas frutas produzidas são muito firmes e crocantes. Desde então, os melhoristas procuraram introduzir essa característica em novas seleções, por meio de hibridações. Esse tipo de textura passou a ser alvo de estudos, pois

concluiu-se que a crocância é uma característica desejável, não apenas por conferir maior resistência da fruta ao manuseio e ao transporte, mas também porque as frutas desse tipo têm menos reversão de cor do que as não crocantes (Salgado; Clark, 2016).

De acordo com Finn e Clark (2012), existe adequada variabilidade para todos os objetivos mais importantes, a qual, contudo, é desconhecida ou muito limitada para algumas características, como ausência de sementes, resistência da planta ao calor, resistência das frutas à queimadura do sol, resistência a algumas viroses ou outras doenças, tolerância das plantas a temperaturas muito baixas (*cold hardiness*), e durabilidade da fruta sob condições de muita chuva na colheita. Esses autores apontam, como limitação, o fato de existir pouca pesquisa sobre marcadores moleculares ou mapeamento genético com espécies de *Rubus spp.*

Até 2020, entre os genomas disponíveis publicamente, não havia parentais próximos das espécies cultivadas de amoreira-preta (Worthington et al., 2020). Os mesmos autores comentam sobre o trabalho em execução, com a participação de diversos países e instituições, visando desenvolver a primeira versão de alta qualidade do genoma de dois acessos diploides de amoreira-preta e um painel de ressequenciamento de poliploide. Os acessos diploides escolhidos como referência foram 'Burbank Thornless' (*R. ulmifolius inermis*, PI 554060) e 'Hillquist' (*R. argutus*, PI 553951). O primeiro é importante fonte para a ausência de espinhos nas hastes, e o segundo é, até o presente, a única fonte conhecida do hábito de frutificação remontante. Recentemente, pesquisadores da Finlândia, Reino Unido, Austrália, Estados Unidos e Noruega montaram o genoma de 'Hillquist', amoreira silvestre (*Jornal da Fruta*, edição de 5 de junho de 2023). Brûna et al., (2023) já se referiam que a utilidade do genoma de 'Hillquist' foi demonstrada pelo desenvolvimento do primeiro mapa de ligação, baseado em genotipagem por sequenciamento da amoreira-preta tetraploide e pela identificação de possíveis genes candidatos à característica remontante.

Objetivos prioritários

Adaptação

A amoreira-preta é adaptada a uma grande variabilidade de condições de clima e de solo. Um dos aspectos limitantes à expansão da cultura nas altas latitudes são as temperaturas excessivamente baixas. A tolerância às temperaturas muito baixas (congelamento), conhecida como *cold hardiness*, é considerada uma característica com herança quantitativa. A hibridação entre genótipos com algum grau de tolerância, com o objetivo de se obter progênies com maior resistência ao frio extremo, geralmente era usada como estratégia no melhoramento genético.

Atualmente, o uso de cultivares com hábito de frutificação remontante evita esse problema, pois as frutas amadurecem antes da entrada do inverno e as hastes podem, então, ser podadas ao nível do solo. É importante que essas cultivares sejam de maturação precoce, para que realmente tenham condições de amadurecer antes da chegada do inverno. Apenas em casos de temperaturas extremamente baixas é que pode haver dano à coroa (Finn; Clark, 2012).

No caso de regiões com baixo acúmulo de frio, além da adoção de cultivares de baixa necessidade de frio hibernal, há práticas culturais, incluindo o uso de fitorreguladores para a quebra de dormência, que podem compensar em parte a falta de frio. O hábito de frutificação remontante é, também, uma possível solução para a falta de frio hibernal, uma vez que as hastes frutificam sem necessidade de passar o inverno. Nas latitudes muito baixas, as altas temperaturas, principalmente

se aliadas à baixa umidade relativa do ar, podem causar queda de produtividade e/ou afetar a qualidade das frutas. O hábito remontante também evitaria, possivelmente, o problema, já que a colheita poderia ser realizada no outono.

Queimadura das plantas pelo sol

Há genótipos mais ou menos suscetíveis que outros, mas a herança dessa característica não foi muito investigada até a atualidade. Sabe-se que, em áreas com baixa umidade relativa do ar e alta radiação solar, o problema é acentuado.

Época de maturação

A herança da época de maturação em amoreira-preta é transgressiva, ou seja, ao se realizar o cruzamento entre o genótipo mais precoce com o mais tardio disponível de um germoplasma, são obtidos genótipos mais precoces e mais tardios do que qualquer dos genitores (Finn; Clark, 2012). No entanto, salienta-se que a época de colheita é um caráter que depende muito da localização do pomar e das condições climáticas do ano, principalmente da temperatura do ar, podendo diferir de uma região para outra.

Produtividade

Esse é um dos caracteres economicamente mais importantes e, na maioria das espécies, é muito influenciado por fatores ambientais, como a nutrição, o manejo das plantas, o manejo do solo e as condições climáticas. Porém, há diferenças entre genótipos e, como na maioria das espécies frutíferas, trata-se de herança poligênica.

Qualidade da fruta

A qualidade da fruta, incluindo-se sua aparência, é um atributo essencial, independentemente da finalidade das frutas, se para processamento, congelamento ou comercialização in natura. Logicamente, em frutas destinadas ao mercado in natura, a qualidade da fruta é fundamental.

Em estudo realizado nos Estados Unidos, frutas de cinco cultivares e de seis seleções de amoreira-preta provenientes do sudeste americano foram submetidas a uma análise sensorial, realizada por nove painelistas treinados e, posteriormente, por 74 consumidores. A conclusão foi de que a fruta preferida deveria ter massa de 8 a 10 g; sólidos solúveis (SST) de 9 a 11%; acidez titulável (AT) de 0,9 a 1% e *ratio* (SST/AT) entre 10 e 13 (Threlfall et al., 2016).

Tamanho e massa das frutas

São características altamente correlacionadas e de herança quantitativa. Em hibridações entre genótipos de amoreira-preta produtores de frutas grandes e de frutas pequenas há, entretanto, uma tendência para o tamanho pequeno, isso é, maior concentração da progênie próxima do genitor de menor tamanho de fruta. Possivelmente, há genes de efeito maior para tamanho pequeno da fruta (Einhardt, 2017; Finn; Clark, 2012).

Tamanho das sementes

Semelhantemente ao item anterior, também o tamanho das sementes é de natureza quantitativa, com tendência para o menor tamanho (Moore et al., 1975).

Sabor

O sabor das amoras-pretas é determinado por seu conteúdo de açúcar, ácidos e compostos aromáticos. A quantidade e a proporção de açúcar e a acidez titulável, em combinação com ácido ascórbico, compostos fenólicos (antocianinas, catequinas, ácido elágico, entre outros) varia entre genótipos, assim como também variam os conteúdos de macronutrientes, aminoácidos e substâncias pécicas.

Compilando dados de diversos autores (tais como Gruner; Anikeenko, 1995; Connor et al, 2005; Khodakov et al, 2011), Makarkina et al. (2021) concluíram que, dependendo da cultivar e das condições de cultivo, as amoras-pretas contêm 5,1 a 13% de açúcares (glucose e frutose), 0,5 a 1,5% de ácidos orgânicos (málico, cítrico, salicílico, tartárico, etc.), até 1,8% de substâncias pécicas (fibras), 2 a 4% de fibras, vitaminas, compostos fenólicos e elementos minerais.

Entretanto, os indicadores principais do sabor são os açúcares e os ácidos orgânicos e sua relação (*ratio*). Du e Qian (2010) afirmam que, mesmo as rotas metabólicas sendo similares, cada espécie tem um perfil metabólico responsável por gerar um perfil volátil único. A genética determina os precursores, os sistemas enzimáticos e suas atividades na formação do sabor. Em geral, as diferenças varietais são quantitativas e, como tais, sofrem influências do ambiente, solo, nutrição, clima, irrigação e manejo no pomar. Apesar do conteúdo de açúcares ser uma das características mais buscadas nas amoras-pretas, a acidez da fruta tem um impacto maior no que diz respeito ao sabor, porém esse impacto é negativo (Threlfall et al., 2016). Não foi encontrada uma correlação significativa entre a massa da fruta e seu conteúdo em compostos bioquímicos responsáveis pelo sabor, o que confirma serem caracteres de herança independente (Makarkina et al., 2021).

Com o objetivo de identificar marcadores de locus de traço quantitativo (QTL) e genes candidatos relacionados à doçura e acidez, 307 cultivares e seleções do programa da Universidade de Arkansas foram caracterizadas quanto ao teor de sólidos solúveis (SS) e pH, e em 277 delas foi determinada a acidez titulável (Godwin, 2021). Utilizando associação gênica (*genome wide association study* – GWAS), essa autora obteve o valor de herdabilidade, no sentido amplo, mais baixo para SS (61%) do que para pH e acidez titulável (67 e 69%, respectivamente). Foram identificados seis QTLs em quatro dos sete cromossomos da espécie e dez possíveis genes candidatos para os atributos de sabor (açúcar e acidez).

Conservação pós-colheita

Firmeza

Uma das características mais importantes para o manuseio e transporte da amora-preta é a sua firmeza. Durante muitos anos, a amora-preta foi considerada uma das espécies mais difíceis de ser comercializada em mercados distantes, devido à maciez e delicadeza da fruta. A firmeza era considerada uma característica difícil de ser melhorada. Por volta dos anos 2000, foram selecionadas, no programa da Universidade de Arkansas, amoreiras-pretas produtoras de frutas com textura

aproximadamente crocante. Desde então, esses genótipos foram utilizados em hibridações visando incorporar boa firmeza às frutas das progênes, e capacidade de serem transportadas (Clark, 2005). 'Navaho' é uma das cultivares do programa de Arkansas considerada como tendo muito boa qualidade pós-colheita (Perkins-Veazie et al., 2000) e, conseqüentemente, capacidade de ser transportada, assim como 'Traveller', cultivar remontante cujo próprio nome já sugere essa característica. A firmeza é muito influenciada por condições climáticas. Por exemplo, frutas expostas à chuva, a quatro dias ou menos da colheita, têm seu potencial de armazenamento grandemente reduzido (Perkins-Veazie; Clark, 2005, citado por Clark; Finn, 2011).

A firmeza varia também conforme a cultivar, estágio de maturação da fruta e duração do armazenamento (Perkins-Veazie et al., 1996). Considerando a moderada herdabilidade em sentido amplo ($H = 0,68$), a presença de múltiplos marcadores associados à característica firmeza, em quatro dos sete cromossomos da amoreira-preta (Ra01, Ra02, Ra03, e Ra06), o controle genético da firmeza parece ser altamente poligênico (Chizk et al., 2023), o que é de certa forma esperado, devido à alta influência de vários fatores ambientais. Três variantes em homólogos de poligiaraturonase (PG), pectina metilesterase (PME) e glucan endo-1,3- β -glucosidase são responsáveis por 27% da variabilidade em firmeza da fruta e estão localizados nos cromossomos Ra06, Ra01 e Ra02, respectivamente.

Reversão de cor

A reversão de cor é uma anomalia que se apresenta durante ou após armazenamento a frio, nas frutas em temperatura ambiente. As drupéolas que mostram essa desordem tornam-se vermelhas, depois de estarem pretas no ponto de colheita (Finn; Clark, 2012). A retenção da cor preta da fruta é um aspecto importante e que não pode ser avaliado a campo, devendo, portanto, ser feito após armazenamento de, pelo menos, sete dias (a $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$).

A ocorrência de reversão de cor é ligada a fatores genéticos e ambientais. Edgley (2019), em sua tese de doutorado, ressalta a importância dos fatores ambientais, manuseio das frutas, manejo agrônomo da cultura e condições de pós-colheita. O autor escreve que a reversão da cor em amoreira-preta é associada com a ruptura celular, perda da integridade da membrana e descompactação nas drupéolas afetadas. Esses processos levam à degradação dos pigmentos, resultando na mudança de cor das drupéolas (Edgley, 2019; Armour et al., 2021).

Além de fatores culturais, o clima, a nutrição e a cultivar influenciam na severidade do problema (Armour et al., 2021). Estudos realizados em 2013 e 2014, com genótipos produtores de frutas de textura crocante e não crocante, mostraram que os primeiros tiveram incidência mais baixa de reversão de cor, além de firmeza superior aos demais, indicando potencial maior de conservação pós-colheita (Salgado; Clark, 2016). Chizk et al. (2023) encontraram correlação negativa entre firmeza da fruta e a incidência de reversão de cor. Esses autores encontraram herdabilidade no sentido amplo de 34% para reversão de cor e concluíram que, no caso de amoreira-preta, a reversão de cor é um caráter quantitativo, controlado por numerosos genes de pequeno efeito, localizados no cromossomo 2. Segundo esse mesmo estudo, estratégias moleculares de melhoramento para conservar a qualidade pós-colheita de amoreira-preta deveriam, no futuro, priorizar modelos de predição genômica, em vez de abordagens de seleção assistida por marcadores moleculares (MAS; *molecular assisted selection*).

Resistência a doenças

De um modo geral, principalmente no Brasil, onde o cultivo da amoreira-preta é relativamente recente, considera-se a espécie como sendo rústica, o que está de acordo com Gruner e Kornilov (2020), os quais afirmam que a maioria das cultivares plantadas têm alta resistência a patógenos. Entretanto, à medida que o cultivo se expande, mais se encontram referências à incidência de doenças.

Citam-se, entre as principais doenças que afetam a amoreira-preta: a antracnose (*Elsinoe veneta*); a *Botrytis* da haste e da folha (*Botrytis cinerea*); o cancro (*cane blight*) (*Leptosphaeria coniothyrium* e *Botryosphaeria dothidea*); e a ferrugem laranja (*Gymnoconia peckiana*). No Brasil, é comum a ferrugem da folha e da haste, causada por *Kuehneola uridinis*, que é diferente da ferrugem-laranja e, juntamente com *Botrytis*, são as mais importantes doenças da amoreira-preta no país, seguidas da antracnose (*Elsinoë necator* sin. *Elsinoë veneta*, *Sphaceloma necator*) e, em menor escala, o oídio (*Podosphaera aphanis*).

Há diferenças de suscetibilidade entre genótipos. As cultivares ‘Evergreen’ e ‘Eldorado’ são citadas como tendo resistência à ferrugem-laranja (Ourecky, 1975). A maioria das cultivares do leste americano (plantas eretas) são também resistentes à ferrugem-laranja (Gruner; Kornilov, 2020), exceto ‘Navaho’ (Clark et al., 2007). Esses mesmos autores apontam que os problemas fitopatogênicos são mais comuns em áreas de clima mais quente. No Brasil, a cultivar Xavante mostra boa resistência à ferrugem das hastes e das folhas. As cultivares Black Satin, Cheyenne, Boysenberry, Silvan, Kotata, Youngberry, bem como a espécie *R. lancinatus*, são consideradas fontes de resistência à antracnose. Encontra-se maior número de artigos e de estudos sobre resistência a doenças, dentro do gênero *Idaeus* spp., que corresponde à framboeseira. A resistência às doenças na amoreira-preta não está entre as prioridades do melhoramento genético, pelo menos no Brasil, pois os danos ocasionados por doenças na cultura são relativamente pequenos.

Arquitetura da planta

É outra característica geralmente considerada como de herança quantitativa e, portanto, de distribuição contínua. O cruzamento de um genitor de porte ereto com outro genitor de porte decumbente (rasteiro) resulta em planta de hábito semiereto (Finn; Clark, 2012). Esses autores salientam que plantas de hábito rasteiro têm as hastes menos quebradiças. O cruzamento entre genitores com hábitos de crescimento semelhantes resulta em progênies semelhantes aos pais.

Hábito de frutificação remontante

Não havia, no mundo, uma cultivar comercial de amoreira-preta com hábito remontante até 2004, mas estavam disponíveis cultivares de framboeseira vermelha, nas quais esse tipo de frutificação se mostrou economicamente valioso. À época, não havia grande interesse em buscar essa característica em amoreira-preta, até por se tratar de uma *minor crop* (cultura de menor importância econômica); assim, poucos programas de melhoramento genético incluíam essa espécie entre suas prioridades. A primeira referência é de um material silvestre encontrado em 1949, por L.G. Hillquist, em Ashland, no estado da Virgínia (Estados Unidos), que a introduziu na New York State Agriculture Experiment Station (Clark, 2005). Não há nenhuma referência ao uso da ‘Hillquist’ no melhoramento genético até que o Dr. James N. Moore utilizou-a como genitor em cruzamentos, em 1967, na

Universidade de Arkansas. Não foram obtidas plantas de hábito remontante na primeira geração, sugerindo que esse tipo de hábito fosse de herança recessiva (Lopez-Medina et al., 2000).

Por 'Hillquist' ser diploide, acredita-se que, quando Dr. Moore cruzou 'Brazos' (tetraploide) com 'Hillquist', algum gameta não reduzido da cultivar silvestre permitiu que houvesse fecundação e fosse obtida uma seleção (A593) que, apesar de não apresentar o hábito remontante, foi utilizada em outras hibridações, passando genes da característica remontante para várias seleções, sem entretanto apresentar a característica no fenótipo. Ao final da década de 1980, o Dr. James Ballington, no estado da Carolina do Norte, fez uma autopolinização da seleção A593 e recuperou a característica remontante. O Dr. Ballington lançou então a hipótese de que o caráter fosse devido a gene recessivo, o que, mais tarde, como já mencionado, foi confirmado por Lopez-Medina et al. (2000).

Assim, ressalta-se que a obtenção de genótipos do tipo remontante e, principalmente, aliada a outras características desejáveis, relacionadas à produtividade e qualidade das frutas, não é tão rápida quanto o desejável. Primeiramente, é necessário dispor de uma boa fonte da característica hábito remontante. A única fonte existente, na coleção da Embrapa Clima Temperado, era a cultivar Arapaho (Moore; Clark, 1993) que, segundo informação de seus obtentores, teria ao menos um gene para o caráter remontante. Em 2006, foi introduzido pólen na Embrapa Clima Temperado dos genótipos remontantes 'Primojim' e de APF 8 (portanto com os quatro genes para essa característica), por doação do Dr. John Clark, da Universidade de Arkansas. Foram efetuados diversos cruzamentos com esse pólen, utilizando a cultivar Arapaho como genitor feminino e mesmo outros genótipos com boa qualidade de fruta. Como as cultivares usadas no programa de melhoramento da Embrapa são tetraploides, o cruzamento entre um genótipo remontante com um não remontante resulta na proporção de uma planta remontante para cada 36 plantas obtidas na progênie. Finalmente, em 2010, obteve-se a primeira seleção com hábito remontante, a Black 247, por hibridação entre a cultivar BRS Tupy utilizando pólen de 'Primojim'. Atualmente, a Embrapa Clima Temperado dispõe de 10 seleções de amoreira-preta ou remontantes ou que tenham genes para esse caráter (Figura 3.1).

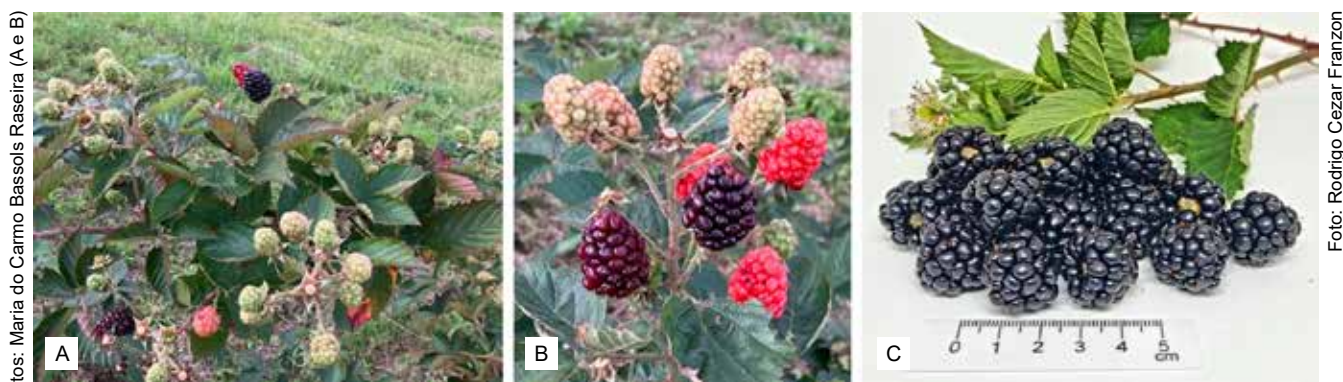


Figura 3.1. Seleção Black 247, com hábito remontante. Produção em maio/junho, em Pelotas, RS (A); detalhe das frutas (B); frutas no ponto de colheita (C).

Ausência de acúleos nas hastes

A planta da amoreira-preta pode ou não ter acúleos¹ nas hastes, os quais variam em densidade e tamanho. De acordo com a literatura, há três fontes para a característica ausência de acúleos nas hastes: a) *Rubus ulmifolius*, nesse caso, a característica é conferida por gene de ação recessiva;

¹ Embora a designação “espinhos” seja mais comum, o termo botanicamente correto é “acúleos”.

b) 'Austin thornless', portadora de gene de ação dominante para ausência de acúleos, sendo que essa fonte é usada para genótipos hexaploides ou de mais alta ploidia e no melhoramento de material de hábito rasteiro; c) a terceira fonte foi obtida por cultura de tecidos em 'Loganberry', a partir de embrião de um tecido de calo (Finn; Clark, 2012). O uso dessa última, em geral, resulta em plantas semieretas, com suscetibilidade a doenças e produtora de frutas com pequeno tamanho e com características semelhantes à framboeseira. Após gerações de hibridações, muitas dessas deficiências foram superadas. É interessante citar que não é raro que plantas oriundas de 'Austin thornless' apresentem acúleos nos primeiros 30 cm da haste, o que dificulta a identificação dos *seedlings* sem acúleos. No programa da Universidade de Arkansas, a fonte utilizada para o caráter "ausência de acúleos" é *R. ulmifolius*. Por consequência, essa é também a fonte utilizada no Brasil, já que o material inicial da Embrapa veio dessa universidade. A dificuldade em se obter genótipos sem acúleos, nesse caso, é pelo uso genes de ação recessiva. Por outro lado, a vantagem é que os *seedlings* sem acúleos podem ser identificados já na emissão dos cotilédones, verificando-se a ausência completa de pelos glandulares nos bordos dos cotilédones.

A primeira cultivar sem acúleos, oriunda do programa de melhoramento da Embrapa, foi Ébano, obtida de sementes de hibridações realizadas na Universidade de Arkansas e doadas pelo Dr. James N. Moore para o programa da Embrapa (Bassols; Moore, 1981). Essas sementes foram es-carificadas e vernalizadas no Brasil e, posteriormente, dos *seedlings* obtidos e cultivados a campo na Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS), foi selecionada a planta que, foi posteriormente propaga vegetativamente e testada, resultou na cultivar Ébano, que é de hábito decumbente (rasteiro).

'Xavante', lançada em 2004, foi a primeira cultivar sem acúleos nas hastes e de porte ereto desenvolvida pelo programa da Embrapa (Moore et al., 2004). Em 2023, foi registrada 'BRS Karajá', também ereta e com ausência de acúleos. Várias seleções desse tipo estão atualmente em teste. É relevante mencionar que quase todos os genótipos com ausência de espinhos nas hastes têm um sabor amargo nas frutas. Acredita-se que essa seja uma característica originária do ancestral, *R. ulmifolius*. Entretanto, sucessivas hibridações melhoraram o sabor das frutas, diminuindo consideravelmente esse sabor amargo, como constatado nas frutas de 'BRS Karajá' (Figura 3.2).



Foto: Andressa Vighi Schiavon

Figura 3.2. Frutas da cultivar BRS Karajá, com a haste sem acúleos.

Métodos em melhoramento genético

No melhoramento da amoreira-preta, como em outras espécies frutíferas, pode ser utilizada a introdução de espécies silvestres ou de genótipos melhorados, seguidos de seleção. Também pode ser utilizada a mutação natural ou induzida (duplicação de cromossomos, raios ultravioleta, raios gama, indução de calos e mutações *in vitro*, uso de agentes mutantes como colchicina, etc.). Os métodos são seguidos de seleção e sucessivas avaliações. Entretanto, o método mais utilizado é a hibridação e, por tal motivo, esse é o método apresentado neste capítulo.

Hibridação

O método mais usado no melhoramento genético da amoreira-preta é a hibridação, conforme salientado, seguida de seleção e propagação vegetativa. A seleção dos genitores é um ponto importante para a hibridação e, para isso, é necessário que o melhorista tenha bem claro seus objetivos, conheça os possíveis genitores e, preferentemente, seu respectivo comportamento, em termos da transmissão dos caracteres aos descendentes. É também interessante conhecer sua genealogia. Dependendo dos objetivos, pode-se optar por usar genitores com características complementares ou utilizar como genitores seleções ou cultivares que tenham a característica buscada em níveis moderados, tentando incrementar esse nível. Os melhores indivíduos de um determinado tipo nem sempre são os melhores genitores (Ourecky, 1975). A experiência e informações de outros melhoristas poderão direcionar melhor a escolha. A hibridação interespecífica pode ser utilizada, mas o sucesso depende que as duas espécies tenham a mesma ploidia, embora, esporadicamente, o melhorista possa ter a sorte de usar um gameta não reduzido no genitor de menor ploidia.

Coleta de pólen

A coleta do pólen do genitor masculino deve ser realizada quando as flores estiverem no estágio de balão, isto é, próximo, mas ainda antes da antese. As anteras podem ser destacadas em uma peneira de malha de 2 mm, ou retiradas com pinça ou com a própria mão. Uma vez coletadas, são colocadas em pequenas bandejinhas de papel ou em placa de Petri e deixadas secar no laboratório sob temperatura ambiente, até a completa deiscência (entre 24 e 72 horas). Uma vez seco, o pólen pode ser armazenado em pequenos frascos de vidro, os quais devem ficar sob baixa temperatura (em torno de 18 °C negativos ou mantidos em ultrafreezer) e mantidos secos, dentro de um dessecador com substância higroscópica, mantido em freezer. Esse é o processo utilizado na Embrapa Clima Temperado. Outra forma, que necessita menos tempo e trabalho, seria coletar as flores próximo da abertura, cortá-las ao meio e colocar a uma distância de 20 a 24 cm de uma lâmpada incandescente, por 24 horas. Transcorrido esse período, o pólen é recolhido e colocado em frascos de vidro então acondicionados em dessecadores, que devem ser mantidos dentro de refrigerador. Dessa forma o pólen se conserva com boa viabilidade por aproximadamente duas semanas. Se desejar conservar por mais tempo, meses, por exemplo, o dessecador deve ficar em um congelador (Finn; Clark, 2012).

Emasculação e polinização

As hibridações podem ser feitas a campo ou em casa de vegetação. Nesse último caso, há uma proteção contra chuva e ventos, permitindo realizar as hibridações independentemente desses fatores climáticos. A planta a ser utilizada como genitor feminino terá ao menos parte de suas flores emasculadas, o que deve ser feito no estágio de balão. A maneira mais simples de fazer é com três

cortes superficiais, com bisturi, lâmina de barbear ou tesourinha, na parte debaixo da flor. Assim, retiram-se os estames, as pétalas e as sépalas (Figura 3.3). Para facilitar as operações posteriores, as flores emasculadas devem ser marcadas com fio de lã ou fitinha colorida. Finn e Clark (2012) sugerem que se polinizem 16 flores por combinação de cruzamento para se obter em torno de 100 plantas. Nas condições da região Sul do Brasil, o sucesso é menor e se aconselha entre 30 e 50 flores por combinação. Em alguns programas de melhoramento genético de amoreira-preta, são utilizados saquinhos de papel encerado para proteger as flores polinizadas e evitar contaminação com outros pólenes trazidos por insetos. Mas a maioria dos programas não faz isso, uma vez que as flores emasculadas (e que ficam sem as pétalas) não são atrativas aos insetos. Para a polinização manual, que é geralmente realizada de dois a três dias após a emasculação (quando o feixe de pistilos começa a se separar), dependendo da temperatura ambiente, pode-se utilizar um pincel, um bastão de vidro ou o próprio dedo indicador. Pode-se fazer a polinização no mesmo dia da emasculação, mas a operação deverá ser repetida dois dias depois.

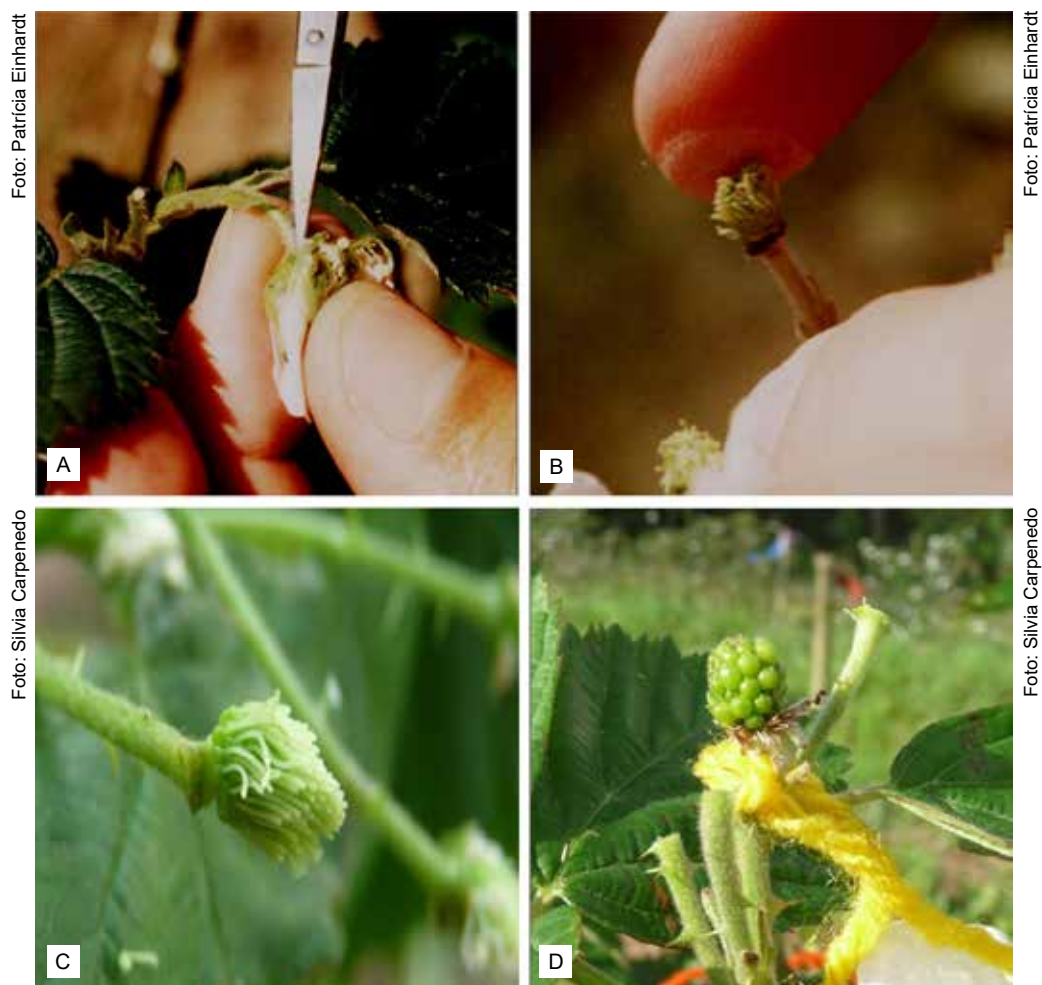


Figura 3.3. Emasculação da flor da amoreira-preta (A); polinização manual em amoreira-preta (B); botões florais de amoreira-preta após a polinização (C); resultado final, após a fertilização e a formação dos frutos (D).

Germinação das sementes

As amoras-pretas devem ser colhidas à medida que amadurecem e colocadas em geladeira até o momento de processá-las. No laboratório da Embrapa Clima Temperado, costuma-se colocar as frutas do mesmo cruzamento em liquidificador, contendo um pouco de água. Utiliza-se o liquidificador na potência mais baixa e por poucos segundos, repetindo-se duas a três vezes, com cuidado para não triturar as sementes. Deixa-se decantar e retira-se a água, recolocando novamente água e esperando decantar, e, assim, sucessivamente, até se obter as sementes sem resíduo de polpa. Outra forma, mais dispendiosa, mas com menor dano às sementes, é colocar as frutas em um recipiente, com duas a quatro gotas de pectinase, amassá-las com água suficiente para formar uma pasta e deixá-las durante uma noite. No dia seguinte a pasta é filtrada e lavada (Finn; Clark, 2012). Em seguida, as sementes limpas são colocadas sobre papel absorvente e, após secas, podem ser armazenadas em envelopes de papel devidamente identificados até o momento da escarificação. As sementes podem ser armazenadas por 10 ou mais anos, em dessecadores mantidos em câmara fria sob 4 a 5 °C (Clark; Moore, 1993).

A impermeabilidade do tegumento das sementes é um tipo de exodormência. Por isso diz-se que as sementes da amora-preta têm dupla dormência, pois, além da barreira física promovida pela impermeabilidade do tegumento, necessitam também de um período de frio. Para torná-las permeáveis à água, deve ser feita a escarificação das sementes. Isso pode ser feito colocando-as em um recipiente de vidro (por exemplo, béquer) com ácido sulfúrico concentrado, sendo os recipientes mantidos em bandejas com água e gelo. O tempo da escarificação é variável, dependendo do tamanho das sementes e espessura do tegumento, o qual é correlacionado com a massa das sementes (Moore et al., 1974). Em geral, para a amora-preta, deixam-se as sementes durante 3 horas imersas no ácido sulfúrico para completar o processo de escarificação química. Em seguida, é feita a lavagem das sementes em água corrente, seguida de uma neutralização de possíveis restos de ácido com uma base, em que normalmente é utilizado o bicarbonato de sódio, por 5 minutos, seguida de nova lavagem em água (Figura 3.4D a 3.4F). Na Embrapa Clima Temperado, após esse processo de escarificação, as sementes de amora-preta são colocadas em saquinhos plásticos com papel filtro esterilizado e embebido em solução fungicida, os quais são colocados em câmara fria por 3-4 meses e, posteriormente, as sementes são semeadas em caixas perfuradas específicas para essa finalidade, em casa de vegetação (Figura 3.4). Alguns pesquisadores recomendam que, após a neutralização com bicarbonato de sódio e a lavagem, as sementes sejam colocadas em solução com 1% de hipoclorito de cálcio (3 g/L, considerando 70% de cloro ativo), por cinco a seis dias, a 4 °C, para assegurar a neutralização e remover o carbono (Finn; Clark, 2012). Em outros programas de melhoramento da amoreira-preta, é realizada a escarificação com ácido sulfúrico seguida de lavagem, neutralização com bicarbonato de sódio, seguida de nova lavagem em água corrente. Após isso, são semeadas em bandejas com substrato úmido e vernalizadas em câmara fria à temperatura de 2 ou 3 °C por três a quatro meses. Posteriormente, as bandejas são levadas para casa de vegetação, onde ocorrerá a germinação dos *seedlings* (Ke et al., 1985).

Em alguns programas de melhoramento, utiliza-se o hipoclorito de sódio, em vez do ácido sulfúrico. Nesse caso, as sementes são deixadas na solução por, pelo menos, durante uma noite. Wada e Reed (2011) testaram a escarificação com ácido sulfúrico (98%) por 3 horas, seguida de lavagem por 1 hora e depois imersão por 5 minutos, em solução de 3 g/L de $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ e, finalmente, 5 minutos de lavagem em água corrente, e compararam esse tratamento com escarificação por hipoclorito de sódio (14%), por 20 horas (sementes também em recipientes, mantidos em água gelada), seguida de lavagem por 1 hora em água corrente. As sementes tratadas com o ácido sulfúrico germinaram melhor.

Outras alternativas já testadas incluem, por exemplo, a escarificação usando NaOCl por 18 horas (Campbell et al., 1988 citado por Wada; Reed, 2011) e hipoclorito comercial a 5%, com baixa germinação das sementes provenientes de cultivares tetraploides de *Rubus*, mas razoável germinação para as diploides. Há uma interação significativa entre espécie e tempo de escarificação (Wada; Reed, 2011). Em trabalho, com a fruta “mora de Castilla” (*Rubus glaucus*), foi obtido um bom resultado com a imersão das sementes em hipoclorito de sódio por 16 a 21 horas (Diez et al., 2013). Em alguns acessos tetraploides de *Rubus*, a porcentagem de germinação aumentou com o incremento do tempo de exposição, sendo melhor o tempo de 96 horas (Galleta et al., 1989).

Fotos: Everton Pederzoli



Figura 3.4. Etapas para a extração, beneficiamento e armazenamento das sementes de amora-preta para uso em programa de melhoramento genético: Bandeja com água gelada e bolsas de gelo e sementes nos béqueres, para serem tratadas (A); sementes de um dos cruzamentos, já com ácido sulfúrico no béquer dentro da bandeja (nota-se a diferença em cor da amostra ainda não tratada, fora da bandeja) (B); sementes de três populações sendo tratadas com ácido sulfúrico, sempre mantendo-se um intervalo, a fim de possibilitar a lavagem e neutralização do ácido entre uma amostra e outra (C); lavagem das sementes em água corrente, após a retirada do ácido (D); neutralização com solução saturada de bicarbonato de cálcio (E); nova lavagem em água corrente (F); sementes de amora-preta em papel absorvente, para retirar o excesso de água (G); saquinhos selados, contendo papel filtro com solução fungicida e sementes de amora-preta tratadas, para armazenamento (H).

Em alguns programas de melhoramento, utiliza-se o hipoclorito de sódio, em vez do ácido sulfúrico. Nesse caso, as sementes são deixadas na solução por, pelo menos, durante uma noite. Wada e Reed (2011) testaram a escarificação com ácido sulfúrico (98%) por 3 horas, seguida de lavagem por 1 hora e depois imersão por 5 minutos, em solução de 3 g/L de $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ e, finalmente, 5 minutos de lavagem em água corrente, e compararam esse tratamento com escarificação por hipoclorito de sódio (14%), por 20 horas (sementes também em recipientes, mantidos em água gelada), seguida de lavagem por 1 hora em água corrente. As sementes tratadas com o ácido sulfúrico germinaram melhor.

Outras alternativas já testadas incluem, por exemplo, a escarificação usando NaOCl por 18 horas (Campbell et al., 1988 citado por Wada; Reed, 2011) e hipoclorito comercial a 5%, com baixa germinação das sementes provenientes de cultivares tetraploides de *Rubus*, mas razoável germinação para as diploides. Há uma interação significativa entre espécie e tempo de escarificação (Wada; Reed, 2011). Em trabalho, com a fruta “mora de Castilla” (*Rubus glaucus*), foi obtido um bom resultado com a imersão das sementes em hipoclorito de sódio por 16 a 21 horas (Diez et al., 2013). Em alguns acessos tetraploides de *Rubus*, a porcentagem de germinação aumentou com o incremento do tempo de exposição, sendo melhor o tempo de 96 horas (Galleta et al., 1989).

Após a escarificação química, as sementes de amora-preta devem passar por uma estratificação em frio úmido, por 3 a 4 meses, para superar a endodormência. Alguns pesquisadores usam tratamentos para estimular e uniformizar a germinação, que podem ser com ácido giberélico, ácido giberélico mais nitrato de potássio ou gás de fumaça. Wada e Reed (2011) testaram a água deionizada, o gás de fumaça e uma combinação de ácido giberélico (2,03 mg/L) com nitrato de potássio (34 mg/L de KNO_3), durante a estratificação no frio. Os melhores resultados, para a germinação das sementes, foram obtidos com a combinação de $\text{GA}_3 + \text{KNO}_3$, usando água deionizada e papéis de germinação embebidos por 24 horas.

Para a estratificação, as sementes de amora-preta podem ser colocadas em saquinhos plásticos contendo papel filtro embebido em uma solução fungicida e, uma vez lacrados, devem ir para câmara fria a 5 ± 1 °C, onde permanecem até que inicie a emissão das radículas, geralmente após 4 meses. Em vez desse procedimento, podem ser usadas bandejas com mistura de substrato (vermiculita mais *Sphagnum*, por exemplo), no qual se semeiam as sementes. As bandejas são deixadas sob nebulização intermitente durante uma noite para umedecimento, colocadas em sacos plásticos transparentes fechados e então levadas para a câmara fria a 4-5 °C, com 16 horas de luz (Finn; Clark, 2012). O tempo de estratificação é variável e dependente dos genótipos. No caso do uso dessas bandejas, decorrido o tempo necessário, essas devem ser levadas para bancadas, preferentemente com a parte inferior aquecida (24 °C) e com sistema de nebulização intermitente, dentro de casa de vegetação. Quando as plântulas tiverem ao menos duas folhas verdadeiras, podem ser transplantadas para bandejas com células individuais maiores e mais profundas (Figura 3.5). O ideal é manter a temperatura da casa de vegetação em torno de 24 °C.

Em casos raros, quando se dispõe de poucas sementes de uma combinação importante de cruzamento, ou quando, por alguma razão, é difícil conseguir repetir a mesma hibridação (por exemplo, pólen recebido de outro país), pode-se fazer o cultivo de embriões. Nesse caso, a esterilização da superfície das sementes é ainda mais importante e deve ser realizada após a escarificação, usando álcool 70% e hipoclorito de sódio.

Em meio de cultura “Leproivre modificado” (Ke et al., 1985) e utilizando sementes cortadas pela metade, foi obtido 57 a 81% de germinação em 8 a 12 dias, respectivamente, sem a necessidade de

passar pelo frio úmido. As maiores porcentagens de germinação e de sobrevivência foram obtidas com sementes cortadas e colocadas em meio úmido (Ke et al., 1985). Porém, se secarem, não germinam. Sementes inteiras também germinaram in vitro (com 62,8% de germinação), mesmo sem escarificação e com um pouco mais de dias (17 a 24). Entretanto, em outros trabalhos, os resultados foram diferentes. Miam et al. (1995) não obtiveram germinação em sementes inteiras não estratificadas e colocadas em meio de cultura. Entretanto, os resultados obtidos em relação à secagem de sementes foram iguais. Sementes cortadas e deixadas secar tiveram a porcentagem de germinação, in vitro, drasticamente reduzidas e proporcionais ao tempo de secagem ao ar ambiente.



Figura 3.5. Etapas da produção de *seedlings* de amoreira-preta utilizadas no melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado, sendo: plântulas em caixas perfuradas de semeadura, em casa de vegetação(A). *Seedlings* em crescimento no campo, para posterior avaliação (B).

Manejo dos *seedlings*

Os *seedlings* de amoreira-preta são plantados, geralmente, em espaçamento de 0,5 m entre plantas na linha. Em geral, deixa-se um espaçamento maior entre populações oriundas de diferentes hibridações, para melhor separação e diferenciação. O espaçamento entre linhas (Figura 3.5B) é variável, dependendo dos implementos utilizados para manter o controle de plantas daninhas. No entanto, pela experiência adquirida, recomenda-se a distância mínima de 2 m entre as linhas de plantio. Adicionalmente, pode-se utilizar plástico ou rafia para o controle de plantas daninhas nas linhas, herbicida ou, ainda, capina manual, se houver mão de obra disponível. No programa de melhoramento genético da Embrapa, não é usado nenhum fungicida para o controle de doenças nos *seedlings* ou seleções avançadas. Essa opção é para que as plantas possam expressar suas características de reação às doenças, ou seja, para se detectar se são ou não suscetíveis às principais enfermidades que ocorrem na região. Faz-se adubação de manutenção, principalmente com nitrogênio. Em torno de 16 a 18 meses após o plantio no campo, é possível iniciar a avaliação e a seleção dos *seedlings* de amoreira-preta mantidos sem irrigação, nas condições edafoclimáticas de Pelotas, RS.

Seleção das melhores plantas

A primeira seleção é baseada, principalmente, no objetivo para o qual se fez a hibridação (época de maturação, tamanho da fruta, porte, ausência de acúleos nas hastes, sabor das frutas, ou outras

características), considerando também a sanidade das plantas, produtividade, aparência e sabor das frutas, de forma subjetiva. Uma vez selecionada, a planta identificada é transplantada para uma coleção e é feita a propagação, por estaquia de raiz, de forma a obter, pelo menos, cinco exemplares de cada hibridação na coleção. A seleção é feita em etapas, isto é, mais subjetiva nos *seedlings* e, posteriormente, com maior exigência nas seleções avançadas, incluindo-se critérios objetivos, como a massa da fruta, o formato, o comprimento e o diâmetro da fruta e o conteúdo de sólidos solúveis. Em nova etapa, nos genótipos que parecem ser mais promissores, inclui-se a acidez total titulável, a avaliação da firmeza da fruta e os testes preliminares de conservação pós-colheita. As seleções em destaque são posteriormente colocadas em experimentos (com repetição) e/ou em unidades de observação, em parceria com outras instituições de pesquisa, ensino ou em propriedades privadas (empresas ou pequenos fruticultores).

Após alguns anos de avaliação, porém antes de posicionar uma nova cultivar no mercado, realizam-se reuniões com um grupo de pesquisadores (podendo haver também extensionistas rurais, industriais e fruticultores), para o ranqueamento do novo genótipo, comparando-o com as cultivares já disponíveis. Se aprovado, esse novo genótipo é registrado como uma nova cultivar junto ao Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), recebendo um nome comercial. Ainda na Embrapa, a nova cultivar é propagada por cultura de tecidos e, na sequência, é aberto um edital público para habilitar viveiristas a receberem essas plantas matrizes micropropagadas para constituição do seu próprio matrizeiro, o que lhes dá o direito de produzir e comercializar mudas da cultivar em questão. Portanto, para a garantia da fidelidade genética e legalidade do sistema, recomenda-se que os fruticultores interessados em adquirir mudas de cultivares de amoreira-preta da Embrapa negociem somente com viveiristas devidamente licenciados. A lista dos viveiristas licenciados pela Embrapa, para cada cultivar de amoreira-preta, encontra-se disponível no seguinte endereço eletrônico: <https://www.embrapa.br/cultivar/amora>.

Considerações finais

A demanda por pequenas frutas e, especificamente, pela amora-preta, está crescendo significativamente em todo o mundo. No Brasil, a situação não é diferente. Entretanto, na mesma medida em que se expande a disponibilidade dessas frutas, as exigências dos fruticultores e dos consumidores também crescem. Assim, o sabor e a conservação pós-colheita terão ainda maior importância, no futuro próximo. Em alguns países, já não se aceitam cultivares de amoreira-preta cujas hastes tenham acúleos, sendo que uma safra mais prolongada também se faz necessária. Genótipos com hábito de frutificação reflorescente podem ser uma alternativa para contornar o efeito danoso das mudanças climáticas. Os desafios do melhoramento genético da amoreira-preta passam a ser ainda maiores, entretanto, as ferramentas atualmente disponíveis, como o mapa genético da amoreira-preta e a possibilidade de usar marcadores moleculares para as características mais importantes (Castro et al., 2013; Foster et al., 2019), certamente auxiliarão do desenvolvimento de novas cultivares, de forma mais efetiva e em menor período de tempo.

Referências

- ARMOUR, M. E.; WORTHINGTON, M.; CLARK, J. R.; THRELFALL, R. T.; HOWARD, L. Effect of harvest time and fruit firmness on red drupelet reversion in blackberry. **HortScience**, v. 56, n. 8, p. 889-896, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI15853-21>.
- BASSOLS, M. do C. M.; MOORE, J. N. 'Ébano' thornless blackberry. **Hortscience**, Alexandria, v. 16, n. 5, p. 686-687, 1981. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.16.5.686>.

- BRÜNA, T.; ARYAL, R.; DUDCHENKO, O.; SARGENT, D. J.; MEAD, D.; BUTI, M.; CAVALLINI, A.; HYTÖNEN, T.; ANDRÉS, J.; PHAM, M.; WEISZ, D.; MASCAGNI, F.; USAI, G.; NATALI, L.; BASSIL, N.; FERNANDEZ, G. E.; LOMSADZE, A.; ARMOUR, M.; OLUKOLU, B.; POORTEN, T.; BRITTON, C.; DAVIK, J.; ASHRAFI, H.; EREZ AIDEN, E. L.; BORODOVSKY, M.; WORTHINGTON, M. A Chromosome-length genome assembly and annotation of blackberry (*Rubus argutus*, cultivar 'Hillquist'). **G3 Genes|Genomes|Genetics**, Volume 13, Issue 2, February 2023. DOI: 10.1093/g3journal/jkac289.
- CASTRO, P.; STAFNE, E. T.; CLARK, J. R.; LEWERS, K. S. Genetic map of the primocane-fruiting and thornless traits of tetraploid blackberry. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 126, n. 10, p. 2521-2532, 2013. DOI: 10.1007/s00122-013-2152-3.
- CHIZK, T. M.; CLARK, J. R.; JOHNS, C.; NELSON, L.; ASHRAFI, H.; ARYAL, R.; WORTHINGTON, M. L. Genome-wide association identifies key loci controlling blackberry postharvest quality. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, 1182790, 2023. DOI: 10.3389/fpls.2023.1182790/full.
- CLARK, J. R. Intractable traits in eastern U.S. blackberries. **HortScience**, v. 40, n. 7, p. 1954–1955, 2005. DOI: 10.21273/hortsci.40.7.1954.
- CLARK, J. R.; FINN, C. E. Blackberry Breeding and Genetics. **Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology**, v. 5, n. 1, p. 27-43, 2011.
- CLARK, J. R.; MOORE, J. N. Longevity of *Rubus* seeds after longterm cold storage. **HortScience**, v. 28, p. 929-930, 1993. DOI: 10.21273/HORTSCI.28.9.929.
- CLARK, J. R.; PERKINS-VEAZIE, P. 'AFP-45' primocane-fruiting blackberry. **HortScience**, v. 46, n. 4, p. 670-673, 2011. DOI: 10.21273/HORTSCI.46.4.670.
- CLARK, J. R.; STAFNE, E. T.; HALL, H. K.; FINN, C. E. Blackberry breeding and genetics. In: JANICK, J. **Plant breeding reviews**, v. 29, p. 19-144, 2007. DOI: 10.1002/9780470168035.ch2.
- CONNOR, A. M.; FINN, C. E.; MCGHIE, T. K.; ALSPACH, P. A. Genetic and environmental variation in anthocyanins and their relationship to antioxidant activity in blackberry and hybridberry cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 130, n. 5, p. 680-687, 2005. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.130.5.680>.
- DIEZ, C. A. D.; ARIAS, M. L. A.; CARTAGENA, J.; CANO, C. I. M. Dormancy and germination of castilla blackberry seeds (*Rubus glaucus* Benth). **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 66, n. 1, p. 6855-6864, 2013.
- DU, X.; QIAN, M. Flavor chemistry of small fruits: blackberry, raspberry, and blueberry. In: QIAN, M. C.; RIMANDO, A. M. **Flavor and health benefits of small fruits**. Washington, DC: American Chemical Society, 2010. p. 27-43. DOI: 10.1021/bk-2010-1035.ch003.
- EDGLEY, M. **Causes and mechanisms of red drupelet reversion in blackberries**. 2019. 146 f. Thesis (Doctor of Philosophy) - University of Tasmania, Churchill Ave. Disponível em: https://figshare.utas.edu.au/articles/thesis/Causes_and_mechanisms_of_red_drupelet_reversion_in_blackberries/23238632. Acesso em: 19 maio 2025.
- EINHARDT, P. M. **Herdabilidade da massa e do teor de sólidos solúveis de amora-preta (*Rubus* sp.) e conservação pós-colheita**. 2017. 73 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- FINN, C.; CLARK, J. Blackberry. In: BADENES, M. L.; BYRNE, D. H. **Fruit Breeding**. New York: Springer Science, 2012. p. 151-190.
- FOSTER, T. M.; BASSIL, N. V.; DOSSETT, M.; WORTHINGTON, M. L.; GRAHAM, J. Genetic and genomic resources for *Rubus* breeding: a roadmap for the future Horticulture Research, n. 6, v. 116, 2019, p. 1-10 DOI: <https://doi.org/10.1038/s41438-019-0199-2>.
- GODWIN, C. E. Genetic control of sweetness, acidity, and seediness in blackberry. 2021. 117 f. Theses (Master of Science in Horticultureand) - Universidade do Arkansas, Fayetteville. Disponível em: <https://scholarworks.uark.edu/etd/4286>. Acesso em: 20 maio 2025.
- GRUNER, L. A.; ANIKEENKO, A. P. The accumulation of sugars and organic acids in blackberry fruit in the conditions of Central Russia. **Selection and cultivation of horticultural crops**, p. 266-273, 1995.
- GRUNER, L. A.; KORNILOV, B. B. Priority trends and prospects of blackberry breeding in conditions of Central Russia. **Vavilovskii Zhurnal Genet Selektiv**, 5, p. 489-500, 2020. DOI: 10.18699/VJ20.641.

- KE, S.; SKIRVIN, R. M.; MCPHEETERS, K. D.; OTTERBACHER, A. G. GALLETTA, G. In Vitro Germination and growth of *Rubus* seeds and embryos. **HortScience**, v. 20, n. 6, p. 1047-1049, 1985. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.20.6.1047>.
- KHODAKOV, A. L.; ERMOLIN, D. V.; ERMOLINA, G. V.; ZAITSEV G. P.; VINOGRADOV, V. A. The accumulation of sugars and organic acids in blackberry fruit in the conditions of Central Russia. **Food Science and Technology**, v. 3 n. 16, p. 40-42, 2011.
- LOPEZ-MEDINA, J.; MOORE, J. N.; MCNEW, R. W. A proposed model for inheritance of primocane fruiting in tetraploid erect blackberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 125, p. 217-221, 2000. DOI: 10.21273/JASHS.125.2.217.
- MAKARKINA, M.; GRUNER, L.; VETROVA, O.; MATNASAROVA, D. The accumulation of sugars and organic acids in blackberry fruit in the conditions of Central Russia. **BIO Web of Conferences**, v. 36, 02006, 2021. DOI: 10.1051/bioconf/20213602006.
- MENG, R.; FINN, C.E. Using flow cytometry to determine ploidy level in *Rubus*. **Acta Horticulturae**, v. 505, p. 223-227, 1999. DOI: 10.17660/ActaHortic.1999.505.28.
- MIAN, M. A.; SKIRVIN, R. M.; NORTON, M. A.; OTTERBACHER, A. G. Drying interferes with germination of blackberry (*Rubus* sp.) seeds in vitro. **HortScience**, v. 30, n.1, p. 124-126, 1995. DOI: <https://doi.org/10.21273/hortsci.30.1.124>.
- MOORE, J. N.; BROWN, G. R.; LUNDERGAN, C. Effect of duration of acid scarification on endocarp thickness and seedling emergence of blackberries. **HortScience**, v. 9, p. 204-205, 1974. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.9.3.204>.
- MOORE, J. N.; CLARK, J. R. 'Arapaho' erect, Thornless blackberry. **HortScience**, v. 28, n. 8, p. 861-862, 1993. DOI: 10.21273/HORTSCI.28.8.861.
- MOORE, J. N.; LUNDERGAN C.; BROWN, E. D. Inheritance of seed size in blackberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 100, p. 377-379, 1975.
- MOORE, J. N.; SANTOS, A. M. dos; CLARK, J.; RASEIRA, M. C. B.; ANTUNES, L. E. C., 2004. Cultivar de amora-preta Xavante. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2.; ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 1., 2004, Pelotas. **Resumos...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 434 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 123). p. 213-216.
- OURECKY D. K. Brambles. In: JANICK, J.; MOORE, J. N. (ed.). **Advances in fruit breeding**. West Lafayette: Purdue University Press, 1975. p. 98-129.
- PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS J.; CLARK, J. R. Cultivar and maturity affect postharvest quality of fruit from erect blackberries. **HortScience**, v. 31, n. 2, p. 258-261, 1996. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.31.2.258>.
- PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS J.; CLARK, J. R. Shelf life and quality of 'Navaho' and 'Shawnee' blackberry fruit stored under retail storage conditions. **Journal Food Quality**, v. 22, p. 535-544, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.1999.tb00184.x>.
- SALGADO, A.; CLARK, J. R. "Crispy" blackberry genotypes: a breeding innovation of the University of Arkansas blackberry breeding program. **Hortscience**, v. 51, n. 5, p. 468-471, 2016.
- THRELFALL, R. T.; HINES, O. S.; CLARK, J. R.; HOWARD, L. R.; BROWNMILLER, C. R.; SEGANTINI, D.; LAWLESS, L. J. R. Physiochemical and Sensory Attributes of Fresh Blackberries Grown in the Southeastern United States. **Hortscience**, v. 51, n. 11, p. 1351-1362, 2016. DOI: 10.21273/HORTSCI10678-16.
- WADA; S.; REED; B. M. Standardizing germination protocols for diverse raspberry and blackberry species. **Scientia Horticulturae**, v. 132, p. 42-49, 2011. DOI: 10.1016/j.scienta.2011.10.002.
- WORTHINGTON, M. L.; ARYAL, R.; BASSIL, N. V.; MEAD, D.; FERNANDEZ, G. E.; CLARK, J. R.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, F.; FINN, C. E.; HUMMER, K. E.; ASHRAFI, H. Development of new genomic resources and tools for molecular breeding in blackberry. **Acta Horticulturae**, v. 1277, p. 39-46, 2020. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1277.6.

Literatura recomendada

- CLARK, J. R.; FINN, C. E. New trends in blackberry breeding. **Acta Horticulturae**, v. 777, p. 41-48, 2008.

GALLETTA, G. J.; BALLINGTON, J. R.; DRAPER, A. D. Pregermination treatment of seeds of species and hybrids in rubus with sodium hypochlorite. **Acta Horticulturae**, v. 262, p. 289-296, 1989. DOI:10.17660/ActaHortic.1989.262.42.

MARCHI, P. M. **Estudo de caracteres de duas espécies de pequenas frutas para fins de melhoramento genético**. 2019. 105 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de Pelotas.

Capítulo 4

Cultivares

Silvia Carpenedo

Maria do Carmo Bassols Raseira

Rodrigo Cezar Franzon

Introdução

O programa de melhoramento de amoreira-preta da Embrapa Clima Temperado vem desenvolvendo, ao longo de sua existência, cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas das regiões Sul e Sudeste brasileiras e com algumas características interessantes, como ausência de acúleos nas hastes e melhor sabor das frutas para o consumo fresco, entre outras. As cultivares, até então lançadas no Brasil, são descritas a seguir. Note-se que, com exceção da cultivar Ébano, a primeira lançada pelo programa da Embrapa, todas as outras receberam nomes de povos indígenas, mostrando a estreita ligação do programa nacional com o programa da Universidade de Arkansas, no qual a maioria das cultivares leva a denominação de tribos americanas.

Ébano: Lançada em 1981 (Raseira; Franzon, 2012), foi a primeira cultivar sem espinhos (o termo botanicamente correto seria acúleos mas usa-se neste capítulo o termo mais popular, espinhos) nas hastes proveniente do programa de melhoramento genético de amoreira-preta da Embrapa. É originária de uma parceria entre a Embrapa e a Universidade de Arkansas, nos Estados Unidos. Foi selecionada dentre os seedlings de segunda geração de cruzamento entre 'Comanche' e uma planta descendente do cruzamento entre 'Thornfree' x 'Brazos'. A planta de 'Ébano' possui hábito de crescimento prostrado, necessitando de suporte para condução. As frutas (Figura 4.1) são de sabor ácido e adstringente, de tamanho médio (média de 5 g), e indicadas para o processamento. Produz bem em regiões que possuem cerca de 400 horas de frio ($\leq 7,2^{\circ}\text{C}$) por ano. É de maturação tardia, aproximadamente 40 dias após a cultivar Brazos (Bassols; Moore, 1981). Nas condições edafoclimáticas de Pelotas, RS, a plena floração ocorre em meados de novembro (Raseira; Franzon, 2012).



Figura 4.1. Amoras-pretas da cultivar Ébano.

Foto: Alton Raseira

Guarani: Lançada em 1988 (Raseira; Franzon, 2012), é uma cultivar de hastes eretas e com espinhos, originária de sementes híbridas introduzidas da Universidade de Arkansas, nos Estados Unidos, e selecionada na Embrapa Clima Temperado. Nas condições edafoclimáticas de Pelotas, RS, inicia a floração entre agosto e setembro, podendo se estender até setembro/outubro. As frutas (Figura 4.2) são de sabor doce-ácido, sendo ainda um pouco mais ácido do que doce. É inferior a 'BRS Tupy' em cor, sabor e tamanho das frutas. A maturação é precoce, sendo a colheita em novembro, em Pelotas, RS. Além do processamento, essa cultivar é também recomendada para o consumo in natura (Raseira, Santos, Barbieri, 2004).

Foto: Emerson Dias Gonçalves



Figura 4.2. Amoras-pretas da cultivar Guarani, de tamanho médio, sendo inferiores em brilho, comparativamente às amoras-pretas da cultivar BRS Tupy.

BRS Tupy: Lançada em 1988 (Raseira; Franzon, 2012), é originária de um cruzamento entre 'Uruguai' e 'Comanche' (Santos; Raseira, 1988), sendo a cultivar de amoreira-preta mais plantada no Brasil. A planta (Figura 4.3) possui hastes eretas a semieretas e com bastante espinhos. Foi, por muitos anos, a mais plantada no mundo e também a cultivar mais importante, em áreas com inverno ameno (Volk et al., 2013). Adapta-se ao manejo para colheita programada. Por sua importância econômica, mereceu destaque na história da amoreira-preta no Brasil.

Fotos: Lirio José Reichert



Figura 4.3. Plantio da cultivar de amoreira-preta BRS Tupy, em Monte Alegre dos Campos, RS (A) e detalhe das frutas maduras (B).

Caingangue: Cultivar de amoreira-preta lançada em 1992 (Raseira; Franzon, 2012), foi selecionada dentre os *seedlings* de segunda geração de um cruzamento entre ‘Cherokee’ e a seleção Black 1. As plantas de Caingangue possuem hastes vigorosas, eretas e com espinhos. A colheita estende-se da segunda dezena de novembro a meados de dezembro. As frutas, de forma arredondada (Figura 4.4), possuem firmeza média, o sabor é doce-ácido, com teor de sólidos solúveis superior a 9 °Brix. É indicada para o consumo in natura, por ter sabor mais equilibrado do que as demais cultivares, sendo semelhante ao sabor das frutas de ‘BRS Tupy’. As plantas de ‘Caingangue’ possuem baixa necessidade em frio hibernal, sendo que essa cultivar é recomendada mesmo para áreas com acúmulo de frio inferior a 200 horas ($\leq 7,2$ °C) por ano (Raseira; Santos; Barbieri, 2004; Raseira; Franzon, 2012).



Foto: Maria do Carmo Bassols Raseira

Figura 4.4. Amoras-pretas da cultivar Caingangue. Apesar da firmeza média e do tamanho médio das frutas, essa cultivar ainda é importante no melhoramento genético, devido aos atributos de sabor que são transmitidos aos seus descendentes.

BRS Xavante: Foi a primeira cultivar de amoreira-preta sem espinhos e de porte ereto (Figura 4.5) lançada no Brasil (em 2004), em conjunto entre Embrapa Clima Temperado e a Universidade de Arkansas. A planta possui baixa necessidade em frio e tem boa produção. Em Pelotas, RS, a floração inicia em setembro, estendendo-se até outubro. A maturação é precoce e a colheita inicia em meados de novembro. As frutas têm peso médio de 6 g, firmeza média, sabor doce-ácido predominando a acidez, com amargor acentuado e, por essa razão, é mais indicada para o processamento (Antunes; Raseira, 2004).



Foto: Rodrigo Cezar Franzon

Figura 4.5. Amoras-pretas da cultivar BRS Xavante, além de suas hastes sem espinhos.

BRS Xingu: Lançada em 2015, é uma cultivar protegida (n° 20160055) e resultante do cruzamento realizado em 2003 entre as cultivares BRS Tupy e Arapaho (Cultivar [...], 2015). As plantas possuem hastes eretas e com espinhos. A floração ocorre nos meses de setembro e outubro e a colheita de meados de novembro a início de janeiro, nas condições de Pelotas, RS, onde foi desenvolvida. As frutas (Figura 4.6) são de tamanho médio, com massa em torno de 9 g, e seu sabor é equilibrado entre acidez e açúcar, bastante superior em relação às frutas da cultivar Brazos. A boa firmeza das frutas prolonga a conservação pós-colheita. É indicada para o cultivo nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. As plantas de BRS Xingu possuem requerimento em frio anual entre 200 e 300 horas ($\leq 7,2^{\circ}\text{C}$), ou seja, apresentam a mesma necessidade de frio e adaptação muito similar às de 'BRS Tupy' (Raseira et al., 2018).

Foto: Paulo Luiz Lanzetta Aguiar



Figura 4.6. Amoras-pretas da cultivar BRS Xingu.

BRS Cainguá: Lançada em 2018, é uma cultivar protegida (n° 20190133), resultante da hibridação entre dois genótipos do programa de melhoramento da Embrapa Clima Temperado (seleção 2/96 e 'Caingangue'). A planta apresenta hábito de crescimento ereto (mais vertical do que 'BRS Tupy' e 'BRS Xingu'), o que dispensa sistema de suporte (arames e mourões). As plantas são menos vigorosas do que as demais cultivares brasileiras, o que permite o plantio mais adensado (50 a 80 cm entre plantas). As frutas de 'BRS Cainguá' são alongadas (Figura 4.7), de tamanho semelhante ou maior que as frutas de 'BRS Tupy', com sabor bastante agradável, sendo indicadas para consumo in natura. Possui exigência anual em frio entre 200 e 300 horas, mas estudos apontam que pode ser até inferior a 200 horas (Raseira et al., 2020; Carpenedo et al., 2021).



Figura 4.7. Plantas de amoreira-preta da cultivar BRS Caingua, mostrando a capacidade de produção e tamanho das frutas, ainda imaturas, em coleção no Instituto de Desenvolvimento Rural (IDR), Lapa, PR (A); detalhe das frutas maduras de BRS Caingua (B).

BRS Ticuna: Cultivar lançada em 2023, originária do cruzamento entre a seleção Black 6/96 e a cultivar Caingangue. Apresenta hábito de crescimento ereto e possui espinhos nas hastes. A plena floração ocorre na primeira quinzena de outubro e a maturação inicia na segunda quinzena de novembro, nas condições edafoclimáticas de Pelotas, RS. É uma cultivar muito produtiva, de frutas grandes (Figura 4.8), com sabor predominantemente ácido, sendo especialmente indicada para o processamento, com necessidade em frio anual entre 200 e 300 horas ($\leq 7,2^{\circ}\text{C}$) (Raseira, et al., 2023).



Figura 4.8. Amoras-pretas da cultivar BRS Ticuna, com destaque para seu potencial de tamanho, quando maduras.

BRS Terena: Registrada em 29 de março de 2023 no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura e Pecuária, sob o número 5449. É originária de cruzamento realizado em 2008, entre as cultivares BRS Tupy e Navaho. Apresenta acúleos nas hastes, que são eretas

a semieretas (Figura 4.9). A plena floração ocorre na segunda quinzena de outubro e a maturação das frutas começa aproximadamente 10 dias após o início da cultivar BRS Tupy, nas condições edafoclimáticas de Pelotas, RS. O diferencial da cultivar BRS Terena está no sabor das frutas, que é consequência, principalmente, do alto *ratio*, devido à baixa acidez das frutas e bom conteúdo de açúcar. Em geral, tem produção inferior à cultivar BRS Tupy, mas o sabor de suas frutas e a boa conservação pós-colheita são aspectos importantes na comercialização da fruta in natura.



Figura 4.9. Plantas de amoreira-preta da cultivar BRS Terena, com suas hastes eretas(A); amoras-pretas da cultivar BRS Terena (B).

BRS Karajá: Registrada no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura e Pecuária sob o número 54488, em 29 de março de 2023. 'BRS Karajá' foi obtida por polinização aberta da seleção Black 132 que, por sua vez, originou-se de hibridação, realizada em 2003, entre as cultivares norte-americanas Brazos e Arapaho. Suas hastes são eretas e sem acúleos (Figura 4.10). Nas condições de Pelotas, RS, a floração estende-se, geralmente, da primeira quinzena de setembro à segunda quinzena de outubro. A colheita inicia, geralmente, na segunda semana de novembro, o que corresponde a poucos dias antes das cultivares BRS Tupy e BRS Xavante, estendendo-se até o final de dezembro (ou, esporadicamente, até início de janeiro).



Figura 4.10. Plantas de amoreira-preta da cultivar BRS Karajá, com detalhes das hastes sem espinhos (A) e suas frutas oblongas (B).

Cultivares de amoreira-preta estrangeiras testadas no Brasil pela Embrapa

Brazos: As plantas dessa cultivar apresentam hastes eretas e com espinhos. A cultivar foi lançada pela Texas Agricultural Experiment Station, em 1950 (Lewis, 1959). Em Pelotas, RS, apresenta maturação precoce, produzindo frutas de tamanho médio e com alta acidez, sendo majoritariamente usadas para o processamento. As plantas dessa cultivar apresentam baixa exigência em horas de frio, cerca de 300 horas anuais (Clark; Finn, 2014). Essa cultivar ainda é bastante plantada na região Sudeste do Brasil, especialmente no estado de Minas Gerais, devido a sua precocidade e bom tamanho da fruta (Raseira et al., 2018).

Arapaho: As plantas dessa cultivar apresentam hastes eretas, sem espinhos, e são moderadamente vigorosas. Foi lançada e patenteada pela Universidade de Arkansas em 1993 (Moore; Clark, 1993). As frutas são de tamanho médio e de sabor subácido. Essa cultivar é moderadamente tolerante à antracnose e, aparentemente, imune à ferrugem. Em Pelotas, RS, a colheita é concentrada em três semanas, enquanto nas demais cultivares costuma se estender por até cinco semanas.

Cherokee: Desenvolvida na Universidade de Arkansas, e originária de cruzamento realizado entre 'Darrow' e 'Brazos', tendo sido lançada como cultivar em 1974. As plantas possuem hastes eretas, vigorosas e com espinhos. É considerada como adequada à colheita mecânica. As frutas variam de médias a grandes, com boa qualidade, inclusive para congelamento e para conserva (Brooks; Olmo, 1997). Na coleção da Embrapa Clima Temperado as plantas mostraram-se vigorosas e produtivas. As frutas têm forma alongada, são uniformes, apresentam sabor doce-ácido equilibrado, com teor de sólidos solúveis em torno de 8 a 9 °Brix. São de tamanho médio (5 a 8 g). A floração começa no início de outubro e a plena floração ocorre no final de outubro ou início de novembro, em Pelotas, RS. A colheita inicia no final de novembro (Raseira; Franzon, 2012).

Comanche: Originária de cruzamento realizado em 1965, na Universidade de Arkansas, tendo sido selecionada em 1968. As plantas têm hastes eretas, são muito produtivas e possuem espinhos. Adaptam-se à colheita mecânica (Moore, et al., 1974) e possuem adequada capacidade de perfilhamento. As frutas são pretas, firmes e de bom tamanho, com peso médio de 6 g (Raseira, Santos; Barbieri, 2004). O sabor tem predominância de acidez. A colheita ocorre no final de novembro ou início de dezembro. Essa cultivar floresce, em geral, de meados de setembro a início de novembro, em Pelotas, RS (Raseira; Franzon, 2012).

Choctaw: É também originária do programa de melhoramento genético da Universidade de Arkansas, proveniente de hibridação realizada em 1975 entre um híbrido de 'Darrow' x 'Brazos' e a cultivar Rosborough. As plantas são bem eretas, muito produtivas e facilmente produzem hastes a partir de estacas de raiz. É considerada imune à ferrugem e resistente à antracnose. As frutas são firmes, cônicas e possuem sementes pequenas (Moore; Clark, 1989a). Nas condições de Pelotas, RS, as frutas são médias (em torno de 5 g de massa média), o sabor é doce-ácido, predominando a acidez, e os sólidos solúveis variam entre 8,2 a 9,6 °Brix. A plena floração ocorre, geralmente, no início de outubro, e a maturação ocorre na terceira semana de novembro (Raseira; Franzon, 2012).

Dezenas de cultivares foram desenvolvidas no exterior e, possivelmente, seriam aptas ao cultivo no Brasil, algumas dessas, inclusive, possuindo baixo requerimento em frio (inferior a 300 horas), porém não foram testadas em nosso país. Além disso, em sua maioria, estão sob proteção ou patente, o que restringe o seu uso, requerem o pagamento de *royalties* ou são exclusivas de alguma empresa. A seguir, consta um resumo de algumas dessas cultivares. Algumas foram utilizadas em hibridações, pelo programa de melhoramento genético de amoreira-preta da Embrapa,

graças à generosidade de seus obtentores, que doaram pólen para serem utilizadas como genitores masculinos.

Navaho: As plantas dessa cultivar são eretas, sem espinhos, tendo sido lançada 1989, pela Universidade de Arkansas (Moore; Clark, 1989b). Possui alto requerimento em frio (estimado em 800 horas anuais) e produz frutas pequenas e firmes.

Chester Thornless: Cultivar cujas plantas são sem espinhos, vigorosas e semieretas. É amplamente cultivada no mundo, tendo sido lançada em 1985, em conjunto pelo Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture (USDA), Illinois Agricultural Experiment Station, The Ohio Agricultural Research and Development Center, e Maryland Agricultural Experiment Station (Galleta, et al., 1998). Possivelmente, as plantas apresentam alta exigência em frio hiberna (Raseira; Franzon, 2012).

Apache: As plantas dessa cultivar produzem frutas de tamanho médio e bom sabor (11 °Brix), com alta exigência em frio (800 a 900 horas anuais). Possui hastes sem espinhos (Clark; Moore, 1999a).

Loch Ness: (US PP6782) Lançada pelo Scottish Crop Research Institute, do Reino Unido. As plantas são vigorosas, de hábito ereto a semiereto e produzem frutas de tamanho médio, em torno de 5 g (Jennings, 1989).

Shawnee: Cultivar lançada pela Universidade de Arkansas, em 1986. As plantas são de porte ereto, hastes com espinhos, com alta produtividade e as frutas são de tamanho grande, cônicas, com sabor bom e medianamente ácidas (Raseira; Franzon, 2012). As plantas requerem entre 400 e 500 horas de frio anuais (Yazzetti; Clark, 2001).

Chickasaw: Cultivar lançada pela Universidade de Arkansas em 1999. As plantas possuem hastes com espinhos e produz frutas grandes (média de 10 g), com teor de sólidos solúveis totais em torno de 10 °Brix (Clark; Moore, 1999b). A exigência de frio é estimada entre 500 e 700 horas anuais (Yazzetti; Clark, 2001).

Natchez: Cultivar com hábito de crescimento ereto a semiereto, sem espinhos, lançada pela Universidade de Arkansas, em 2010 (Clark; Moore, 2008). A planta é muito produtiva, com frutas de tamanho de médio a grandes (8 a 9 g) e de boa qualidade. A necessidade em frio é de cerca de 350 horas anuais (Andersen, 2015).

Ouachita: Cultivar lançada em 2003 e patenteada (US 2004/0199968 P1). As plantas apresentam hastes eretas, sem espinhos (Clark, 2005), produzem frutas médias e firmes, com alto teor de açúcar e bom sabor. Devido à alta qualidade de suas frutas, é uma das mais plantadas em fazendas com sistema “colha e pague”, na Flórida. A necessidade em frio é de 400 a 500 horas anuais (Andersen, 2015; Fernandez, et al., 2023).

Osage: É uma cultivar patenteada (US PP26120 P3), lançada em 2015. As plantas são eretas, com hastes sem espinhos, sendo moderadamente vigorosa (Clark, 2013). As suas frutas são doces e firmes, com excelente conservação pós-colheita e resistência ao transporte. Possui requerimento em frio estimado entre 350 e 450 horas anuais (Fernandez et al., 2023).

Sweet-Ark™ Caddo: cultivar de amoreira-preta patenteada (US PP33115 P2). As plantas são eretas, sem espinhos, tendo sido lançada pela Universidade de Arkansas em 2018. A produtividade é média-alta, produz frutas grandes, com bom sabor e excelente conservação pós-colheita. As frutas são maiores, se comparadas às frutas de ‘Osage’ ou ‘Ouachita’, porém menores que as de

‘Nachez’ (Clark et al., 2019). Plantas de Sweet-Ark™ Caddo requerem cerca de 400 horas de frio anuais (Fernandez, et al., 2023).

Sweet-Ark™ Ponca: Cultivar de amoreira-preta patenteada (US PP33330 P2), tendo sido lançada em 2019. É altamente produtiva, com hastes eretas e sem espinhos. As frutas são de tamanho médio, com boas características de manuseio pós-colheita. Sweet-Ark™ Ponca é a cultivar que apresenta as frutas mais doces, dentre as cultivares lançadas até o momento pelo programa da Universidade de Arkansas. É uma cultivar cujas frutas apresentam alto potencial de mercado e adequação para transporte, bem como para a produção destinada a mercado local ou uso em hortas domésticas (Clark, 2021). As plantas requerem cerca de 400 horas de frio anuais (Fernandez, et al., 2023) para superação do período de dormência.

Algumas cultivares de amoreira-preta remontantes

O programa de melhoramento de amoreira-preta da Universidade de Arkansas possui uma série de cultivares sob o registro de “Prime” e “Prime Ark®”, as quais são reflorescentes ou remontantes (*primocanes*).

Prime-Jim® e Prime-Jan®: São as primeiras cultivares comerciais de amoreira-preta reflorescentes. Ambas apresentam plantas de porte ereto, com espinhos, com baixa necessidade em frio (Clark et al., 2005).

Prime-Ark® 45: A cultivar é patenteada (US PP22.449 P3) e foi lançada em 2012. A planta possui hábito de crescimento ereto, com espinhos nas hastes (Clark; Perkins-Veazie, 2011). Apresenta potencial para boa produtividade, com frutas moderadamente doces, firmes e com boa conservação pós-colheita. Estima-se a necessidade de cerca de 300 horas de frio anuais (Fernandez et. al., 2023).

Prime-Ark® Freedom: Cultivar patenteada como APF153T (USPP 26990P3), tendo sido lançada em 2013 (Clark, 2014). Plantas com hastes sem espinhos e vigorosas. As primeiras frutas da safra dessa cultivar são muito grandes, alongadas e atrativas. Embora tenha capacidade de produzir na primavera e no outono, as produções significativas somente ocorrem na primavera. As plantas apresentam muito baixa exigência em frio, estimada em 100 horas anuais (Fernandez et al., 2023)

Prime-Ark® Traveler: cultivar patenteada como APF190T (USPP28598P3). Foi a primeira cultivar de amoreira-preta sem espinhos e reflorescente (*primocane*), lançada em 2014. As plantas possuem porte ereto e moderado vigor. As frutas são de tamanho médio, com sabor razoável, boa conservação pós colheita e com ótima resistência para o transporte (Clark; Salgado, 2016). As plantas necessitam entre 300 e 400 horas frio anuais (Fernandez et. al., 2023).

Prime-Ark® Horizon: cultivar patenteada (US PP34,867 P2) (Clark, 2021b) e lançada em 2020. Apresenta grande potencial de produção, especialmente nas hastes secundárias (*floricanes*). As frutas são grandes e firmes, com bom potencial pós-colheita, característica similar a Prime-Ark® 45. Possui bom sabor e mantém excelente firmeza. Estima-se que as plantas requerem cerca de 300 horas de frio anuais (Fernandez et. al., 2023).

Há ainda diversos programas de melhoramento genético de amoreira-preta privados, mantidos por empresas que visam o desenvolvimento de cultivares para uso próprio ou para uso por parceiros, tais como a empresa de produção de *berries* Driscoll's, com atuação em diversos países; a Expoberries, no México; a Beekers Berries Breeding, na Holanda; a Planasa, na Espanha, dentre outras.

Considerações finais

Como é possível verificar, há uma grande gama de cultivares. A opção por uma ou outra depende, entre outros fatores, da finalidade e do mercado a que se destina a fruta. No Brasil, apesar de haver outras opções, a cultivar BRS Tupy ainda é a mais plantada, mas o surgimento de cultivares com frutas mais doces, com hastes sem espinhos (acúleos) e com possibilidade de colheita no verão e outono (remontantes) poderão em futuro próximo alterar o cenário atual de cultivares no país.

Referências

- ANDERSEN, P. C. The performance of blackberry cultivars in North Florida . **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, n. 128, p. 7–10, 2015. Disponível em: <https://journals.flvc.org/fshs/article/view/105922/101578>. Acesso em: 20 maio 2025.
- ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. do C. B. (ed.). Aspectos técnicos da cultura da amora-preta. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 54 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 122).
- BASSOLS, M. do C. M.; MOORE, J. N. 'Ébano' thornless blackberry. **Hortscience**, Alexandria, v. 16, n. 5, p. 686-687, 1981. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.16.5.686>.
- BROOKS, R. M.; OLMO, H. P. **The Brooks and Olmo register of fruit & nut varieties**. 3. ed. Alexandria: American Society for Horticultural Science, 1997. 743 p.
- CLARK, J. R. 'Osage' thornless blackberry. **HortScience**, v. 48, n. 7, p. 909–912, 2013. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.7.909>.
- CLARK, J. R. 'Prime-Ark® Freedom ' primocane- fruiting thornless blackberry. **HortScience**, v. 49, n. 8, p. 1097–1101, 2014. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.49.8.1097>.
- CLARK, J. R. **Blackberry plant named 'Ponca'**. Depositante: ScholarWorks @ UARK, Fayetteville. USA n.USPP33330. Depósito: 21 maio 2020. Concessão: 10 ago. 2021a. Disponível em: <https://scholarworks.uark.edu/pat/406>. Acesso em: 10 jul. 2023.
- CLARK, J. R. Prime-Ark® Horizon blackberry. YouTube, 16 dez. 2021b. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=u_z841K6h-4. Acesso em: 5 jun. 2025.
- CLARK, J. R.; MOORE, J. N. 'Apache' thornless blackberry. **HortScience**, v. 34, n. 7, p. 1291–1293, 1999a. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.34.7.1291>.
- CLARK, J. R.; MOORE, J. N. 'Chickasaw' blackberry. **HortScience**, v. 34, n. 7, p. 1294–1296, 1999b. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.34.7.1294>.
- CLARK, J. R.; MOORE, J. N. 'Natchez' thornless blackberry. **HortScience**, v. 43, n. 6, p. 1897–1899, 2008. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.6.1897>.
- CLARK, J. R.; MOORE, J. N; LOPEZ-MEDINA, FINN, J. C.; PERKINS-VEAZIE, P. 'Prime-Jan' ('APF-8') and 'Prime-Jim' ('APF-12') primocane-fruited blackberries. **HortScience**, v. 40, n. 3, p. 852–855, 2005. DOI: [10.21273/HORTSCI.40.3.852](https://doi.org/10.21273/HORTSCI.40.3.852).
- CLARK, J. R.; PERKINS-VEAZIE, P. "APF-45" primocane-fruited blackberry. **HortScience**, v. 46, n. 4, p. 670–673, 2011. DOI: [10.21273/HORTSCI.46.4.670](https://doi.org/10.21273/HORTSCI.46.4.670).
- CLARK, J. R.; SALGADO, A. 'Prime-ark® traveler' primocane-fruited thornless blackberry for the commercial shipping market. **HortScience**, v. 51, n. 10, p. 1287-1293, 2016. DOI: [10.21273/HORTSCI.51.10.1287](https://doi.org/10.21273/HORTSCI.51.10.1287).
- CLARK, J. R.; WORTHINGTON, M.; ERNST, T. 'Caddo' thornless blackberry. **HortScience**, v. 54, n. 9, p. 1632–1636, 2019. DOI: [10.21273/HORTSCI.54.9.1632](https://doi.org/10.21273/HORTSCI.54.9.1632).
- CLARK, J. R; FINN, C. E. Blackberry cultivation in the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 46–57, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452014000100007. Acesso em: 20 maio 2025.

- CARPENEDO, S.; RASEIRA, M. do C. B.; FRANZON, R. C. Estimation of chilling accumulation for blackberry (*Rubus* sp.) using mathematical models. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 43, n. 8, p. 67-75, 2021. DOI: 10.9734/jeai/2021/v43i830727.
- CULTIVAR de amoreira-preta: BRS Xingu. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. 2 p. 1 folder.
- FERNANDEZ, G. J; Mc WIRTH, A.; BRADISH, C. **Southeast Regional caneberry production guide: cultivars**. NC State Extension Publications, 2023. Disponível em: <https://content.ces.ncsu.edu/southeast-regional-caneberry-production-guide/cultivars>. Acesso em: 20 maio 2025.
- GALLETA, G. J.; DRAPER, A. D.; MAAS, J. L.; SKIRVIN, R. M., OTTERBACHER, A.G.; SWARTZ, H. J.; CHANDLER C. K. 'Chester Thornless' blackberry. **Fruit Varieties Journal**, v. 52, n. 3, p. 118-122, 1998.
- JENNINGS, D. L. **Blackberry plant: loch ness cultivar**. USA n. PP6782. Depósito: 24 nov. 1987. Concessão: 9 maio 1989. Cessionário: Scottish Crop Research Institute.
- LEWIS, R. D. '*Brazos*': a new erect blackberry for East Texas. Austin: Texas Agricultural Experiment Station. 1959. (Circular, L473).
- MOORE, J. N.; BROWN, E.; SISTRUNK, W. A. 'Comanche' blackberry. **HortScience**, v. 9, n. 3, p. 245-246, 1974. DOI: 10.21273/HORTSCI.9.3.245.
- MOORE, J. N.; CLARK, J. R. 'Navaho' erect thornless blackberry. **HortScience**, v. 24, n. 5, p. 863–865, 1989b. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.24.5.863>.
- MOORE, J. N.; CLARK, J. R. 'Arapaho' erect, Thornless blackberry **HortScience**, v. 28, n. 8, p. 861-862, 1993. DOI: 10.21273/HORTSCI.28.8.861.
- MOORE, J. N.; CLARK, J. R. 'Choctaw' blackberry." **HortScience**, v. 24, n. 5, p. 862–863, 1989a. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.24.5.862>.
- RASEIRA, M. do C. B.; FRANZON, R. C. Melhoramento genético e cultivares de amora-preta e mirtilo. **Informe Agropecuário**, v. 33, n. 268, p. 11–20, 2012.
- RASEIRA, M. do C. B.; FRANZON, R. C.; FELDBERG, N. P.; ANTUNES, L. E. C.; CARPENEDO, S.; ROSSI, A. de. **BRS Ticuna**: cultivar de amoreira-preta para processamento. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2023. 10 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 393).
- RASEIRA, M. do C. B.; FRANZON, R. C.; FELDBERG, N. P.; ANTUNES, L. E. C.; SCARANARI, C. 'BRS Cainguá', a blackberry fresh-market cultivar. **Crop Breeding Applied Biotechnology**, v. 20, n. 1, e27812014, 2020. DOI: 10.1590/1984-70332020v20n1c4.
- RASEIRA, M. do C.B.; FRANZON, R.C.; SCARANARI, C. **Cultivar de Amora-preta BRS Xingu**: alternativa à Cultivar Brazos para o Sudeste do Brasil. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. 6 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 362).
- RASEIRA, M. do C. B; SANTOS, A. M. dos; BARBIERE, R. L. Classificação botânica, origem e cultivares. In: ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. do C. B. (ed.). **Aspectos técnicos da cultura da amora-preta**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 54 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 122). p. 17-28.
- SANTOS, A. M. dos; RASEIRA, M. do C. B. **Lançamento de cultivares de amoreira-preta**. Pelotas: EMBRAPA-CNPFT, 1988. n. p. (Embrapa. Informativo, 23).
- VOLK, G. M.; OLMSTEAD, J. W.; FINN, C. E.; JANICK, J. The ASHS outstanding fruit cultivar award: a 25-year retrospective, **HortScience horts**, v. 48, n. 1, p. 4-12, May. 2013. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.1.4>.
- YAZZETTI, D; CLARK, J. R. Evaluation of Chilling Requirements for Six Arkansas Blackberry Cultivars Utilizing Stem Cuttings. **Discovery**, v. 2, article 13, 2001. Disponível em: <https://scholarworks.uark.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1268&context=discoverymag>. Acesso em: 20 maio 2025.

Capítulo 5

Produção de mudas por micropropagação

Juliana Hey Coradin
Andrio Spiller Copatti
Leonardo Ferreira Dutra

Introdução

O cultivo de amoreira-preta teve início no Brasil na década de 1970, quando as primeiras mudas procedentes da Universidade de Arkansas foram introduzidas pelo Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT) da Embrapa, em Pelotas, Rio Grande do Sul. A propagação da cultura dá-se principalmente por meio vegetativo, por meio de estacas de raiz, rebentos e hastes novas (Antunes, 1999). No entanto, o índice de disseminação de pragas e doenças via estaquia de raízes e enraizamento de estaca é relativamente elevado (Augusto, 2001). Uma possibilidade para contornar esse problema é a propagação *in vitro*, chamada também de micropropagação, que, além de produzir grande número de mudas em espaço e tempo reduzidos, pode proporcionar que essas estejam isentas de contaminação por vírus, fungos, bactérias e nematoides (European and Mediterranean Plant Protection Organization, 2004).

O primeiro relato de propagação *in vitro* de amoreira-preta data de 1978 (Broome; Zimmerman, 1978). Os autores utilizaram um conjunto de etapas de assepsia, introdução, multiplicação de gemas, enraizamento e aclimatização semelhante ao protocolo utilizado até os dias de hoje no Laboratório de Cultura de Tecidos (LCT) da Embrapa Clima Temperado (Dutra et al., 2010). O LCT tem micropropagado a amoreira-preta desde 1988, via cultura de meristemas, obtendo sucesso na produção de mudas de elevada qualidade fitossanitária, destinadas ao programa de melhoramento genético da cultura e viveiristas licenciados.

Origem do material vegetal

Para a micropropagação da amoreira-preta, o material propagativo deve ser coletado a partir de plantas matrizes as quais podem ser provenientes de genótipos mantidos a campo, em casa de vegetação ou já cultivadas *in vitro*. Para o estabelecimento da cultura *in vitro*, podem ser utilizados como fontes de explantes tanto segmentos nodais quanto apicais. A cultura de meristemas é a técnica de micropropagação mais utilizada para a produção de plantas matrizes ou de mudas de amoreira-preta isentas de viroses. Vários trabalhos têm sido realizados com micropropagação de amoreira-preta, a partir dessa abordagem (Augusto, 2001; Villa et al., 2006a; Oliveira et al., 2008; Villa et al., 2010), o que permite obter mudas mais saudáveis, com menor risco de infecção viral (Clark; Finn, 2014). Além do aspecto fitossanitário, a micropropagação possibilita produzir mudas

com características genéticas idênticas às da planta-matriz, permitindo a clonagem de genótipos selecionados, com alta qualidade genética. Como as mudas produzidas são uniformes em relação às suas características genéticas, são facilitados o manuseio e os tratos culturais (Augusto, 2001).

Assepsia e estabelecimento in vitro

No cultivo in vitro, a boa sanidade do material é pré-requisito para um início bem-sucedido. Para isso, podem ser utilizadas gemas vegetativas apicais ou laterais, tanto como microestacas (2-3 cm) a serem inseridas em meio de cultura (Figura 5.1A) quanto como fonte de gemas para a retirada e isolamento do meristema (<0,2 mm) (Figura 5.1B), o qual, quando possível, pode fornecer plantas não só livre de fungos e bactérias, mas também de vírus. De qualquer modo, o primeiro passo sempre envolve a coleta e a assepsia do material vegetal.

No protocolo descrito por Dutra et al. (2010) e utilizado pela Embrapa, essa etapa consiste na imersão dos explantes em etanol 70% por 10 segundos, podendo ser estendido a até 60 segundos, seguido de imersão em hipoclorito de sódio 1% com três gotas de detergente comercial ou Polissorbato 20, por 10 minutos, e tríplice lavagem realizada em câmara de fluxo laminar, com água deionizada estéril. Essa etapa pode apresentar variação dos tempos de imersão ou do agente de assepsia utilizado. Por exemplo, Wu et al. (2009) utilizaram imersão em etanol 70% por 5 segundos, seguida de imersão em hipoclorito de sódio 0,6% com duas gotas de Polissorbato 20 por 25 minutos e cinco lavagens em água estéril. Outra opção seria o uso de solução de HgCl_2 a 0,15% também com gotas de Polissorbato 20 por 1 minuto, seguido de tríplice lavagem com água estéril (Sedlak; Paprstein, 2016).



Figura 5.1. Separação de microestacas a partir de ramos (A) e meristema isolado a partir de gema lateral (B).

Como objetivo da introdução in vitro é estabelecer o material para posterior multiplicação, a maioria dos trabalhos não diferencia o uso de uma gema apical ou lateral. Entretanto, pode haver diferença entre a porção apical (ápice até 1,5 cm distal), porção mediana (primeira e segunda gemas após a porção apical) ou porção basal (todas as gemas recuperadas da terceira à sétima inserção da planta doadora). Os explantes da porção basal foram os que apresentaram melhor estabelecimento in vitro para a micropropagação da cultivar LochNess (Aguilar et al., 2021).

No protocolo utilizado na Embrapa Clima Temperado, a extração do ápice caulinar ou meristema, com 0,2 a 0,3 mm, é realizada com auxílio de pinça, bisturi e lupa estereoscópica, sob condições estéreis (Dutra et al., 2010). Os explantes iniciais, meristemas ou ápices caulinares, são inoculados de forma individualizada quando ápices, ou até dois quando meristemas, em cada tubo de ensaio contendo o meio de cultura composto pelos sais e vitaminas do meio MS (Murashige; Skoog, 1962), suplementado com 1 mg/L de 6-benzilaminopurina (BAP), 0,01 mg/L de ácido naftalenoacético (ANA), 0,1 mg/L de ácido giberélico (GA_3), 30 g/L de sacarose e 7,5 g/L de ágar; o pH do meio de cultura é ajustado em 5,9 antes da autoclavagem. Os tubos fechados e identificados são incubados em câmara de crescimento a 23 ± 1 °C, no escuro por 5 a 7 dias. Decorrido o período inicial, são descartados tubos onde o explante apresentar contaminações, e os sadios são, então, submetidos ao fotoperíodo de 16 horas de luz fornecida por lâmpadas LED branca fria ($35 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ por segundo) por 30-45 dias.

Multiplicação

A multiplicação é a etapa realizada até a obtenção da quantidade de plantas desejada a partir de gemas/segmentos já estabelecidos in vitro (Figura 5.2A). No LCT, o tempo médio entre as repicagens, quando se deseja produzir quantidade de material (Figura 5.22B), é de 30 dias, e a taxa de multiplicação normalmente obtida é de 5 a 7, variando de acordo com o genótipo. Alguns dos fatores que podem influenciar a taxa de multiplicação são: a composição do meio de cultura, a fonte de carbono, o agente gelificante, os reguladores de crescimento, as condições ambientais e o uso de agentes biocidas.

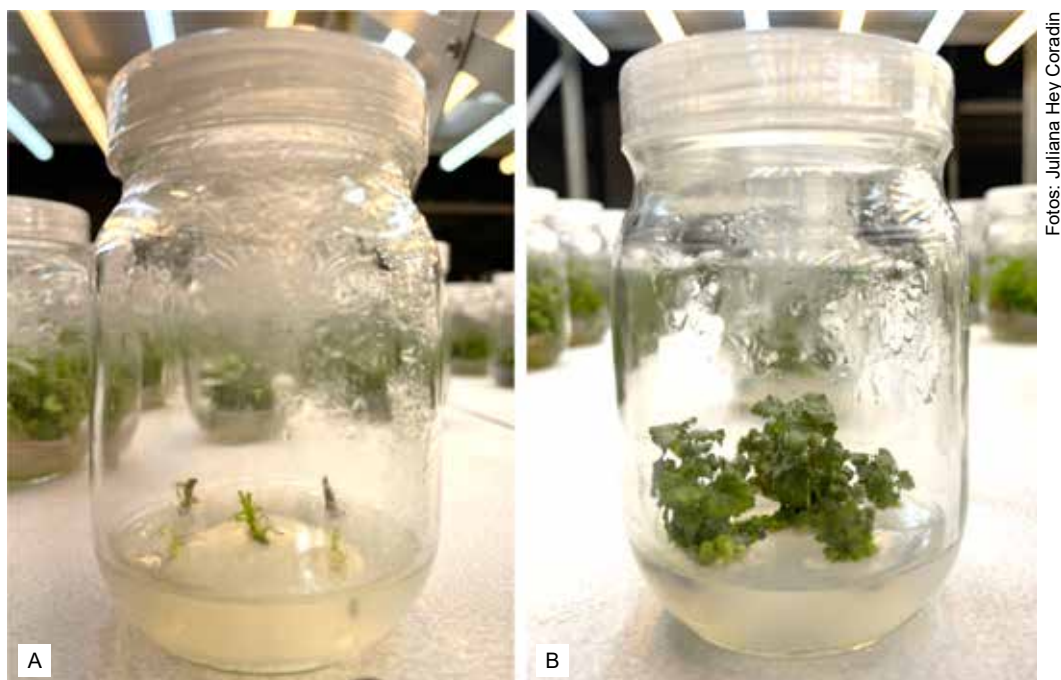


Figura 5.2. Microestacas de amoreira-preta a serem multiplicadas (A) e após 30 dias de multiplicação (B).

Composição do meio de cultura

Em micropropagação de plantas, o meio nutritivo é composto por água, elementos essenciais, vitaminas, aminoácidos, açúcares, agente solidificante ou gelificante, reguladores vegetais e, eventualmente, aditivos como antibióticos, carvão ativado e aditivos orgânicos complexos (Villa et al., 2009). O meio base mais utilizado no cultivo in vitro da amoreira-preta é o MS (Murashige; Skoog, 1962), conforme protocolo preconizado por Dutra et al. (2010). A proporção de sais geralmente é mantida fixa em relação ao MS; porém, foi já observado que maior concentração de sódio pelo acréscimo de NaH_2PO_4 ao meio favoreceu a multiplicação de amoreira-preta (Villa et al., 2006b; Villa et al., 2008).

Fontes de carbono

O tipo e concentração dos açúcares apresentam fundamental importância para promover o crescimento in vitro. A sacarose é o carboidrato mais utilizado nos meios nutritivos e geralmente sua concentração varia de 2 a 3% em meios nutritivos como o MS.

Os carboidratos são considerados um fator que pode influenciar o crescimento dos explantes. Isso acontece pois, no cultivo in vitro, o processo de fotossíntese não ocorre normalmente, devido a fatores como a baixa intensidade luminosa. Assim, a sacarose fornecida no meio atua como a principal fonte de energia metabólica e fonte de carbono para a biossíntese de aminoácidos, permitindo a atividade normal das funções fisiológicas da célula, como a respiração (Ribeiro et al., 2008; Lemes et al., 2016).

Em trabalho realizado por Ayub et al. (2019), com diferentes concentrações de sacarose, em meio líquido e sistema de imersão temporária, observou-se que o número de brotos de amoreira-preta 'Tupy' foi maior quando se utilizou 10 g/L de sacarose; contudo, essa concentração também promoveu maior incidência de hiper-hidricidade. Ao analisar o comprimento da maior brotação e comprimento total, o melhor resultado foi obtido com 20 g/L de sacarose, e o menor desempenho dessas variáveis foi observado com a adição de 40 g/L de sacarose. Assim, de acordo com os autores, a concentração mais adequada de sacarose é de 20,34 g/L, em sistema de imersão temporária e meio líquido. Por outro lado, para um cultivo semelhante, no caso, a framboeseira, Arencibia et al. (2013) sugerem valores próximos a 15 g/L de sacarose.

Agente gelificante

O ágar é o principal agente gelificante utilizado em cultivos vegetais in vitro para tornar o meio nutritivo semissólido. Ainda que não apresente a transparência de outros agentes, como goma gelana, o ágar é economicamente vantajoso e tem menos registros de ocorrência de vitrificação ou hiper-hidricidade. A quantidade de ágar a ser utilizada pode variar ligeiramente de acordo com a marca, sendo que no LCT geralmente é em torno de 7,5 g/L (Dutra et al., 2010).

Para amoreira-preta cultivar 'Xingu', meio líquido foi superior aos tratamentos com agentes gelificantes (goma gelana ou ágar) para o número de brotações por explante, comprimento das brotações, número de folhas por brotação e formação de raízes; entretanto favoreceu a ocorrência de hiper-hidricidade, que foi classificada como severa (Schiehl et al., 2020). O meio com goma gelana apresentou índice de hiper-hidricidade entre moderado e forte, enquanto o ágar apresentou os menores índices.

Reguladores de crescimento

A maximização da multiplicação de gemas é um dos objetivos da micropropagação, em que o crescimento e morfogênese são regulados pelo balanço e interação de reguladores de crescimento adicionados ao meio de cultura. Os dois principais tipos de reguladores utilizados na multiplicação *in vitro* de amoreira-preta são as auxinas e as citocininas, sendo essas mais comuns na fase de multiplicação, enquanto as auxinas são utilizadas, de modo geral, na etapa de enraizamento. No Brasil, os efeitos dos reguladores de crescimento na micropropagação de amoreira-preta vêm sendo estudados desde o início da década de 1990 (Pasqual et al., 1991).

Algumas das citocininas que podem ser utilizadas na fase de multiplicação *in vitro* de amoreira-preta são: 6-benzilaminopurina (BAP), cinetina (CIN), zeatina (ZEA) e 2-isopenteniladenina (2-iP), sendo a primeira a mais utilizada na maioria dos trabalhos.

A concentração de BAP utilizada para a multiplicação de amoreira-preta *in vitro* é de 1 mg/L (Villa et al., 2005; Dutra et al., 2010; Ayub et al., 2019), equivalente a 4,44 μM , todavia no protocolo utilizado atualmente na Embrapa Clima Temperado, voltado principalmente à manutenção *in vitro* de genótipos micropropagados, a concentração de BAP foi reduzida para 0,8 mg/L, equivalente a 3,55 μM , acrescentado ao meio semissólido ou até mesmo em meio líquido.

Vários trabalhos buscaram otimizar a concentração de BAP, sendo verificado acréscimo no número de brotações com o aumento do BAP (Leitzke et al., 2010) até próximo de 5 μM , limite máximo a partir do qual a concentração pode se tornar tóxica. Esse valor foi otimizado para as cultivares 'Brazos' (Schuchovski; Biasi, 2018), 'Xavante' (Toledo; Biasi, 2018) e 'Xingu' (Schiehl, 2020). Uma vez que em micropropagação a resposta à variação de algum fator pode ser afetada pelo genótipo, essa otimização para três cultivares é de importância para a elaboração de protocolos-padrão.

Condições ambientais

Uma das vantagens do cultivo *in vitro* de plantas é a possibilidade de manter as condições ambientais uniformes ao longo de todo o ano. Assim, câmaras ou salas de crescimento são utilizadas com temperatura, iluminação e fotoperíodo controlados para o crescimento das plantas.

No LCT da Embrapa Clima Temperado, a temperatura para o cultivo *in vitro* de amoreira-preta é de $25 \pm 3^\circ\text{C}$ (Dutra et al., 2010), que é a mais usada por diversos autores (Augusto et al., 2006; Villa et al., 2009; Villa et al., 2010). Pequenas variações são possíveis, como $27 \pm 1^\circ\text{C}$ (Villa et al., 2005) e $23 \pm 1^\circ\text{C}$ (Aguiar et al., 2021), sendo que esse pode ser um parâmetro a ser otimizado quando se deseja produzir mudas em escala comercial, por exemplo.

A iluminação é outro parâmetro que pode influenciar no crescimento, podendo, para cada cultivar, ser otimizado. O fotoperíodo mais utilizado é o de 16 horas de luz e 8 horas de escuro, e as lâmpadas fluorescentes, que eram comumente utilizadas, vêm sendo substituídas pelas lâmpadas de diodo emissor de luz (LEDs). Essas últimas permitem ajustar a intensidade e o comprimento de onda para condições específicas, consomem menos energia elétrica, emitem menos calor, apresentam maior vida útil, e podem ser facilmente integradas a sistemas automatizados, com controle digital de intensidade e fotoperíodo.

LEDs vermelhos, azuis e verdes foram testados para a cultivar Tupy (Rocha et al., 2013a). Sob os vermelhos foi obtido o maior número de brotações, além de terem contribuído positivamente para a obtenção do maior número de raízes, comprimento da maior raiz e peso fresco da parte aérea e

do sistema radicular. Da mesma forma, lâmpadas com LEDs vermelhos foram a fonte de luz mais apropriada para a multiplicação e enraizamento de brotações de framboeseiras, igualando ou superando as lâmpadas fluorescentes (Rocha et al., 2013b).

Agentes biocidas

A micropropagação apresenta a vantagem de que, uma vez estabelecido o material *in vitro* em boas condições, a contaminação tenderá a ser reduzida a problemas pontuais de manipulação. Entretanto, no cultivo em larga escala, como em biofábricas, pode ser de interesse o uso de agentes biocidas para evitar eventuais perdas por contaminação bacteriana ou fúngica.

Dois dos agentes biocidas mais recomendados para cultura de tecidos e amplamente aplicados comercialmente são furvina a 30% e mistura conservante de plantas [5-cloro-2-metil-3(2H)-isotiazolinona + 2-metil-3(2H)-isotiazolinona]. O primeiro mostrou menos toxicidade para micropropagação de amoreira-preta (Orlikowska et al., 2012), inibindo o crescimento de todas as bactérias testadas. Mesmo assim, os autores alertam que esses agentes podem ser tóxicos para alguns genótipos de plantas, inibindo o crescimento e desenvolvimento de brotos e raízes, o que pode reduzir a eficiência da micropropagação. O grau de severidade dos sintomas é dependente do genótipo; assim, a aplicação dos biocidas deve ser precedida de estudos para estabelecer a quantidade segura para uso.

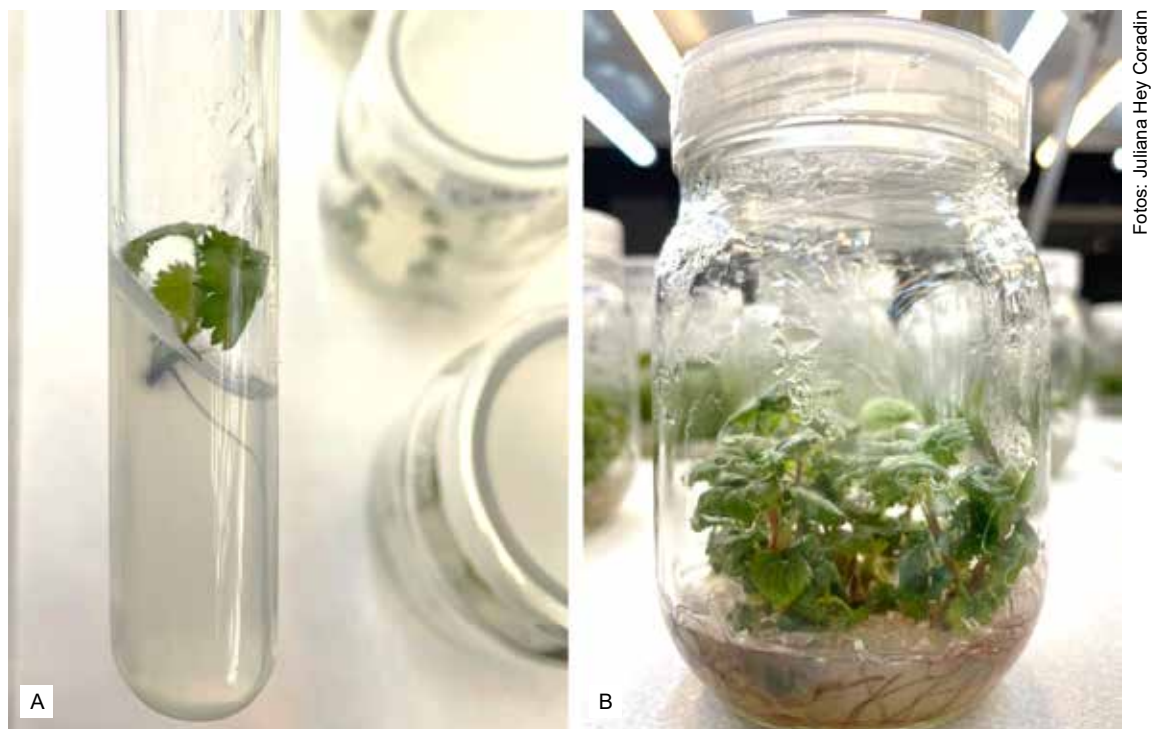
Enraizamento

O enraizamento é a última etapa do cultivo *in vitro* da amoreira-preta. Visando potencializar a capacidade de enraizamento dos explantes, há a possibilidade de utilização de reguladores de crescimento, a depender da cultivar. Dentre esses, encontram-se as auxinas AIB (ácido indolbutírico) e ANA (ácido naftalenoacético). Segundo Augusto et al. (2006), o primeiro tem sido bastante usado, por não causar fitotoxicidade aos explantes em concentrações relativamente altas, e por ser eficiente em uma grande variedade de espécies.

Segundo Leitzke et al. (2009), que compararam os meios MS e WPM (*wood plant medium*), o segundo foi melhor para enraizamento de amoreira-preta 'Xavante', sendo suficiente adição na concentração de 2,5 μM por uma semana, seguido de cultivo em meio livre de regulador.

Vale destacar, porém, que, por exemplo, para as cultivares Ébano (Radmann et al., 2003; Villa et al., 2005), Brazos (Augusto et al., 2006) e Xavante (Pasa et al., 2012), não foi necessário o uso de reguladores vegetais para o enraizamento, pois essas cultivares já possuíam adequada taxa de enraizamento somente com o meio basal. Por outro lado, para a cultivar Chester Thornless, o uso de 21,5 μM ANA (ácido naftalenoacético) potencializou o enraizamento *in vitro* (Kefayeti et al., 2019).

O protocolo do Laboratório de Cultura de Tecidos da Embrapa Clima Temperado também utiliza ANA para o enraizamento, em pequena concentração. Além disso, a redução dos sais do meio de cultura à metade (MS/2), bem como a manutenção das plantas no escuro por, pelo menos, sete dias, são dois fatores que estimulam o início do enraizamento *in vitro* (Figura 5.3A).



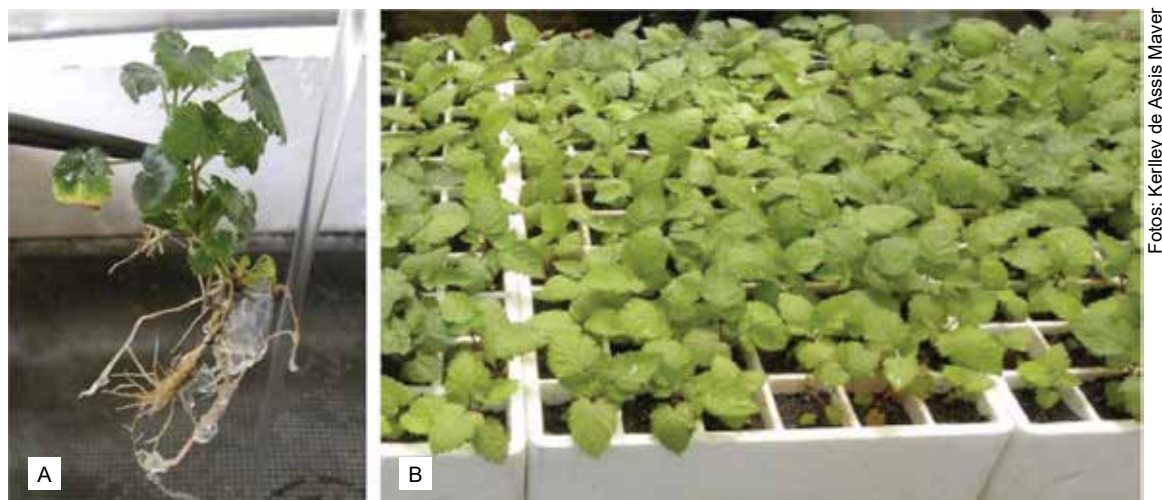
Fotos: Juliana Hey Coradin

Figura 5.3. Planta de amoreira-preta em início de enraizamento (A) e plantas totalmente enraizadas após 60 dias (B).

Após essa etapa do processo de micropropagação, as plantas crescidas e enraizadas (Figura 5.3B) são cuidadosamente lavadas em água corrente (Figura 5.4A) para a remoção total do meio de cultura, estando prontas para passarem à próxima etapa, que é a aclimatização.

Aclimatização

Para muitas espécies, a mudança das condições *in vitro* para *ex vitro* é crítica e representa, em alguns casos, um fator limitante do processo de micropropagação (Hoffmann, 2002). Isso porque, nessa ocasião, ocorre a transição do heterotrofismo (fornecimento de carbono a partir da sacarose, pela respiração) para o autotrofismo (condições plenas de fotossíntese e obtenção de carbono a partir do CO_2 do ar). Para isso, é importante haver condições que garantam a manutenção mecânica das raízes, a estabilidade da planta e o suprimento de água e nutrientes. A água, em especial, pode ser um fator limitante, visto que o ambiente *in vitro* tem alta umidade relativa do ar e os estômatos podem se encontrar abertos ou atrofiados, ocasionando maior perda de água.



Fotos: Kerley de Assis Mayer

Figura 5.4. Lavagem em água corrente para remoção do ágar de plantas cultivadas in vitro (A) e plantas de amoreira-preta após 140 dias de aclimatização (B).

A etapa de aclimatização, que sucede o enraizamento, exige que as plantas produzam novas raízes em substratos porosos, com condições físicas e nutricionais adequadas (Pedrotti; Voltolini, 2001). Como estratégias adaptativas, as plantas aclimatizadas devem desenvolver mecanismos de controle da transpiração e condutância estomática (Pospóšilová et al., 1999), ativar os mecanismos de controle de perda de água pelas células (Sutter, 1988) e aumentar a taxa fotossintética em condições de atmosfera mais rica em CO₂ (Van telgen et al., 1992).

Na Embrapa Clima Temperado, após a lavagem para a retirada do ágar, as plantas são transplantadas para bandejas de isopropileno com 72 células, tubetes ou sacos plásticos, mantidos em casa de vegetação. O tempo médio para aclimatização é de 30 dias, com percentual de sobrevivência superior a 95%. Decorrido o período de aproximadamente 140 dias (Figura 5.4B), as mudas estão aptas para o plantio (Dutra et al., 2010).

Conservação de recursos genéticos

A produção de mudas por micropropagação, além de permitir a obtenção de material com elevada qualidade fitossanitária, pode ser também utilizada visando a conservação de recursos genéticos, protegendo a variabilidade e a manutenção em condições viáveis. Isso é importante pois, com os maiores riscos de condições climáticas extremas, a perda da variabilidade genética das espécies pode limitar sua capacidade de responder às mudanças climáticas e ao aparecimento de novas pragas e doenças.

Na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, banco genético da Embrapa, a conservação de cultivares de amoreira-preta vem sendo realizada por até 15 meses sem subcultivo, em condições de crescimento mínimo (Gomes et al., 2017), quais sejam: redução dos sais do meio de cultura à metade, associada com decréscimo da temperatura de 25±2 °C para 20±2 °C e fotoperíodo luz/escuro reduzido de 16/8 horas para 12/12 horas.

O LCT da Embrapa Clima Temperado vem também testando diferentes estratégias de conservação em médio e longo prazo. A primeira consiste no uso de reguladores osmóticos (como sorbitol e manitol) adicionados ao meio de cultura e condições ambientais da sala de crescimento. Para as cultivares 'Tupy' e 'Guarani', não houve diferença em tempo de conservação quando o manitol foi

adicionado ao meio, em vez de sacarose (Formoso, 2016). Outra estratégia de conservação em longo prazo é a criopreservação, que apresenta como vantagens a redução de danos genéticos, a possibilidade de preservação por longos períodos, com segurança, baixo custo e pequenos volumes. Copatti (2021) obteve níveis satisfatórios de regeneração (43 a 62%) de materiais criopreservados de 'BRS Xingu', 'BRS Caingua', 'Tupy' e 'Comanche'.

Biorreatores

O sistema convencional de micropropagação requer mão de obra especializada e grande quantidade de frascos com meio de cultura semissólido e com a adição de sacarose. Esse último fator, aliado à baixa intensidade luminosa e alta umidade relativa, podem diminuir o potencial fotossintético da planta e a funcionalidade dos estômatos, gerando taxas de multiplicação e produção de biomassa menores, tornando a técnica mais cara. Assim, uma opção de cultivo *in vitro* é o uso de meio líquido, o que permite mais contato dos componentes com os explantes e, conseqüentemente, mais absorção de nutrientes (Ayub et al., 2019). Além disso, o uso de meio líquido permite a automação do processo, reduzindo o trabalho e os custos de produção (Teixeira, 2011).

O primeiro estudo de multiplicação de amoreira-preta em biorreatores foi realizado por Ayub et al. (2019) utilizando um sistema do tipo biorreator de imersão temporária (BIT), o qual possui conjuntos de dois reservatórios, sendo um para os explantes e um para o meio de cultura líquido. Cada frasco de volume de 1 L continha ou explante de amoreira-preta cultivar 'Tupy' ou meio de cultura líquido (volumes testados: 150, 175 e 200 mL). Os autores também estudaram diferentes concentrações de sacarose no meio. O volume de 175 mL de meio líquido e concentração de 20 g/L de sacarose foram os recomendados para cultivo de amoreira-preta em biorreator de imersão temporária, enquanto a concentração de 10 g/L de sacarose induziu o fenômeno da hiper-hidricidade, o qual traz prejuízos para o cultivo *in vitro*.

Considerações finais

A micropropagação da amoreira-preta é uma técnica consolidada, essencial para a produção de mudas de alta qualidade fitossanitária, contribuindo para a conservação de recursos e o melhoramento genético. Os protocolos em geral envolvem etapas de assepsia, estabelecimento *in vitro*, multiplicação, enraizamento e aclimatização, com otimizações contínuas em relação à composição do meio de cultura, ao uso de reguladores de crescimento e ao ajuste das condições ambientais. O uso de biorreatores e a criopreservação representam avanços promissores para a produção em larga escala e a conservação em longo prazo, respectivamente.

Referências

- AGUIAR, T. C. F.; NEGRI, A. P.; BOFF, P.; COSTA, M. D.; BOFF, M. I. C.; ROMBOLÀ, A. D. Effects of explant position and orientation, medium pH and nitrogen sources on micropropagation of blackberry. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 4, p. 84-92, 2021. DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.004.0009.
- ANTUNES, L. E. C. **Aspectos fenológicos, propagação e conservação pós-colheita de frutas de amoreira-preta (Rubus spp.) no sul de Minas Gerais**. 1999. 129 f. Tese (Doutorado em Agronomia, Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- ARENCIBIA, A. D.; VERGARA, C.; QUIROZ, K. CARRASCO, B.; GARCÍA-GONZALES, R. Establishment of photomixotrophic cultures for raspberry micropropagation in Temporary Immersion Bioreactors (TIBs). **Scientia Horticulturae**, v. 160, n. 1, p. 49-53, 2013. DOI: 10.1016/j.scienta.2013.05.010.

AUGUSTO, C. S. S. **Micropropagação da amoreira-preta cv. Brazos**. 2001. 115 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

AUGUSTO, C. S. S.; BIASI, L. A.; TELLES, C. A. Enraizamento e aclimatização de plantas micropropagadas de amoreira-preta cv. Brazos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 473-476, 2006. DOI: 10.1590/S0100-29452006000300029.

AYUB, R. A.; SANTOS, J. N. dos; ZANLORENSI JUNIOR, L. A.; SILVA, D. M. da; CARVALHO, T. C. de; GRIMALDI, F. Sucrose concentration and volume of liquid medium on the in vitro growth and development of blackberry cv. Tupy in temporary immersion systems. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, 2019. DOI: 10.1590/1413-7054201943007219.

BROOME, O. C.; ZIMMERMAN, R. H. In vitro propagation of blackberry. **HortScience**, v. 13, n. 2, p. 151-153, 1978. DOI: 10.21273/HORTSCI.13.2.151.

CLARK, J. R.; FINN, C. E. Blackberry breeding and genetics. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 46-57, 2014. DOI: 10.1002/9780470168035.ch2.

COPATTI, A. S. **Criopreservação de cultivares de amoreira-preta**. 2021. 123 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

DUTRA, L. F. et al. **Protocolos de micropropagação de planta II: amoreira-preta**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 21 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 326).

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION. **Certification schemes**: pathogen-tested material of Rubus. Paris, 2004. 9 p.

FORMOSO, R. S. **Conservação in vitro de amoreira-preta via crescimento lento**, 2016. 53 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

GOMES, C. P.; BARTOS, P. M. C.; ANDRADE, M. T. de; ALMEIDA, R. F.; LACERDA, L. F. de; SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E. Micropropagação de amoreira-preta: protocolo eficiente para produção comercial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 12, p. 1286-1290, 2017. DOI: 10.1590/S0100-204X2017001200018.

HOFFMANN, A. Aclimação de mudas produzidas in vitro e in vivo. **Informe Agropecuário**, v. 23, n. 216, p. 21-24, 2002.

KEFAYETI, R.; KAFKAS, E.; ERCISLI, S. Comparison of different sterilization methods for in vitro propagation of Rubus fruticosus. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 47, n. 1, p. 162-168, 2019. DOI: 10.15835/nbha47111280.

LEITZKE, L. N.; DAMIANI, C. R.; SCHUCH, M. W. Meio de cultura, concentração de AIB e tempo de cultivo no enraizamento in vitro de amoreira-preta e framboeseira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 582-587, 2009. DOI: 10.1590/S0100-29452009000200037.

LEITZKE, L. N.; DAMIANI, C. R.; SCHUCH, M. W. Influência do meio de cultura, tipo e concentração de citocininas na multiplicação in vitro de amoreira-preta e framboeseira. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 2, p. 352-360, 2010. DOI: 10.1590/S1413-70542010000200012.

LEMES, C. S. R.; SORGATO, J. C.; SOARES, J. S.; ROSA, Y. B. C. J. Meios de cultivo e sacarose no crescimento inicial in vitro de *Miltonia flavescens*. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 499-505, 2016. DOI: 10.1590/0103-8478cr20150368.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, n. 3, p. 437-496, 1962. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.

OLIVEIRA, R. P. de; NINO, A. F. P.; FERREIRA, L. V. Potencial de multiplicação in vitro de cultivares de amoreira-preta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 585-589, 2008. DOI: 10.1590/S0100-29452008000300004.

ORLIKOWSKA, T.; ZAWADZKA, M.; ZENKTELER, E.; SOBICZEWSKI, P. Influence of the biocides PPM™ and Vitrofurall on bacteria isolated from contaminated plant tissue cultures and on plant microshoots grown on various media. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 87, n. 3, p. 223-230, 2012. DOI: 10.1080/14620316.2012.11512856.

PASA, M. S.; CARVALHO, G. L.; SCHUCH, M. W.; SCHMITZ, J. D.; TORCHELSEN, M. de M.; NICKEL, G. K.; SOMMER, L. R.; LIMA, T. S.; CAMARGO, S. S. Qualidade de luz e fitorreguladores na multiplicação e enraizamento in vitro da amoreira-preta 'Xavante'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 751-759, 2012. DOI: 10.1590/S0103-84782012000800010.

PASQUAL, M.; PEIXOTO, P. H. P.; SANTOS, J. C. dos; PINTO, J. E. B. P.. Propagação in vitro de amoreira-preta (*Rubus* sp.) cv. Ébano: uso de reguladores de crescimento. **Ciência e Prática**, v. 15, n. 3, p. 282-286, 1991.

PEDROTTI, E. L.; VOLTOLINI, M. Enraizamento ex vitro e aclimatização do porta-enxerto de macieira M.9. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 234-239, 2001. DOI: 10.1590/S0100-29452001000200006.

POSPÓŠILOVÁ, J., TICHÁ, I., KADLEČEK, P.; HASEL, D.; PLZÁKOVÁ, Š. Acclimatization of micropropagated plants to ex vitro conditions. **Biologia Plantarum**, v. 42, n. 2, p. 481-497, 1999. DOI: 10.1023/A:1002688208758.

RADMANN, E. B.; GONÇALVES, E. D.; FORTES, G. R. de L. Concentrações de ácido indolbutírico e períodos de escuro, no enraizamento "in vitro" de amoreira-preta (*Rubus* sp.), cv. Ébano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 124-126, 2003. DOI: 10.1590/S0100-29452003000100035.

RIBEIRO, M. N. O.; PASQUAL, M.; SILVA, A. B. da; RODRIGUES, V. A. Diferentes concentrações de sais do meio MS e de sacarose na multiplicação in vitro de *Zantedeschia aethiopica* L. Spreng. (copo-de-leite). **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 1, p. 101-106, 2008.

ROCHA, P. S. G.; OLIVEIRA, R. P.; BASTOS, C. R.; SCIVITTARO, W. B. Diodos emissores de luz e concentrações (LEDs) na micropropagação de amoreira-preta cv. Tupy. **Horticultura Argentina**, v. 32, n. 79, p. 14-19, 2013a.

ROCHA, P. S. G.; OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Uso de LEDs na multiplicação e enraizamento in vitro de framboesiras. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 19, n. 1/2, p. 98-105, 2013b.

SCHIEHL, M.; FRANÇA, T. O. de; BIASI, L. A. Adequação de protocolo para cultivo in vitro de amoreira-preta (*Rubus* sp) 'Xingu'. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 8, n. 2, p. 79-87, 2020. DOI: 10.20873/jbb.uft.cemaf.v8n2.schihl.

SCHUCHOVSKI, C. S.; BIASI, L. A. Development of an efficient protocol for 'Brazos' blackberry in vitro multiplication. **Acta Horticulturae**, v. 1224, p. 157-164, 2018. DOI: 10.17660/ActaHortic.2018.1224.21.

SEDLAK, J.; PAPRSTEIN, F. Use of TIBs in *Rubus* micropropagation. **Acta Horticulturae**, v. 1133, p. 503-510, 2016. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1133.75.

SUTTER, E. Stomatal and cuticular water loss from apple, cherry and sweetgum plants after removal from in vitro culture. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 113, n. 2, p. 234-238, 1988. DOI: 10.21273/JASHS.113.2.234.

TEIXEIRA, J. B. Biorreator de imersão temporária: o futuro da produção industrial de plantas in vitro. In: GERALD, L. T. S. (org.). **Biofábrica de plantas: produção industrial de plantas in vitro**. São Paulo: Antiqua, 2011. p. 34-49.

TOLEDO, J. A.; BIASI, L. A. Multiplicação e enraizamento in vitro da amoreira-preta cv. Xavante. **Cultura Agronômica**, v. 27, n. 3, p. 328-339, 2018. DOI: 10.32929/2446-8355.2018v27n3p328-339.

VAN TELGEN, H. J.; VAN MIL, A.; KUNNEMAN, B. Effect of propagation and rooting condition on acclimatization of micropropagated plants. **Acta Botanica Neerlandica**, v. 41, n. 4, p. 453-459, 1992. DOI: 10.1111/j.1438-8677.1992.tb00515.x.

VILLA, F.; ARAÚJO, A. D.; PIO, L. A. S.; PASQUAL, M. Multiplicação in vitro da amoreira-preta 'ÉBANO' em diferentes concentrações de meio MS e BAP. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 582-589, 2005. DOI: 10.1590/S1413-70542005000300011.

VILLA, F.; FRÁGUAS, C. B.; DUTRA, L. F.; PIO, L. A. S.; PASQUAL, M. Multiplicação in vitro de amoreira-preta cultivar Brazos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 2, p. 266-270, 2006a. DOI: 10.1590/S1413-70542006000200011.

VILLA, F.; PASQUAL, M.; PIO, L. A. S.; TEODORO, G. S.; MIYATA, L. Y. Efeito do cloreto de potássio e fosfato de sódio na multiplicação in vitro de amoreira-preta cv. Cherokee. **Revista Ceres**, v. 53, n. 306, p. 224-227, 2006b.

VILLA, F.; PASQUAL, M.; PIO, L. A. S.; TEODORO, G. S.; MIYATA, L. Y. Cloreto de potássio e fosfato de sódio na multiplicação in vitro de amoreira-preta cv. Tupy. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 37-41, 2008. DOI: 10.1590/S1413-70542008000100005.

VILLA, F.; PASQUAL, M.; ASSIS, F. A.; PIO, L. A. S. Sacarose e um aditivo orgânico complexo na micropropagação de amoreira-preta (*Rubus* sp.). **Plant Cell Culture & Micropropagation**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 1-8, 2009.

VILLA, F.; PASQUAL, M.; SOUZA, A. das G.; VILELA, X. M. de S. Meios de cultura e reguladores de crescimento na multiplicação in vitro de amoreira-preta. **Scientia Agraria**, v. 11, n. 2, p. 109-117, 2010.

WU, J. H.; MILLER, S. A.; HALL, H. K.; MOONEY, P. A. Factors affecting the efficiency of micropropagation from lateral buds and shoot tips of *Rubus*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 99, p. 17–25, 2009. DOI: 10.1007/s11240-009-9571-5.

Capítulo 6

Propagação e produção de mudas

Luís Eduardo Corrêa Antunes

Andressa Vighi Schiavon

Mateus Felipe Bernard

Introdução

Na natureza, as amoreiras-pretas sobrevivem e perpetuam-se pela dispersão de suas sementes, produzindo seus descendentes. As frutas são consumidas por pássaros e, por meio de suas fezes, as sementes são espalhadas no ambiente, gerando novos indivíduos (Figura 6.1). Entretanto, o uso de sementes de amoreira-preta pelo homem só é recomendado e utilizado no processo de melhoramento genético, para obtenção de variabilidade, e não para produção comercial de mudas, quando se busca a homogeneidade e perpetuação das características de uma determinada cultivar.

A amoreira-preta também se propaga e ocupa o espaço à sua volta pelo desenvolvimento lateral de suas raízes. Havendo algum ferimento e ou impedimento para o crescimento dessas raízes, ocorre a brotação de gemas adventícias, que poderão originar novas plantas a partir do sistema radicular que encontra-se ao redor da planta original.



Foto: Luís Eduardo Corrêa Antunes

Figura 6.1. Propagação da amoreira-preta, por meio da dispersão zoocórica de sementes na natureza, principalmente por meio de pássaros.

Plantas de amoreira-preta para cultivo comercial são propagadas por meio da clonagem das cultivares disponíveis, a partir de plantas matrizes devidamente selecionadas. Os métodos utilizados para a propagação variam de acordo com o tipo de haste e hábito de crescimento da planta, ou seja, se são eretas, rasteiras, com ou sem espinhos (acúleos) nas hastes (Reed et al., 2017). Vários são os métodos que podem ser utilizados para propagação vegetativa (ou clonagem) da amoreira-preta. Estacas de ramos herbáceos ou lenhosos, retirada das hastes, estacas de raízes (Gonçalves et al., 2012), alporquia, divisão de coroas, enraizamento de estacas de folhas, retirada de brotos ladrões no pomar e por cultura de tecidos vegetais (in vitro) (Ayub et al., 2019).

A efetividade dos métodos de propagação está condicionada ao tipo de planta, finalidade e escala de produção das mudas. Plantas de *Rubus* spp. não domesticadas (silvestres) tendem a responder menos, como observado em amoreira-branca (*Rubus brasiliensis* Mart.) (Bueno et al., 2021). Já as plantas domesticadas ou cultivares comerciais tendem a ser facilmente propagadas vegetativamente, dando origem a diversas mudas quando estimuladas por reguladores de crescimento e ambiente favorável à emissão de raízes adventícias.

Os métodos descritos a seguir podem ser utilizados para diversos propósitos, desde a propagação de forma amadora, para produção de mudas para enfeitar um jardim, compor projetos de paisagismo, formação de pomares domésticos, até aqueles em larga escala, de forma profissional e com finalidade comercial. Alguns métodos de propagação são mais eficientes do que outros. A seguir serão descritos os principais métodos de propagação vegetativo ex vitro, passíveis de serem utilizados para a amoreira-preta.

Sementes

Embora seja o método natural de propagação da amoreira-preta, a utilização de sementes para a produção comercial de mudas não é um método recomendado, devido à ampla variabilidade genética e fenotípica que ocorrerá nos descendentes. Mesmo no caso de sementes originadas por autopolinização, o indivíduo resultante será geneticamente diferente da planta que lhe deu origem, devido à recombinação dos genes (Ayub et al., 2019).

Sementes de amoras-pretas maduras são retiradas de plantas selecionadas ou não. As sementes são retiradas das drupéolas, por esmagamento manual ou com auxílio de um liquidificador, cujo elemento cortante (facas) precisa ser revestido com plástico, por exemplo, visando evitar o corte ou ferimento das sementes. Após a retirada da polpa com auxílio de peneira, as sementes são colocadas para secar à sombra.

Após a secagem, as sementes precisarão passar por um tratamento para superar a barreira física à penetração de água. Vásquez et al. (2019) avaliaram o uso de hipoclorito de sódio (5,25%) e ácido sulfúrico (98%), assim como diferentes concentrações de ácido giberélico em pós-tratamento, visando induzir e acelerar o processo de escarificação e de quebra de dormência de sementes de cultivares de amoreira-preta (*Rubus glaucus* Benth). Concluíram que, para alguns genótipos, houve elevada germinação de sementes tratadas com hipoclorito, sendo que a aplicação de ácido sulfúrico na concentração utilizada causou danos à viabilidade das sementes.

Campbell et al. (1988) evidenciaram a necessidade de escarificação para quebra de dormência de amoreira-preta *Rubus cuneifolius* Pursh, a partir da combinação de hipoclorito e intermitência nas temperaturas de incubação para estratificação das sementes, alcançando 85% de germinação. Já Cotner et al. (2005), estudando o processo de otimização da germinação de genótipos de amoreira-preta (*Rubus* L. subgenus *Rubus*) do programa de melhoramento da Universidade de Arkansas, verificaram que não houve efeito da interação entre os genótipos estudados e o tempo de escarificação, que variou de 1 a 3 horas.

Após a escarificação, as sementes devem passar por período de estratificação a frio de, no mínimo, 30 dias a 4 °C. A maioria das sementes de variedades comerciais necessita de 3 a 4 meses de frio. Findo o período de estratificação, as sementes são semeadas em bandejas contendo substrato composto por areia; em seguida, recobre-se com uma leve camada do mesmo substrato. Após 60 dias, há o início da germinação das novas plantas.

Estacas de ramos herbáceos

Uma das estruturas que podem ser utilizadas na produção de mudas de amoreira-preta são os lançamentos (brotações) jovens e tenros. Assim que coletados, os ramos herbáceos devem ser mantidos sob nebulização intermitente para a preservação das folhas túrgidas. Da mesma forma, as estacas, assim que preparadas, precisam conter suas folhas originais e devem ser alocadas sob nebulização intermitente, para que permaneçam fotossinteticamente ativas até a finalização do processo de enraizamento.

Utilizando estacas de ramos herbáceos de amoreira-preta (não foi identificada a cultivar utilizada), com cerca de 10 cm de comprimento, as quais tiveram suas bases cortadas em bisel e tratadas com ácido indolbutírico (IBA) em polvilhamento, nas dosagens de 1.000, 3.000 e 5.000 mg/L, tendo mais um tratamento testemunha (0 mg/L), e mantendo um par de folhas na parte apical, Andrade et al. (2007) concluíram que não há necessidade desse regulador de crescimento para o enraizamento adventício desse tipo de estaca.

A propagação vegetativa da cultivar Xavante, por meio de estacas de ramos herbáceos (que são sem espinhos), foi testada em três tipos de substratos (casca de arroz carbonizada, vermiculita de granulação média e fibra de coco padrão 47) e com a aplicação ou não de ácido indolbutírico (AIB) (0 e 1.000 mg/L) (Yamamoto et al., 2013). Os autores concluíram que 'Xavante' pode ser propagada por estacas de ramos herbáceos com eficiência, sem o uso de AIB, utilizando-se preferencialmente o substrato de menor custo, dentre os testados.

Estacas de ramos lenhosos

A utilização de estacas de ramos lenhosos na propagação da amoreira-preta é uma prática que pode ser utilizada, visto que, durante o período de dormência, por ocasião da poda, obtém-se grande quantidade de ramos que podem ser aproveitados para a propagação (Antunes et al., 2000a), permitindo a utilização desse tipo de material vegetal em vez de apenas eliminá-lo como subproduto (Antunes et al., 2000b).

A presença de folhas proporciona maior porcentagem de enraizamento de estacas de ramos lenhosos de amoreira-preta, sendo indispensáveis para a propagação das cultivares 'Guarani', 'Tupy' e 'Xavante' por meio desse método (Vignolo et al., 2014). As cultivares 'Tupy' e 'Xavante' apresentaram maior porcentagem de enraizamento (70,83% e 75%, respectivamente) do que 'Guarani' (16%), além de sistema radicular de melhor qualidade.

A cultivar BRS Caingá pode ser propagada de forma eficaz, tanto por estacas de ramos quanto por estacas de raiz, com percentuais de enraizamento de 82,5% e 97,5%, respectivamente (Crosa et al., 2021). Esses mesmos autores verificaram que 'BRS Tupy' apresentou menor potencial de enraizamento (53,3% e 77,5%), quando comparada com 'BRS Caingá'.

Em estacas de ramos lenhosos de amoreira-preta cultivar Xavante, a aplicação de 2.000 mg/L de ácido indolbutírico (AIB) resultou em maior porcentagem de enraizamento (60%), semelhante, no entanto, ao tratamento com 1.000 mg/L AIB (Maia; Botelho, 2008). Estacas tratadas com paclobutrazol (PBZ) (nas concentrações de 0, 200, 400, 600, 800 e 1.000 mg/L¹) apresentaram maior

presença de calo, mas não enraizaram, sendo dispensável esse produto para o enraizamento da amoreira-preta cultivar Xavante.

Um ponto a ser considerado é o momento da coleta dos ramos para o preparo das estacas. Segundo Hussain et al. (2017), o enraizamento das estacas de amoreira-preta foi significativamente influenciado pelo ambiente e fase fenológica da planta matriz, visto que há impacto temporal na porcentagem de enraizamento e sobrevivência do propágulo. Para a cultivar Xavante, por exemplo, estacas de ramos herbáceos ou semilenhosos, coletadas no verão, são a melhor opção para produção comercial de mudas.

Entretanto, para algumas espécies de amoreira, como a amoreira-branca (Bueno et al., 2021), há dificuldades intrínsecas na formação de raízes adventícias em estacas, mesmo com aplicação exógena de reguladores de crescimento vegetal, como o AIB e PBZ.

Estacas de raiz

Em geral, a melhor maneira de produzir mudas de amoreira-pretas é com a utilização de estacas de raiz. Pode-se evitar produzir mudas a partir da retirada de raízes das plantas mantidas em pomar produtivo, entretanto, a melhor estratégia é adquirir plantas matrizes de laboratórios de cultura de tecidos vegetais e acondicioná-las em vasos (Figura 6.2A), com objetivo de manter um matrizeiro permanente que forneça propágulos (estacas de raiz) (Figura 6.2B) para produção de mudas (Figura 6.1).

Segundo Costa et al. (2020), a produção de mudas de amoreira-preta por meio de estacas de raízes é vantajosa pelo fato de serem obtidas várias estacas de uma mesma planta. A produção de mudas a partir de raízes de amoreira-preta é uma opção para o produtor rural que busca rapidez para estabelecer o novo plantio, pois são de fácil brotação.



Figura 6.2. Manutenção de plantas matrizes de amoreira-preta em vasos para formação de raízes (A); desenvolvimento e formação de raízes, para a confecção de estacas de raiz (B).

Após o estabelecimento da planta no vaso, cerca de 6 meses após o plantio, as raízes estarão em estágio de formação adequado à retirada e preparo das estacas. Recomenda-se que as raízes estejam com diâmetro entre 4 e 8 mm para serem coletadas. Para a segmentação das raízes, recomenda-se que fiquem com 3 a 4 cm de comprimento (Figura 6.3A). As estacas preparadas são

colocadas na horizontal, em bandejas contendo substrato comercial (Figura 6.3B), de preferência, sendo levemente cobertas com o substrato. Outros materiais também podem ser utilizados, a exemplo da areia lavada.



Fotos: Luís Eduardo Corrêa Antunes

Figura 6.3. Posicionamento de estacas de raiz em bandeja (A) e início de formação de brotos (B).

A estaquia deve ser feita afundando-se o propágulo (estaca de raiz) a, aproximadamente, 1 cm da superfície do substrato, que deverá cobri-lo. Dependendo das condições ambientais e do potencial genético da cultivar, a regeneração das novas raízes e a brotação, que formará a nova haste, iniciar-se-á cerca de 30 a 40 dias após o plantio da estaca de raiz (Figura 6.4).



Fotos: Luís Eduardo Corrêa Antunes

Figura 6.4. Propagação da amoreira-preta por estacas de raiz: início da formação de brotos (A); formação de brotos expandidos e novas raízes (B); mudas em formação (C) e mudas aptas ao plantio (D).

Para a cultivar BRS Xingu houve maior percentual de brotação das mudas produzidas por estacas de raízes, bem como maior crescimento da parte aérea e do sistema radicular, quando utilizado substrato comercial, à base de casca de pínus, calcário, NPK e supersimples, de granulometria de 6 mm, com extrato de tiririca e esterco bovino (Costa et al., 2020), demonstrando que a aplicação desses dois últimos itens pode ser uma alternativa para auxiliar na propagação.

Normalmente, para a amoreira-preta, as estacas de raiz apresentam os melhores resultados em relação às estacas de ramos (Crosa et al., 2021). Campagnolo e Pio (2012) realizaram uma série de experimentos buscando avaliar o enraizamento de estacas de ramos e de raiz, nas cultivares de amoreira-preta 'Choctaw', 'Ébano', 'Guarani', 'Arapaho', 'Brazos', 'Cherokee', 'Comanche', 'Caingangue', 'Tupy' e 'Xavante', coletadas em diferentes épocas, armazenadas a frio e tratadas com AIB. Estacas radiculares apresentaram maior potencial de enraizamento quando comparadas com estacas de ramos. Os autores afirmam que estacas de raiz coletadas no início do período invernal apresentam maior enraizamento, e que o armazenamento por 30 dias a frio proporcionou incremento do enraizamento e brotação das estacas. Verificaram também que o tratamento com AIB desfavorece o enraizamento e a brotação das estacas. As estacas radiculares das cultivares Arapaho, Comanche e Tupy apresentaram maior emissão de raízes e brotos, evidenciando que há influência genética na taxa de sucesso de enraizamento de amoreira-preta.

Considerando a influência da fase fenológica e maturidade do propágulo, Hussain et al. (2017) verificaram que, para a cultivar Xavante, a coleta de estacas de raiz no outono apresenta maior taxa de sobrevivência (96%) entre os tipos de estacas coletadas. Já em amoreira-branca (*R. brasiliensis* Mart.), a utilização de estacas de raiz para produção de mudas não é o melhor método, devido à dificuldade da espécie em formar raízes (Bueno et al., 2021). Esses autores concluíram que há fatores fisiológicos, bioquímicos e ambientais que afetam o enraizamento, que devem ser priorizados pela pesquisa, visando a elucidação dos processos envolvidos, na busca pelo aumento da eficiência do processo de propagação por estacas.

Em relação ao tamanho da célula da bandeja utilizada para produção das mudas, há uma relação direta entre espaço ocupado pelo sistema radicular e o vigor da muda. Quanto mais substrato for disponibilizado, maior será o vigor da muda obtida (Figura 6.5).



Fotos: Luís Eduardo Corrêa Antunes

Figura 6.5. Mudas de amoreira-preta produzidas por estacas de raiz em bandejas com células de 320 mL de capacidade de substrato (A) e mudas de amoreira-preta produzidas por estacas de raiz em bandejas com células de 120 mL de capacidade de substrato (B).

Estacas de folhas

Outra possibilidade para clonagem de plantas é o enraizamento do pecíolo das folhas da amoreira-preta (Figura 6.6), modelo utilizado para propagação de violetas (Lopes et al., 2005), por exemplo.



Fotos: Gerson Kleinick Vignolo

Figura 6.6. Estacas enraizadas de pecíolos de folha de amoreira-preta (A); detalhe da formação de raízes em pecíolos de folhas (B); pecíolos de folhas de amoreira-preta enraizadas (C).

As mudas de amoreira-preta produzidas, seja por qual método for, podem produzir precocemente flores, ainda no viveiro, demonstrando reduzido período juvenil (Figura 6.7).



Foto: Gerson Kleinick Vignolo

Figura 6.7. Mudas de amoreira-preta no viveiro com produção precoce de flores.

Durante a formação da muda no viveiro, a presença de flores pode ocorrer (Figura 6.7). Entretanto, essas flores devem ser retiradas, pois nessa etapa a prioridade é a formação da parte aérea e do sistema radicular da planta, sendo, portanto, indesejável a presença de flores e frutos na muda, enquanto estiver no viveiro.

Considerações finais

A propagação da amoreira-preta (*Rubus* spp.) é um processo relativamente simples e acessível, tornando a cultura bastante viável para pequenos e grandes produtores. A demanda crescente por frutas vermelhas impulsiona a produção de mudas, especialmente nos estados do Sul e Sudeste, onde o clima é mais favorável para a cultura.

Em relação à comercialização, as mudas de amoreira-preta podem ser vendidas tanto envasadas quanto a raiz nua. A escolha da embalagem depende do sistema de produção e da preferência do produtor. As mudas envasadas são mais comuns quando há necessidade de maior controle durante o transporte e o estabelecimento inicial da planta, garantindo melhor pegamento e desenvolvimento. No entanto, as mudas a raiz nua também são amplamente utilizadas devido ao menor custo de produção e transporte.

Um dos principais desafios fitossanitários da amoreira-preta é a presença de doenças causadas por fungos, vírus e bactérias, que podem comprometer a produtividade e a longevidade dos pomares. Devido a esses fatores, a cultura de tecidos surge como uma alternativa viável para a obtenção de mudas livres de patógenos. Essa técnica permite a produção de mudas com alta sanidade, assegurando a uniformidade e o vigor das plantas, além de facilitar a disseminação rápida de cultivares melhoradas.

Dessa forma, a propagação da amoreira-preta no Brasil combina métodos tradicionais e biotecnológicos para atender à crescente demanda do mercado. A estaquia continua sendo a técnica mais utilizada, mas a cultura de tecidos representa uma solução estratégica para garantir mudas de alta qualidade, especialmente em regiões onde doenças podem comprometer a produtividade. Essa abordagem diversificada fortalece a fruticultura nacional e contribui para a sustentabilidade da produção da amoreira-preta no País.

Referências

- ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G.; SILVA, M. T. H.; TUROLLA, I. G. Propagação da amora-preta por estaquia utilizando ácido indolbutírico. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 2, p. 79-83, 2007.
- ANTUNES, L. E. C.; CHALFUN, N. N. J.; REGINA, M. de A. Propagação de cultivares de amoreira-preta (*Rubus* spp.) através de estacas lenhosas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 2, p. 195-199, abr. 2000a.
- ANTUNES, L. E. C.; CHALFUN, N. N. J.; REGINA, M. de A.; HOFFMANN, A. Blossom and ripening periods of blackberry varieties in Brazil. **Journal American Pomological Society**, v. 54, n. 4, p. 164-169, 2000b.
- AYUB, R. A.; SANTOS, J. N. DOS; ZANLORENSI JUNIOR, L. A.; SILVA, D. M. DA; CARVALHO, T. C. DE; GRIMALDI, F. Sucrose concentration and volume of liquid medium on the in vitro growth and development of blackberry cv. Tupy in temporary immersion systems. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, p. e007219, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-7054201943007219>.
- BUENO, P. M. C.; TOFANELLI, M. B. D.; VENDRAME, W. A.; BIASI, L. A. Paclobutrazol as an alternative to improve propagation of *Rubus brasiliensis* Mart. **Scientia Horticulturae**, v. 287, article 110215, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110215>.
- CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R. Enraizamento de estacas caulinares e radiculares de cultivares de amoreira-preta coletadas em diferentes épocas, armazenadas a frio e tratadas com AIB. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 232-237, 2012. DOI: 10.1590/S0103-84782012000200008.
- CAMPBELL, P. L.; ERASMUS, D. J.; STADEN, J. V. Enhancing seed germination of sand blackberry. **HortScience**, v. 23, n. 3, p. 560-561. 1988. DOI: 10.21273/HORTSCI.23.3.560.

COSTA, E. G. D.; BARRETO, C. F.; FARIAS, R. M.; MARTINS, C. R. Propagação de amoreira-preta em diferentes substratos e estimuladores de enraizamento. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 36654–36662, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n6-269.

COTNER, S.; CLARK, J. R.; STAFNE, E. T. Evaluation of scarification period and genotype on blackberry seed germination. **HortScience**, v. 40, n. 3, p. 879-879, 2005. DOI: 10.21273/HORTSCI.40.3.879a.

CROSA, C. F. R.; SOUZA, R. S. de; SILVEIRA, T.; MARCO, R. D.; ANTUNES, L. E. C.; MARTINS, C. R. Vegetative propagation of blackberry of the cultivars Tupy and BRS Caingua. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e23910414104, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14104>.

GONÇALVES, M. A.; CARPENEDO, S.; SOUZA, A. L. K. de; NASCIMENTO, D. C.; AFFONSO, L. B.; ANTUNES, L. E. C. Propagação. In: ANTUNES, L. E. C.; HOFFMANN, A. (ed.). **Pequenas frutas: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 51-61. il. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

HUSSAIN, I.; ROBERTO, S. R.; COLOMBO, R. C.; ASSIS, A. M. D.; KOYAMA, R. Cutting types collected at different seasons on blackberry multiplication. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 3, p. e-939, jul. 2017. DOI: 10.1590/0100-29452017939.

LOPES, J. C.; CAPUCHO, M. T.; COELHO, R. I.; SCANDIAN, A. S. R. Enraizamento de estacas foliares de violeta-africana (*Saintpaulia ionantha* Wendl.) em diferentes substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, p. 305–314, mar. 2005. DOI: 10.1590/S1413-70542005000200006.

MAIA, A. J.; BOTELHO, V. Reguladores vegetais no enraizamento de estacas lenhosas da amoreira-preta cultivar Xavante. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 323-330, abr./jun. 2008. DOI: 10.5433/1679-0359.2008v29n2p323.

REED, B.; POOTHONG, S.; HALL, H. K. Propagation of blackberries and related *Rubus* species. In: Hall, H. K.; Funt, R. C. (ed.). **Blackberries and their hybrids**. Boston, MA: CABI, 2017. p. 101-112.

VÁSQUEZ, W.; PUPIALES, P.; VITERI, P.; SOTOMAYOR, A.; FEICAN, C.; CAMPAÑA, D.; VIERA, W. Escarificación química y aplicación de ácido giberélico para la germinación de semillas de cultivares de mora (*Rubus glaucus* BENTH). **Interciência**, v. 44, n. 3, p. 161-166, 2019.

VIGNOLO, G. K.; PICOLOTTO, L.; GONÇALVES, M. A.; PEREIRA, I. S.; ANTUNES, L. E. C. Presença de folhas no enraizamento de estacas de amoreira-preta. **Ciência Rural**, v. 44, n. 3, p. 467–472, 2014. DOI: 10.1590/S0103-84782014000300013.

YAMAMOTO, L. Y.; KOYAMA, R.; BORGES, W. F. S.; ANTUNES, L. E. C.; ASSIS, A.M.; ROBERTO, S. R. Substratos no enraizamento de estacas herbáceas de amora-preta Xavante. **Ciência Rural**, v. 43, n. 1, p. 15–20, jan. 2013. DOI: 10.1590/S0103-84782012005000135.

Literatura recomendada

PICOLOTTO, L.; PEREIRA, I. S.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. G.; FERREIRA, L. V.; ANTUNES, L. E. C. Enraizamento de estacas de amoreira-preta em função da aplicação de potássio na planta matriz. In: ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO UFPEL, 14., 2012, Pelotas. **Anais....** Pelotas: UFPEL, 2012.

VILLA, F.; PIO, R.; CHALFUN, N. N. J.; GONTIJO, T. C. A.; DUTRA, L. F. Propagação de amoreira-preta utilizando estacas lenhosas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 4, p. 829–834, ago. 2003. DOI: 10.1590/S1413-70542003000400013.

Capítulo 7

Implantação de pomares e manejo do cultivo

Luís Eduardo Corrêa Antunes

Andressa Vighi Schiavon

Mateus Felipe Bernard

Introdução

A implantação do pomar é uma das fases mais importantes no cultivo da amoreira-preta e envolve desde a escolha da área, a amostragem e análise do solo, a interpretação dos resultados, a correção da fertilidade e preparo do terreno, a escolha da(s) cultivar(es), a orientação do plantio e a definição do sistema de condução a ser adotado. Essas decisões desempenham um papel fundamental na produtividade, na qualidade da produção, na rentabilidade e na longevidade do pomar. No entanto, para garantir o sucesso desse investimento, é importante realizar, previamente, uma análise abrangente de mercado de frutas e da disponibilidade de mão de obra para todas as atividades do pomar, e planejar toda a infraestrutura necessária.

Escolha do local

A escolha do local para a implantação do pomar de amoreira-preta deve ser baseada na disponibilidade de área que a propriedade possui, levando em consideração o tipo de solo, relevo (declividade) e direção dos ventos predominantes. Quanto à exposição do local, sempre que possível, a orientação do pomar deve ser voltada para o norte.

Em terrenos com relevo declivoso, é crucial considerar a possibilidade de instalação de terraços para contenção do escoamento superficial de água pluvial. Também deve-se evitar locais com risco de geadas tardias na primavera, que podem causar perdas significativas na produção. Nesses casos, uma estratégia eficaz é estabelecer o pomar na parte superior das encostas, onde o acúmulo de ar frio e a formação de geadas são menos frequentes. Além disso, em áreas mais suscetíveis à formação de geadas, é aconselhável utilizar cultivares de amoreira-preta que exigem maior quantidade de horas de frio para a superação da dormência, pois tendem a brotar e florescer mais tardiamente (Rotili et al., 2019), minimizando os riscos associados a geadas tardias.

Preparo e correção do solo

Após a seleção do local para implantação do pomar, é essencial coletar amostras de solo com antecedência de, pelo menos, três meses antes do plantio, e encaminhá-las a um laboratório para

análise química. Posteriormente, de posse dos resultados devidamente interpretados por um engenheiro-agrônomo, operacionalizar a correção da fertilidade e do pH desse solo, se necessário.

A preparação da área inicia-se pela limpeza, que envolve o corte da vegetação e a remoção de pedras e tocos de plantas. Caso seja identificada a necessidade de correção do solo, o calcário deve ser distribuído sobre a área antes da aração profunda com arado de discos, garantindo assim a incorporação nas camadas subsuperficiais. A etapa seguinte consiste na gradagem do solo, a qual tem como objetivo nivelar e uniformizar a superfície do solo. Posteriormente, a adubação fosfatada deve ser aplicada e incorporada nas linhas de plantio, com enxada rotativa, aproximadamente 40 dias após a aplicação do calcário (ver Capítulo 8).

Espaçamentos e densidade de plantio

A escolha dos espaçamentos entre plantas, linhas e a densidade de plantio a ser utilizada terão influência na produtividade, na sanidade e no manejo das plantas. Para esse planejamento, vários fatores devem ser levados em consideração, tais como: a declividade do terreno, o vigor e o hábito de crescimento da cultivar, a presença ou não de espinhos nas hastes, o sistema de condução a ser adotado, o maquinário disponível e os recursos financeiros para aquisição das mudas. Os espaçamentos mais utilizados variam de 0,5 a 0,8 m entre as plantas na linha e de 3 a 4 m entre as linhas de plantio, resultando em densidades de até 6.666 plantas por hectare (Figura 7.1A). No entanto, em algumas regiões, como a de Vacaria, RS, há pomares instalados com maiores densidades de plantio, que podem chegar até 20.000 plantas por hectare (Figura 7.1B).



Figura 7.1. Pomar de amoreira-preta instalado com espaçamento de 0,5 m entre plantas na linha e 3 m entre as linhas, conduzido em espaladeira simples (densidade de plantio: 6.666 plantas por hectare) (A). Pomar de amoreira-preta conduzido em espaladeira em “T” e em alta densidade de plantio, 0,20 m entre plantas na linha e 2,5 m entre as linhas (totalizando 20.000 plantas por hectare) (B).

Plantio

As mudas de amoreira-preta devem ser de boa procedência, adquiridas de viveiristas idôneos e devidamente legalizados como produtores de mudas. Devem igualmente ser isentas de pragas e doenças, e possuir a parte aérea e o sistema radicular bem desenvolvidos.

A época de plantio mais adequada depende da região e da disponibilidade de infraestrutura da propriedade, notadamente irrigação. O mais recomendado é que o plantio seja realizado no período

em que as plantas estão em baixa atividade fisiológica e o solo apresente adequado teor de umidade, que, na região sul do Brasil, corresponde aos meses de junho, julho e agosto. No entanto, se o pomar contar com sistema de irrigação, o plantio pode ser realizado em qualquer época do ano (Figura 7.2A).

Após a demarcação das linhas no pomar, as covas devem ser abertas com tamanho suficiente para acomodar o sistema radicular das mudas. Após o acondicionamento da muda na cova, adiciona-se solo até a cobertura total do sistema radicular, pressionando ao redor da muda para compactar levemente o solo e evitar bolsões de ar. Em seguida, a parte aérea das mudas deve ser podada a cerca de 10 cm do nível do solo, para que ocorra emissão de novas hastes (Figura 7.2B).

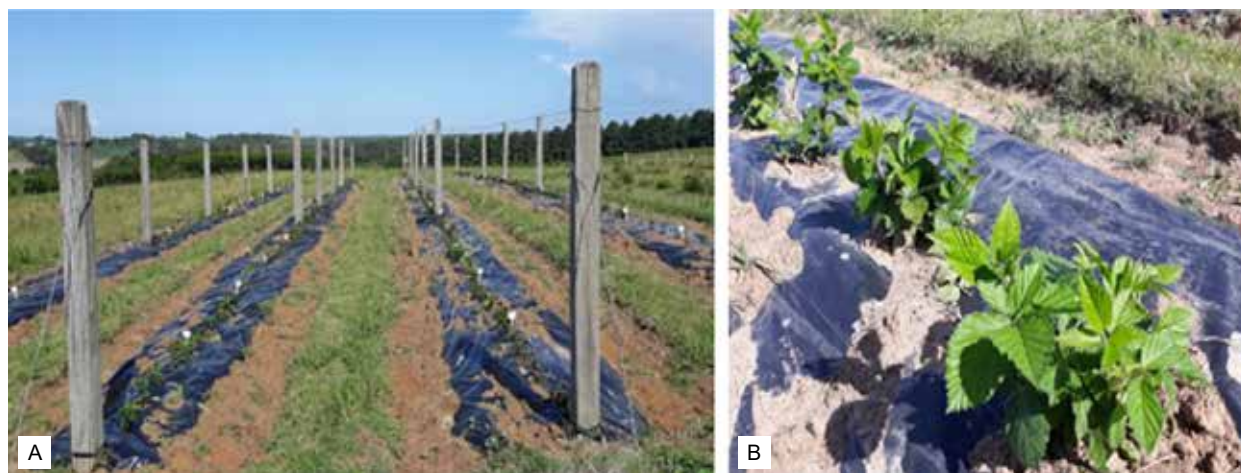


Foto: Andressa Vighi Schiavon

Figura 7.2. Sistema de plantio de amoreira-preta utilizando cobertura plástica para evitar competição com plantas daninhas (A); mudas de amoreira-preta em início de brotação, após a realização da poda de desponete (B).

Sistemas de condução das plantas e poda

A escolha do sistema de condução das plantas desempenha um papel crucial no aumento da produtividade da cultura da amoreira-preta. Um sistema que promova a melhor circulação de ar entre as plantas e otimize a exposição à luz solar resultará em crescimento equilibrado, tanto na parte vegetativa quanto na produtiva das plantas. O tipo de condução adotado para as plantas impacta diretamente a produtividade dos pomares, determinando a forma e a altura das plantas (Ferreira et al., 2016). Alguns produtores, na busca por reduzir custos, optam por cultivos sem tutoramento, conduzindo as plantas com hastes mais curtas, com cerca de 0,8 m acima do nível do solo, o que resulta em menor produtividade (Antunes; Raseira, 2014) (Figura 7.3). Em estudo que avaliou a produção de amoreira-preta 'BRS Tupy' em diferentes sistemas de condução, foi observado um aumento de aproximadamente 24% na produtividade ao empregar o sistema de condução em espaldeira em "T" em comparação ao sem tutoramento (Ferreira et al., 2016).

No entanto, é importante destacar que pomares conduzidos em sistemas de espaldeira simples ou em "T", além de possibilitarem a obtenção de rendimentos substancialmente mais elevados, protegem as frutas do contato com o solo e oferecem vantagens significativas para as práticas de manejo, como a poda, o tutoramento e a colheita. Normalmente, as amoreiras-pretas são conduzidas a alturas que variam entre 1,0 e 1,2 m a partir do nível do solo (Villa et al., 2014; Ferreira et al., 2016; Amaral et al., 2020; Martins et al., 2022), com o uso de estruturas de sustentação compostas geralmente por moirões de madeira e fios de arame (Figura 7.4).

A altura de condução das plantas também influencia diretamente na produtividade. O sistema de condução da amoreira-preta cultivar BRS Tupy em espaldeira em “T”, com 1 m de altura, possibilitou a produção de 2,07 kg por planta (Ferreira et al., 2016), enquanto que a espaldeira simples de 1,80 m de altura possibilitou obter produção de frutas de 4,13 kg por planta, a partir do terceiro ano após o plantio.

A condução das hastes deve ser tutorada à medida que a planta cresce, selecionando as mais vigorosas, deixando-se de três a cinco hastes principais por planta (Figura 7.4A). No momento que a haste principal ultrapassar o fio superior da espaldeira, no caso de pomares com sistema de condução, ou atingir cerca 0,80 m de altura, para pomares conduzidos sem sustentação, a parte apical dessas hastes primárias deve ser despontada para que ocorra a emissão de hastes secundárias (Figura 7.4B), de modo a aumentar, assim, o potencial produtivo do pomar. Geralmente esse desponção deve ser feito na primavera, entre novembro e dezembro.

Na escolha da utilização ou não de um sistema de condução, deve-se considerar vários fatores, como o hábito de crescimento da cultivar de interesse, que pode ser prostrado, semiereto ou ereto, a expectativa de produção desejada do pomar, o custo, a qualidade da fruta e seu destino (consumo in natura ou para a indústria), além da disponibilidade de mão de obra para os diversos tratamentos culturais, e o potencial e capacidade de investimento por parte do produtor.

Sistema livre (sem sustentação)

Quando o produtor opta por implementar um pomar e conduzir as plantas sem o uso de tutoramento (Figura 7.3), realiza-se uma poda mais intensa das amoreiras, limitando o comprimento dos ramos em aproximadamente 0,8 m, com o intuito de evitar um possível envergamento e quebra dos ramos, em função do peso das frutas, uma vez que os ramos não possuem nenhum outro tipo de sustentação. Por conta dessa redução do tamanho dos ramos, diminui-se o número de gemas, o que, consequentemente, afeta a produtividade.



Foto: Andressa Vighi Schiavon

Figura 7.3. Pomar de amoreira-preta BRS Tupy sem sistema de condução.

Sistema de condução em “T”

O sistema de condução em “T” é um dos sistemas de condução mais comuns para a amoreira-preta (Figura 7.9). Nele, são instalados postes (de madeira ou alvenaria) na linha de plantio, enterrados a cerca de 0,5 m no solo, deixando 1,3 m acima do solo. Nas extremidades das fileiras, são utilizadas estacas inclinadas de 1,60 m de altura e 0,15 m de diâmetro para fornecer suporte ao sistema, semelhante a um rabicho utilizado na cultura da videira. As travessas em forma de “T” são fixadas a uma altura de 1,0 a 1,2 m do solo, e nelas são passados dois fios paralelos, com espaçamento de 40 a 50 cm entre eles. Quando os brotos das plantas ultrapassam os fios, eles são amarrados. Esse tipo de tutoramento é crucial para evitar danos causados pelo vento e facilitar a colheita das frutas (Pagot et al., 2007).

Espaldeira

O sistema de condução em espaldeira oferece diversas vantagens para a cultura da amoreira-preta, evitando o tombamento e o rompimento de hastes, e proporcionando suporte adequado durante a fase de produção, quando os ramos estão carregados. Além disso, esse sistema facilita o manejo e a colheita. Esses fatores contribuem para a produção de frutas de melhor qualidade. A condução em espaldeira também aumenta a eficiência dos tratamentos fitossanitários e favorece a obtenção de maiores produtividades, permitindo maior número e comprimento de hastes e, consequentemente, ampliação da área de produção (Ferreira et al., 2017).

Esse conjunto de benefícios faz do sistema de condução em espaldeira uma escolha eficaz para otimizar o cultivo da amoreira-preta, uma vez que a produtividade média de frutas, nesse sistema, pode ultrapassar 21 t/ha, já a partir da primeira safra após implantação do pomar (Schiavon, 2023). É importante ressaltar que o sucesso desse sistema depende também de outros fatores, como a escolha de variedades adequadas, adoção de práticas de manejo integrado, irrigação e condições climáticas favoráveis.

Nesse sistema, os ramos principais são direcionados verticalmente por meio de três ou quatro linhas horizontais de fios de arame duplos em paralelo, espaçadas em aproximadamente 40 cm, sendo os últimos fios localizados a uma altura de 1,80 m do solo (Figura 7.4). Mantém-se em média três a quatro hastes verticais principais, enquanto os ramos secundários são podados com 30 cm de comprimento, eliminando-se os ramos que ficam mal posicionados ou muito próximos ao solo. Nesse sistema de condução, a altura das plantas é maior do que a usualmente adotada em outros sistemas de condução, proporcionando a ampliação da área de produção (Ferreira et al., 2017).



Fotos: Andressa Vighi Schiavon

Figura 7.4. Plantas de amoreira-preta em pleno crescimento vegetativo (A). Plantas de amoreira-preta, em sistema de espaldeira simples, após o desponte da haste principal e emissão das hastes secundárias (B). Hastes em repouso vegetativo, tutoradas entre os fios de arame (C).

Poda

A poda da amoreira-preta é realizada em dois momentos no ano. No inverno, quando se selecionam as hastes principais, deixando-se de três a cinco hastes por planta e encurtando-se as secundárias ou laterais a cerca de 0,30 m (Campagnolo; Pio, 2012) (Figura 7.5); no verão, quando pode ser realizada uma poda de formação leve ou drástica.



Figura 7.5. Plantas de amoreira-preta após a poda de inverno (A). Hastes secundárias encurtadas a cerca de 0,30 m durante a poda de inverno (B).

A poda de verão é realizada após o período de colheita, correspondente à segunda quinzena de janeiro, na região Sul do Brasil. Nesse momento, o objetivo principal é a remoção de ramos velhos que já frutificaram, visando estimular o crescimento de novos ramos, que serão responsáveis pela produção no ciclo subsequente. A poda leve consiste na retirada seletiva apenas dos ramos que produziram naquele ciclo produtivo, preservando os ramos novos emitidos durante o novo período de crescimento (Figura 7.6). Por outro lado, a poda drástica envolve a eliminação completa de todos os ramos, tanto os produtivos quanto os novos, que viriam a produzir na safra subsequente (Campagnolo; Pio, 2012). Isso resulta na renovação total da parte aérea (Figura 7.7), fazendo com que a planta tenha que emitir novas brotações, que frutificarão na primavera-verão seguinte.



Figura 7.6. Poda leve de pós-colheita em amoreira-preta. Plantas antes da realização da poda (A). Poda leve, realizada através da remoção seletiva dos ramos, onde somente os ramos que produziram naquele ciclo foram removidos (B). Planta após a realização da poda leve, onde os ramos emitidos naquele ciclo vegetativo foram mantidos (C).

Apesar da poda drástica apresentar maior praticidade, quando comparada à poda leve, possui o inconveniente de que, para as cultivares de ciclo mais tardio, o crescimento de novas hastes é limitado, em função do curto período de condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento das plantas, especialmente quando cultivadas em regiões caracterizadas por temperaturas baixas durante o outono, também devido à redução do fotoperíodo. O metabolismo da planta acaba sendo reduzido e, com a posterior entrada em dormência, as hastes ficam mais curtas, prejudicando a produção da safra seguinte.

A realização de poda drástica no início do mês de fevereiro, após o término da colheita de frutas de genótipos de amoreira-preta de produção tardia, no município de Pelotas, RS, afetou negativamente a produção na safra seguinte, em função do tamanho reduzido das novas hastes emitidas (Schiavon, 2023). Nessa região, a partir do mês de abril, observa-se diminuição gradual da temperatura, assim como do fotoperíodo, afetando diretamente o desenvolvimento das plantas, que passam a apresentar crescimento mais lento e posterior entrada em dormência.

No entanto, em Marechal Cândido Rondon, PR (Campagnolo; Pio, 2012), e em Lavras, MG (Tadeu et al., 2015), caracterizadas como regiões subtropicais, a poda drástica de verão, realizada após o término da colheita, resultou em maior produção de frutas em comparação à poda leve, na qual apenas as hastes que já haviam produzido foram retiradas. É importante ressaltar que, em ambos os estudos, a poda drástica foi executada em janeiro, e as condições climáticas subsequentes foram favoráveis ao crescimento das plantas. Dessa forma, a decisão sobre o tipo de poda de verão a ser adotado deve ser baseada nas características genéticas de cada cultivar e também nas condições climáticas da região de cultivo.



Fotos: Andressa Vighi Schiavon

Figura 7.7. Poda drástica em pós-colheita em amoreira-preta: plantas pré-poda (A); poda drástica realizada através da remoção total dos ramos (B); pós-poda drástica (C).

Controle de plantas invasoras

As plantas daninhas crescem juntamente com as culturas de interesse e, se não forem manejadas, podem impactar negativamente no desenvolvimento, na produção e na qualidade das frutas, pois competem por água e nutrientes com a cultura (Meyers et al., 2014). A fase mais crítica em relação ao controle das plantas daninhas é logo após a implantação do pomar, pois as mudas são pequenas e sensíveis, sendo necessário mantê-las livres de competição. No entanto, mesmo após o estabelecimento do pomar, é crucial manter as linhas de cultivo livres de plantas daninhas, principalmente no período de crescimento vegetativo.

O controle das plantas invasoras pode ser realizado de diversas maneiras, desde a utilização de *mulching*, capina, controle químico ou roçadas. O *mulching* de polietileno (Figura 7.8) ou de cobertura morta (palhada), além de auxiliar no controle de plantas daninhas, conserva a umidade do

solo. No caso do *mulching* de polietileno, recomenda-se utilizar sistema de irrigação por gotejamento sob a cobertura, realizando fertirrigação, pois esse tipo de *mulching* impermeabiliza a superfície do solo e dificulta a adubação manual por cobertura. A utilização de *mulching* de polietileno preto pode proporcionar aumento na produção de frutas, como observou Dixon et al. (2015), que obteve aumento de 30% em comparação à capina manual, e incremento de 47%, quando comparado ao método sem controle.



Foto: Andressa Vighi Schiavon

Figura 7.8. Pomar de amoreira-preta com *mulching* de polietileno preto.

O controle químico das plantas daninhas geralmente é realizado nas linhas de cultivo, por meio de herbicidas de ação sistêmica e de contato, preferencialmente no período de repouso vegetativo da cultura, enquanto a vegetação nas entrelinhas é mantida e controlada por meio de roçadas (Figura 7.9).



Foto: Aryon Bittencourt

Figura 7.9. Pomar de amoreira-preta onde o controle das plantas daninhas foi realizado mediante a aplicação de herbicidas nas linhas de cultivo e roçada nas entrelinhas.

Outra opção é a realização da capina manual (Figura 7.10) que, apesar de ser uma atividade bastante onerosa, é uma alternativa eficaz para pomares recém-implantados, onde a deriva de herbicidas pode causar danos substanciais. Entretanto, desaconselha-se o uso de enxada rotativa, pois isso provoca o revolvimento do solo e a fragmentação das raízes da amoreira-preta. Esse

processo estimula a segmentação de raízes (estacas de raiz) e a formação de várias novas mudas nas entrelinhas do pomar, que, por sua vez, dificultam a circulação de máquinas e pessoas para a execução das práticas culturais.



Foto: Aryon Bittencourt

Figura 7.10. Pomar de amoreira-preta recém-implantado, onde o controle das plantas daninhas nas linhas de cultivo foi realizado por meio da capina manual.

Considerações finais

O sistema de condução é um item do custo de produção a ser considerado. Embora haja necessidade de investimento de material para instalação do pomar, os resultados e retornos econômicos são evidentes. Potencializa a produção da cultivar, facilitando a expressão do potencial produtivo. Cria condições para que o manejo fitossanitário seja eficaz e eficiente. Melhora sobremaneira o processo de colheita, tornando mais ágil e reduzindo perdas por danos provocados pelos espinhos das hastes das plantas. Portanto, pomares comerciais que buscam maior eficiência agrônômica, laboral, econômica e financeira precisam planejar adequadamente a instalação de sistema de condução que suportem o volume de frutas a ser colhidas ao longo da vida útil do pomar.

Referências

- AMARAL, L. O.; ROSSI, A.; RIBEIRO, A. M. A. de S.; SERAFIM, H.; MARCHIORETTO, L. R. Produção e qualidade de frutos de genótipos de amoreira-preta. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 6, n. 2, p. 126–131, 2020.
- ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. do C. B. (ed.). **Aspectos técnicos da cultura da amora-preta**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 54 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 122).
- CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R. Poda drástica para a produção da amora-preta em regiões subtropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 934-938, 2012. DOI: 10.1590/S0100-204X2012000700009.
- DIXON, E. K.; STRIK, B. C.; VALENZUELA-ESTRADA, L. R.; BRYLA, D. R. Weed management, training, and irrigation practices for organic production of trailing blackberry: I. Mature plant growth and fruit production. **HortScience**, v. 50, n. 8, p. 1165-1177, 2015. DOI: 10.21273/HORTSCI.50.8.1165.
- FERREIRA, L. V.; PICCOLOTTO, L.; COCCO, C.; PEREIRA, I. dos S.; ANTUNES, L. E. C. **Produção de Amora-preta em Sistemas de Condução em Espaladeira e sem Tutor**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017. 26 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 446).

FERREIRA, L. V.; PICOLOTTO, L.; COCCO, C.; FINKENAUER, D.; ANTUNES, L. E. C. Blackberry yield on different trellis systems. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 421–427, 2016. DOI: 10.1590/0103-8478cr20140601.

MARTINS, W. A.; SANTOS, S. C.; JARA, R. S.; SANTOS, C. C.; BISCARO, G. A. Alternatives for trellis systems and pruning of Blackberry: yield and fruit quality in the Southwest region of Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 44, n. 3, p. 1–9, 2022.

MEYERS, S. L.; JENNINGS, K. M.; MONKS, D. W.; MITCHEM, W. E. Effect of weed-free strip width on newly established 'Navaho' blackberry growth, yield, and fruit quality. **Weed Technology**, v.28, n.2, p. 426-431, 2014.

PAGOT, E.; SCHNEIDER, E. P.; NACHTIGAL, J. C.; CAMARGO D. A. **Cultivo da amoreira-preta**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 11 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 75).

ROTILI, M. C. C.; VILLA, F.; DA SILVA, D. F.; ROSANELLI, S.; MENEGUSSO, F. J.; RITTER, G. Phenological behavior and agronomic potential of blackberry and hybrids in a subtropical region. **Revista Ceres**, v. 66, n. 6, p. 431–441, 2019.

SCHIAVON, A. V. **Morangueiro e amoreira-preta: manejo e competição de genótipos**. 2023. 163 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

TADEU, M. H.; DE SOUZA, F. B. M.; PIO, R.; DO VALLE, M. H. R.; LOCATELLI, G.; GUIMARÃES, G. F.; SILVA, B. E. C. Poda drástica de verão e produção de cultivares de amoreira-preta em região subtropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 2, p. 132–140, 2015. DOI: 10.1590/S0100-204X2015000200005.

VILLA, F.; SILVA, D. F. da; BARP, F. K.; STUMM, D. R. Amoras-pretas produzidas em região subtropical, em função de podas, sistemas de condução e número de hastes. **Revista Agrarian**, v. 7, n. 26, p. 521–529, 2014.

Literatura recomendada

ANTUNES, L. E. C.; PEREIRA, J. F. M. Tratos culturais. In: EMBRAPA. **Sistema de produção da amoreira-preta**. Brasília, DF: Embrapa, 2023. 63 p. (Embrapa Clima Temperado. Sistema de produção, 12). Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amora/SistemaProducaoAmoreiraPreta/plantio.htm>. Acesso em: 22 maio 2025.

GONÇALVES, E. D.; ZAMBON, C. R.; SILVA, D. F.; SILVA, L. F. O.; PIO, R.; ALVARENGA, A. A.; CAPRONI, C. M. **Implantação, manejo e pós-colheita da amoreira preta**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011. 5 p. (Circular Técnica, 140).

Capítulo 8

Adubação e nutrição

Carlos Augusto Posser Silveira

Ivan dos Santos Pereira

Gilberto Nava

Jorge Atílio Benati

Introdução

A amoreira-preta (*Rubus* spp.) é nativa de vários continentes, sendo considerada uma cultura de elevada rusticidade, precocidade e de retorno econômico rápido. Atualmente, são cultivados no Brasil em torno de 1.400 ha, com produtividade média de 5,0 t/ha, mas pomares bem manejados passam de 20,0 t/ha, indicando o elevado potencial produtivo da cultura.

De acordo com Clark (2023), aproximadamente 75% das amoras comercializadas nos mercados de varejo nos Estados Unidos da América (EUA) são produzidas na região central do México, cuja área de produção é estimada em mais de 10.000 ha, sendo a maior área de produção de amora-preta do mundo. A indústria mexicana de amora-preta se desenvolveu na década de 1990, após a introdução da cultivar brasileira BRS Tupy. Apesar disso, no que diz respeito à adubação e nutrição de amoreira-preta, trabalhos de pesquisa sobre esse tema são raros no México, assim como nos maiores produtores mundiais (Spiers; Braswell, 2002; Yang et al., 2023).

Pereira et al., (2015a) apontam alguns motivos para a falta de pesquisas nessa área, com destaque para o longo tempo necessário para a obtenção de resultados consistentes, o custo elevado de experimentos de adubação e a carência, em nível mundial, de grupos de pesquisa consolidados sobre adubação e nutrição de amoreira-preta. Os autores sugerem a adaptação de metodologias de pesquisas, adotadas para culturas anuais, para estudos de nutrição da amoreira-preta, e a criação de rede de experimentos regionais para realização de estudos de calibração de nutrientes, considerando o hábito de crescimento (eretas, semieretas e rasteiras) das principais cultivares plantadas.

Outro aspecto carente de pesquisas é a época adequada para a amostragem foliar e os tipos de estruturas vegetativas onde serão realizadas as amostragens de folhas. Convém, no âmbito deste capítulo, definir, minimamente, as estruturas vegetais e reprodutivas responsáveis pela produção de frutas na amoreira-preta e os locais onde são realizadas as amostragens foliares.

A amoreira-preta tem raízes e coroas perenes, porém, o ciclo de vida das brotações (ou hastes) é de 2 anos. Em cultivares remontantes, as hastes vegetativas (*primocanes*) também são consideradas estruturas reprodutivas, enquanto nas não remontantes (maioria das cultivares de amoreira-preta existentes) existem hastes vegetativas e hastes reprodutivas, separadas no tempo de formação. Nesse caso, no primeiro ano de crescimento, as hastes vegetativas se desenvolvem (em algumas cultivares chegam a produzir frutas), enquanto, no segundo ano, sobre essas estruturas, surgem as hastes diferenciadas, reprodutivas/floríferas (*floricanes*), com brotações

laterais curtas e com folhas pequenas, trifoliadas, cujas pontas apresentam uma inflorescência. Portanto, hastes vegetativas apresentam majoritariamente crescimento vegetativo no primeiro ano de formação, diferenciando-se em hastes reprodutivas/floríferas, que são responsáveis pela produção de frutas (segundo ano).

Logo após a colheita, toda a estrutura aérea, onde as frutas foram produzidas, seca e morre, no caso das *floricanes*. Ao mesmo tempo, desde o início da primavera, ocorre a emissão e crescimento de novas hastes/brotações originadas da coroa ou sistema radicular, as quais serão responsáveis pela produção de frutas na próxima estação. Essa definição é importante, pois a amostragem de tecido foliar para o diagnóstico nutricional se dá sobre folhas desenvolvidas nessas últimas estruturas. Recentemente, trabalhos de pesquisa têm revisado os níveis de suficiência de nutrientes no tecido foliar, a época de amostragem de folhas (Strik; Vance, 2015; 2016) e as recomendações de adubação para cultivares de amoreira-preta com diferentes hábitos de crescimento (Strik; Vance, 2017).

O presente capítulo contempla uma revisão atualizada sobre adubação em amoreira-preta em pesquisas realizadas no Brasil (Pereira et al., 2009; Pereira et al., 2011a; 2011b; Antunes et al., 2014; Pereira et al., 2015a; Pereira et al., 2015b; Teixeira et al., 2021; Barreto et al., 2022) e em alguns dos países maiores produtores de amora-preta, como Estados Unidos (Strik; Finn, 2012; Strik; Vance, 2017), México (Galindo-Reyes et al., 2004) e Sérvia (Milošević et al., 2017). Atualmente, as pesquisas na área de adubação e nutrição de amoreira-preta, em nível mundial, focam na época de amostragem de folhas nas estruturas vegetativas e reprodutiva, nas faixas de teores recomendados, em adubos orgânicos (tanto para uso no solo quanto em fertirrigação), no manejo da cobertura do solo e, na partição de nutrientes oriundos da adubação. São escassos os trabalhos sobre curvas de calibração com doses de fertilizantes isolados, à exceção dos trabalhos realizados por Pereira et al. (2015b) com potássio (K), por Pereira et al. (2015a) com nitrogênio (N) e por Teixeira et al. (2021) com N e K.

Condições edáficas para amoreira-preta

Em geral, a amoreira-preta se adapta bem a uma ampla variação de tipos de solos, porém se desenvolve melhor em solos franco-arenosos e com satisfatório teor de matéria orgânica (Grandall, 1995; Gazda; Kochmanska-Bednarz, 2010). Por outro lado, não tolera solos encharcados, devendo-se evitar solos argilosos, rasos e mal drenados ou com propensão ao encharcamento permanente (Fernandez; Ballington, 1999).

Considerando-se que a amoreira-preta apresenta sistema radicular superficial, mesmo em pomares velhos, a amostragem de solo para determinação do pH, bem como de outros parâmetros químicos do solo, deve ser realizada na profundidade de 0 a 20 cm.

No que diz respeito ao teor de matéria orgânica do solo (MOS), grande parte dos solos brasileiros têm teores baixos (<2,5%), de tal modo que se recomenda o aporte de materiais de origem orgânica, bem como a semeadura de plantas de cobertura com elevada capacidade de produção de fitomassa, tanto na implantação do pomar quanto no seu manejo anual.

Adubação em amoreira-preta e necessidades nutricionais

Tanto no Brasil, quanto em outros países produtores de amora-preta, existem poucas informações sobre as recomendações de adubação a serem adotadas. Algumas recomendações gerais podem ser obtidas em manuais sobre a cultura. Por exemplo, em Astúrias (Espanha), a recomendação é aplicar 400 kg/ha da fórmula N-P-K 9-18-27 (o que corresponde a 36, 72 e 108 kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente), parcelados em duas vezes, entre o final da primavera e o início do verão. Além disso, é recomendado aplicar 100 kg/ha de nitrato magnésiano na floração e, a cada 2-3 anos, aplicar de 20 a 30 t/ha de esterco (Guía [...], 2025).

No caso do Chile (Solar; Madrid, 2012), a recomendação de nitrogênio (N) é feita em função da produtividade esperada e do teor desse elemento no solo, sendo que a aplicação deve ser fracionada durante o ciclo, via fertirrigação. No caso do fósforo (P), a aplicação se baseia em análise de solo e a aplicação deve ser em pré-plantio. É recomendado que se apliquem fontes orgânicas especificamente ricas em P. Já para o potássio (K), é importante saber o percentual da capacidade de troca de cátions (CTC) ocupada por K (ideal é de 3 a 4%). Para o magnésio (Mg), a partir das análises de solo e de folha, e de observações visuais, deve-se manter a saturação de Mg na CTC entre 10 e 15% e, finalmente, para o cálcio (Ca), a saturação desse elemento na CTC deve ser de 60% em solos leves, e de 80% em solos argilosos. Os autores sugerem usar as equações abaixo para quantidades das adubações à base de K, Mg e Ca.

Equação 1: Quantidade de K (kg/ha) = $1,5 \times \text{CTC (porcentagem da CTC a atingir - porcentagem da CTC medida)}$

Equação 2: Quantidade de Mg (kg/ha) = $0,5 \times \text{CTC (porcentagem da CTC a atingir - porcentagem da CTC medida)}$

Equação 3: Quantidade de Ca (kg/ha) = $0,75 \times \text{CTC (porcentagem da CTC a atingir - porcentagem da CTC medida)}$

Para o cultivo de amoreira-preta nos Estados Unidos e no leste do Canadá, Bushway et al. (2008) recomendam aplicar as doses de N em função da idade das plantas (Tabela 8.1). Já para o P, a recomendação é de que, em caso de teores foliares baixos de P, sejam aplicados 112 kg/ha de P_2O_5 , enquanto para o K a quantidade máxima a aplicar anualmente é de 280 kg/ha de K_2O (em solos argilosos, metade dessa quantidade). As fontes sulfato de potássio ou potássio-sulfato de magnésio são as mais indicadas para as amoreiras. Embora o cloreto de potássio seja a fonte de menor custo, as amoreiras são sensíveis ao cloreto, principalmente em doses elevadas (>560 kg/ha de K_2O).

Tabela 8.1. Recomendações gerais de nitrogênio (N) a aplicar em framboeseiras e amoreiras-pretas, para cultivo nos Estados Unidos e no leste do Canadá.

Idade das plantas	Dose de N (kg/ha)	Momento da aplicação	Fontes de N	Observações
Ao longo do verão				
0	28 a 39	Quatro semanas após o plantio.	Nitrato de cálcio.	Evitar o contato do fertilizante com as plantas.
1	39 a 62	Final da primavera ou início do verão (duas vezes).	Ureia, nitrato de amônio.	Doses maiores em solos arenosos e/ou irrigados.
2+	45 a 90	Final da primavera ou início do verão (duas vezes).	Ureia, nitrato de amônio.	Doses maiores em solos arenosos e/ou irrigados.
Queda das folhas				
0	28	Quatro semanas após o plantio ou na metade do verão.	Nitrato de cálcio.	Evitar o contato do fertilizante com as plantas.
1	56 a 90	Final da primavera ou início do verão (duas vezes).	Ureia, nitrato de amônio.	Doses maiores em solos arenosos e/ou irrigados.
2+	78 a 112	Final da primavera ou início do verão (duas vezes).	Ureia, nitrato de amônio.	Doses maiores em solos arenosos e/ou irrigados. Ajustar as doses a partir da análise foliar.

Fonte: Bushway et al. (2008)

Um resumo das principais publicações sobre adubação de amoreira-preta consta na Tabela 8.2.

Apesar da existência desses manuais e sugestões de adubação, as recomendações são gerais, não consideram a densidade de plantio, as particularidades das cultivares, assim como não definem condições intermediárias de nível de fertilidade. Porém, as pesquisas nessa área têm avançado nos últimos 15 anos, principalmente no Brasil (Pereira et al., 2009; Pereira et al., 2011a; 2011b; Antunes et al., 2014; Pereira et al., 2015a; 2015b; Barreto et al., 2022), encontrando paralelo nas pesquisas realizadas por instituições de pesquisa dos Estados Unidos, em particular do Estado de Oregon (Hart et al., 2006; Strik, 2008; Strik; Finn, 2012; Harkins et al., 2014; Strik; Bryla, 2015; Dixon et al., 2016; Strik; Vance, 2016; Strik; Vance, 2017).

Tabela 8.2. Resumo de informações sobre adubação em amoreira-preta publicadas em diversos países produtores.

Tipo de fertilizante ou insumo testado ⁽¹⁾	Total de nutrientes aplicados	Local de condução do estudo	Cultivares testadas	Tipo de experimento	Duração (meses)	Época e tipo de estrutura da amostragem foliar	Principais resultados	Referências
Sais para solução nutritiva (0 mg/L, referência e dez vezes a referência).	Referência = 100 mg/L de N, 20 mg/L de P, 50 mg/L de K, 80 mg/L de Ca e 24 mg/L de Mg.	Poplarville, Mississippi (EUA).	Navaho.	Casa de vegetação.	24 (1993/1994)	Primocane; 1, 3 e 5 meses.	As concentrações foliares de Ca e Mg foram reduzidas pelas altas taxas de adubação com N e K. O N foliar foi influenciado apenas pela adubação nitrogenada; A dose de dez vezes a referência de N resultou em graves danos às plantas. A solução com baixo teor de K produziu crescimento atrofiado.	Spiers; Braswell (2002).
Ureia, Cloreto de potássio (KCl), superfosfato triplo (SFT).	100, 80 e 80 kg/ha de N, P ₂ O ₅ (pentóxido de fósforo) e K ₂ O (óxido de potássio)	Texcoco (México).	Comanche.	Campo.	12 (2000)	Não amostrada.	200 mg/L de thidiazuron + 100 mg/L de ácido giberélico aumentou em 196 g o peso de frutos por haste ou sete vezes mais que a testemunha	Galindo-Reyes et al. (2004).
Cama de aviário, termofosfato, agrominerais (calcário de xisto (CX) e xisto retortado (XR); Adubação à base de NPK (fórmula 8-20-20).	NPK 30, 70, 70 kg/ha de N, P ₂ O ₅ e K ₂ O; 0,0, 1,0, 2,0 e 4,0 t/ha de CX + 0,0; 0,5; 1,0; e 2,0 t/ha de XR.	São Mateus do Sul, PR (Brasil).	Tupy e Xavante.	Campo	24 (2006/2007)	Não amostrada.	Tratamentos com 2 t/ha de CA + 1,2 t/ha de termofosfato + 4 t/ha de CX + 2,0 t/ha de XR e com 350 kg/ha da fórmula 8-20-20 apresentaram as maiores concentrações de fósforo e potássio no solo.	Pereira (2008).
Ureia, KCl, SFT.	Nitrogênio: 15 kg/ha; fósforo: 357 kg/ha de pentóxido de fósforo (P ₂ O ₅); potássio 51,7 kg/ha de óxido de potássio (K ₂ O);	Pelotas, RS (Brasil).	Tupy	Casa de vegetação.	19 (2010/2011)	Não amostrada.	Comprimento de hastes, comprimento entrenós e massa seca da poda foram maiores na adubação completa NPK.	Pereira et al. (2011a).
Torta de tungue, fosfato natural, granodiorito.	Nitrogênio: 200 kg/ha (torta de tungue); fósforo: 150 kg/ha de P ₂ O ₅ (fosfato natural); dose de K ₂ O: 0; 65; 130; e 260 kg/ha (granodiorito).	São Lourenço do Sul, RS (Brasil).	Tupy, Xavante, Guarani e Cherokee.	Campo.	12 (2012/2013)	Não amostrada.	Modificação das classes de teores de P e K no solo; torta de tungue foi eficiente no aumento dos teores de P e K solo; efeito positivo do granodiorito sobre a produtividade e os teores de P e K no solo.	Milech et al (2013).

Continua...

Tabela 8.2. Continuação.

Tipo de fertilizante ou insumo testado ⁽¹⁾	Total de nutrientes aplicados	Local de condução do estudo	Cultivares testadas	Tipo de experimento	Duração (meses)	Época e tipo de estrutura da amostragem foliar	Principais resultados	Referências
Esterco de galinha peletizada; hidrolizado/emulsão de peixe; fertilizante orgânico líquido.	Para fornecer 54 kg/ha de N (em 2010) e 53 kg/ha de N (em 2011 e 2012).	Aurora, Oregon (EUA).	Marion e Black Dia-mond.	Campo.	36 (2010/2011/2012).	<i>Primocane</i> e <i>Florican</i> .	Concentrações de nutrientes foliares foram diferentes entre <i>primocanes</i> e <i>floricanes</i> .	Harkins et al (2014).
KCl	Dose de K ₂ O: 0; 16,6; 33,4; 50,0; 66,6 kg/ha; dose de fósforo: 75 kg/ha de P ₂ O ₅ ; dose de nitrogênio: 100 kg/ha.	Pelotas, RS (Brasil)	BRS Xingu e Tupy.	Campo.	36 (2009/2010/2011).	<i>Florican</i> .	A adubação potássica influenciou o crescimento vegetativo das plantas. A produtividade das duas cultivares aumentou linearmente com a aplicação de K por planta nos três anos.	Pereira et al. (2015b).
1) Licor de maceração de milho e mistura com digestado de resíduos de peixe (2,5N-1,1P-1,2K); 2) hidrolizado/emulsão de peixe em mistura com melão (4N-0P-1,7K).	Para fornecer 56 e 90 kg/ha de N em 2012 e 2013: (2,5N-1,1P-1,2K); (4N-0P-1,7K).	Aurora, Oregon (EUA).	Marion e Black Dia-mond.	Campo.	24 (20011/2012/2103).	<i>Primocane</i> e <i>floricane</i> .	Não houve diferenças entre os fertilizantes no crescimento das plantas, rendimento e qualidade dos frutos, e ambos os fertilizantes foram adequados para manejo da amora-preta em sistema orgânico.	Fernandez-Salvador et al. (2015a).
1) Mistura de hidrolizado e emulsão de peixe e melão (4N-0P-1,7K); 2) farelo de soja peletizada (8N-0,4P-1,7K); 3) cama de frango peletizada (4N-1,3P-2,5K).	Para fornecer 56 kg/ha de N: (4N-0P-1,7K); (8N-0,4P-1,7K); (4N-1,3P-2,5K).	Aurora, Oregon (EUA).	Marion, Black Dia-mond, Obsidian e Triple Crown.	Campo.	24 (20011/2012/2013).	<i>Primocane</i> .	As respostas das plantas foram muito afetadas pelo fator cultivar, enquanto os efeitos do tipo de fertilizante foram relativamente menores; as cultivares de amora-preta responderam de forma semelhante aos três tipos de fertilizantes orgânicos; o custo por unidade de N variou de US\$ 18/kg para a mistura líquida de hidrolizado/emulsão de peixe e melão, US\$ 11,8/kg para o farelo de soja peletizado, e US\$ 5,6/kg para cama de frango peletizada.	Fernandez-Salvador et al. (2015b).

Continua...

Tabela 8.2. Continuação.

Tipo de fertilizante ou insumo testado ⁽¹⁾	Total de nutrientes aplicados	Local de condução do estudo	Cultivares testadas	Tipo de experimento	Duração (meses)	Época e tipo de estrutura da amostragem foliar	Principais resultados	Referências
Mistura de hidrolizado e emulsão de peixe.	Para fornecer 56 kg/ha de N: (2012: 4N-0P-2K) e 90 kg/ha de N (2013: 4N-2P-1K; 2014: 5N-0,4P-1,7K).	Aurora, Oregon (EUA).	Marion e Black Dia-mond.	Campo.	36 (2012/2013/2014).	<i>Primocane</i> .	As concentrações de N podem ter refletido apenas uma diferença na alocação entre partes da planta e não uma verdadeira deficiência de N; as taxas de fertilização precisam ser ajustadas para alguns dos produtos orgânicos.	Dixon et al. (2016).
NPK	NPK (500 kg/ha - 75 kg/ha de N, P, K); zeólita (10 t/ha); esterco bovino (10 t/ha).	Cacak (Sérvia).	Thornfree.	Campo.	36 (2008/2009/2010).	<i>Primocane</i> .	Os tratamentos combinando NPK+esterco+zeólita, NPK+esterco e NPK, isolado, promoveram maior crescimento das primocanes, produtividade, propriedades físicas da baga e de alguns macro e micronutrientes	Milošević et al. (2017)
Fertilizantes orgânicos, não especificadas as fontes.	2013: 79 kg/ha de N, sendo 34 kg/ha via 8N-7,5P-14K e 45 kg/ha via 40N-0P-0K-5Mg. 2014: 90 kg/ha N via 16N-7P-13K; e 28 kg/ha de N nas cultivares eretas e semieretas, via 16N-7P-13K.	Aurora, Oregon (EUA).	Marion, Black Dia-mond, Onyx, Columbia Star, Ou-ahita, Triple Crown, Chester e Thornless	Campo.	24 (2013/2014).	Final de maio a início de outubro (<i>primocane</i>); início de maio até a colheita (<i>floricane</i>).	A época adequada de amostragem de folhas vai do início ao final de agosto para as cultivares de amoreira-preta estudadas	Strick e Vance (2017).
Ureia, DAP, MAP, KCl, produto comercial fonte de Ca (21,4% CaO).	237 kg/ha de N, 135,3 kg/ha de P ₂ O ₅ , 425 kg/ha de K ₂ O e 241,3 kg/ha de CaO; kieserita, 24% MgO - 19% S.	Silvania, Cundina-marca (Colômbia)	Mora de Castilla (<i>Rubus glaucus</i>)	Campo	30 (2014/2015/2016)	<i>Primocane</i> .	Adubação respectiva de 237,0; 135,3; 261,6; e 241,3 kg/há, de N, P ₂ O ₅ , K ₂ O e CaO, resultou em maior produtividade, frutos maiores, mais firmes e maior economia. Tratamento com dose de K ₂ O foi 63% menor do que o tratamento de referência (261,6 kg/ha de K ₂ O produziram 5,6 t/ha).	Cardona (2017).

Continua...

Tabela 8.2. Continuação.

Tipo de fertilizante ou insumo testado ⁽¹⁾	Total de nutrientes aplicados	Local de condução do estudo	Cultivares testadas	Tipo de experimento	Duração (meses)	Época e tipo de estrutura da amostragem foliar	Principais resultados	Referências
Ureia, fosfato diamônico (DAP), fosfato monoamônico (MAP), KCl, produto comercial fonte de Ca (21,4% CaO).	237 kg/ha de N, 135,3 kg/ha de P ₂ O ₅ , 425 kg/ha de K ₂ O e 241,3 kg/ha de CaO; kieserita, 24% MgO – 19% S.	Silvania, Cundi-namarca (Colômbia).	Mora de Castilla (<i>Rubus glaucus</i>).	Campo.	24 (2015/2016).	<i>Primocane</i> .	Doses baixas de N e altas de K e Ca: frutos com maior firmeza; doses médias de N, K e Ca e doses baixas de P: maiores valores de SST; para 2 anos, foram necessários: 347,3 kg/ha de N, 207,2 kg/ha de P ₂ O ₅ , 309,6 kg/ha de K ₂ O e 329,8 kg/ha de CaO.	Cardenas et al. (2019).
Sulfato de amônio.	0, 50, 100, 150 e 200 kg/ha	Pelotas, RS (Brasil).	Tupy.	Campo.	36 (2009/2010/2011).	Não amostrada.	Redução do pH e aumento do Al ³⁺ conforme o aumento das doses; diminuição da produtividade, pH < 4,7 e teor de Al ³⁺ > 0,66 cmol/dm ³ .	Pereira et al. (2015a).
<i>Trichoderma asperellum</i> .	Não informada.	Huachi Grande, Pillaro e Tisaleo (Equador).	Mora de Castilla (<i>Rubus glaucus</i>).	Campo.	9 (2018).	Não amostrada.	Plantas tratadas com <i>Trichoderma</i> sp. apresentaram produtividade média de 973 g planta ⁻¹ mês ⁻¹ , superior ao controle (973 contra 689 g planta ⁻¹ mês ⁻¹) e peso do fruto (6,3 contra 5,2 g fruto ⁻¹)	Viera et al. (2020)
Ureia	56 kg/ha de N e 100 kg/ha de N (uma única vez ou parcelado em cinco aplicações de 20 kg/ha); 14N-6,1P-11,6K	Poplarville, Mississippi (EUA).	Sweetie Pie.	Campo.	36 (2018/2019/2020)	Não amostrada.	Aplicação de nitrogênio diminuiu a porcentagem de frutas com drupéolas brancas de 13,0% (controle) a 10,0% (uma aplicação adicional) e 9,1% (cinco aplicações adicionais).	Stafne et al. (2021).
Ureia, KCl.	N (75, 150 e 300 kg/ha por ano); K ₂ O (50, 100 e 200 kg/ha por ano).	Jundiá, SP (Brasil).	Tupy, Guarani, Brazos e Choclaw.	Campo.	24 (2015/2016).	Não amostrada.	Aplicação anual de 120 e 67 kg/ha de N e K ₂ O promoveu rendimento econômico máximo.	Teixeira et al. (2021).

Continua...

Tabela 8.2. Continuação.

Tipo de fertilizante ou insumo testado ⁽¹⁾	Total de nutrientes aplicados	Local de condução do estudo	Cultivares testadas	Tipo de experimento	Duração (meses)	Época e tipo de estrutura da amostragem foliar	Principais resultados	Referências
Sais para solução nutritiva.	N, P, K, Ca, Mg, B, Fe, Mn e Zn.	Pelotas, RS (Brasil)	BRS Xingu.	Casa de vegetação.	12 (2021).	Primocane.	A omissão dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg e de B limitou o crescimento das plantas; a ausência de B provocou enrugamento severo das folhas, o que mostra que BRS Xingu é suscetível à deficiência de B.	Barreto et al. (2022).
Sulfato de amônio; fosfato monopotássico (P ₂ O ₅ , 52% e K ₂ O, 34%)	Sulfato de amônio: 0; 26,7; 53,3; 80,0; e 106,7 kg/ha; 70 kg/ha de P ₂ O ₅ e 45 kg/ha de K ₂ O	Nanjing, Jiangsu (China).	Shuofeng.	Casa de vegetação.	12 (2021/2022).	Não amostrada.	Aplicação de 26,7 kg/ha resultou em crescimento mais vigoroso, aumento da produtividade e da qualidade dos frutos e menor custo.	Yang et al. (2023).

⁽¹⁾ TFS: termofosfato; TMF: CA: cama de aviário; CX: calcário de xisto; XR: xisto retortado; KCi: cloreto de potássio; MAP: fosfato monoamônico; DAP: fosfato diamônico.

No Brasil, pesquisas realizadas regionalmente são a base para as atualizações das publicações da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, as quais são as referências para a maioria das espécies cultivadas (Manual [...], 2016). A recomendação de calagem e adubação para a amoreira-preta, preconizada pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo (Manual [...], 2016), baseia-se na análise de solo, no teor foliar dos nutrientes e na expectativa de produtividade, configurando-se numa das recomendações mais completas para a cultura em nível mundial, ainda que careça de revisões, cujos aspectos serão abordados mais detalhadamente neste capítulo. Entretanto, destaca-se que as tabelas adotadas como referência no Brasil, para definir o estado nutricional das plantas (faixas de teores adequados, por exemplo), foram desenvolvidas em condições edafoclimáticas e com cultivares distintas das brasileiras e/ou mesmo para outra espécie do gênero *Rubus* (Hart et al., 2006), cultivadas nos Estados Unidos. Por outro lado, as recomendações norte-americanas de adubação consideram o hábito de crescimento das cultivares (eretas, semieretas e rasteiras), cujas exigências e recomendações nutricionais são diferentes entre si (Hart et al., 2006; Strik, 2008; Strik; Finn, 2012).

Recentemente, os níveis de suficiência de nutrientes no tecido foliar, a época de amostragem de folhas (Strik; Vance, 2016) e mesmo as recomendações de adubação para cada grupo de cultivares com diferentes hábitos de crescimento (rasteiras, eretas e semieretas) têm sido revistos (Strik; Vance, 2017). Portanto, conforme destacado por Pereira et al. (2015a), existe grande lacuna na geração de dados nacionais para a correta interpretação nutricional, recomendação de adubação e definição de faixas adequadas de nutrientes para os tipos de amoreiras desenvolvidas e cultivadas no Brasil, principalmente para grupos com e sem espinhos.

Pereira (2008) avaliou os efeitos de sete diferentes adubações de pré-plantio sobre as cultivares Tupy e Xavante, em São Mateus do Sul, PR. Os tratamentos consistiram na combinação de diferentes adubações à base de cama de aviário, da fórmula 8-20-20 (N-P-K), termofosfato, calxisto e xisto retornado. Foram verificados efeitos significativos dos tratamentos de adubação de pré-plantio apenas sobre os teores de nutrientes no solo. A cultivar Tupy foi superior para massa seca de poda, produtividade, diâmetro e peso de frutos, e teor de antocianinas, além da maior concentração de Ca, Mg, Cu, Fe e B no material de poda, bem como de K, P e Cu nos frutos. Houve correlação positiva de 93% para cultivar Tupy e de 84% para a cultivar Xavante entre o aumento do número de hastes e o da produtividade. O índice de eficiência agrônômica (IEA) da cultivar Tupy foi maior no tratamento com 350 kg/ha da fórmula 8-20-20. Quanto às cultivares, a cultivar Tupy apresentou resultados superiores aos da cultivar Xavante nas principais variáveis estudadas. Por isso, um fator importante a ser considerado na recomendação de adubação é a expectativa da produtividade.

Tem-se observado, na literatura, que as cultivares de amoreira-preta apresentam diferenças em relação à sua exigência nutricional (Hart et al., 2006; Strik, 2008; Pereira et al., 2013). Por exemplo, a dose de N atualmente recomendada, de 100 kg/ha de N, para plantas de amoreira-preta em idade produtiva, com mais de 3 anos de idade, é satisfatória para a máxima produção da cultivar Xavante, mas insuficiente para Tupy, sendo que essa última apresentou produtividade máxima com a dose de 128,3 kg/ha de N, quase 1/3 a mais do que a dose recomendada (Pereira et al., 2013). Existem também resultados que indicam diferenças entre cultivares com e sem espinho (Pereira et al., 2013, b; Antunes et al., 2014). Tais diferenças comprovam a necessidade de uma recomendação de adubação em nível de cultivar, ou pelo menos de grupos de cultivares, situação que não ocorre atualmente no Brasil (Pereira et al., 2013).

Nessa mesma linha, Pereira et al. (2015a) avaliaram a exportação de nutrientes (exceto N) pela parte aérea e frutos, nas cultivares Tupy e Xavante, e identificaram que a cultivar Tupy exporta maior quantidade de K, P e Cu em frutos e de Mg, B, Cu e Fe no material de poda, enquanto que a cultivar Xavante exporta maior quantidade de Ca pelos frutos. Esses resultados indicam que, possivelmente, a cultivar Tupy necessita de maior quantidade de P, K, Cu, Mg e B. Os mesmos autores indicam que a ordem de exportação de nutrientes pelos frutos da cultivar Tupy foi $K > P > Ca > Mg > S$ e de $K > Ca > Mg > P > S$ no material de poda. Com relação a 'Xavante', a ordem de exportação de nutrientes em frutos foi $K > Ca > P > Mg > S$ e, em material retirado da poda, $K > Ca > Mg > P > S$. Considerando a produção total de frutos e de material de poda, a exportação de nutrientes foi maior na cultivar Tupy, para todos os macronutrientes (33,37 kg/ha de K; 29,90 kg/ha de Ca; 9,93 kg/ha de Mg; 6,14 kg/ha de P; 4,93 kg/ha de S). A maior exportação dos macronutrientes, pela cultivar BRS Tupy, foi diretamente relacionada com a produção de frutos e com o material de poda.

Especificamente em relação à importância do N, Pereira et al. (2015a), a partir do trabalho realizado por Pereira et al. (2011a) com subtração dos elementos N, P e K sobre o crescimento vegetativo da amoreira-preta cultivar Tupy, destacam que, sob condições de deficiência moderada de N, pode haver impactos significativos na produtividade. Plantas deficientes em N tendem a formar hastes fracas e de baixo rendimento (Figura 8.1). Assim, a aplicação de taxas adequadas para cada tipo de solo (considerando-se principalmente os teores de matéria orgânica do solo – MOS) e cultivar é fundamental para se obter produtividades satisfatórias. Esses autores observaram a influência da fonte de N sobre atributos de solo, em que, após 3 anos de uso contínuo de sulfato de amônio (para fornecer 50, 100, 150 e 200 kg/ha de N), ocorreu redução do pH e aumento do Al^{3+} (Figura 8.2A e 8.2B), o que pode ter influenciado na diminuição da produtividade nas doses mais elevadas (Figura 8.2C), especificamente quando o pH foi $< 4,7$ e o teor de Al^{3+} foi $> 0,66 \text{ cmol/dm}^3$.

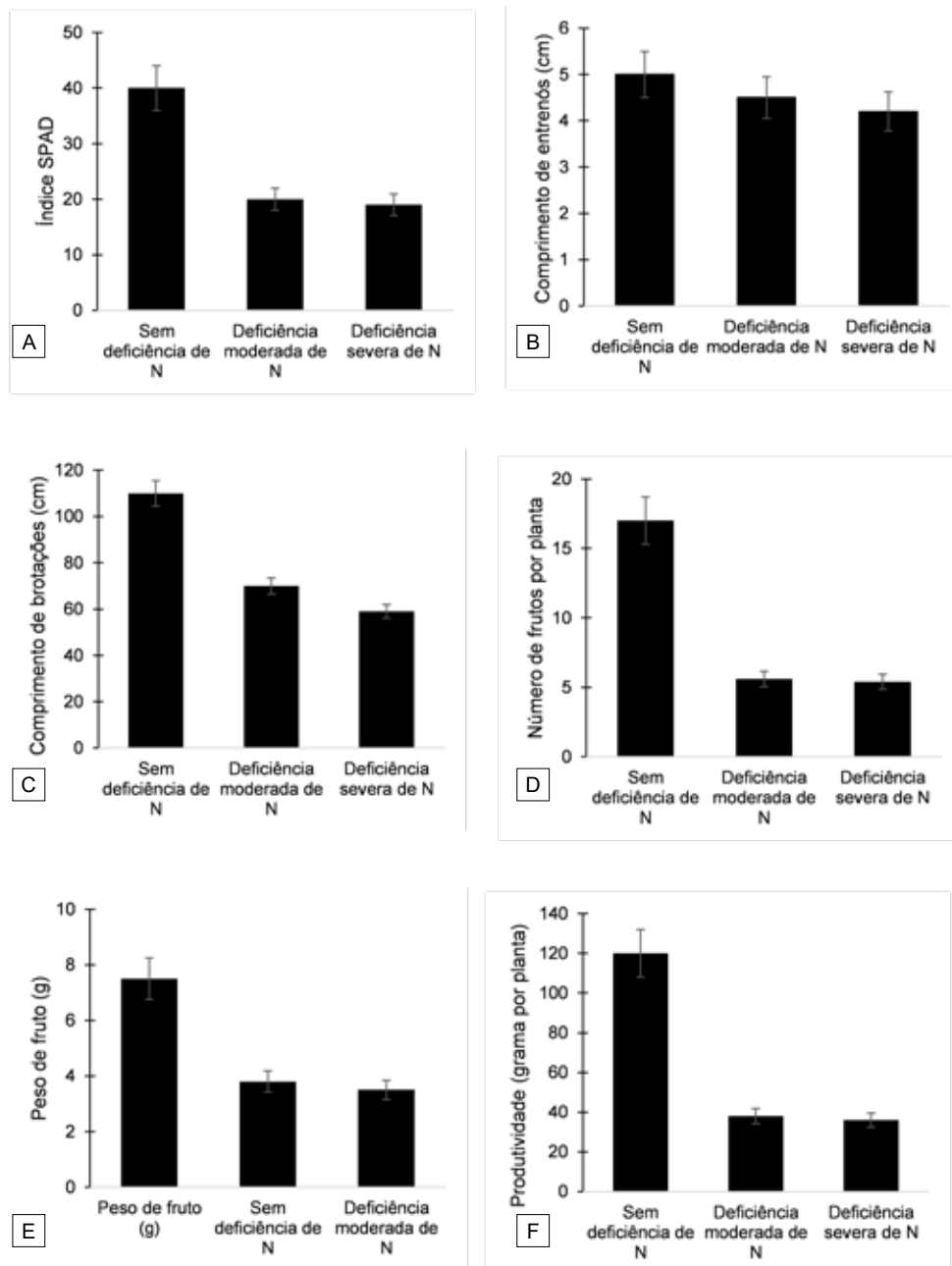


Figura 8.1. Efeito de níveis de N sobre índice Soil Plant Analysis Development (SPAD) (A), comprimento de entrenós (B), comprimento das hastes (C), número de frutos por planta (D), massa de fruto (E) e produtividade (F) de amoreira-preta cultivar Tupy. N1 = Suprimento adequado de N (45 kg ha⁻¹ - Ureia); N2 = Sem fornecimento de N (MOS = 1,2%); N3 = Sem fornecimento de N (MOS = 1,2%) + 10 t/ha de serragem de eucalipto.

Fonte: Pereira et al. (2015a).

Por sua vez, Yang et al. (2023) testaram doses de N (equivalentes a 26,7; 53,3; 80,0; e 106,7 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio) para a cultivar Shuofeng de amoreira-preta. Os autores observaram que, no tratamento sem adubação com N, as folhas ficaram amareladas e o metabolismo celular foi interrompido. Entre os tratamentos com N, o teor de clorofila foliar, a eficiência da fotossíntese e a atividade das enzimas antioxidantes foram significativamente maiores nos tratamentos com doses

intermediárias de N (53,3 e 80 kg/ha de N), enquanto os teores de ácido ascórbico, glutatona e peróxido de hidrogênio apresentaram tendências opostas. A correlação e a análise de componentes principais mostraram que a produtividade e seus componentes foram diretamente relacionados às características da fotossíntese e ao sistema antioxidante. Os autores concluíram que a aplicação de 26,7 kg/ha (ou 20 g de sulfato de amônio por planta) (Figura 8.2D) no início da brotação, na fase de floração e na fase de troca de cor dos frutos, foi a mais adequada, resultando em crescimento de hastes mais vigoroso, aumento da produtividade e da qualidade das frutas, além de menor custo de produção.

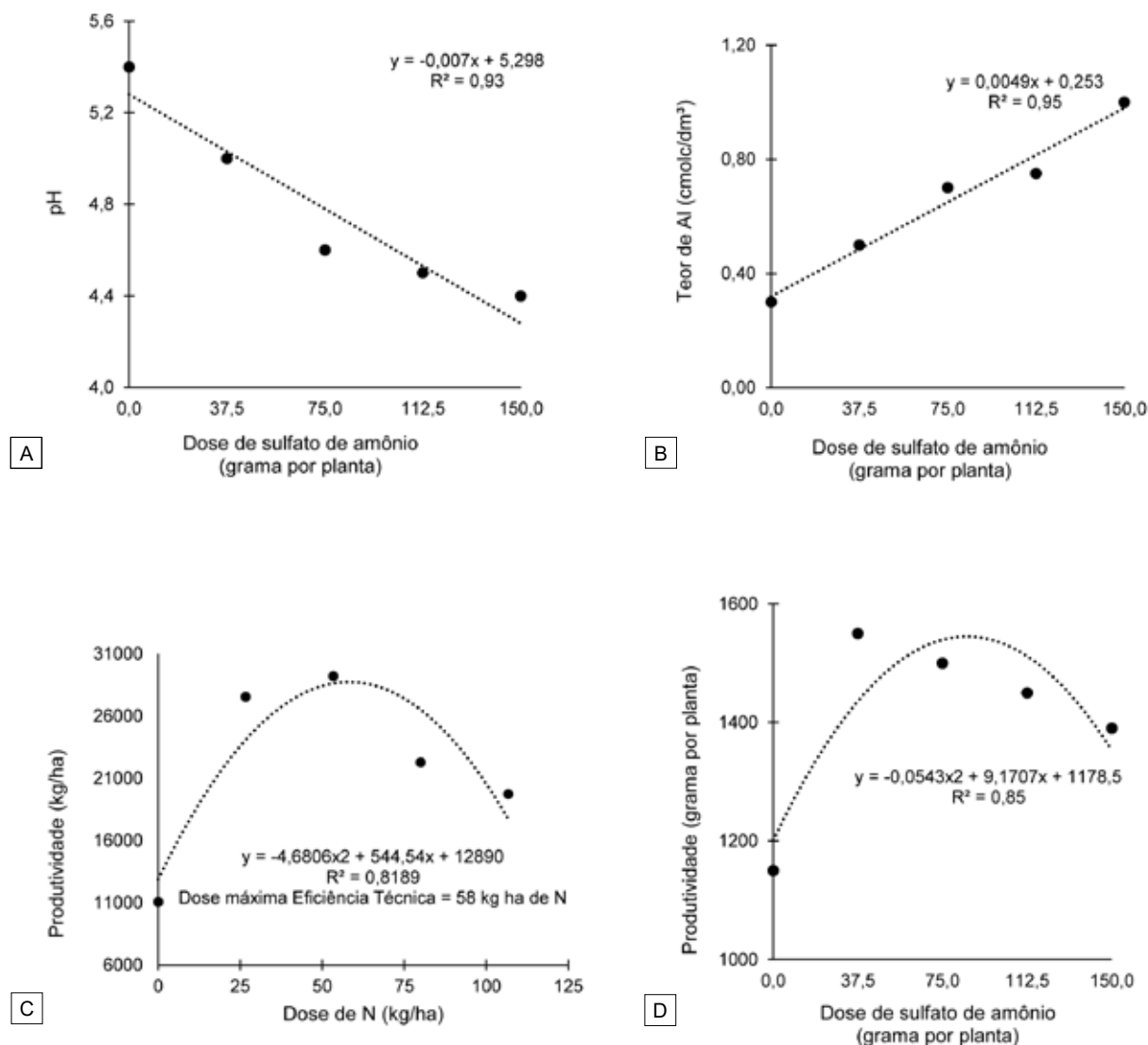


Figura 8.2. Efeito de doses de sulfato de amônio sobre o pH do solo (A), alumínio no solo (Al^{3+}) (B), e produção da cultivar Tupy (C), conforme Pereira et al. (2015a), e sobre a produtividade da cultivar Shuofeng, adaptado de Yang et al. (2023) (D).

No que se refere à avaliação de diversos macronutrientes simultaneamente, Cardona (2017) realizou experimento com amoreira-preta andina (*Rubus glaucus*), na Colômbia, com o objetivo de avaliar o efeito de doses variáveis de N, P, K e Ca com quatro níveis de cada nutriente (muito alto,

alto, baixo e muito baixo). O nível médio de adubação, considerado como recomendação para a cultura, foi de 237 kg/ha de N, 135,3 kg/ha de P_2O_5 , 425 kg/ha de K_2O e 241,3 kg/ha de CaO (Tabela 8.4). As fontes utilizadas foram ureia, fosfato diamônico (DAP), fosfato monoamônico (MAP), KCl e uma fonte de Ca (21,4% CaO). Os melhores resultados, em termos de produtividade, foram obtidos com aplicação total de 237 kg/ha de N, 135,3 kg/ha de P_2O_5 , 261,6 kg/ha de K_2O e 241,3 kg/ha de CaO. No tratamento de maior produtividade, as doses de N, K e Ca foram praticamente iguais, configurando uma relação de N-P-K-Ca de 1,9-1,0-1,9-1,8. Ao mesmo tempo, a adubação recomendada (T25) se diferenciou do melhor tratamento (T21) unicamente pela dose de K_2O , a qual foi 63% maior naquele tratamento (425,4 contra 261,6 kg/ha de K_2O), mas resultou em produtividade menor (5,6 t/ha).

Tabela 8.3. Produtividades (t/ha) de amora-preta andina (*Rubus glaucus*) obtidas com os melhores tratamentos e doses de N, P_2O_5 , K_2O e CaO (kg/ha).

Tratamentos	Produtividade (t/ha)	Diferença em relação ao T21 (t/ha)	N	P_2O_5	K_2O	CaO
Tratamento 21	28,5	—	237,0	135,3	261,6	241,3
Tratamento 4	25,8	-2,7	347,3	207,2	309,6	161,8
Tratamento 12	23,3	-5,2	347,3	207,2	309,6	329,8
Tratamento 25	22,9	-5,6	237,0	135,3	425,4	241,3
Tratamento 24	22,7	-5,8	237,0	135,3	425,4	366,5

Fonte: Adaptado de Cardona (2017). O Tratamento 25 corresponde à adubação de referência para a cultura da amoreira-preta andina.

(—) Informação não aplicável.

A partir dos trabalhos de Cardona (2017) e de Cardona e Bolaños-Benavides (2019), Cardona et al., (2020) definiram as épocas mais adequadas de aplicação e os percentuais de cada um dos nutrientes testados para cada uma das fases fenológicas, em que se constata diferenças de demanda de nutrientes em função das distintas fases. Ao mesmo tempo, indica a necessidade de suprimento constante, isto é, parcelamento das doses durante todo o ciclo da cultura e de uma relação balanceada entre os nutrientes para obtenção de produtividades elevadas.

Na mesma linha de pesquisa de Cardona (2017), Cardenas et al. (2019) realizaram estudo com a amoreira-preta andina (*Rubus glaucus*) com o objetivo de avaliar o efeito de doses variáveis de N, P, K e Ca sobre a produtividade e características físico-químicas dos frutos. O delineamento de tratamento foi baseado em Cardona (2017). Os principais resultados observados foram que doses baixas de N e altas de K e de Ca permitiram obter frutos com maior firmeza, enquanto doses médias de N, K e Ca e doses baixas de P levaram a maiores valores de sólidos solúveis totais (SST). As doses variáveis dos nutrientes testados não apresentaram efeito significativo nos parâmetros químicos do solo. A adubação da amoreira-preta andina, com doses médias de N, P, K e Ca, permitiram a obtenção de frutos com valores de firmeza altos, baixo índice de acidez, potencial de produtividade superior a 20 t/ha e maior rendimento de suco, com menor custo de adubação.

Por outro lado, Spiers e Braswell (2002) avaliaram a aplicação de uma solução nutritiva padrão contendo cinco macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg), pela técnica do elemento faltante, em três níveis (ausência do nutriente, tratamento de referência e dez vezes a referência) para amoreira-preta cultivar Navaho. O tratamento de referência consistiu em 100 mg/L de N, 20 mg/L de P, 50 mg/L de

K, 80 mg/L de Ca e 24 mg/L de Mg. Para todos os tratamentos aplicou-se 67 mg/L de uma formulação contendo 14% S, 1,35% B, 3,2% Cu, 7,5% Fe, 8,0% Mn, 0,04% Mo e 4,5% Zn. Os autores concluíram que os altos níveis de adubação com macronutrientes resultaram em níveis elevados de respectiva absorção. As concentrações foliares de Ca e Mg foram reduzidas pelas altas taxas de adubação com N e K. O N foliar foi influenciado apenas pela adubação nitrogenada. O Ca foliar não diferiu quando as plantas receberam os tratamentos referência e dez vezes a referência do fertilizante fosfatado, mas foi reduzido pela baixa dose de P. O Ca foliar foi reduzido pela adubação com Mg, e o Mg foliar foi reduzido pela adubação com Ca. A dose de dez vezes a referência de N resultou em graves danos às plantas. A solução com baixo teor de K produziu crescimento atrofiado. Os sintomas de clorose foram evidentes em plantas que receberam adubação com alto teor de P ou alto teor de Ca.

Nessa mesma linha, Barreto et al. (2022) realizaram um estudo para avaliar aspectos nutricionais e efeitos da omissão de nutrientes, isolados, no crescimento de amoreira-preta BRS Xingu. A omissão dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg e de B limitaram o crescimento das plantas. Baixos teores foliares de N, K, Ca e B foram observados quando esses nutrientes foram omitidos da solução nutritiva. Além disso, a ausência de B provocou enrugamento severo das folhas, fato que mostra que BRS Xingu é suscetível à sua deficiência. O referido estudo será abordado detalhadamente mais adiante neste capítulo, no item “Sintomas de deficiência nutricional em folhas e hastes de amoreira-preta”.

Já Teixeira et al. (2021) conduziram experimento de campo em parcelas subdivididas, em delineamento de blocos completos casualizados, sendo que o fator alocado nas parcelas principais consistiu em combinações de três doses de N (75, 150 e 300 kg por hectare por ano, na forma de ureia) e três doses de K_2O (50, 100 e 200 kg por hectare por ano, na forma de cloreto de potássio) em arranjo fatorial, com inclusão de um tratamento adicional (sem aplicação de fertilizantes). Nas subparcelas foram alocadas quatro cultivares de amoreira-preta (Tupy, Guarani, Brazos e Choctaw). As doses de N e K foram fracionadas em duas aplicações por ano, da seguinte forma: em janeiro, uma semana após uma poda drástica, aplicou-se 50% da dose anual, e o restante da dose foi aplicada em agosto. A aplicação de agosto visou atender as necessidades das plantas para o intenso crescimento e início da frutificação que ocorre na primavera. Considerando a produtividade de frutos, o acúmulo de fitomassa e a eficiência no aproveitamento de nutrientes, as cultivares que apresentaram maior adaptação ao cultivo em área subtropical, sob manejo drástico de poda de verão são, em ordem, Brazos, Guarani, Tupy e Choctaw. Os autores estimam que a aplicação anual de 120 e 67 kg/ha de N e K_2O , respectivamente, seja suficiente para atingir o rendimento econômico máximo.

Por outro lado, Pereira et al. (2015b) avaliaram o crescimento vegetativo, a produtividade e o teor de nutrientes em folhas de hastes *floricane* de duas cultivares de amoreira-preta (Tupy, de hábito semiereto, e Xavante, de hábito ereto) em resposta a doses de adubação potássica (0,0; 16,6; 33,4; 50,0; e 66,6 kg ha de K_2O). Na primeira safra (2009), apenas as concentrações foliares de Ca e Mg foram afetadas pela aplicação de K, e o nível de K nas folhas foi considerado abaixo do normal para amoreira-preta (Manual [...], 2016). Em 2010 e 2011, o K foliar aumentou linearmente em ambas as cultivares, em função do aumento da dose K aplicada. Entretanto, o K foliar só atingiu níveis recomendados para crescimento ideal em 2010 com aplicação de 16,6 e 66,6 kg/ha de K_2O para Tupy e Xavante, respectivamente, indicando a maior eficiência da cultivar Tupy no aproveitamento do K. Em 2011, ocorreu uma relação antagônica entre N e K foliar (N/K) e as relações K/Ca e K/Mg com doses crescentes de K, em que taxas crescentes de K foram acompanhadas por uma diminuição linear na relação N/K e um aumento linear nas relações K/Ca e K/Mg. As taxas de adubação

potássica influenciaram o crescimento vegetativo das plantas. A cultivar Tupy demonstrou aumento na densidade de hastes e massas de poda com o aumento nas taxas de aplicação de K_2O até 66,6 kg/ha, enquanto que para a cultivar Xavante isso ocorreu até a dose de 33,4 kg/ha. A produtividade das duas cultivares aumentou linearmente com a aplicação de K nos três anos, indicando que a falta desse nutriente pode limitar o potencial produtivo dessas cultivares. Tais resultados sugerem que as atuais recomendações (Manual [...], 2016) de adubação potássica precisam ser aumentadas para uma produção ideal de amora-preta no Brasil.

O México é um dos maiores produtores mundiais de amora-preta, entretanto, pesquisas sobre adubação nesse país são praticamente inexistentes, na literatura especializada. Informações sobre a adubação adotada estão presentes em trabalhos cujo objetivo é a “produção forçada”, isto é, o sistema de produção à base de podas, manejo da irrigação, desfolha e uso de reguladores de crescimento, para iniciar a nova brotação e floração fora da época tradicional, ou a avaliação de cultivares adaptadas a esse sistema (ver Capítulo 4).

Segundo Galindo-Reyes et al. (2004), o manejo da adubação em pomares de amoreira-preta sob sistema de produção forçada consiste nas doses de 100, 80 e 80 kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente, aplicando-se um terço do N no início do aparecimento das hastes, um terço na época das chuvas (durante o crescimento vegetativo) e o terço restante após a colheita. No caso do P e do K, esses são aplicados integralmente no início do desenvolvimento das hastes, ao lado das linhas de plantio. Já Fonseca (2011), também em cultivo no México, recomenda que logo após o plantio sejam aplicados de 67 a 90 kg/ha de N. Três meses após, deve-se aplicar 180 kg/ha da fórmula 10-10-10, de preferência após uma irrigação. Após o estabelecimento das plantas, é recomendável aplicar uma dose moderada de N, com objetivo de manter o hábito de crescimento das plantas. A partir do segundo ano em diante, esse autor sugere aplicar entre 55 e 112 kg/ha de N, em ambos os lados da linha de plantio. Já no caso de uso de esterco como fonte de N, a sugestão do autor é de aplicar doses entre 13 e 18 t/ha, iniciando-se no final do outono e durante o inverno. Outra opção sugerida é aplicar 450 kg/ha de fórmula 10-10-10 no momento da desfolha ou de término da colheita e, por fim, passados três meses, aplicar a metade dessa dose (ou seja, 225 kg/ha da fórmula 10-10-10). O autor destaca ainda que a deficiência de boro é uma característica comum que aparece nas frutas e que se caracteriza por brotações vegetativas em forma de rosetas no ápice das frutas. Tais recomendações, porém, não se baseiam em análises de solo, foliar ou na expectativa de produtividade das cultivares.

Adubação orgânica para amoreira-preta

Na Sérvia, Milošević et al. (2017) realizaram um trabalho de pesquisa durante 3 anos para avaliar os efeitos de 500 kg/ha da formulação NPK 15-15-15, do esterco bovino (10 t/ha) e da zeólita natural clinoptilolita (na dose de 10 t/ha), aplicados isoladamente ou em combinação, em plantas da cultivar Thornfree de amoreira-preta cultivada em um solo ácido (pH 5,1), raso e de textura argilosa. A inclusão da clinoptilolita, nessas condições de solo, justifica-se por ser um condicionador de solo, aditivo para liberação lenta dos nutrientes dos fertilizantes convencionais, além de potencializar a capacidade de retenção de nutrientes no solo, melhorar a eficiência do uso da água, e ser fonte importante de muitos nutrientes (N, K, Ca, Mg e micronutrientes) (Polat et al., 2004). Os resultados revelaram diferenças significativas entre os tratamentos testados com fertilizantes, também entre as safras. Na maioria dos casos, exceto para o teor de nutrientes nas folhas, os demais parâmetros foram afetados pela interação fertilizante x ano. As misturas de NPK + esterco bovino + zeólita, NPK + esterco bovino, e NPK isolado, na maioria dos casos, promoveram maior crescimento das hastes

vegetativas, brotação, produtividade, propriedades físicas da fruta e níveis de nutrientes. Por outro lado, as aplicações combinadas de zeólita + esterco e NPK + zeólita e, especialmente, da zeólita isolada, induziram os valores mais baixos para a maioria das variáveis avaliadas. As concentrações de nutrientes em folhas das hastes vegetativas estavam dentro dos níveis recomendados, exceto P, K e B, que estavam abaixo. Os autores concluíram que a adubação, em geral, induziu adequado equilíbrio de nutrientes foliares.

Harkins et al. (2014) conduziram trabalho em sistema de produção orgânica de amoreira-preta, no estado do Oregon (EUA), com o objetivo de avaliar o impacto da cultivar e da estratégia de manejo de ervas daninhas no acúmulo e perda de biomassa vegetal e nutrientes durante os primeiros anos de estabelecimento da cultura, com o uso de fertilizante orgânico. As plantas foram adubadas com fertilizantes orgânicos em pré-plantio e fertirrigadas com hidrolizado/emulsão de peixe na primavera. A maioria dos nutrientes em folhas das hastes vegetativas estavam dentro da faixa recomendada para a cultura. No entanto, o N ficou abaixo do recomendado para a cultivar Black Diamond, especialmente quando cultivada sem controle de ervas daninhas, enquanto o B foi baixo em todos os tratamentos. Em muitos casos, as concentrações de nutrientes foram diferentes em folhas provenientes de hastes vegetativas e de hastes reprodutivas. As concentrações de vários nutrientes nas frutas diferiram entre cultivares, incluindo Ca, Mg, S, B e Zn, mas apenas o Ca foi afetado pelo manejo das plantas daninhas e somente na cultivar Marion. Nesse caso, o Ca nas frutas foi maior, em canteiros cobertos com tecido permeável de polipropileno para controle das ervas daninhas, comparativamente às plantas manejadas com capina manual ou sem capina. As hastes vegetativas da cultivar Marion apresentaram maiores teores de N, P, K, Mg, S, Fe, B, Cu e Al do que as de 'Black Diamond'. O tratamento sem manejo de plantas daninhas, no entanto, promoveu redução do acúmulo de nutrientes nas hastes vegetativas em ambas as cultivares, e o acúmulo de nutrientes foi maior nas hastes reprodutivas do que nas hastes vegetativas do ano anterior. O conteúdo total de nutrientes diminuiu de junho a agosto, em hastes reprodutivas, principalmente devido à exportação pela colheita dos frutos e senescência dessas estruturas após a colheita. Dependendo da cultivar e da estratégia de manejo de plantas daninhas, as extrações de nutrientes pelas frutas e hastes reprodutivas variou de 34 a 79 kg/ha de N, 5 a 12 kg/ha de P, 36 a 84 kg/ha de K, 23 a 61 kg/ha de Ca, 5 a 15 kg/ha de Mg, 2 a 5 kg/ha de S, 380 a 810 g/ha de Fe, 70 a 300 g/ha de B, 15 a 36 g/ha de Cu, 610 a 1.350 g/ha de Mn, 10 a 260 g/ha de Zn, e 410 a 950 g/ha de Al.

Fernandez-Salvador et al. (2015a) avaliaram o efeito de fertilizantes orgânicos no crescimento, na qualidade das frutas e no rendimento de duas cultivares de amoreira-preta (Marion e Black Diamond) cultivadas em um sistema de produção orgânica, com colheita mecanizada. As plantas foram fertirrigadas e conduzidas com cobertura de solo do tipo tecido permeável de polipropileno para controle das ervas daninhas. Duas fontes de fertilizantes líquidos foram avaliadas: 1) produto líquido obtido da maceração de milho e mistura com biodigestado de resíduos de peixe (2,5N–1,1P–1,2K); e 2) produto hidrolizado/emulsão de peixe em mistura com melaço (4N–0P–1,7K). Os fertilizantes foram aplicados via fertirrigação por gotejamento, em taxas de 56 kg/ha de N por ano em 2011/2012 e 90 kg/ha N em 2013. A cultivar Black Diamond apresentou maior produtividade e peso médio do fruto do que 'Marion', mas produziu uma proporção maior de frutos não comercializáveis. Já a cultivar Marion apresentou maior biomassa de hastes reprodutivas quando adubada com hidrolizado de peixe e melaço. Não houve efeito da fonte de fertilizante na produtividade, qualidade da fruta, comprimento e número de hastes vegetativas por planta; contudo o peso da fruta foi maior no tratamento com fertilizante à base de licor de maceração de milho e mistura com biodigestado de resíduos de peixe. Os nutrientes do solo estavam dentro da faixa recomendada, exceto o B. Em geral, não houve diferenças entre os fertilizantes no crescimento das plantas, no rendimento e na

qualidade dos frutos, e ambos os fertilizantes foram adequados para manejo da amoreira-preta em sistema orgânico.

Em outro trabalho de pesquisa, Fernandez-Salvador et al. (2015b) testaram, no Oregon (EUA), diferentes tipos de fertilizantes em três cultivares de amoreira-preta com hábito rasteiro/prostrado (Marion, Black Diamond e Obsidian) e um tipo semiereto (Triple Crown). As plantas foram fertilizadas com 56 kg/ha de N a cada primavera, usando três fontes diferentes: 1) uma mistura líquida de hidrolizado/emulsão de peixe e melaço (4N-0P-1,7K); 2) farelo de soja peletizada (8N-0,4P-1,7K); e 3) cama de frango peletizada (4N-1,3P-2,5K). As respostas das plantas foram muito afetadas pelo fator cultivar, enquanto os efeitos do tipo de fertilizante foram relativamente menores. 'Triple Crown' produziu o maior rendimento, em ambos os anos, enquanto 'Black Diamond' e 'Marion' tiveram os menores rendimentos em 2011 e 2012, respectivamente. Para a maioria dos nutrientes do solo, os níveis estavam dentro da faixa recomendada, exceto os de B, que diminuiu para níveis deficientes, no segundo ano. O tipo de fertilizante não teve efeito nos níveis de nutrientes do solo, sendo que o fertilizante à base de mistura de hidrolizado/emulsão de peixe e melaço aumentou os teores de K e Na no solo. As concentrações de nutrientes no tecido foliar de hastes vegetativas estavam acima ou dentro dos padrões recomendados para a maioria dos nutrientes, exceto Mg, Ca e B, os quais ficaram abaixo dos padrões, dependendo da cultivar. Ao longo do estudo de 2 anos, as cultivares de amoreira-preta responderam de forma semelhante aos três tipos de fertilizantes orgânicos. No entanto, o custo por unidade de N variou de US\$ 18,0 por quilograma para a mistura líquida de hidrolizado/emulsão de peixe e melaço, US\$ 11,8 por quilograma para o farelo de soja peletizado e US\$ 5,6 por quilograma para cama de frango peletizada. Aplicações suplementares com B, Mg e Ca são necessárias para manter níveis adequados no solo.

Na mesma linha de pesquisa, Dixon et al. (2016) avaliaram o efeito de diferentes tratamentos sobre a biomassa, teor e acúmulo de carbono e de nutrientes ao longo de 2 anos, em um cultivo de amoreira-preta em sistema orgânico. Nos tratamentos, foram incluídos dois tipos de irrigação (sem irrigação após a colheita e irrigação contínua no verão), três estratégias de manejo de plantas daninhas (cobertura de solo com tecido permeável de polipropileno para controle das ervas daninhas, capina manual e sem capina) e duas épocas de formação de hastes vegetativas (agosto e fevereiro) em duas cultivares (Black Diamond e Marion). As plantas irrigadas durante todo o verão acumularam mais biomassa seca, N, K, Mg, S, B e Cu em um ou ambos os anos do que aquelas que não receberam irrigação após a colheita dos frutos.

Strik (2016) avaliou vários aspectos do sistema de produção orgânica de amoreira-preta, no estado do Oregon. Houve pouco efeito da fonte de fertilizante na produção de amoras-pretas ou na qualidade das frutas, tanto para frutas processadas como para o consumo in natura. Fontes líquidas de fertilizantes orgânicos (hidrolizado de peixe e/ou de misturas de grãos macerados) foram utilizadas em fertirrigação com sucesso durante o estudo, com pouco impacto no desempenho das plantas.

Os trabalhos citados nesta seção indicam que, de forma geral, a amoreira-preta responde positivamente à adubação orgânica, independentemente da fonte. Nota-se ainda que as fontes utilizadas são variáveis, em função da disponibilidade de cada região ou país, e que a escolha de uma ou outra deve sempre levar em conta a quantidade de nutrientes presentes, bem como os custos do produto, frete e aplicação. Além disso, os estudos sobre adubação orgânica também indicaram diferenças nas exigências nutricionais das cultivares de amoreira-preta, especialmente aquelas pertencentes a grupos distintos, principalmente quanto ao hábito de crescimento.

Adubação para amoreira-preta com fontes alternativas de nutrientes e/ou microrganismos benéficos de ocorrência no Brasil

Raros são os trabalhos de pesquisa sobre amoreira-preta em sistemas orgânicos, no Brasil, ou que utilizem insumos adequados a esse sistema de produção. Nesse sentido, Milech et al. (2013) realizaram um experimento em São Lourenço do Sul, RS, e avaliaram o efeito da adubação de base, com ênfase em dose de uma rocha fonte de K (monzogranito), em combinação com outras fontes de nutrientes, sobre a produtividade de quatro cultivares de amoreira-preta e nos atributos químicos do solo. A análise de solo indicou a necessidade de 90 e 150 kg/ha de K_2O e P_2O_5 , respectivamente (Manual [...], 2016). A fonte de P foi fosfato natural reativo (24% de P_2O_5), enquanto que a dose de N foi de 200 kg/ha de N, via torta de tungue (5% de N total, 2,5% de K_2O e 2,8% de P_2O_5) e as doses de K foram definidas a partir do teor no solo e do teor total desse elemento presente na rocha granodiorito (4,33% de K_2O). Os fatores e níveis testados foram: cultivar (Tupy, Xavante, Guarani e Cherokee) e dose de K_2O (0, 65, 130 e 260 kg/ha), via granodiorito (4,33% K_2O total). Com os principais resultados obtidos, constataram-se diferenças significativas de produtividade entre cultivares (Guarani > Tupy > Xavante = Cherokee; 12.825 > 8.354 > 6.910 = 6.388 kg/ha, respectivamente) e a modificação das classes de teores de P e K no solo, os quais passaram de médio e baixo, para alto ou muito alto, em todos os tratamentos, (Tabela 8.7) em amostra de solo coletada 1 ano após a implantação do experimento. Os autores destacam que a torta de tungue, apesar de ser utilizada como fonte de N, foi, isoladamente, eficiente no aumento dos teores de P e K no solo, sendo que na dose aplicada para fornecer 200 kg/ha de N (4.000 kg/ha) aportou 100 kg/ha de K_2O e 112 kg/ha de P_2O_5 , consistindo em uma fonte eficiente de N, P e K (Tabela 8.5). Os autores observaram ainda efeito do fator dose de granodiorito sobre a produtividade e os teores de P e K no solo, avaliados com 1 ano após a implantação do experimento (Figura 8.3).

Tabela 8.4. Tratamentos de adubação de base para a amoreira-preta (média de quatro cultivares) e efeitos sobre os teores de fósforo (P) e potássio (K) do solo. Adaptado de Milech et al. (2013).

N	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O	Teor de K no solo ⁽¹⁾		Teor de P no solo ⁽¹⁾	
			(mg/dm ³)	Interpretação ⁽²⁾	(mg/dm ³)	Interpretação ⁽²⁾
200	150	0	107,8 b	Alto: 60 a 120	40,2 bc	Alto: 21,2 a 42,0
200	150	65	123,5 a	Muito alto: > 120	53,2 a	Muito alto: > 42
200	150	130	125,3 a	Muito alto: > 120	43,9 ab	Muito alto: > 42
200	150	260	116,5 ab	Alto: 60 a 120	45,1 ab	Muito alto: > 42
200	0	0	122,0 ab	Muito alto: > 120	32,2 c	Alto: 21,2 a 42,0
Análise de solo inicial			42,6	Médio: 41 a 60	13,7	Baixo: 7,1 a 14,0

⁽¹⁾ Avaliação realizada 1 ano após a implantação do experimento.

⁽²⁾ De acordo com Manual [...], (2016).

Letras distintas diferem pelo Teste de Tukey a 5%.

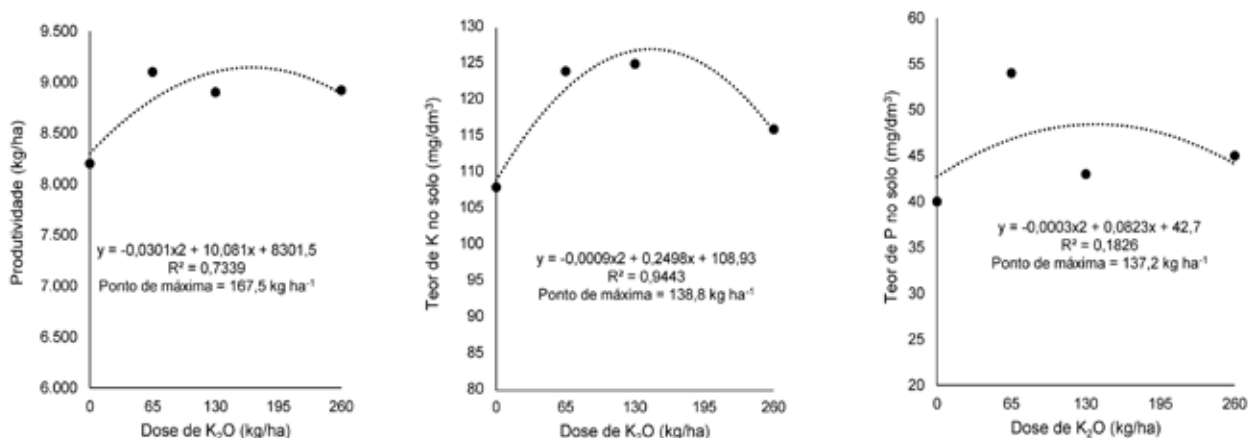


Figura 8.4. Efeito da dose de K_2O , via rocha fonte de K (monzogranito), para a amoreira-preta (média das cultivares Tupy, Xavante, Guarani e Cherokee) e efeitos sobre os teores de P e K do solo em amostragem realizada 1 ano após a implantação do experimento. Adaptado de Milech et al. (2013).

Considerando-se a atual demanda mundial por sistemas de produção ambientalmente mais limpos, bem como a rusticidade da amoreira-preta, sugere-se uma lista de alternativas de insumos os quais podem ser utilizados no manejo da adubação da cultura (Tabela 8.5). A maioria das fontes listadas na Tabela 8.5, sejam orgânicas ou minerais, são multinutrientes, de distribuição ampla no território brasileiro e, em geral, de baixo custo de aquisição. Essas fontes são alternativas aos fertilizantes importados, de alta concentração e solubilidade, e podem ser utilizadas na implantação dos pomares, possibilitando, a depender do local e do tipo de fertilizante disponível, reduzir os custos de implantação e obter o benefício da liberação lenta dos nutrientes, ao longo do ciclo da cultura. A aplicação desses produtos deve ser realizada, preferencialmente, a partir de três meses após a calagem e antes do plantio das mudas, em combinação com materiais de origem orgânica.

O uso desses tipos de insumos, principalmente para uso em sistemas de produção orgânica, tem se tornado o principal foco de pesquisa de algumas instituições estrangeiras (Harkins et al., 2014; Fernandez-Salvador et al., 2015b; Dixon et al., 2016) por ser uma produção ambientalmente mais limpa, menos impactante sobre os recursos naturais finitos e utilizando subprodutos regionais de origens diversas.

Tabela 8.5. Fontes minerais à base de rochas moídas e fontes orgânicas sugeridas para uso no cultivo de amoreira-preta, com registro no Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa).

Tipo de produto	Principais nutrientes e/ou características de interesse ⁽¹⁾	Tipo ⁽²⁾
Fontes minerais		
Anfibolito	Ca, Mg	R
Basalto	Ca, Mg	R, MS
Blend de rochas	Ca, Mg, K	R
Dacito	K	R
Diabásio	Ca, Mg, K, P	R
Dunito	Mg, Si	F
Folhelho carbonoso carbonático	Ca, Mg, S	F

Continua...

Tabela 8.5. Continuação.

Tipo de produto	Principais nutrientes e/ou características de interesse⁽¹⁾	Tipo⁽²⁾
Fonolito	K	R
Gnaisse	K	R, MS
Kamafugito	Ca, Mg, K, P	R
Micaxisto	Ca, Mg, K	R, MS
Microgabro + dacito	Ca, Mg, K	R
Serpentinó + filito	Ca, Mg, Si	R
Serpentinó + fonolito	Mg, K, Si	R
Sienito	K, Si	R
Silito glauconítico	K, Si, Mg	R
Micaxisto carbonático	Ca, Mg, K, Si	R
Fosfatos naturais	P, Ca	F
Enxofre elementar	S	F
Fontes orgânicas		
Substrato ácido	CTC, CRA	S
Composto orgânico	N, P, K, Ca, Mg, micronutrientes, substâncias húmicas	FO
Turfa	CTC, CRA	FO
Vermicomposto	N, P, K, Ca, Mg, micronutrientes, subst. húmicas	FO
Esterco de galinha poedeira	N, P, K, Ca, Mg, micronutrientes	FO
Esterco de peru	N, P, K, Ca, Mg, micronutrientes	FO
Casca de arroz	C, aeração	S
Casca e fibra de coco	C, aeração	S
Serragem, acícula, casca de pínus	C, aeração	S
Farinha de peixe	N, P, K, micronutrientes	FO
Proteína hidrolizada	N, S	FO

⁽¹⁾ CTC: capacidade de troca de cátions; CRA: capacidade de retenção de água; C: carbono.

⁽²⁾ R: remineralizador de solos; MS: material secundário; F: fertilizante mineral; FO: fertilizante orgânico; S: substrato para produção de mudas e/ou para plantas (*mulching*).

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de informações do Instituto Brasil Orgânico e do Ministério da Agricultura e Abastecimento. Atualizado em novembro de 2023.

Em relação ao uso de microrganismos benéficos ao cultivo de amoreira-preta, existe uma grande lacuna em nível mundial. A exceção é o trabalho realizado por Viera et al. (2020) com *Trichoderma*, no Equador. Esses autores estudaram a amoreira-preta andina (*Rubus glaucus*), cultivada por pequenos agricultores, cujas produtividades obtidas eram muito baixas, devido ao manejo ineficiente e/ou a ocorrência de doenças. Visando solucionar esse problema, os autores utilizaram *Trichoderma asperellum* em pomares comerciais. Esse tipo de fungo é bem conhecido por seu antagonismo a fungos patogênicos e como promotores de crescimento em plantas, mas poucos estudos foram realizados em espécies frutíferas perenes. Uma formulação granulada de *T. asperellum* (1×10⁸ conídios por grama) foi inoculada no solo, ao redor da coroa das plantas (5 g por planta), em três locais nos Andes equatorianos (com altitudes entre 2.800 e 3.000 m acima do nível do mar). Nove

meses após a aplicação, foi realizada a colheita e a avaliação das frutas. Plantas tratadas com *T. asperellum* apresentaram produtividade média de 973 g por planta por mês, sendo significativamente superior ao controle (689 g por planta por mês). Além disso, a massa da fruta foi maior nas plantas tratadas com *T. asperellum* (6,3 g contra 5,2 g, nas não tratadas). Esses resultados foram consistentes nas três localidades avaliadas. A produtividade da amoreira-preta aumentou em todas as localidades na faixa de 10 a 26%, com a aplicação de *T. asperellum*. Além disso, a massa das frutas apresentou aumento médio de 21,1%, e, por fim, os autores concluíram que o alto teor de matéria orgânica do solo (MOS) foi um fator fundamental que permitiu o bom desenvolvimento do fungo e a sua resposta no rendimento das plantas.

Recomendações de calagem e adubação para amoreira-preta vigentes no Brasil

Calagem

A recomendação vigente pela pesquisa brasileira é que seja feita calagem sempre que o pH do solo for <5,5 e o teor de Al >10% (Manual [...], 2016), ou que a saturação por bases seja <70%, ou que o pH em água <5,5, ou que o teor de alumínio seja >0,7 cmol_c/dm³ (Pauletti; Motta, 2017). Nessas condições deve-se realizar calagem para neutralizar o Al e reduzir teores excessivos de Mn, geralmente em teores tóxicos na maioria dos solos brasileiros. Além disso, a calagem irá aumentar a disponibilidade da maioria dos nutrientes aplicados via adubação. Por outro lado, Fernandez e Ballington (1999) sugerem a faixa de pH 6,0 a 6,5 como sendo ideal, enquanto Grandall (1995) indica a faixa entre pH 5,5 e 6,5. Para Dickerson (2000), a amoreira-preta se desenvolve bem em pH entre 6,5 e 7,5, sendo que, em áreas com pH >7,5, o único problema é a possibilidade de aparecimento de clorose férrica (deficiência de ferro), situação de ocorrência restrita a alguns países do Hemisfério Norte. De qualquer forma, nota-se que a espécie se desenvolve bem, mesmo em solos de pH menores ou maiores do que 5,5.

O método para a definição da quantidade de calcário utilizado nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Manual [...], 2016) é o índice SMP (Shoemaker, McLeann e Pratt) (com faixa que vai de 4,4 a 6,7; e cujas quantidades de calcário para atingir o pH 5,5 variam de 15 a 0 t/ha (Tabela 8.6).

Tabela 8.6. Quantidade de calcário (PRNT 100%, em t/ha), em função do índice SMP, necessária para elevar o pH a 5,5 (recomendado para a amoreira-preta) na camada de 0 a 20 cm.

Índice SMP	Calcário (t/ha)	Índice SMP	Calcário (t/ha)	Índice SMP	Calcário (t/ha)
4,4	15,0	5,3	4,8	6,2	1,0
4,5	12,5	5,4	4,2	6,3	0,8
4,6	10,9	5,5	3,7	6,4	0,6
4,7	9,6	5,6	3,2	6,5	0,4
4,8	8,5	5,7	2,8	6,6	0,4
4,9	7,7	5,8	2,3	6,7	0,0
5,0	6,6	5,9	2,0	--	--
5,1	6,0	6,0	1,6	--	--
5,2	5,3	6,1	1,3	--	--

Fonte: Adaptado da Manual [...], (2016).

Em relação ao tipo de calcário a ser utilizado (dolomítico ou calcítico), isso irá depender dos teores de Ca e de Mg existentes em cada área onde serão estabelecidos os pomares, considerando que o Ca é um dos elementos mais demandados e exportados nas frutas de amora (Harkins et al., 2014).

A calagem deve ser realizada em área total, no mínimo três meses antes do plantio das mudas, com distribuição uniforme do calcário, o qual será imediatamente incorporado com arado de disco na camada de 0-20 cm de profundidade (Manual [...], 2016). Se as doses necessárias forem maiores do que 5,0 t/ha, recomenda-se parcelar a aplicação em duas vezes, no menor tempo possível, sendo metade da dose seguida de incorporação com arado, repetindo as duas operações, com a outra metade da dose, sendo que essa segunda aplicação deve ser realizada no mínimo três meses antes do plantio das mudas. O tipo de calcário a ser aplicado (calcítico ou dolomítico) também dependerá da relação Ca:Mg no solo. Se essa for <3:1, o calcário mais indicado é o calcítico. Porém, se for >3:1, deve-se utilizar o calcário dolomítico (Petry et al., 2022). Além disso, deve-se considerar a reatividade do calcário (tamanho das suas partículas). Considerando-se que a amoreira-preta é uma cultura perene, e que a prática da calagem apresenta algumas limitações após a implantação do pomar (por exemplo, dificuldade de incorporação nas linhas de plantio e a baixa ação em profundidade, quando o calcário é aplicado em superfície), recomenda-se utilizar, de preferência, calcários com PRNT menores [faixas A (PRNT 45 a 60%) e B (PRNT 60 a 75%)], para que o efeito residual se prolongue por vários anos (Natale; Coutinho, 1994). Essa recomendação, de optar por calcários menos reativos, tem sido adotada em frutíferas tropicais (Natale et al., 2012; Natale et al., 2022).

Adubação de pré-plantio

Ainda que no Manual [...] (2016) não esteja recomendada a aplicação de N em pré-plantio para a amoreira-preta, a experiência leva à recomendação de aplicar N, em áreas com solos com teor de MOS <2,5%, a dose de 40 kg/ha de N, visando o adequado estabelecimento das plantas.

As fontes de N podem ser orgânicas e de disponibilidade regional, como a cama de frango, a cama sobreposta de suínos, e os esterco suínos, bovinos e o de peru. As quantidades dos diferentes adubos orgânicos devem ser aplicadas conforme orientações constantes no Manual [...] (2016).

As quantidades de P e K recomendadas para a adubação de pré-plantio (adubação de correção), para plantas frutíferas em geral (Tabela 7.7), variam de 0 a 250 kg/ha de P_2O_5 (teor de P no solo nas classes Muito alto e Muito baixo, respectivamente) e de 0 a 150 kg/ha de K_2O (teor de K no solo nas classes Muito alto e Muito baixo, respectivamente) e têm como objetivo a correção total dos teores de P e K aos respectivos níveis críticos.

Tabela 8.7. Quantidades de fósforo e de potássio recomendadas em pré-plantio para as espécies de plantas frutíferas, em função dos teores de P e K disponíveis no solo.

Interpretação do teor de P e K no solo	Nutriente	
	Fósforo	Potássio
	(kg/ha de P_2O_5)	(kg/ha de K_2O)
Muito baixo	250	150
Baixo	170	90
Médio	130	60
Alto	90	30
Muito alto	0	0

Adubação de crescimento e manutenção

Nitrogênio

Na amoreira-preta, o N é o elemento utilizado em maiores quantidades e o que desempenha papel fundamental no crescimento, desenvolvimento e produção, sendo o elemento mais exportado (Grandall, 1995; Castaño et al., 2008; Pereira, et al., 2013). A deficiência de N é caracterizada pela presença de entrenós curtos (exceto quando essa for uma característica da cultivar como, por exemplo, da BRS Caingá), folhas pequenas, cloróticas, que caem prematuramente, além de hastes finas, curtas e em número reduzido e de frutos pequenos. Na planta, o N é móvel, de modo que os sintomas foliares de deficiência, clorose ou amarelecimento surgem primeiro nas folhas mais velhas. Se a carência de N for severa, pode haver a formação de regiões avermelhadas nas folhas pelo acúmulo de antocianinas e até necrose (Grandall, 1995; Pereira et al., 2015a; Barreto et al., 2022).

Na Tabela 7.8 é apresentado um esquema das recomendações de adubação de N para amoreira-preta cultivada no Sul do Brasil (Manual [...], 2016; Pauletti; Motta, 2017), com algumas adaptações realizadas a partir de revisão de literatura atualizada. As quantidades de N sugeridas para a adubação de manutenção variam de acordo com o teor de MOS e com a expectativa de produção. A adubação nitrogenada de crescimento, realizada no primeiro ano (ano do plantio), não é indicada pela Manual [...] (2016), quando da aplicação em pré-plantio. Contudo, em solos pobres em matéria orgânica e que não receberam adubação nitrogenada adequada em pré-plantio, pode-se indicar a adubação nitrogenada, conforme Cardona e Bolaños-Benavides (2019). De acordo com esses autores, nos primeiros cinco meses a partir do plantio das mudas, são necessários 83 kg/ha de N, parcelados da seguinte forma: 10% no momento do transplante; 10% após 30 dias; 15% após 90 dias; 50% após 120 dias e 15% após 150 dias do plantio (Tabela 8.8).

Segundo a Manual [...] (2016), na adubação de manutenção, realizada a partir da entrada em produção, os fertilizantes nitrogenados devem ser aplicados em até quatro vezes. A primeira parcela deve ser aplicada no início da brotação, a segunda parcela aos 30 dias após a primeira aplicação, e a terceira aplicação, aos 60 dias após a primeira aplicação. A quarta aplicação é recomendada após o término da colheita dos frutos. Na Tabela 8.8 é apresentada uma distribuição das doses de N em adubação de manutenção, ao longo do ciclo produtivo. É sugerido um parcelamento de três vezes iguais da dose indicada para a fase de produção (brotação, floração e frutificação), sendo a primeira no início da brotação, a segunda e terceira aos 30 e aos 60 dias após a primeira aplicação.

Com relação à dose indicada em pós-colheita, a recomendação é de aplicação em dose única. Contudo, no esquema proposto, foi sugerido o parcelamento da adubação nitrogenada de pós-colheita em duas vezes, sendo a primeira logo após o final da colheita, de preferência após a poda de retirada das hastes senescentes, e a segunda parcela aos 30 dias após a primeira. É importante destacar que nesse período é realizada também a amostragem foliar para o diagnóstico nutricional nas *primocanes*. Assim, é sugerido que a amostragem seja realizada pelo menos com 20 a 30 dias após a aplicação do N, independentemente se a aplicação foi realizada em dose única ou parcelada. A amoreira-preta responde satisfatoriamente a diversas fontes de N, sendo a ureia, o nitrato de amônio e o sulfato de amônio as mais empregadas (Grandall, 1995; Strik, 2008). Entretanto, o sulfato de amônio é o mais indicado, pois a amoreira-preta é exigente em S (1,3 kg por tonelada de frutas produzidas). Por outro lado, a utilização do sulfato de amônio durante algumas safras consecutivas reduz sensivelmente o pH do solo e pode causar incremento dos teores de Al, com impacto

negativo na produtividade (Pereira et al., 2015a). Nesse sentido, a utilização do sulfato de amônio por mais de 2 anos seguidos deve ser associada ao monitoramento do pH e dos teores de Al no solo (Pereira et al., 2015a).

Tabela 8.8. Recomendação de adubação nitrogenada para implantação e manutenção do pomar de amoreira-preta conforme idade da planta, teor de matéria orgânica do solo e expectativa de produtividade, e épocas adequadas de aplicação. As doses recomendadas são previstas para uma população padrão de 6.667 plantas por hectare (espaçamentos 3,0 x 0,5 m).

Recomendação de N para o ano de implantação do pomar								
Ano do plantio	83 kg/ha de N, distribuídos da seguinte forma:						Total de N aplicado (kg/ha)	
	No plantio	30 dias após	90 dias após	120 dias após	150 dias após			
	8,3	8,3	12,5	41,5	12,5		83	
Recomendação de N para os anos seguintes								
Idade das plantas	Teor de MOS (%)	Produtividade esperada (t/ha)	Brotação, floração e frutificação (kg/ha)			Pós-colheita		Total de N aplicado (kg/ha)
			Início da brotação	30 dias após	60 dias após	Logo após a colheita	30 dias após a colheita	
Segundo ano	0–2,5	<10	26,7	26,7	26,7	50	50	180
		>10	40	40	40	50	50	220
	2,5–5,0	>10	21,3	21,3	21,3	33,5	33,5	131
		>10 Mg ha ⁻¹	32 kg ha ⁻¹	32 kg ha ⁻¹	32 kg ha ⁻¹	33,5 kg ha ⁻¹	33,5 kg ha ⁻¹	163
	>5,0	>10	17	17	17	16,5	16,5	84
		>10	25,7	25,7	25,7	16,5	16,5	110
Terceiro ano em diante	0–2,5	>10	37,7	37,7	37,7	50	50	213
		>10	49	49	49	50	50	247
	2,5–5,0	>10	30,3	30,3	30,3	33,5	33,5	158
		>10	39	39	39	33,5	33,5	184
	>5,0	>10	24,3	24,3	24,3	16,5	16,5	106
		>10	31,3	31,3	31,3	16,5	16,5	127

Fonte: Adaptado de Manual [...], (2016), Pauletti e Motta (2017) e Cardona; Bolaños-Benavides (2019).

Fósforo

As plantas frutíferas, de modo geral, não demandam P em grandes quantidades, pois exportam pouco P nos frutos e no material de poda. Porém, o P é um componente de compostos importantes das células vegetais, utilizados no metabolismo energético das plantas (Taiz; Zeiger, 2013). Além disso, o P contribui para o crescimento do sistema radicular e interage com outros elementos, podendo proporcionar aumento da produção e qualidade das frutas (Grandall, 1995; Pereira et al.,

2015a). Considerando que os solos brasileiros apresentam teores de P baixos a muito baixos, é importante manter os teores desse elemento no limite inferior da classe “alto” (conhecido como “teor crítico”), para proporcionar satisfatório crescimento das plantas. Sintomas de deficiência de P em amoreira-preta ocorrem inicialmente em folhas mais velhas, que se tornam verde-escuras, com bordas arroxeadas, podendo haver, ainda, queda prematura das folhas (Bushway et al., 2008; Pereira et al., 2015a; Barreto et al., 2022). As doses de P para a adubação de manutenção da amoreira-preta variam em função dos teores de P no solo (Tabela 8.9).

Tabela 8.9. Interpretação e recomendação de P para a adubação de manutenção da amoreira-preta, em função dos teores de P no solo.

Interpretação do teor de P no solo	Produtividade esperada (t/ha)		
	<10	10-15	>15
	----- kg/ha de P_2O_5 -----		
Muito baixo	82	120	159
Baixo	68	100	132
Médio	57	84	110
Alto	47	70	92
Muito alto	40	58	77

As doses recomendadas são previstas para uma população padrão de 6.667 plantas por hectare (espaçamento 3,0 x 0,5 m). Fonte: Manual [...] (2016).

O P pode ser aplicado em dose única no início da brotação, juntamente com a primeira aplicação de N. Os fertilizantes devem ser aplicados ao longo da linha de plantio, a uma distância de, aproximadamente, 15 cm das plantas. Dentre as fontes de P, podem ser utilizados superfosfatos (triplo ou simples, esse último com a vantagem de conter enxofre) e fosfatos naturais (em caso de solos com teores de P nas classes “alto” e “muito alto”).

Potássio

A cultura da amoreira-preta necessita de grandes quantidades de K, especialmente em situações de alta produtividade (Grandall, 1995; Pereira et al., 2013; Antunes et al., 2014). Além de proporcionar incrementos de produção, a adubação potássica também pode influenciar sobre o tamanho, teor de açúcar e firmeza das frutas (Hart et al., 2006; Antunes et al., 2014).

Em situações de alta produtividade, em que o N não é limitante, o K pode induzir o crescimento e aumentar a produtividade, além de influenciar a firmeza das frutas. Já a deficiência de K pode causar clorose e necrose marginal das folhas, além de recurvamento foliar com coloração marrom (Pereira et al., 2015a; Barreto et al., 2022). As doses de K para a adubação de manutenção da amoreira-preta variam em função das classes de teor de K do solo e da expectativa de produtividade (Tabela 8.10).

Tabela 8.10. Quantidades de potássio sugeridas para adubação de manutenção da amoreira-preta, em função dos teores de K no solo e da expectativa de produtividade.

Interpretação do teor de K no solo	Produtividade esperada (t/ha)		
	<10	10-15	>15
	----- kg/ha de K ₂ O -----		
Muito baixo	170	247	323
Baixo	142	206	269
Médio	118	171	224
Alto	99	143	187
Muito alto	82	119	156

As doses recomendadas são previstas para uma população padrão de 6.667 plantas por hectare (espaçamentos 3,0 x 0,5 m). Fonte: Manual [...] (2016).

O K, principalmente em solos arenosos, deve ser parcelado em três aplicações: no início da brotação, aos 30 e aos 60 dias após a primeira aplicação (pode ser aplicado junto com o N). Já em solos argilosos e com teor de MOS de médio a alto (alta CTC) não há necessidade de parcelamento. A aplicação deve ser realizada ao longo da fila de plantio, a uma distância de aproximadamente 15 cm das plantas. As principais fontes de K utilizadas são o cloreto de potássio, o sulfato de potássio e o nitrato de potássio. O cloreto de potássio geralmente é mais barato, já os sulfatos de potássio e magnésio, embora mais caros, também contribuem com nutrientes importantes, como o S e o Mg (Hart et al., 2006).

Cálcio

O Ca é um componente importante da pectina, fazendo a função de agente cimentante da parede celular. Frutas com deficiência de Ca ficam moles, as pontas das folhas ficam marrons e não se expandem completamente. Em casos severos, a planta inteira fica com coloração marrom e as folhas novas desenvolvem necrose internerval. Segundo Bushway et al. (2008), os sintomas de deficiência de Ca são comuns, mas raramente se deve à insuficiência de Ca no solo. Os fatores que afetam sua mobilidade influenciam indiretamente sua absorção. O Ca entra na planta pelas pontas de raízes novas, não suberizadas. Portanto, fatores que limitam o fluxo de massa, como a baixa umidade do solo e o clima frio, nublado e úmido, podem reduzir a quantidade de Ca absorvido. Portanto, os sintomas de deficiências são observados em brotações novas, ou seja, nas partes da planta mais distantes do sistema radicular.

As deficiências de Ca em amoreira-preta raramente são relatadas na literatura (Spiers, 1987; Grandall, 1995). Além disso, a adubação com Ca e Mg pode aumentar o crescimento das plantas (Pereira et al., 2015a). Sintomas de deficiência de Ca ocorrem no sistema radicular, sendo esse menos desenvolvido quando comparado ao de plantas com aporte adequado de Ca (Pereira et al., 2015). Barreto et al., (2022) perceberam que o sistema radicular de amoreiras-pretas ‘BRS Xingu’ cultivadas com omissão de Ca foi reduzido e apresentava menos raízes novas. Em caso de deficiência de Ca, principalmente no caso de cultivares altamente produtivas (>25 t/ha), aplicações de nitrato de cálcio, óxido de cálcio ou mesmo gesso agrícola são as melhores opções e devem ser realizadas após a poda de produção (Cardona, 2017). Ao mesmo tempo, visando o suprimento de

longo prazo de Ca e de Mg, o uso de calcários calcítico e dolomítico são as opções mais econômicas. A manutenção do pH do solo acima de 5,5, geralmente mantém teores adequados de Ca no solo e atende as necessidades de Ca da amoreira-preta. Na maioria dos casos, manter adequada umidade do solo é a melhor maneira para evitar queimaduras nas pontas das folhas associadas à deficiência de Ca (Bushway et al., 2008).

Magnésio

O Mg faz parte da molécula da clorofila e, portanto, está diretamente relacionado com a absorção de N e, em caso de deficiência, pode haver redução do crescimento das plantas (Marschner, 2012). As deficiências de Mg são comuns especialmente em solos arenosos e ácidos. Clima frio, úmido e nublado também induzem a deficiência de Mg, pois sua distribuição na planta é principalmente por fluxo de massa. A disponibilidade de Mg aumenta com o pH do solo e pode atingir teores limitantes em caso de pH baixos (<5,0). Além disso, altos níveis de Al no solo podem reduzir a disponibilidade de Mg, bem como o excesso de K pode induzir a deficiência de Mg. Uma relação K/Mg inferior a 5 é desejável. Se essa proporção for alta, a aplicação adicional de Mg pode ser benéfica, mesmo que o Mg esteja dentro da faixa desejada. Como o Mg é bastante móvel, pode ser aplicado por via foliar (Bushway et al., 2008).

Barreto et al. (2022) observaram que a omissão de Mg causou clorose internerval e enrugamento de folhas mais velhas, evidenciando a alta mobilidade na planta. Em relação ao sistema radicular, não houve redução do volume, mas diminuição na emissão de raízes novas. Em caso de deficiência de Mg, a aplicação de sulfato de magnésio é a melhor opção. Além disso, visando o suprimento de longo prazo de Mg (e de Ca), o uso de calcário dolomítico é a opção mais econômica.

Enxofre

Geralmente não ocorre deficiência de S nos solos brasileiros, principalmente naquelas microrregiões onde é cultivada a amoreira-preta. Ressalta-se que uma das fontes nitrogenadas recomendadas para a cultura também contém enxofre (sulfato de amônio). De forma complementar, se necessário, é possível utilizar gesso agrícola e sulfato de potássio. Em caso de teores baixos de S, tanto no solo quanto no tecido foliar, a recomendação é aplicar de 33 a 45 kg/ha de S. É recomendado que seja mantida uma relação de N:S de 15:1, desde que os teores foliares de ambos os elementos estejam em níveis adequados (Hart et al., 2006).

Micronutrientes

Boro

Entre os micronutrientes, a deficiência de boro (B) é a mais relatada na literatura brasileira (Barreto et al., 2022). Os sintomas são caracterizados por atraso na brotação e morte de gemas, principalmente na porção superior das hastes (Barreto et al., 2022) (Figura 8.3). O B também é essencial para o crescimento radicular (Bushway et al., 2008) e pode ser absorvido através de raízes e de folhas. No caso de aplicação foliar, o melhor momento para aplicar B em amoreiras com frutificação do tipo remontante é anterior à frutificação. Para cultivares não remontantes, o ideal é aplicar no início do verão. O B é o único não metal entre os micronutrientes e geralmente não ocorre como um íon com cargas. Isso, aliado ao seu pequeno tamanho, torna o B propenso à lixiviação. Em solos de textura arenosa e/ou cascalhento e com baixo teor de matéria orgânica, até 85% do B disponível pode ser lixiviado em uma única chuva de 50 mm (Bushway et al., 2008). O fluxo de

massa é o modo de absorção mais importante para o B, portanto, condições que não favorecem a absorção de água podem induzir a deficiência desse nutriente.

Para Bushway et al. (2008), aplicações de B, via solo, em amoreiras-pretas e framboeseiras, não devem exceder 1,5 kg por hectare por ano, enquanto em aplicações foliares a dose deve ser de, no máximo, 2,5 kg/ha de B em um volume de calda de 100 a 120 L/ha.

No Brasil não existe recomendação para aplicação de B para amoreira-preta, porém, em função de relatos de deficiência em pomares (Barreto et al., 2022) e do trabalho de Bushway et al. (2008), sugere-se aplicar 1,5 kg/ha de B em pré-plantio. As fontes mais comuns de B são bórax (12% de B), ácido bórico (17% de B), solubor (20% de B) e ulexita (10% de B).

Cobre

O cobre é um dos nutrientes menos móveis no solo e na planta. Por essa razão, quando está em teor deficiente, as correções são difíceis. O Cu é um componente essencial de muitos sistemas enzimáticos. Embora uma quantidade significativa de Cu no solo seja insolúvel, uma parte pode ser complexada em quelatos orgânicos, podendo ser absorvida pelas plantas. O pH elevado do solo e o excesso de P, Zn e Al restringem a absorção de Cu, bem como sua translocação. Além disso, a adsorção de Cu em óxidos de Fe, Al e Mn pode ser significativa. Os sintomas visuais da deficiência de Cu não são de fácil identificação. O Cu pode ser tóxico para raízes e folhas, e aplicações foliares podem queimar as folhas, sendo, por isso, recomendadas pequenas quantidades em formas quelatizadas (Bushway et al., 2008).

Zinco

O Zn atua na ativação enzimática e na síntese de reguladores de crescimento vegetais. Para Bushway et al. (2008), o teor total de Zn no solo não é um bom indicador de disponibilidade para as amoreiras-pretas, pois o elemento tem uma forte tendência de se combinar com ânions no solo e formar precipitados insolúveis. Além disso, também pode ser complexado na MOS, o que pode reduzir sua disponibilidade. O Zn é relativamente imóvel no solo, portanto, aplicações de fontes solúveis de Zn, como sulfato de zinco, em pré-plantio, são eficazes, mas economicamente caras, enquanto que aplicações na superfície do solo não são eficazes. A fertirrigação pode ser uma forma eficiente e mais barata de aplicar Zn, para suprir a deficiência das plantas.

Barreto et al. (2022) destacam que a deficiência de zinco provoca amarelecimento ou morte da área internodal de folhas mais velhas, além de produzir entrenós curtos nas hastes e crescimento terminal em forma de roseta. (Figura 8.3).

Manganês

A disponibilidade de Mn está fortemente associada com o pH do solo, e as deficiências ocorrem com mais frequência em solos alcalinos ou em solos que sofreram calagem excessiva (Bushway et al., 2008). Os solos brasileiros, de um modo geral, são ácidos ($\text{pH} < 5,0$) e apresentam teores tóxicos de Mn, principalmente em áreas sujeitas a encharcamento. A deficiência de Mn, apesar de não ser comum no Brasil, caracteriza-se por coloração amarelada em folhas mais velhas (Grandall, 1995; Barreto et al., 2022). A deficiência de Mn pode ser vista na Figura 8.6J.

Amostragens de solo e de folhas de amoreira-preta

Amostragem de solo

De acordo com o Manual [...] (2016), recomenda-se realizar a amostragem de solo anualmente ou, pelo menos, a cada 3 anos. Retirar de 15 a 20 subamostras de uma área homogênea, com tamanho máximo de 1 ha, para compor a amostra principal, provenientes da camada de 0 a 20 cm de profundidade.

Amostragem foliar

A recomendação constante no Manual [...] (2016), para a cultura da amoreira-preta, é de coletar a sexta folha totalmente expandida (contada a partir do ápice em direção à base da planta), com pedicelo, das hastes/brotações emitidas no ano anterior (*primocanes*). Amostrare aproximadamente, entre 80 e 100 folhas de cada cultivar, separadamente, na segunda quinzena de janeiro. Nesse sentido, Strik e Bryla (2015) destacam que o conhecimento quanto ao acúmulo anual de nutrientes e aos períodos de rápida absorção permite o melhor gerenciamento de programas de adubação de amoreira-preta e de framboeseira.

No Oregon (EUA), a época recomendada de amostragem foliar vai de julho ao início de agosto (meio/final do verão). É adequada para os tipos de framboeseira e amoreira-preta com frutificação do tipo *floricane*, e de framboeseras com frutificação tipo *primocane*. Porém, não é adequada para amoreira-preta com frutificação em *primocanes*, para a qual a recomendação de amostragem de folhas é durante o estágio de fruto verde. Os padrões considerados adequados de nutrientes no tecido foliar, atualmente vigentes, parecem ser muito altos para K na frutificação da framboeseira e da amoreira-preta do tipo *primocanes*, já que as *primocanes* estão produzindo frutos no momento da amostragem foliar, e os frutos contêm quantidades significativas de K, o que diminui o teor de K nas folhas.

Em outro trabalho de pesquisa, Strik e Vance (2016) observaram que as recomendações foram definidas para todos os tipos de *caneberries* (framboeseira e amoreira-preta), incluindo tipos com hábito de frutificação remontante e não remontante e com diferentes hábitos de crescimento, diferindo na época de frutificação e no método de poda. Por isso, os níveis de nutrientes nos tecidos e os requisitos de amostragem podem divergir entre esses tipos de amoreiras-pretas. Os autores realizaram dois estudos para avaliar o efeito de cultivares do tipo *primocane* (Prime-Jan® e Prime-Jim®) e do hábito de crescimento (cultivares com hábito de crescimento rasteiras, eretas e semieretas) sobre a concentração de nutrientes foliares. No primeiro estudo, amostragens de folhas foram realizadas a cada duas semanas durante duas estações de cultivo. O resultado foi que, para cultivares com frutificação do tipo *primocane*, a melhor época para amostragem de folhas coincidiu com o estágio fenológico de fruto verde, não com uma determinada data do calendário (método padrão). No segundo estudo, foram avaliados os níveis de nutrientes nas folhas em cultivares com hábito de crescimento rasteiras, eretas e semieretas. Dentro de cada tipo da amoreira-preta estudada, as cultivares diferiram na concentração de nutrientes durante toda a temporada. Assim, os autores sugerem que a amostragem foliar seja realizada de acordo com o hábito de crescimento das cultivares e coletadas no estágio fenológico de fruto verde (Strik; Vance, 2016).

Na sequência das pesquisas sobre época de amostragem foliar e a nutrição de amoreira-preta, Strik e Vance (2017) chamaram a atenção para o fato de que os padrões de nutrientes foliares para

amoreira-preta são baseados em folhas de hastes primárias (*primocane*) na maioria dos países produtores, mas há interesse em amostragens de folhas provenientes de hastes floríferas (*floricane*). Assim, os autores investigaram a época mais adequada de amostragem de tecido foliar (em *primocanes* e *floricanes*) para melhor avaliar o status de nutrientes em vários tipos de cultivares: de ciclo precoce de hábito rasteiro ('Marion', 'Black Diamond', 'Onyx', 'Columbia Star'), de ciclo intermediário e de hábito ereto ('Ouachita') e de ciclo tardio e de hábito semiereto ('Triple Crown', 'Chester Thornless'). Folhas de *primocane* foram amostradas a cada duas semanas, do final de maio ao início de outubro, enquanto as folhas de *floricanes* foram amostradas também a cada duas semanas, mas desde o início de maio (o que corresponde a novembro, no Hemisfério Sul) até a colheita dos frutos. O padrão de mudança na concentração de nutrientes nas folhas de *primocanes* variou entre os tipos ereto e semiereto, particularmente para os nutrientes P, K, Ca, Mg, B e Mn, cujos níveis foliares foram maiores no final da estação para as cultivares de hábito de crescimento ereto e semiereto (exceto P e K, que foram inferiores). Já as concentrações de nutrientes em *floricanes* diminuíram durante o crescimento e desenvolvimento das brotações laterais e gemas floríferas para os nutrientes N, P, K e S, mas aumentaram para a maioria dos outros nutrientes em todas as cultivares (independentemente de ciclo e hábito de crescimento). O N e K das folhas de *floricanes* diminuíram mais rapidamente durante o período de desenvolvimento dos frutos, em todas as cultivares. Apesar dessas diferenças, os autores chamam a atenção para o fato de que a amostragem de folhas de *floricanes* não é recomendada, pois não existem faixas de padrão de suficiência. Nas folhas de *primocanes*, os nutrientes que não mostraram mudanças significativas em sua concentração durante o período recomendado de amostragem (final de janeiro a início de fevereiro, coincidindo com a fase fenológica de frutos verdes) foram N, Mg, K, Ca, S, B, Mn e Zn, no primeiro ano de avaliação. Já o P, Fe e Al permaneceram estáveis nesse período nos 2 anos de avaliação. Em contraste, na amostragem de início ao final de agosto, o N, Mg, Fe, Mn e Al permaneceram estáveis em ambos os anos e K, Ca, S, B, Cu e Zn das folhas permaneceram estáveis em 1 dos 2 anos. Assim, os autores concluíram que a época adequada de amostragem de folhas em hastes vegetativas (*primocanes*) vai do início ao final de fevereiro, já que a maioria dos nutrientes apresentavam teores estáveis quando as folhas foram amostradas nessa época. Ao mesmo tempo, considerando que o N na folha é o nutriente mais importante para a produtividade, os autores recomendam ajustar os programas de adubação baseados nesse nutriente e na nova época de amostragem foliar.

Considerando-se que o princípio para a realização da amostragem foliar é a relativa estabilidade ou a variação mínima dos teores dos nutrientes na folha (Strik; Vance, 2017), e a partir de trabalhos de fenologia realizados na região Sul do Brasil (Antunes et al., 2008; Antunes et al., 2010; Antunes et al., 2021; Souza et al., 2021) e no Hemisfério Norte, no estado do Oregon (Strik; Bryla, 2015; Strik; Vance, 2016; Strik; Vance, 2017), foi elaborada a Figura 8.5 contendo as principais características das diferentes fases fenológicas e épocas de amostragens de folhas de amoreiras-pretas e framboeseiras, dos tipos *floricanes* e *primocanes*, bem como uma sugestão de amostragem foliar complementar, a qual deve ser realizada em folhas de hastes *floricanes*, na fase de frutos verdes (antecedendo em 60 a 90 dias a atual época recomendada, ou seja, metade de janeiro a início de fevereiro). Faixas de valores de referência nutricional para esse tipo de amostragem complementar estão apresentadas na Tabela 8.7.

Condições climatológicas do Sul do Brasil e épocas de amostragem foliar de amoreira-preta																											
Estação do ano	Verão					Outono					Inverno					Primavera					Verão						
Mês do ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro															
Dia do mês	1 11 15 31	1 11 21 28	1 11 20 31	1 11 21 30	1 11 21 31	1 11 20 31	1 11 21 31	1 11 21 31	1 11 21 31	1 15 21 30	1 11 15 30	1 11 21 31	1 15 21 31	1 11 15 30	1 11 21 31												
Tipo de estrutura de produção, fenologia e amostragem foliar	Primocane															Floriscane											
	Frut. Mad															Out											
											21 31 1 11 15					Nov											
Fases fenológicas	Vegetativa/Reprodutiva										Dormência					Vegetativa/Reprodutiva											
																Floração: metade de agosto a metade de novembro											
	Colheita															Desenvolvimento dos frutos: metade de setembro a metade de dezembro											
																	Colheita (final outubro/metade de janeiro)										
Temp. média diária (°C) **	23,2	23,0	21,7	18,5	15,1	12,4	12,3	13,4	14,9	17,5	19,6	22,0															
Duração (semanas)	2	12					17					21															
Época de amostragem foliar	Coletar a sexta folha, totalmente desenvolvida, com pecíolo, a partir do ápice de hastes do tipo <u>primocanes</u> ⁽¹⁾ (células verdes), mesmo que as <u>cultivares</u> sejam do tipo <u>floriscanes</u> , na <u>segunda quinzena</u> de janeiro, <u>após</u> a colheita dos frutos de <u>hastes floriscanes</u> . Tamanho da amostra: 80 a 100 folhas. As células destacadas na <u>cor vermelha</u> , metade de outubro a metade de novembro, coincidindo com a fase de frutos verdes, é sugestão de época de <u>amostragem</u> de folha, em <u>hastes floriscanes</u> , em <u>cultivares</u> do tipo <u>floriscanes</u> , a partir de trabalhos de Pereira et al. (2013; 2015)																										

(1) Normais climatológicas mensais do período 1971/2000. Estação Agroclimatológica de Pelotas, Convênio Embrapa/UFPel/Imnet;
(2) Mesmo que as cultivares produzidas no Brasil sejam do tipo floriscanes, a recomendação de amostragem de folha é em hastes primocanes, em pós-colheita. Porém, sugere-se também realizar amostragem de folhas em hastes floriscanes, na fase de frutos verdes ou antes, na fase de pegamento de fruto (início de setembro a metade de outubro)

Figura 8.5. Esquema com as principais características das diferentes fases fenológicas e épocas de amostragens de folhas de amoreiras-pretas, dos tipos floriscanes e primocanes, baseadas em condições edafoclimatológicas de Pelotas, RS.

A antecipação da amostragem e sua realização em folhas de hastes *floricanes* tem como objetivo possibilitar a correção de deficiências nutricionais no ciclo corrente, enquanto a amostragem de folhas de hastes *primocanes* (tipo de amostragem padrão, vigente e para a qual existe faixa de valores de referência nutricional) visa proporcionar adequada nutrição das estruturas de reserva (hastes vegetativas, raízes e coroa) que serão responsáveis pela produção no ciclo seguinte. Paralelamente, sugere-se que, em relação a essa amostragem padrão, considere-se o desenvolvimento das hastes vegetativas, isto é, que essas tenham diâmetro de, no mínimo, 1 cm, bem como o comprimento de 1,5 m antes da poda. Portanto, a data padrão recomendada para amostragem foliar em hastes vegetativas (metade de janeiro a início de fevereiro) irá variar de acordo com o desenvolvimento vegetativo das cultivares, do manejo da poda e das condições climáticas da região.

Com base no exposto, há a necessidade de detalhamento da fenologia das cultivares mais plantadas no Brasil e a realização de amostragens foliares em intervalos curtos (semanais ou quinzenais) nas diferentes microrregiões edafoclimáticas do Brasil onde são cultivadas amoreiras-pretas ou haja potencial de cultivo, a fim de definir a época adequada de amostragem foliar em hastes *floricanes* de cultivares *floricanes*, únicas cultivadas no País.

As faixas de valores de referência nutricional para interpretação de nutrientes em folhas da amoreira-preta, coletadas em diferentes épocas, em folhas de hastes vegetativas (amostragem padrão) e em hastes produtivas/floríferas (amostragem complementar), de acordo com as referências bibliográficas, estão apresentadas na Tabela 8.10.

Tabela 8.10. Faixas de valores de referência nutricional para interpretação de nutrientes em folhas da amoreira-preta, coletadas em diferentes épocas, provenientes de hastes vegetativas e floríferas.

Referências	Faixas de teores de nutrientes foliares em amoreira-preta											
	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
Primocanes												
Hart et al. (2006) - Oregon-EUA ⁽¹⁾	23,0-30,0	1,90-4,50	13,0-20,0	6,0-20,0	3,0-6,0	1,0	ni	30-70	6,0-20,0	60-250	50-300	15-50
Bushway et al., (2008) - Nordeste/Meio-oeste-EUA; Leste-Canadá ⁽²⁾	20,0-30,0	2,50-4,00	15,0-25,0	6,0-20,0	6,0-9,0	4,0-6,0	ni	30-70	6,0-20,0	60-250	50-200	20-50
Bolda et al., (2012) - California (EUA) ⁽³⁾	20,0-30,0	2,50-4,00	15,0-25,0	6,0-25,0	3,0-9,0	ni	ni	30-50	7,0-50,0	50-200	50-200	20-50
Strick (2015); Strick;Vance (2016 a, b) - Oregon-EUA ⁽⁴⁾	20,0-30,0	1,50-4,00	9,0-18,0	5,0-15,0	2,5-6,0	1,0-2,0	50-400	30-70	5,0-15,0	70-500	50-300	20-50
Strik; Vance (2017) ⁽⁵⁾ - Oregon-EUA	19,7-24,2	1,65-2,94	8,6-14,5	5,1-11,3	2,9-5,8	1,1-1,9	100-456	39-57	6,1-8,4	132-576	170-270	22-39
CQFS-RS/SC (2016) ⁽⁶⁾	22,0-30,0	2,50-4,50	12,5-30,0	6,0-25,0	3,0-10,0	ni	ni	30-80	6,0-25,0	50-150	50-300	15-50
Floricanes												
Pereira et al., (2013) ⁽⁶⁾ - Sul do Brasil	20,7-32,4	1,30-4,83	7,4-14,9	4,2-12,4	2,6-4,8	ni	ni	ni	4,0-9,0	51-134	608-4.368	15-48
Pereira et al., (2015) ⁽⁷⁾ - Sul do Brasil	16,0-31,7	1,10-4,81	8,0-14,4	3,9-14,3	2,0-4,9	ni	ni	ni	4,0-10,0	41-181	596-5.365	12-48
Strik; Vance (2017) ⁽⁹⁾ - Oregon-EUA	15,0-30,0	1,20-2,00	11,0-16,0	11,0-16,0	2,7-5,1	1,0-1,9	100-250	50-110	4,5-7,0	140-280	250-500	25-45

⁽¹⁾ Faixa padrão de nutrientes foliares para amostragem de folhas realizada no final de julho e início de agosto.⁽²⁾ Faixa padrão de nutrientes foliares para amostragem de folhas realizada de metade de julho à primeira semana de agosto.⁽³⁾ Faixa padrão de nutrientes foliares para amostragem de folhas realizada de maio a agosto.⁽⁴⁾ Faixa de nutrientes foliares em amostragem de folhas realizada no final de julho a final de agosto.⁽⁵⁾ Faixa padrão de nutrientes foliares para amostragem de folhas realizada de metade de janeiro ao início de fevereiro, vigente nas condições brasileiras.⁽⁶⁾ Faixa padrão de nutrientes foliares para amostragem de folhas realizada na metade de novembro.⁽⁷⁾ Faixa padrão de nutrientes foliares para amostragem de folhas realizada na metade de novembro.⁽⁸⁾ Teores mínimos e máximos de sete cultivares (Black Diamond, Chester Thornless, Columbia Star, Marion, Onyx, Ouachita e Triple Crown), em 2 anos de avaliação, em amostras de folha coletadas em três épocas (28-29/07, 12/08 e 25-27/08); média das três épocas.⁽⁹⁾ Teores mínimos e máximos de sete cultivares (Black Diamond, Chester Thornless, Columbia Star, Marion, Onyx, Ouachita e Triple Crown), em 2 anos de avaliação, dentro de cada época.

(–) Traço: Informação não disponível.

Sintomas de deficiência nutricional em folhas e hastes de amoreira-preta

Trabalhos técnico-científicos sobre sintomas de deficiência nutricional em amoreira-preta são raros. No Brasil, destacam-se os trabalhos realizados por Pereira et al. (2015a, 2015b) e Barreto et al. (2022). Com base nos resultados obtidos por esses autores, são ilustrados os sintomas de deficiência nutricional nas folhas e nas hastes da amoreira-preta (Figuras 8.5 e 8.6). Seguindo esses autores, uma folha de amoreira-preta considerada padrão, com aspecto normal, sem sintomas de deficiências nutricionais, pode ser visualizada na Figura 8.5A (cultivar Tupy) e na Figura 8.6A (cultivar BRS Xingu). Podem ocorrer, por exemplo, sintomas de deficiência de N nas hastes, as quais passam de um tom verde (Figura 8.5G, hastes normais, sem deficiência de N) para pigmentação avermelhada. Quanto maior a deficiência, maior a intensidade do tom avermelhado (Figuras 8.5G e 8.5H).

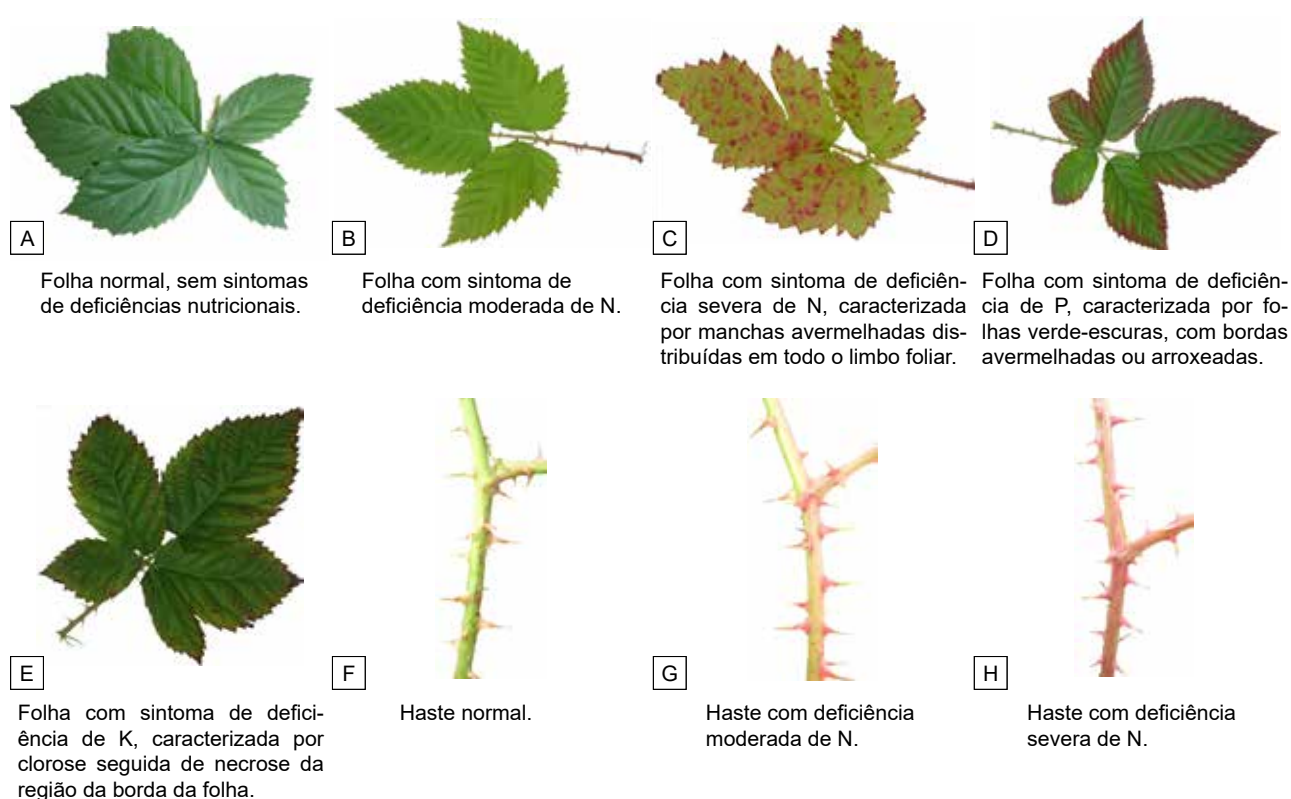


Figura 8.5. Face superior do limbo foliar de folhas de amoreira-preta cultivar BRS Tupy, com aspecto normal (A) e com sintomas de deficiência moderada (B) e severa de nitrogênio (C), de fósforo (D) e de potássio (E), e hastes de amoreira preta cultivar BRS Tupy com aspecto normal, sem sintomas de deficiência (F), com sintoma de deficiência moderada (G) e severa de Nitrogênio (H).

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2015a).

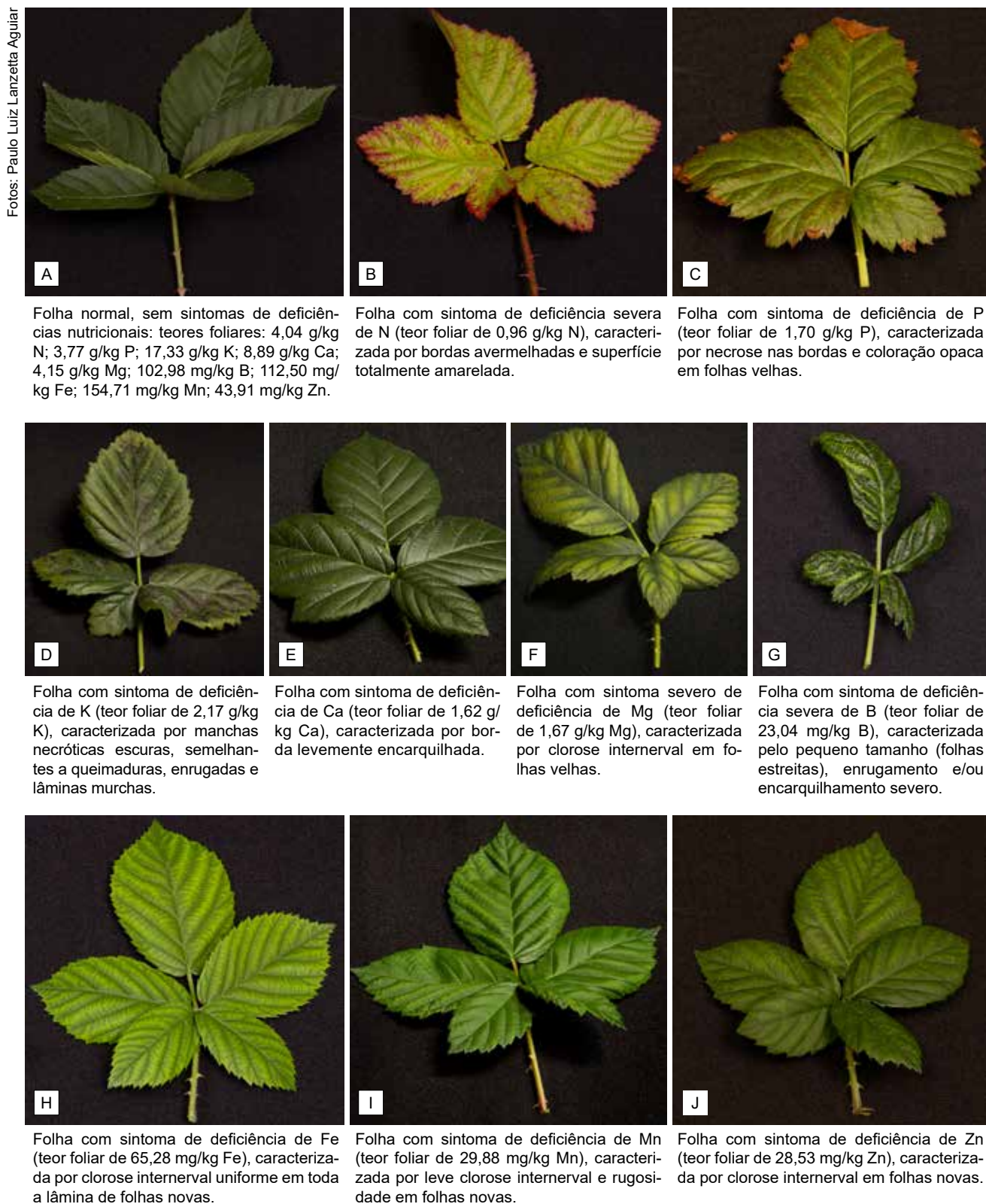


Figura 8.6. Face adaxial do limbo foliar da amoreira-preta cultivar BRS Xingu, com aspecto normal (A) e com sintomas de deficiência de nutrientes, isolados (B a J).

Fonte: Adaptado de Barreto et al., (2022).

Considerações finais

O cultivo de amoreira-preta tem aumentado gradativamente no Brasil e no mundo devido ao apelo por consumo de frutas com características nutracêuticas. Porém, as informações técnicas sobre calagem e adubação, mesmo em regiões tradicionais de cultivo, seja para fertilizantes convencionais, seja para os alternativos (voltados aos sistemas de produção orgânicos), não têm acompanhado esse ritmo, principalmente quando se consideram as elevadas produtividades das novas cultivares lançadas e os sistemas de produção atuais. Nesse contexto, o avanço do cultivo para outras regiões subtropicais e tropicais gerou alta demanda por recomendações técnicas para o manejo da adubação da cultura. Assim, seria adequado realizar experimentos em rede interinstitucional, contemplando as cultivares mais plantadas, as diferentes condições edafoclimáticas e as múltiplas fontes de nutrientes.

Outro aspecto relevante diz respeito à época da amostragem foliar em cultivares de hábito *primocane* e *floricane* ou em relação ao hábito de crescimento (prostrado, semiereto e ereto). É necessário fazer essas distinções, haja vista as diferenças que as cultivares apresentam na duração do ciclo vegetativo (o que impacta diretamente na época de amostragem foliar) e reprodutivo, bem como nas demandas nutricionais para o correto diagnóstico nutricional das plantas e nas recomendações de adubação. Esse problema tem sido motivo de pesquisas no Brasil e nos EUA, mas ainda carece de validação em diferentes condições edafoclimáticas e sistemas de produção.

Por fim, considerando a rusticidade da espécie, as características da fruta (sua capacidade antioxidante e importância para a saúde) e o apelo atual por sistemas de produção mais limpos, há uma grande demanda de pesquisas para a produção de amora em sistemas orgânicos e/ou agroecológicos, principalmente se for considerada a multiplicidade de insumos alternativos, minerais e orgânicos, gerados em todo o território nacional. Isso possibilitaria a diminuição da dependência de insumos importados e uma produção menos impactante sobre os recursos naturais e ambientalmente mais limpa.

Referências

- ANTUNES, L. E. C.; GONÇALVES, E. D.; TREVISAN, R. Fenologia e produção de cultivares de amoreira-preta em sistema agroecológico. **Ciência Rural**, v. 40, n. 9, 2010. DOI: 10.1590/S0103-84782010000900012.
- ANTUNES, L. E. C.; PEREIRA, I. S.; PICOLOTTO, L.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A. Produção de amoreira-preta no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 100-111, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-450/13.
- ANTUNES, L. E. C.; TREVISAN, R.; FRANZON, R. C. Cultivo de pequenos frutos com baixa exigência em frio: amora-preta, framboesa e mirtilo. In: SEMINÁRIO DE FRUTICULTURA DA FRONTEIRA OESTE, 2.; ENCONTRO CIENTÍFICO DE FRUTICULTURA DO BIOMA PAMPA, 1., 2007, Uruguai. Anais... Uruguai: PUCRS - Campus Uruguai, 2007. p. 122-133.
- BARRETO, C. S.; NAVROSKI, R.; BENATI, J. A.; COSTA, S. I.; NAVA, G.; ANTUNES, L. E. C. Nutrient omission on growth and leaf contents of blackberry. **Comunicata Scientiae**, v. 13, p. 1-7, 2022. DOI: 10.14295/cs.v13.3602.
- BUSHWAY, L.; PRITTS, M.; HANDLEY, D. (ed.). **Raspberry & blackberry production guide for the Northeast, Midwest, and Eastern Canada**. Ithaca, NY: Natural Resource Agriculture and Engineering, 2008. 157 p. (NRAES-35).
- CARDENAS, D. M. M.; CARDONA, W. A.; GARCIA MUNOZ, M. C.; BOLANOS BENAVIDES, M. M. Relationship between variable doses of N, P, K and Ca and the physicochemical and proximal characteristics of andean blackberry (*Rubus glaucus* Benth.). **Scientia Horticulturae**, v. 256, article 108528, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.05.055>.

- CARDONA, W. A. **Requerimientos nutricionales (nitrógeno, fósforo, potasio y calcio) en etapa vegetativa y reproductiva de un cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth.), ubicado en el municipio de Silvania (Cundinamarca)**. 2017. 401 f. Tesis (Maestría en Ciencias Agrarias) - Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá.
- CARDONA, W. A.; BOLAÑOS-BENAVIDES, M. M. **Manual de nutrición del cultivo de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) bajo un esquema de buenas prácticas en fertilización integrada**. Mosquera: AGROSAVIA, 2019. 92 p.
- CARDONA, W. A.; BONILLA, M. de J. L.; MONTEALEGRE, L. G. B.; PARRA, C. E. O.; VELANDIA, D. A. S.; BENAVIDES, M. M. B. **Fertilización integrada y fraccionamiento de dosis para el cultivo de mora de Castilla**. Mosquera: Agrosavia, 2020. 31 p. (Colección Transformación del Agro).
- CASTAÑO, C. A.; MORALES, C. S.; OBANDO, F. H. Evaluación de las deficiencias nutricionales en el cultivo de la mora (*Rubus glaucus*) en condiciones controladas para bosque montano bajo. **Agronomía**, v. 16, p. 75-88, 2008.
- CLARK, J. Big changes on the horizon for the blackberry market. **American Fruit Grower News**, 5 jun. 2023. Disponível em: <https://www.growingproduce.com/fruits/berries/big-changes-on-the-horizon-for-the-blackberry-market/>. Acesso em: 22 maio 2025.
- DICKERSON, G. W. Blackberry production in New Mexico. Las Cruces: New Mexico State University, 2000. 8 p. (Guide, H325).
- DIXON, E. K.; STRIK, B. C.; BRYLA, D. R. Production of trailing blackberry: III. Accumulation and removal of aboveground biomass, carbon, and nutrients. **HortScience**, v. 51, n. 1, p. 51-66, 2016.
- FERNANDEZ, G.; BALLINGTON, J. R. **Growing Blackberries in North Carolina**. Raleigh: North Carolina State University, 1999. 9 p.
- FERNANDEZ-SALVADOR, J.; STRIK, B. C.; BRYLA, D. R. Liquid corn and fish fertilizers are good options for fertigation in blackberry cultivars grown in an organic production system. **HortScience**, v. 50, n. 2, p. 225-233, 2015a.
- FERNANDEZ-SALVADOR, J.; STRIK, B. C.; BRYLA, D. R. Response of blackberry cultivars to fertilizer source during establishment in an organic fresh market production system. **Horttechnology**, v. 25, n. 3, p. 277-292, 2015b.
- FONSECA, F. A. **El cultivo de la zarzamora**. 2011. 44 f. Monografía (Ingeniero Agrónomo en Horticultura) - Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", División de Agronomía Experiencias Laborales, Saltillo.
- GALINDO-REYES, M. A.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, V. A.; MURATALLA-LÚA, A.; SOTO-HERNÁNDEZ, M. R.; LIVERA-MUÑOZ, M. Producción forzada en zarzamora 'Comanche' mediante reguladores de crecimiento. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, v. 10, n. 2, p. 205-209, 2004. DOI: 10.5154/r.rchsh.2001.09.058.
- GAZDA, A.; KOCHMANSKA-BEDNARZ, A. Comparison of the size structure of the blackberry (*Rubus hirtus* Waldst. & Kitt. agg.) from the populations growing on the soils developed on different geological substrates. **Sylwan**, v. 154, n. 5, p. 347-355, 2010.
- GUÍA práctica: orientaciones para el cultivo de la zarzamora. Guía práctica. [Asturias]: Grupo de Desarrollo Rural: Bajo Nalón, 2025. 31 p. Disponível em: https://www.leaderorient.es/sites/default/files/oriente/4%20zarzamora_a5.pdf. Acesso em: 22 maio 2025.
- GRANDALL, P. C. **Bramble production: the management and marketing of raspberries and blackberries**. New York: CRC Press, 1995. 172 p.
- HARKINS, R. H.; STRIK, B. C.; BRYLA, D. R. Production of Trailing Blackberry, II. Accumulation and Loss of Biomass and Nutrients **HortScience**, v. 49, n. 1, p. 35-43, 2014.
- HART, J.; STRIK, B.; REMPEL, H. **Nutrient management guide: Caneberries**. Corvallis: Oregon State University, 2006. (EM 8903-E). 8 p.
- MANUAL de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2016. 376 p.
- MARSCHNER, P. **Marchner's mineral nutrition of higher plants**. 3 ed. New York, Academic Press, 2012. 651 p.

- MILECH, R.; SCHNEIDER, F. C.; SILVEIRA, C. A. P.; BAMBERG, A. L.; MARTINAZZO, R.; BERGMANN, M.; POTES, M. L. Avaliação de diferentes doses de granodiorito como fonte de potássio na cultura da amora-preta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 2., 2013, Poços de Caldas. **Resumos...** Poços de Caldas: Petrobras: Embrapa, 2013. p. 237-245.
- MILOŠEVIĆ, T. M.; GLIŠIĆ, I. P.; GLIŠIĆ, I. S.; MILOŠEVIĆ, N. T. Cane properties, yield, berry quality attributes and leaf nutrient composition of blackberry as affected by different fertilization regimes. **Scientia Horticulturae**, v. 227, n. 3, p. 48-56, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.013>.
- NATALE, W.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; PARENT, L. E.; PARENT, S. E. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000400041>.
- NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M. Avaliação da eficiência agrônômica de frações granulométricas de um calcário dolomítico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 18, p. 55-62, 1994. DOI: [10.1590/S0006-87052009000200012](https://doi.org/10.1590/S0006-87052009000200012).
- NATALE, W.; BRUNETTO, G.; ROZANE, D. E.; KRUG, A. V.; PARENT, L. E.; YAMANE, D. R.; NETO, A. J. L.; CORRÊA, M. C. M. Calagem, adubação e valores de referência de nutrientes em folhas de citros, com ênfase para frutas de mesa. In: HAHN, L.; BRUNETTO, G. (org.). **Atualização técnica sobre calagem e adubação em frutíferas**. Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2022. v. 1. p. 171-198.
- PAULETTI, V.; MOTTA, C. V. (coord.) **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017. 482 p.
- PEREIRA, I. S. **Adubação de pré-plantio no crescimento, produção e qualidade da amoreira-preta (*Rubus* sp.)**. 2008. 149 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.
- PEREIRA, I. S.; ANTUNES, L. E. C.; MESSIAS, R. S.; SILVEIRA, C. A. P.; VIGNOLO, G. K. **Avaliações da subtração dos elementos N, P e K sobre o crescimento vegetativo da amoreira-preta**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011a. 8 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 276).
- PEREIRA, I. S.; ANTUNES, L. E. C.; MESSIAS, R. S.; SILVEIRA, C. A. P.; VIGNOLO, G. K. **Avaliações da subtração dos elementos N, P e K sobre a produção e qualidade de frutos de amoreira-preta**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011b. 6 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 275).
- PEREIRA, I. S.; ANTUNES, L. E. C.; SILVEIRA, C. A. P.; MESSIAS, R. S.; GARDIN, J. P. P.; SCHNEIDER, F. C.; PILLON, C. N. **Caracterização Agrônômica da Amoreira-preta Cultivada no Sul do Estado do Paraná**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 19 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 271).
- PEREIRA, I. S.; NAVA, G.; PICCOLOTTO, L.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A.; ANTUNES, L. E. C. Exigência nutricional e adubação da amoreira-preta. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 1, p. 96-104, 2015a. DOI: [10.4322/rca.1755](https://doi.org/10.4322/rca.1755).
- PEREIRA, I. S.; PICCOLOTTO, L.; GONÇALVES, M. A.; VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L. E. C. Potassium fertilization affects florican mineral nutrient content, growth, and yield of blackberry grown in Brazil. **HortScience**, v. 50, n. 8, p. 1234-1240, 2015b. DOI: [10.21273/HORTSCI.50.8.1234](https://doi.org/10.21273/HORTSCI.50.8.1234).
- PEREIRA, I. S.; PICCOLOTTO, L.; MESSIAS, R. S.; POTES, M. L.; ANTUNES, L. E. C. Adubação nitrogenada e características agrônômicas em amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 4, p. 373-380, 2013a. DOI: [10.1590/S0100-204X2013000400004](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000400004).
- PEREIRA, I. S.; SILVEIRA, C. A. P.; PICCOLOTTO, L.; SCHNEIDER, F. C.; GONÇALVES, M. A.; VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L. E. C. Constituição química e exportação de nutrientes da amoreira-preta. **Revista Congrega URCAMP**, v. 9, p. 1-10, 2013b.
- PETRY, H. B.; SILVA, D. A.; GUIMARÃES, G. G. F.; FERREIRA, S. M.; ESPINDOLA, F.; BACK, A. J. Calagem, adubação e nutrição do maracujazeiro-azedo. In: HAHN, L.; BRUNETTO, G. (org.). **Atualização técnica sobre calagem e adubação em frutíferas**. Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2022. v. 1. p. 251-267.
- POLAT, E.; KARACA, M.; DEMIR, H.; ONUS, N. A. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v. 12, p. 183-189, 2004.

SOLAR, R. C.; MADRID, C. L. (ed.). **Antecedentes técnicos y económicos para la producción de Berries y Pistacho en la Región del Maule**. Santiago: Centro de información de Recursos Naturales, 2012. 109 p. (Publicación CIREN, 174). Disponível em: <https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/20433d11-b8e0-40e4-a037-7d6475998e0a/content>. Acesso em: 22 maio 2025.

SOUZA, R. S.; BILHARVA, M. G.; DE MARCO, R.; ANTUNES, L. E. C.; MARTINS, C. R. MALGARIM, M. B. Phenological and productive characteristics of blackberry genotypes grown in an organic production system. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 93, n. 1, article e20181265, 2021. DOI: 10.1590/0001-3765202120181265.

SPIERS, J. M.; BRASWELL, J. H. Influence of N, P, K, Ca, and Mg rates on leaf macronutrient concentration of 'Navaho' blackberry. **Acta Horticulturae**, v. 585, p. 659-663, 2002.

SPIERS, J. M. Effects of K, Ca, and Mg levels and N sources on growth and leaf elemental content of 'Cheyenne' blackberry. **HortScience**, v. 22, n. 4, p. 576-577, 1987.

STAFNE, E. T.; RYALS, J. B.; SMITH, B. J. Additional nitrogen application reduced white drupelet disorder in 'Sweetie Pie' blackberry. **Horttechnology**, v. 31, n. 6, p. 793-797, 2021.

STRIK, B. C. A review of nitrogen nutrition of Rubus. **Acta Horticulturae**, n. 777, p. 403-410, 2008. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.777.61.

STRIK, B. C. A review of optimal systems for organic production of blueberry and blackberry for fresh and processed markets in the northwestern United States. **Scientia Horticulturae**, v. 208, p. 92-103, 2016.

STRIK, B. C.; BRYLA, D. R. Uptake and partitioning of nutrients in blackberry and raspberry and evaluating plant nutrient status for accurate assessment of fertilizer requirements. **Horttechnology**, v. 25, n. 4, p. 452-459, 2015.

STRIK, B. C.; FINN, C. E. Blackberry production systems: a worldwide perspective. **Acta Horticulturae**, v. 946, p. 341-347 2012. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.946.56.

STRIK, B. C.; VANCE, A. J. Leaf nutrient concentration in blackberry: recommended standards and sampling time should differ among blackberry types. **Acta Horticulturae**, v. 1133, 2016. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1133.48.

STRIK, B. C.; VANCE, A. J. Seasonal variation in mineral nutrient concentration of primocane and florican leaves in trailing, erect, and semierect blackberry cultivars. **HortScience**, v. 52, n. 6, p. 836-843, 2017. DOI: 10.21273/HORTSCI11965-17.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TEIXEIRA, L. A. J.; NETO, J. E. B.; SANCHES, J.; PIO, R. Blackberry cultivars, nitrogen and potassium fertilization under drastic summer pruning in a subtropical area. **Bragantia**, Campinas, 80, e4921, 2021.

VIERA, W.; NOBOA, M.; MARTÍNEZ, A.; JÁCOME, R.; MEDINA, L.; JACKSON, T. Trichoderma application increases yield and individual fruit weight of blackberries grown by small farmers in Ecuador. **Acta Horticulturae**, n. 1277, p. 287-292, 2020. DOI 10.17660/ActaHortic.2020.1277.42.

YANG, Y.; HUANG, Z.; WU, Y.; WU, W.; LYU, L.; LI, W. Effects of nitrogen application level on the physiological characteristics, yield and fruit quality of blackberry. **Scientia Horticulturae**, v. 313, article 111915, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.111915>.

Literatura Recomendada

BOLDA, M.; GASKELL, M.; MITCHAM, E.; CAHN, M. **Fresh market caneberry production manual**. Richmond, CA: University of California, 2012. 74 p. (Agriculture and Natural Resources, 3525).

HE, Z.; ZHANG, H. **Applied manure and nutrient chemistry for sustainable agriculture and environment**. Dordrecht: Springer, 2014. 373 p.

NATALE, W.; YAMANE, D. R.; BRUNETTO, G.; ROZANE, D. E.; KRUG, A. V.; PARENT, L. E. Calagem, adubação e valores de referência na cultura do citros. In: HAHN, L.; BRUNETTO, G. (org.). **Atualização sobre calagem e adubação em frutíferas**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2020. v. 1. p. 90-115.

Capítulo 9

Produção de base ecológica

Carlos Roberto Martins
Rafaela Schmidt de Souza
Andressa Vighi Schiavon
Antonio Davi Vaz Lima
Cristiano Geremias Hellwig

Introdução

A relevância acerca da forma como os alimentos são produzidos no campo ocupa cada vez mais espaço na sociedade. Essa preocupação ocorre na medida em que os efeitos das mudanças climáticas tornam-se cada vez mais evidentes, associados, ainda, à demanda crescente por alimentação mais saudável para uma melhor qualidade de vida.

Os consumidores de alimentos orgânicos valorizam os produtos saudáveis, mas também a maneira como são produzidos, focando na necessidade da preservação dos recursos naturais e na sustentabilidade do agroecossistema (Oliveira et al., 2024). A fruticultura está em constante transformação e a preocupação com o atendimento dessas premissas de sustentabilidade influenciam praticamente todos os setores ligados à produção e distribuição de frutas, como é o caso da amora-preta.

A área da produção orgânica de alimentos tem aumentado ao longo dos anos, o que se percebe num curto espaço de tempo. De acordo com os dados do Research Institute of Organic Agriculture (Instituto de Pesquisa em Agricultura Orgânica; em inglês FiBL), de 2001 para 2021, houve o aumento significativo de área de cultivo da agricultura orgânica, passando de 15 milhões de hectares para 76 milhões de hectares (Willer et al., 2023), manejados por mais de 3 milhões de agricultores. Embora não se tenha dados específicos para o cultivo de amora-preta orgânica em nível mundial, no agrupamento de frutas de clima de temperado, a área de produção orgânica em 2021 superou os 300 mil hectares (Willer et al., 2023). A tendência de crescimento também se reflete em nível nacional, em que o número de unidades de produção orgânica cadastradas junto ao Ministério da Agricultura e Pecuária passou de 5,4 mil para quase 25 mil entre 2010 e 2023.

É importante ressaltar que existem diferentes concepções de sistemas de produção de base ecológica, como, por exemplo, o sistema orgânico, o sistema biodinâmico, o sistema natural, o sistema ecológico, o sistema biológico, entre outras vertentes. Todos esses sistemas são baseados nos princípios agroecológicos, que se traduzem em peculiaridades, seja em semelhanças e/ou diferenças conceituais, mas que buscam em essência a sustentabilidade na forma de produzir alimentos. No Brasil, todos esses sistemas estão amparados sob a denominação “alimento orgânico” (Lei nº 10.831/2003; Instrução Normativa nº 46/2011, do Ministério da Agricultura e Pecuária). Pela legislação brasileira, considera-se produto orgânico (oriundos dessas diferentes vertentes agroecológicas), seja ele in natura ou processado, aquele que é obtido em um sistema orgânico de produção agropecuária ou proveniente de processo extrativista sustentável e não prejudicial ao ecossistema local.

Na Embrapa, a produção orgânica e a agroecologia fazem parte de diferentes arranjos produtivos. Como se ressalta na plataforma “Visão de Futuro do Agro Brasileiro”, coordenado pela Embrapa (Pena Junior; Francozo, 2023), Compreendem ainda aspectos como conservação ambiental, soberania e segurança alimentar e nutricional, respeito aos saberes locais e o não desperdício de alimentos e recursos, englobando tanto a produção orgânica como as demais agriculturas que seguem os princípios agroecológicos. Também há conexões com a economia solidária, valorização da agricultura familiar e das comunidades tradicionais.

O cultivo e a produção de amora-preta harmonizam-se com sistemas orgânicos, seja pela rusticidade das plantas aos distúrbios biológicos e fisiológicos, que viabiliza o cultivo com menor grau de exigência tecnológica e necessidade de insumos, mas também pelas características de consumo da fruta in natura. Apesar de possuir curta vida pós colheita, os aspectos de saudabilidade, ou seja, da qualidade do que é saudável, favorecem as oportunidades e possibilidade de cultivo em sistemas de base ecológica.

A amoreira-preta vem despertando interesse de produtores e consumidores nos últimos anos, podendo-se atribuir essa procura a alguns aspectos, tais como a rusticidade da planta, precocidade de produção, alto teor de antioxidantes, minerais, vitaminas e compostos bioativos (Antunes, 2002; Antunes et al., 2014). Nesse sentido, torna-se uma opção viável para o produtor diversificar na propriedade rural, sendo uma possibilidade de agregar valor na renda familiar (Jacques; Zambiasi, 2011; Vizzotto, 2012; Antunes et al., 2014; Farias et al., 2014). Para tal, experiências produtivas e informações técnicas básicas para o cultivo de amoreira-preta em sistema de base ecológica são essenciais para um cultivo de sucesso.

Manejo do solo

Atualmente, a fruticultura, preconizada como atividade produtiva rentável e ambientalmente equilibrada, baseia-se numa série de práticas de manejo conservacionistas, em que a preocupação com a manutenção e a melhoria das condições do solo reflete na qualidade da água e no aumento da biodiversidade, compondo eixos fundamentais de sustentação da produção de frutos.

Como premissa básica para a produção de qualquer frutífera em sistemas de cultivos de base ecológica, há o cuidado e o manejo do solo do pomar. Isso não é diferente para amoreira-preta, apesar da sua conhecida rusticidade, deve-se ter cuidado especial com o solo antes da implantação do pomar e durante seu cultivo.

O emprego de insumos externos à propriedade deve ser restrito, seja pelos princípios agroecológicos, seja pelo custo econômico. Assim, as áreas selecionadas para a implantação dos pomares devem possuir a maior capacidade produtiva possível, a fim de evitar ambientes propícios a distúrbios fisiológicos e a infestação por pragas e doenças, o que impactaria no manejo das plantas. Portanto, deve-se priorizar na implantação do pomar de amoreira-preta em locais com topografia suavemente ondulada e solos argiloarenosos, adequado teor de matéria orgânica e eficiente drenagem. Evitar áreas com sombreamento e solos sujeitos ao encharcamento.

A análise química de solo é fundamental para o diagnóstico de carências nutricionais e para sua adequação às exigências da cultura. Os resultados da análise são apresentados em laudo e interpretados por técnico capacitado. A partir disso, é possível recomendar as quantidades de calcário e fertilizantes naturais, biofertilizantes, compostos orgânicos, adubação verde, bem como estratégias conjuntas para implantação e cultivo de amoreira-preta.

Na implantação é imprescindível a correção da fertilidade do solo, principalmente dos nutrientes com restrições de mobilidade quando colocados na superfície do solo, como no caso do fósforo. Em sistemas orgânicos de produção, é permitido o uso de fosfatos naturais para correção dos níveis desse nutriente no solo. A incorporação de fosfato natural deve ser realizada pelo menos dois meses antes da calagem, para que haja maior eficiência agrônômica dessa fonte. Para fins de correção dos níveis iniciais de potássio no solo, deve-se utilizar fontes alternativas de menor solubilidade que as tradicionalmente utilizadas em sistemas convencionais de plantio, como as misturas de rochas moídas, cinzas, cascas, esterco e outros resíduos orgânicos que contêm potássio em sua composição. Alguns adubos à base de sulfato de potássio também são certificados para uso em sistemas orgânicos.

Para produção de amoras-preta em sistemas de base ecológica é importante dispor de solos com qualidade, sendo fundamental o uso de solos vivos, ou seja, ricos em microrganismos. Para isso, é preciso recorrer a certas práticas estratégicas, como a utilização de adubação verde, além da adubação com produtos orgânicos compostados, húmus de minhoca e biofertilizantes (Schwengber et al., 2016). Além de nutrientes, os resíduos orgânicos podem contribuir para a melhoria do solo por meio da estrutura e aeração, permitindo tanto a melhoria da drenagem como da capacidade de armazenamento de água.

A adubação orgânica, como em qualquer outro sistema de produção, contribui preponderantemente no cultivo de amoreira-preta, já que a mineralização da matéria orgânica do solo torna-se importante fornecedor de nutrientes essenciais à produção e desenvolvimento da planta, principalmente de nitrogênio, além da melhoria nas propriedades químicas e biológicas do solo. A adubação orgânica pode ser realizada com resíduos de diversas origens, destacando-se os compostos orgânicos, cama de aviário, dejetos de origem bovina e suína, dentre outros. Geralmente, buscam-se resíduos que possam ser produzidos na propriedade e/ou que possuam baixo custo de aquisição. Por exemplo, em locais com grande oferta de esterco (regiões de criação de aves, ovinos, suínos, bovinos, equinos, etc.), é possível fazer uso desses compostos, pois promovem a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo.

A adubação orgânica também pode ser enriquecida com o uso de húmus de minhoca na forma líquida no pomar. O húmus líquido pode ser considerado um bioestimulante e/ou biofertilizante, pois contém em sua composição elementos nutricionais, como ácidos húmicos e fúlvicos, fito-hormônios que regulam o crescimento celular com a citocinina, além de microrganismos que auxiliam nos processos biológicos, químicos e físicos (Schiedeck et al., 2006; Zandonadi et al., 2007; Zhang et al., 2015; Wong et al., 2016). Segundo Schiedeck et al. (2008), a composição nutricional e carga microbiana estimulam o crescimento e desenvolvimento das plantas. O húmus de minhoca, o qual pode ser utilizado na forma líquida, é o extrato aquoso obtido pela mistura de húmus sólido e água. A combinação de húmus líquido com a cobertura vegetal proporciona efeitos positivos ao cultivo orgânico de frutas (Lúcio et al., 2021).

Cultivares

No sistema de produção de base ecológica existe a necessidade de adotar diversas estratégias visando melhorar as condições de cultivo e manejo das plantas. Dentre essas, destaca-se a escolha das cultivares a serem utilizadas no sistema de produção orgânico. A seleção de cultivares mais adaptadas a esse sistema é fundamental e poderá influenciar na produção e qualidade das frutas. Deve-se dar preferência para as cultivares adaptadas aos locais de produção e tolerantes ao ataque de doenças e pragas.

Atualmente, o programa de melhoramento genético de amoreira-preta da Embrapa Clima Temperado e as pesquisas relacionadas à cultura buscam cultivares adaptadas e produtivas, com plantas de hastes eretas e, preferencialmente, sem espinhos – para facilitar a colheita e preservar as frutas de danos mecânicos –, ampliação do período de colheita, melhorias na qualidade e nos aspectos de pós-colheita, entre outras (Franzon et al., 2016; Raseira et al., 2022). A necessidade e a oportunidade de aprimorar o cultivo de amora-preta em sistema de produção de base ecológica não se concentram apenas no manejo e tratos culturais específicos, mas, principalmente, na seleção e na recomendação de genótipos adaptados a esse sistema de produção (Souza et al., 2021; Ribeiro, 2022). Algumas cultivares demonstraram bons resultados em produção e qualidade das frutas em sistemas ecológicos de produção conduzidos na Estação Experimental da Cascata (EEC), Embrapa Clima Temperado (Souza et al., 2020, Souza et al., 2021; Ribeiro, 2022), a saber, ‘BRS Tupy’, ‘BRS Caingá’, ‘BRS Ticuna’ e ‘BRS Xingu’.

Cultivar BRS Tupy

Cultivar mais tradicional, dada a adequada adaptação aos diferentes sistemas de produção. As plantas se caracterizam por hábito de crescimento ereto, vigorosas, apresentam satisfatória produtividade no primeiro ano, mas têm espinhos nas hastes. As frutas têm sabor equilibrado de acidez e açúcar, sendo indicadas para o consumo in natura (Antunes, 2002; Antunes; Raseira, 2004). Normalmente, o início da floração na Estação Experimental Cascata, em Pelotas, RS, ocorre no final de setembro e início de outubro, com colheita de novembro a janeiro. Em sistemas de base ecológica, na Estação Experimental Cascata (Figura 8.1), frutos de BRS Tupy têm apresentado massa de fruta variando de 5,83 a 7,6 g, capacidade produtiva média de 1,6 quilograma por planta. Apresentam valor de *ratio* de 6,61 a 10,35 e sólidos solúveis totais (SST) de 8 a 10 °Brix, além de frutas com teor de composto fenólicos de 246,80 a 388,75 mg/100 g, antocianinas de 193,25 a 296,01 mg/100 g e atividade antioxidante de 724,14 a 1.242,41 µg trolox equivalente por grama.

Foto: Carlos Roberto Martins



Figura 9.1. Amoreira-preta ‘BRS Tupy’ com frutos em período de colheita, na Estação Experimental Cascata da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Cultivar BRS Cainguá

Destaca-se pelo excelente sabor e tamanho de fruta. Apresenta vigor moderado e espinhos nas hastes, porém com menor intensidade e tamanho, quando comparada à cultivar Tupy (Embrapa, 2019; Raseira et al., 2020). Na Estação Experimental Cascata, a floração inicia a partir da segunda quinzena do mês de setembro até fim de outubro, com colheita a partir da segunda semana de novembro até começo do mês de fevereiro. A fruta é alongada, de maior tamanho e apresenta equilíbrio entre o açúcar e a acidez, sendo indicada para o consumo in natura. Em sistemas de base ecológica, na Estação Experimental Cascata (Figura 9.2), tem apresentado massa de fruta ao redor de 7,3 g, capacidade produtiva média de 2,7 quilogramas por planta, valor médio de *ratio* de 9,63 e SST de 9 a 11 °Brix. Apresenta, ainda, frutas com teor de composto fenólicos de aproximadamente 348,78 mg/100 g, antocianinas de 243,78 mg/100 g e atividade antioxidante de aproximadamente 1.352,83 µg trolox equivalente por grama.



Fotos: Paulo Luiz Lanzetta Aguiar

Figura 9.2. Amoreira-preta 'BRS Cainguá' com frutos em período de colheita, na Estação Experimental Cascata da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Cultivar BRS Ticuna

A planta tem porte ereto, com espinhos nas hastes. As frutas são grandes e apresentam sabor mais ácido, sendo mais indicadas para processamento. Além disso, podem apresentar reversão de cor após a colheita, em que uma parte da fruta que tinha coloração escura acaba mudando para cor vermelha (Souza et al., 2020; Raseira et al., 2023). A floração ocorre aproximadamente no fim de setembro e início de outubro, e a maturação das frutas se inicia em meados de novembro, estendendo a colheita até a segunda quinzena de janeiro. Em sistemas de base ecológica, na Estação Experimental Cascata, as frutas têm atingido massa ao redor de 5,33 a 6,1 g (Figura 9.3) e capacidade produtiva média de 2,2 quilogramas por planta. Apresentam *ratio* de 3,61 a 4,73, SST de 6 a 10 °Brix, teor de composto fenólicos de 427,72 a 663,50 mg/100 g, antocianinas de 184,70 a 317,85 mg/100 g e atividade antioxidante de 1.556,00 a 1.985,83 µg trolox equivalente por grama.



Figura 9.3. Amoras-pretas 'BRS Ticuna' (A) e 'BRS Tupy' (B), colhidas na Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Cultivar BRS Xingu

As plantas têm hábito de crescimento ereto a semiereto e espinhos nas hastes (Raseira et al., 2018). 'BRS Xingu' tem floração nos últimos dias do mês de setembro até a segunda quinzena de novembro, com o começo da colheita na primeira quinzena de novembro, estendendo-se pelo mês de fevereiro. Em sistemas de base ecológica, na Estação Experimental Cascata, as frutas têm apresentado massa de 5,34 a 7,6 g, capacidade produtiva média de 1,5 quilograma por planta (Figura 9.4), *ratio* aproximado de 8, e SST médio de 9 °Brix. Além disso, as frutas têm teor de composto fenólicos de 356,50 a 560,75 mg/100 g, antocianinas de 325,82 a 355,10 mg/100 g e atividade antioxidante de 1.299,92 a 2.054,88 µg trolox equivalente por grama.



Figura 9.4. Amora-preta 'BRS Xingu', colhida na Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Tratos culturais e manejo do pomar

O sucesso do cultivo da amoreira-preta, assim como de outras frutíferas, depende do planejamento inicial do pomar, pois as medidas corretivas após o plantio são paliativas e onerosas. Alguns requisitos básicos, como a escolha do local, origem das mudas, preparo do solo e espaçamento adotado, são cruciais para o cultivo desta frutífera. A implantação é uma das etapas mais importantes do planejamento, pois as decisões tomadas afetam todo o ciclo da espécie. Deve-se, nessa etapa, não apenas pensar nas atividades de implantação propriamente ditas, mas também nas etapas de condução, manejo, colheita e transporte.

Origem das mudas, época e espaçamento de plantio

O ideal para iniciar o pomar é obter mudas de qualidade oriundas de viveiristas credenciados pelo Ministério da Agricultura e Pecuária, que atendem as normas e exigências de padrão de mudas. Mudas das novas cultivares poderão ser obtidas junto aos viveiristas licenciados pela Embrapa.

A produção de mudas também pode ser feita pelo produtor, por meio de estacas de raízes, as quais, por ocasião do repouso vegetativo, são preparadas e enviveiradas em embalagens plásticas ou em canteiros no solo. Entretanto, alguns cuidados são fundamentais, tais como evitar a utilização de partes das plantas que apresentaram sintomas de doenças e cuidados na escolha do substrato.

A época de plantio recomendada para amoreira-preta em sistemas de base ecológica deve ser aquela que cause o menor estresse à planta, sendo de maio a setembro o período ideal de plantio no Sul do Brasil. O plantio de mudas embaladas pode ocorrer em outras épocas, porém os estresses causados às plantas podem favorecer o aparecimento de distúrbios fisiológicos e biológicos. Após definir o local, escolher cultivar e ter realizado as devidas correções do solo, procede-se ao plantio propriamente dito.

O espaçamento utilizado varia de 0,5 a 0,7 m entre plantas, por 3 a 4 m entre linhas, o que pode ser reduzido, dependendo do tipo de equipamentos e manejo do cultivo adotado pelo produtor (Antunes; Raseira, 2004; Pagot et al., 2007).

Poda e condução

Com relação à poda e sistema de sustentação, segue-se as mesmas recomendações feitas aos diferentes manejos de produção. Ressalta-se que, para as cultivares rasteiras ou semieretas, deve-se adotar o sistema de sustentação para suporte das ramificações, assim evitando o contato direto das frutas com o solo (Figura 9.5). Para as cultivares menos vigorosas, de hábito ereto, pode-se dispensar o uso de sistemas de sustentação (Antunes et al., 2014; Antunes; Raseira, 2018).



Foto: Carlos Roberto Martins

Figura 9.5. Pomar orgânico de amoreira-preta 'BRS Tupy' conduzido com sistema de sustentação em São Lourenço do Sul, RS.

Adubação verde e plantas de cobertura do pomar

Para produção de amora-preta em sistemas de base ecológica, torna-se indispensável a proteção e a melhoria da qualidade do solo, por meio do uso de plantas de cobertura e de adubação verde (Figura 9.6) (Martins et al., 2019).



Figura 9.6. Área experimental de amora-preta com uso de plantas de cobertura nas entrelinhas (A), acamadas com trator acoplado ao rolo-faca (B), na Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

As plantas de cobertura do solo aportam nitrogênio ao solo e as plantas, pela fixação biológica e ciclagem de nutrientes, promovendo benefícios quanto às características químicas, físicas e biológicas do solo, com reflexos significativos na produção e qualidade das frutas. Além disso, contribuem para o controle integrado de plantas indesejáveis e protegem o solo na forma de cobertura verde, proporcionando a diversificação de nichos biológicos aos pomares, com reflexos no convívio em equilíbrio com pragas e doenças (Martins et al., 2019). As culturas de cobertura podem servir como adubo verde, ajudam no incremento de matéria orgânica, reduzem a temperatura superficial do solo, além de aumentarem a infiltração e retenção de água. A conservação de solo é uma prática muito barata, que reduz os custos de produção, tornando-se uma ferramenta essencial no apoio aos agricultores na transição ou na produção de base agroecológica.

A adubação verde não se restringe ao uso de leguminosas. As gramíneas e crucíferas são exemplos de que uso integrado na produção de frutas funciona como adubo verde e promove a melhoria do solo. Essas plantas, quando adequadamente escolhidas e manejadas, desempenham diversas funções, como proteção e conservação do solo, atrativos para insetos benéficos, redução de danos por formigas, redução de danos por nematoides, além de gerarem aumento de produtividade. Sistemas de cultivo de frutíferas em base agroecológica necessitam, para serem sustentáveis, do uso de plantas para a cobertura do solo.

As espécies utilizadas nos pomares da região de clima temperado, em especial no Rio Grande do Sul, são comumente classificadas em plantas de inverno e de verão (Martins et al., 2019). As plantas de inverno são compostas por leguminosas, como o trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*), o nabo-forrageiro (*Raphanus* sp.) e a ervilhaca (*Vicia sativa* L.), e por gramíneas, como a aveia-preta (*Avena strigosa*), azevém (*Lolium multiflorum*) e o centeio (*Secale cereale*), sendo

semeadas no final do outono e início de inverno. As plantas de verão, como o feijão-miúdo (*Vigna unguiculata*) e milho (*Pennisetum americanum*), normalmente, são semeadas no início da primavera e manejadas até seu final de ciclo, que ocorre no outono (Figura 9.7).



Fotos: Carlos Roberto Martins

Figura 9.7. Manejo das plantas espontâneas na faixa de plantio e na entrelinha, com plantas de cobertura, no inverno (A), final do inverno (B), na primavera (C) e no verão (D).

Deve-se observar, ainda, um dos pressupostos do sistema de base ecológico: biodiversidade no pomar. Desse modo, pode-se optar pelo cultivo isolado de uma gramínea no outono-inverno seguida de uma leguminosa na primavera-verão, ou vice-versa. É importante que ocorra o consórcio de plantas, principalmente de gramíneas e leguminosas, como cobertura e adubação verde, de forma a prolongar a cobertura e disponibilizar nutrientes, principalmente o nitrogênio (N). As plantas leguminosas, além de fixar N, têm uma relação carbono/nitrogênio (C/N) baixa, o que resulta em rápida decomposição e disponibilização de N. Já as gramíneas fornecem uma adequada cobertura ao solo, mas, devido à sua alta relação (C/N), os organismos do solo imobilizam o nitrogênio, havendo liberação mais lenta do nitrogênio, o que pode inclusive aumentar a necessidade de aplicação desse nutriente. Por fim, sugere-se que a escolha das espécies para uso como plantas de cobertura ou adubos verdes seja baseada na experiência do agricultor, na disponibilidade e custo das sementes, e, não menos importante, no resultado que se deseja alcançar e nos problemas que se quer contornar.

Manejo de plantas espontâneas

A presença de plantas espontâneas em pomares de amoreira-preta pode trazer prejuízos no desenvolvimento e na produção de frutas. As plantas espontâneas são espécies vegetais que se desenvolvem em locais indesejados, competindo por água, luz e nutrientes, e liberando, em alguns casos, compostos alelopáticos, podendo hospedar insetos e doenças. Adicionalmente, dificultam realização de alguns tratos culturais, principalmente na colheita.

Para minimizar os danos e realizar o controle de plantas espontâneas nos pomares de amoreira-preta, pode-se fazer o uso de medidas preventivas associadas com os principais métodos de controle: cultural, físico e mecânico. O principal método adotado de controle é o mecânico, caracterizado por eliminar as plantas espontâneas mediante enxadas e de roçadeiras. A capina manual, feita com enxada, é muito eficaz no controle de plantas espontâneas e largamente empregada por pequenos e médios agricultores. Apesar de ser um método de pouco rendimento e de custo elevado, a capina manual é utilizada frequentemente para a formação da faixa de controle (Figura 9.7).

Sistemas biodiversos

Os processos produtivos na fruticultura têm evoluído bastante nas últimas décadas, mas a produção de frutas requer ainda saltos importantes de inovações tecnológicas, de forma a garantir a manutenção de bons níveis de produtividade, aliada à redução dos custos de produção, sem prejuízos à qualidade das frutas. Além disso, também precisam maximizar a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais e a geração de serviços ambientais. O aumento da biodiversidade em sistemas de produção de frutas pode contribuir para a maior resiliência e a sustentabilidade do ambiente produtivo ao longo do tempo.

O cultivo de amoreira-preta em sistemas biodiversos (o cultivo de várias espécies simultaneamente no mesmo local com intensificação no tempo e no espaço) pode ser uma forma de integrar e de se beneficiar da complexidade biológica da biodiversidade. O cultivo biodiverso vem sendo adotado de diferentes formas e de maneira crescente entre os produtores. O cultivo de frutíferas com culturas de importância alimentar e econômica ainda carece de maior visibilidade e de experiências produtivas. Isso implica o aproveitamento o máximo das áreas de produção (limitadas nas propriedades), que possuem à sua disposição, dos insumos disponíveis, do maquinário e de mão de obra usada em práticas de manejo como: adubações, controle de plantas espontâneas, irrigação, poda, raleio, colheita e outros tratos culturais.

Os principais benefícios do cultivo de um pomar em sistemas biodiversos são: maior intensificação produtiva da área da propriedade; obtenção de recursos financeiros para manutenção da fase inicial do pomar; aproveitamento de adubos e corretivos aplicados na área; melhor utilização dos recursos naturais, como água, solo e luminosidade; cobertura e proteção do solo contra erosão; melhor uso da mão de obra; promoção da biodiversidade produtiva e ecológica; diminuição dos riscos de danos com pragas e doenças que ocorrem em monocultivos. É importante salientar que os benefícios de um pomar biodiverso somente serão evidenciados ao produtor, se esse respeitar os cuidados necessários, não deixando de executar as práticas e tratos culturais necessários em momentos oportunos à condução das plantas frutíferas. Na Figura 9.8 é apresentado um esquema de pomar biodiverso com o cultivo de amoreira-preta, implantado na Estação Experimental da Cascata, na Embrapa Clima Temperado, que vem sendo pesquisado.

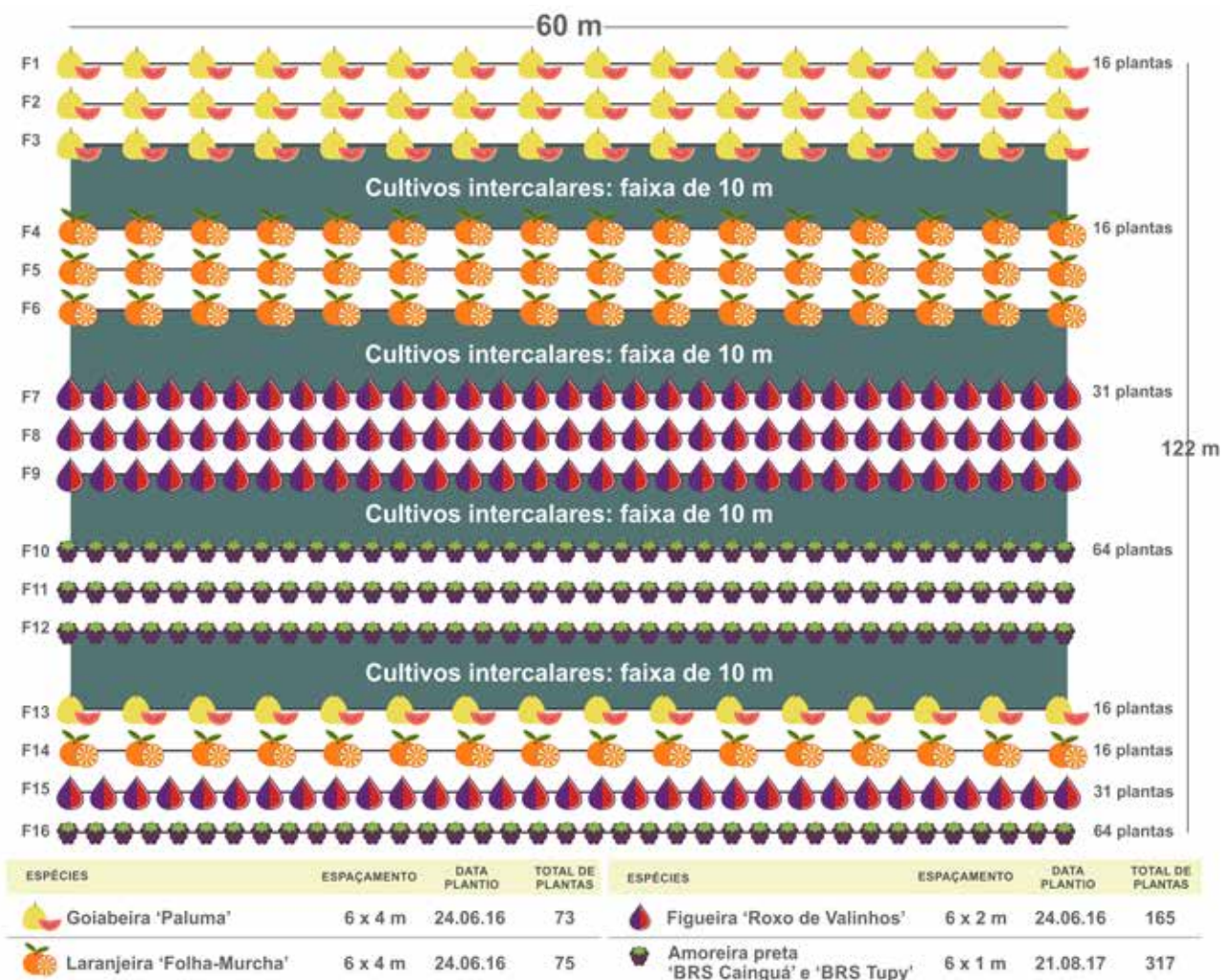


Figura 9.8. Esquema de pomar biodiverso com amoreira-preta, implantado na Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Convívio com doenças e insetos

A premissa básica do convívio com insetos-pragas e doenças é a prevenção de danos e priorização do máximo do equilíbrio no pomar. Assim, adoção de práticas de manejo que visem restabelecer o equilíbrio do agroecossistema é fundamental para que se obtenha um ambiente mais favorável ao cultivo de base ecológica (Schwengber et al., 2016).

O cultivo de amoreira-preta em sistemas de base ecológica vem se mostrando uma alternativa viável de produção, principalmente pela rusticidade e poucos problemas fitossanitários. O manejo do entorno do pomar, os cuidados com o local de plantio, manutenção da qualidade do solo, uso de plantas de cobertura para diversificação produtiva, aliados ao emprego de cultivares adaptadas ao local de cultivos são estratégias fundamentais e preventivas ao surgimento de insetos-pragas e doenças.

Como forma de auxiliar no controle fitossanitário é importante evitar qualquer tipo de estresse às plantas, seja hídrico, nutricional ou via competição com plantas espontâneas. Isso requer a eliminação de fontes de inóculos primários (restos de frutos, folhas ou ramos contaminados) e a utilização de calda fitoprotetoras (calda bordalesa e sulfocálcica no inverno), biofertilizantes, plantas

bioativas como atrativos e repelentes, iscas atrativas alimentares. Paralelamente, devem fazer parte do manejo fitossanitário a execução dos tratamentos culturais nas épocas corretas para evitar estresses das plantas no pomar. Entretanto, apesar de todos esses cuidados, alguns problemas podem ocorrer em virtude de condições ambientais favoráveis. Quando a ocorrência desse desequilíbrio biológico favorecer o aparecimento de insetos-pragas e doenças, pode-se lançar mão a estratégias de controle fitossanitário mediante os chamados “produtos alternativos”. A listagem dos produtos permitidos para a produção orgânica pode ser encontrada na IN nº 52, de 15/03/2021, editada pelo Ministério da Agricultura e Pecuária, em substituição à IN nº 64, de 18/12/2008, que estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e as listas de substâncias e práticas para o uso nos sistemas orgânicos de produção.

Cuidados gerais para manutenção da qualidade de amoras-pretas produzidas em sistema orgânico

A execução das práticas culturais e do manejo das plantas de amoreira-preta, bem como as premissas agroecológicas de manejo do solo, adubação e biodiversidade, auxiliam na redução da ocorrência de distúrbios fisiológicos e biológicos (pragas e doenças) e, assim, diminuem a necessidade de fitoprotetores, contribuindo para que o ambiente do pomar possa ser mais equilibrado para a produção de frutas de qualidade.

A colheita das amoras-preta deve ser realizada no momento correto para conservar suas propriedades com maior tempo possível. Como a maturação das frutas não ocorre de forma homogênea, ou seja, há frutas em diferentes pontos de maturação na planta, a colheita deve ocorrer de forma seletiva e com o máximo de frequência possível para não ocorrer nem antes e nem depois do ponto ideal de maturação.

Para que a qualidade das amora-pretas obtidas durante o cultivo no pomar seja mantida, os cuidados com o manuseio da fruta, tanto na colheita como após a colheita são importantes para entregar frutas de qualidade aos consumidores. Devido às suas características físico-químicas, morfológicas e fisiológicas, a amora-preta é uma fruta altamente suscetível à deterioração, tornando-se um desafio superar a limitação associada ao seu curto prazo de validade, independentemente do sistema de cultivo em que as frutas são produzidas. O armazenamento refrigerado, com temperaturas entre 0 e 5°C, pode ser uma técnica empregada para prolongar a conservação e preservar a qualidade das amoras (Soethe et al., 2019). No entanto, até as melhores técnicas de pós-colheita apenas asseguram a manutenção da qualidade das amoras-pretas, mas não as melhoram, ou seja, tudo depende da qualidade das frutas obtidas no campo.

Schiavon et al. (2023), conduziram um estudo sobre o armazenamento de amoras-pretas ‘BRS Cainguá’, cultivadas em sistema orgânico, por um período de 12 dias sob temperatura de $4 \pm 0,5$ °C e umidade relativa de 90–95% (Figura 9.9). Os autores observaram que o teor de sólidos solúveis permaneceu inalterado, mantendo um valor médio de 11,54 °Brix. Esse resultado supera o verificado por Hirsch et al. (2012), ao estudarem seleções e cultivares de amoreira-preta, incluindo ‘Tupy’ (10,51 °Brix), que atualmente é a cultivar mais plantada no Brasil. Em relação à acidez titulável das frutas produzidas em sistema orgânico, Schiavon et al. (2023), observaram uma variação significativa ao comparar o início (dia zero) e o término (dia 12) do período de armazenamento. Os valores, inicialmente em 0,97% de ácido cítrico, diminuíram para 0,78% de ácido cítrico, representando uma redução de 19,6% na acidez titulável das frutas. Esse decréscimo resultou no aumento da relação entre os sólidos solúveis totais e acidez titulável das amoras-pretas, que passou de 11,84, no início

do armazenamento, para 15,13 após 12 dias. Segundo Brackmann et al. (2017), a diminuição da acidez titulável está associada aos processos metabólicos respiratórios e de amadurecimento das frutas, nos quais substratos como os ácidos orgânicos são degradados.

A minimização da perda de massa durante o armazenamento pode ser obtida por meio da adoção de baixas temperaturas e umidade relativa elevada (superior a 90%) (Horvitz et al., 2017). No caso de 'BRS Cainguá', Schiavon et al. (2023), verificaram uma perda de massa inferior a 2% ao final dos 12 dias de armazenamento, valor que se encontra abaixo do limite considerado aceitável para a comercialização de amoras-pretas destinadas ao mercado in natura, estabelecido em no máximo 5% (Salgado; Clark, 2016).

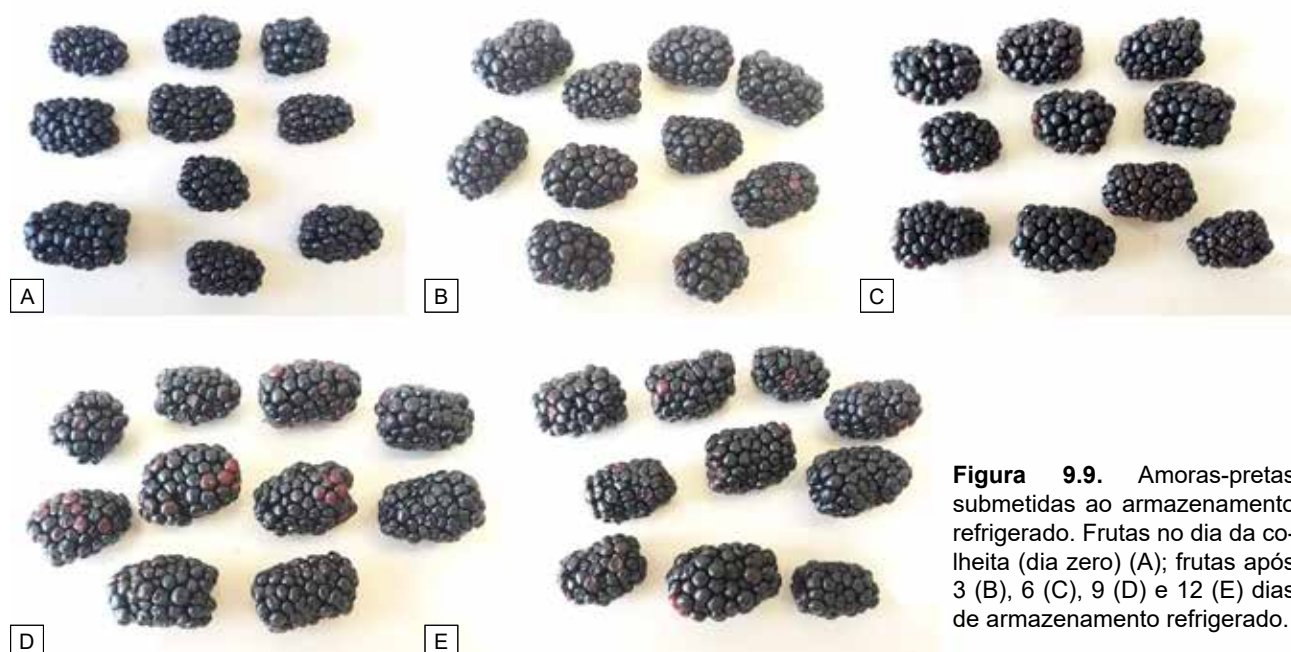


Figura 9.9. Amoras-pretas submetidas ao armazenamento refrigerado. Frutas no dia da colheita (dia zero) (A); frutas após 3 (B), 6 (C), 9 (D) e 12 (E) dias de armazenamento refrigerado.

Considerações finais

A cultura de amora-preta é uma ótima alternativa para as pequenas propriedades, principalmente, no cultivo em sistemas de base ecológica. Graças a sua rusticidade e relativa facilidade de manejo fitossanitário, representa uma excelente oportunidade de diversificação produtiva as propriedades agrícolas. Porém, é importante ressaltar que o adequado manejo da cultura é de suma importância para poder produção em sistemas de base ecológico, pois não se pode ser confundir rusticidade e resistência a praga e doenças com ausência de cuidados e manejos dos pomares.

Todos os esforços e cuidados são empregados no sentido de garantir o equilíbrio do agroecossistema do pomar, focando nas características de qualidade do solo e a interação com as condições fisiológicas e nutricional das plantas, desde antes do momento do plantio até a colheita. Busca-se de uma forma geral incrementar a biodiversidade e suas funcionalidades, de modo beneficiar a estabilidade dos pomares (agroecossistemas). Entretanto, o aumento da complexidade e de sua estrutura e funcionamento traz dificuldades de adoção do sistema, principalmente por não existirem receitas e modelos a serem seguidos que funcionem em todos as condições edafoclimáticas.

Contudo, deve-se priorizar a intensificação ecológica de modo a criar as condições para que os mecanismos naturais dos ecossistemas sejam intensificados, em vez de se subsidiar diretamente a produção com insumos externos. Isso significa conhecer com profundidade a natureza do agroecossistema, os princípios ecológicos e as regulações biológicas que atuam no funcionamento do pomar de amoreira-preta, valorizando cada indivíduo e suas interações no agroecossistema para promover e garantir a sustentabilidade do cultivo.

Referências

- ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 151-158, 2002. DOI: 10.1590/S0103-84782002000100026.
- ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. do C. B. (ed.). Aspectos técnicos da cultura da amora-preta. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 54 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 122).
- ANTUNES, L. E. C.; PEREIRA, I. S.; PICOLOTTO, L.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A. Produção de amoreira-preta no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 100–111, 2014.
- ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. do C. B. Fruticultura: cultivar de amora-preta BRS Caingua e técnicas de cultivo do mirtilo. In: WOLFF, L. F.; MEDEIROS, C. A. B. (Ed.). **Alternativas para a diversificação da agricultura familiar de base ecológica - 2018**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. 63 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 467). p. 58-63.
- BRACKMANN, A.; THEWES, F. R.; ANESE, R. O.; GASPERIN, A. R.; FRONZA, D. Interaction between maturity stages and temperature on quality of 'Guarani' blackberries stored under controlled atmosphere. **Ciência Rural**, v. 47, n. 6, e20150987, 2017. DOI: 10.1590/0103-8478cr20150987.
- EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. BRS CAINGUÁ cultivar de amoreira-preta. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2019. 2 p. Folder.
- FARIAS, R. M.; BARRETO, C. F.; ZANDONÁ, R. R.; ROSADO J. P.; MARTINS C. R. Comportamento do consumidor de frutas na região da fronteira oeste do Rio Grande do Sul com Argentina e Uruguai. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p.872-883, 2014.
- FRANZON, R. C.; RASEIRA, M. do C. B.; VALGAS, R. A.; CARPENEDO, S. Variabilidade de seleções de amora-preta quanto a atributos das frutas e de produção. In: ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 7., 2016, Pelotas. **Palestras e resumos...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 459 p. p. 20-23.
- HIRSCH, G. E.; FACCO, E. M. P.; RODRIGUES, D. B.; VIZZOTTO, M.; EMANUELLI, T. Caracterização físico-química de variedades de amora-preta da região sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 942-947, 2012. DOI: 10.1590/S0103-84782012005000021.
- HORVITZ, S.; CHANAGUANO, D.; AROZARENA, I. Andean blackberries (*Rubus glaucus* Benth) quality as affected by harvest maturity and storage conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 226, p. 293–301, 2017. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.09.002.
- JACQUES A. C.; ZAMBAZI R. C. Fitoquímicos em amora-preta (*Rubus-spp*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 245-260, 2011. DOI: 10.5433/1679-0359.2011v32n1p245.
- LÚCIO, P. D. S.; MARTINS, C. R.; BILHARVA, M.; SCHIEDECK, G.; MALGARIM, M. B. Sistema orgânico de produção de uva bordô com o uso de húmus líquido e cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, n. 13, p. 42-51, 2021.
- MARTINS, C. R.; CARVALHO, F. L. C.; BILHARVA, M. G. Adubação verde e cobertura vegetal em pomares: leguminosas e outros grupos de plantas. In: MARTINS, C. R.; GOMES, C. B.; BELLÉ, C.; MEDEIROS, F. S.; CARVALHO, F. L. C.; CARDOSO, J. H.; ARAUJO FILHO, J. V. de; SCHAFER, J. T.; WOLFF, L. F.; BILHARVA, M. G. (Ed.). **Leguminosas na fruticultura: uso e integração em propriedades familiares do sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado: Brasília, DF: Embrapa, 2019. 66 p.
- OLIVEIRA, M. A.; MACHADO, G. A.; PEREIRA, M. S.; PANTOJA, M. J. Inovações na agricultura orgânica: revisão sistemática e bibliométrica de literatura. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 2, e269069, 2024. DOI: 10.1590/1806-9479.2022.269069.

PAGOT, E.; SCHNEIDER, E. P.; NACHTIGAL, J. C.; CAMARGO D. A. **Cultivo da amoreira-preta**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 11 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 75).

PENA JUNIOR, M. A. G.; FRANCOZO, M. A. S. (ed.). **O futuro da agricultura brasileira**: 10 visões. Brasília, DF: Embrapa, 2023. 114 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1153216/1/FUTURO-AGRICULTURA-BRASILEIRA.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2025.

RASEIRA, M.C.B.; FRANZON, R. C.; SCARANARI, C. **Cultivar de Amora-preta BRS Xingu: Alternativa à Cultivar Brazos para o Sudeste do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. (Embrapa Clima Temperado Comunicado técnico, 362).

RASEIRA, M. do C. B.; FRANZON, R. C.; FELDBERG, N. P.; ANTUNES, L. E. C.; SCARANARI, C. 'BRS Caingua', a blackberry fresh-market cultivar. *Crop Breeding Applied Biotechnology*, v. 20, n. 1, e27812014, 2020. DOI: 10.1590/1984-70332020v20n1c4.

RASEIRA, M. C. B.; CARPENEDO, S.; FRANZON, R. C.; ROSSI, A.; ANTUNES, L. E. C. **Amoreira-preta (Rubus spp.)**: importância e pesquisa no Brasil. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2022. 24 p. (Embrapa Clima Temperado. Documento: 523).

RASEIRA, M. do C. B.; FRANZON, R. C.; FELDBERG, N. P.; ANTUNES, L. E. C.; CARPENEDO, S.; ROSSI, A. de. **BRS Ticuna**: cultivar de amoreira-preta para processamento. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2023. 10 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 393).

RIBEIRO, A. M. W. **Desempenho de genótipos de amoreira-preta em sistema de produção orgânica**. 2022. 131 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Pelotas.

SALGADO, A.; CLARK, J. R. Extended evaluation of postharvest quality and shelf-life potential of blackberries. *Acta Horticulturae*, v. 1133, p. 379-382, 2016. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1133.59.

SCHIAVON, A. V.; DE LEIVAS, G. L.; DA SILVA, G. F.; MALGARIM, M. B.; HERTER, F. G. Refrigerated storage of blackberry cultivar 'BRS Caingua' harvested at different ripeness stages. *Revista Ceres*, v. 70, n. 2, p. 32-40, 2023.

SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M. de M.; SCHWENGBER, J. E. **Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 12 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 57).

SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER J. E.; GONÇALVES, M. de M.; SCHIAVON, G. A. **Preparo e uso de húmus líquido**: opção para adubação orgânica em hortaliças. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 4 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 195).

SCHWENGBER, J. E.; MARTINS, D. de S.; STRASSBURGER, A. S.; WATTHIER, M. Produção de base ecológica. In: ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. (Ed.). **Morangueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado: Brasília, DF: Embrapa, 2016. 589 p. p. 343-360.

SOETHE, C.; STEFFENS, C. A.; MARTIN, M. S.; AMARANTE, C. V. T.; HEINZEN, A. S.; KRETZSCHMAR, A. A. Quality and functional properties of 'Tupy' blackberry stored in modified atmosphere conditions. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 41, n. 1, e-028, 2019.

SOUZA, R. S.; MARTINS, C. R.; ANTUNES, L. E. C.; VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C. R.; MALGARIM, M. B. Chemical and mineral characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of blackberries grown in an organic system. *Comunicata Scientiae*, v. 11: e3272, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v11i0.3272>.

SOUZA, R. S.; BILHARVA, M. G.; DE MARCO, R.; ANTUNES, L. E. C.; MARTINS, C. R.; MALGARIM, M. B. Phenological and productive characteristics of blackberry genotypes grown in an organic production system. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, v. 93, n.1, 2021. DOI 10.1590/0001-3765202120181265.

VIZZOTTO, M. Propriedades funcionais das pequenas frutas. *Informativo Agropecuário*, v. 33, p. 84-88. 2012.

ZANDONADI, D. B.; CANELLAS, L. P.; FAÇANHA, A. R. Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H⁺ pumps activation. *Planta*, v. 225, p. 1583-1595, 2007.

ZHANG, H.; TAN, S. N.; TEO, C. H.; YEW, Y. R.; GE, L.; CHEN, X.; YONG, J. W. H. Analysis of phytohormones in vermicompost using a novel combinative ample preparation strategy of ultra sound-assisted extraction and solid-phase extraction coupled with liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Talanta*, v. 139, p. 189-197, 2015. DOI: 10.1016/j.talanta.2015.02.052.

WONG, W. S.; TAN, S. N.; GE, L.; CHEN, X.; LETHAM, D. S.; YONG, J. W. H. The importance of phytohormones and microbes in biostimulants: mass spectrometric evidence and their positive effects on plant growth. **Acta horticulturae**, 2016. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1148.6.

WILLER, H.; SCHLATTER, B.; TRÁVNÍČEK, J. **The world of organic agriculture**: statistics and emerging trends 2023. Frick: FiBL; Bonn: IFOAM - Organics Internacional, 2023. Disponível em: <http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2023.html>. Acesso em: 9 jun. 2025.

Capítulo 10

Produção forçada de amoreira-preta em zonas de altitude na Chapada Diamantina, BA

Paulo Roberto Coelho Lopes

Luís Eduardo Corrêa Antunes

Uvilson Oliveira

Introdução

O cultivo de espécies frutíferas de clima temperado e subtropical é uma atividade normalmente restrita às regiões Sul e Sudeste do Brasil, devido às limitações climáticas existentes para as outras regiões. Nas zonas de altitude, inclusive em zonas de baixa altitude na região Nordeste, as culturas da amoreira-preta, mirtilheiro, framboeseira e morangueiro têm sido exploradas, adequando-se o manejo das plantas às condições climáticas, por meio de uso de reguladores de crescimento e irrigação controlada. Assim, a produção de pequenas frutas até poucos anos era uma atividade quase que exclusiva das regiões Sul e Sudeste do Brasil mas, paulatinamente, tem ocorrido na região Nordeste, por meio do processo de produção forçada, que consiste na mudança das práticas de manejo, adaptadas às condições climáticas de baixa ocorrência de frio, o que altera o ciclo fisiológico da planta.

A cultura da amoreira-preta tem apresentado grande expansão da área cultivada nos últimos anos, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Minas Gerais e, recentemente, no estado da Bahia. Dentre as várias opções de cultivo viáveis agronomicamente e economicamente para a região Nordeste, a amoreira-preta é uma das mais promissoras, devido ao expressivo aumento da demanda pela amora-preta.

O cultivo da amoreira-preta na Chapada Diamantina foi iniciado em 2017, por iniciativa do produtor Uvilson Santos Oliveira, no município de Mucugê, Bahia. A ideia de plantar amoreira-preta surgiu da vontade de diversificar a produção e, para tanto, optou-se por uma cultura de alto valor agregado, que se adequasse às necessidades da agricultura familiar. No início, várias dificuldades foram enfrentadas, principalmente devido ao grande vigor das plantas, induzido pela condição climática, com temperaturas elevadas ao longo do ano, quando comparadas com as regiões Sul e Sudeste, e devido à necessidade de irrigações frequentes para que as plantas não morressem por déficit hídrico. Superadas tais dificuldades, foi desenvolvido um sistema de manejo que permitiu a produção forçada de amoras-pretas na Chapada Diamantina. As cultivares introduzidas inicialmente foram BRS Tupy, BRS Cainguá, BRS Xingu e Brazos. De todas as cultivares testadas, BRS Tupy foi a que apresentou melhor produção e qualidade dos frutos.

A amora-preta é uma fruta que tem despertado interesse por parte dos consumidores, devido às suas características nutritivas e nutracêuticas, resultando em uma demanda crescente, porém ainda não atendida em nível nacional. Devido ao baixo custo de implantação e manutenção do pomar, quando comparado a outras culturas, como a videira, mangueira e citros, por exemplo, e, principalmente, pela reduzida utilização de defensivos agrícolas, o cultivo da amoreira-preta pode ser uma boa opção para agricultura familiar. Isso se justifica por seu rápido retorno financeiro, pois, já no primeiro ano de plantio, a cultura entra em produção, proporcionando excelente alternativa de renda, pela destinação do produto no mercado in natura, como fruta congelada, para a indústria de produtos lácteos e fabrico de geleias caseiras, com grande potencial conjunto ao ecoturismo regional, tornando o cultivo bastante atrativo pela agregação de valor aos produtos processados.

A busca por alimentos nutracêuticos e saudáveis tem aumentado muito nos últimos anos e tem criado uma demanda por frutas frescas, principalmente as pequenas frutas. A produção brasileira das principais frutas de clima temperado é insuficiente para atender a demanda interna, gerando crescente necessidade de importação.

Condições climáticas

Os fatores climáticos são importantes para definir as regiões onde um cultivo poderá ser explorado. A amoreira-preta é uma planta que se adapta bem em regiões com temperaturas baixas no inverno, suficientes para atender a necessidade de frio, e temperaturas moderadas no verão, sem radiação solar elevada. Durante a fase vegetativa da amoreira-preta, a temperatura do ar e a precipitação pluviométrica influem na qualidade das gemas, fator determinante para o potencial de produção no ano seguinte. No entanto, plantios conduzidos em microrregiões brasileiras tipicamente quentes têm demonstrado que a amoreira-preta pode se adaptar bem a diferentes condições edafoclimáticas.

Tratando-se de microrregiões tropicais no Brasil, o cultivo da amoreira-preta tem sido realizado nos municípios de Mucugê (984 m de altitude) e Barra de Estiva (1.030 m de altitude), localizados no Estado da Bahia. Segundo Köppen (1918), o clima da região é classificado como do tipo Cfb (clima tropical de altitude; chuvas de verão e seca de inverno; temperatura do mês mais frio $>18^{\circ}\text{C}$ e a do mês mais quente $>22^{\circ}\text{C}$; altitude $>1.000\text{ m}$). A temperatura média anual é de $19,7^{\circ}\text{C}$, com mínima de 12°C e a máxima podendo atingir até mais de 38°C . A precipitação média anual é de 1.017 mm e a umidade relativa do ar média é de 64,7%.

Também em Petrolina, PE, localizada na coordenada geográfica $9^{\circ}09'S$, $40^{\circ}22'O$, a uma altitude de 376 m, foi iniciado o cultivo da amoreira-preta em 2006, pela Embrapa Semiárido. Segundo Köppen (1918), o clima da região é classificado como tipo Bswb (região semiárida muito quente). A temperatura média anual é de $26,7^{\circ}\text{C}$, com mínima de $20,8^{\circ}\text{C}$ e máxima podendo atingir até mais de 40°C . A precipitação média anual é de 407 mm e a umidade relativa do ar média é de 60,7%.

Por meio do programa de melhoramento genético da amoreira-preta da Embrapa Clima Temperado, foram desenvolvidas inúmeras cultivares (Raseira; Franzon, 2012; Raseira et al., 2022a, 2022b) capazes de se adaptarem a diferentes condições climáticas, como é o caso de 'BRS Tupy', que se adapta bem a regiões de altas temperaturas no verão e de baixa ocorrência de frio, no inverno.

Solo

A amoreira-preta é uma planta que se adapta bem a todos os tipos de solos, desde que não haja excesso de umidade. Adapta-se bem a solos arenosos, com textura média, também a solos argilosos. Os solos mais apropriados para a cultura são aqueles bem drenados, com adequada capacidade de retenção de água e com bom teor de matéria orgânica. Em geral, os solos ligeiramente ácidos, com pH em torno de 5,5 a 6,0, são os melhores para a amoreira-preta.

Preparo do solo e plantio das mudas

Para o plantio da amoreira-preta, no semiárido brasileiro, recomenda-se a subsolagem total da área, seguida da aração e da gradagem para a incorporação do calcário e outros fertilizantes, de acordo com os resultados e interpretação das análises de solo, com o objetivo de corrigir a acidez e a fertilidade. A adubação orgânica é recomendada, devido aos solos serem pobres em matéria orgânica. Para o plantio das mudas, recomenda-se o sulcamento do solo no sentido das linhas de plantio, realizando-se a adubação de fundação distribuindo uniformemente os fertilizantes na linha sulcada, devido ao pequeno espaço entre plantas.

Irrigação

Devido à baixa precipitação e altas temperaturas no semiárido, a irrigação é uma prática de fundamental importância para auxiliar no desenvolvimento das plantas, nas fases de crescimento vegetativo, formação das gemas florais, floração, frutificação e formação dos frutos com padrão comercial.

Para microrregiões mais quentes, deve-se utilizar cultivares menos exigentes em frio, bem como o recurso da irrigação. Por se tratar de uma planta de pequeno porte e de raiz superficial, a amoreira-preta necessita de disponibilidade regular de água, preferindo os solos profundos e com maior capacidade de retenção de água.

O sistema de irrigação mais recomendado, devido à pouca disponibilidade de água na região, é o gotejamento com linhas duplas, para solos arenosos, e o gotejamento com uma linha simples, para solos argilosos, com emissores a cada 25 cm e vazão de 2,0 L/h, por proporcionar maior eficiência do uso da água. As lâminas de irrigação são aplicadas de acordo com a evapotranspiração diária, registrada por meio de tanques classe A.

Ocorrência de pragas e doenças

Nos locais de cultivo da amoreira-preta no semiárido, as pragas que causam danos econômicos para a cultura são as cochonilhas, pulgões, tripes e mosca-das-frutas, porém todos em baixa ocorrência e severidade.

No que diz respeito a doenças, as que causam danos econômicos são a ferrugem (*Phragmidium violaceum*), que ocorre em períodos de umidade relativa do ar elevada, podendo ser controlada com a aplicação de produtos à base de cobre e calda sulfocálcica. A fusariose (*Fusarium spp.*) ocorre em períodos de menor umidade relativa do ar e maior temperatura. Alguma ocorrência de nematoides (*Meloidogyne spp.*) tem sido constatada, porém com baixo dano econômico. Para reduzir a possibilidade de ocorrência de nematoides, recomenda-se o uso de matéria orgânica nas linhas de plantio.

Sistema de condução das plantas

O sistema de condução mais utilizado, nos pomares de amoreira-preta nas microrregiões tradicionalmente produtoras, o qual também é o mais utilizado no Nordeste brasileiro, é o de espaldeira, que consiste na formação de linhas (com postes e arames) para o tutoramento das plantas. Os postes são ordenados no sentido das linhas de plantio, colocados a cada 6,0 m de distância, enterrados com 0,50 m de profundidade e a uma altura de 1,60 m acima do solo. Nas cabeceiras, tensionadas por arames, são colocadas estacas na posição inclinada (comumente denominados “rabicho” e “morto”), para dar sustentação na espaldeira, principalmente no período de produção de frutas.

Poda de formação

Em regiões de clima temperado, a amoreira-preta produz em ramos do ano, os quais são eliminados após a colheita. Enquanto alguns ramos estão frutificando, outras hastes emergem e crescem, renovando a planta para a próxima produção (Fachinello et al., 1994). A poda é realizada em dois momentos: no verão, quando se eliminam as hastes que produziram e se encurtam as novas hastes emergidas do solo; e no inverno, quando se reduzem os ramos laterais (Gonçalves et al., 2011).

No primeiro ano, as hastes que brotam da coroa das plantas devem ser desbastadas, deixando-se apenas quatro hastes por planta, o que é considerado uma boa densidade para a primeira produção. No outono ou inverno, essas quatro hastes são tutoradas nos arames e despontadas a 20 cm acima do último fio (1,80 m). Na primavera seguinte, os ramos florescem e produzem a primeira colheita, que ocorre de novembro a janeiro (Pagot et al., 2007). No verão, após a colheita dos frutos, é realizada uma poda de limpeza e a retirada das hastes que já produziram no ano (Raseira et al., 1984).

Sistema de produção forçada da amoreira-preta

Para a produção de amora-preta em microrregiões de baixa ocorrência de frio hibernal (loais onde não ocorrem temperaturas abaixo de 7,2 °C), faz-se necessária a adoção de um sistema de manejo diferente daquele realizado em regiões frias, onde as plantas entram em repouso vegetativo devido ao frio.

Após a poda drástica das plantas, que consiste na eliminação total da parte aérea (Figura 10.1A), é necessário voltar a irrigar a área, sendo que, assim, as plantas iniciam nova brotação (Figura 10.1B). Três meses após o início da brotação, as plantas já estão bem desenvolvidas, com cerca de 1,8 m de altura (Figura 10.1C), momento em que se inicia a condução e amarração dos ramos junto ao arame da espaldeira (Figura 10.1D).



Fotos: Paulo Roberto Coelho Lopes

Figura 10.1. Fases de poda drástica (A), início da brotação (B) e crescimento das plantas (C e D) de amoreira-preta em microrregião de altitude, em Mucugê, BA.

O sistema de produção forçada da amoreira-preta consiste na condução das plantas para a formação dos botões florais e produção de frutas em praticamente todos os meses do ano, o que se dá por meio do manejo da irrigação e uso de produtos químicos capazes de inibir a brotação precoce das gemas, permitindo que ocorra a diferenciação floral. Nessa fase, a irrigação é reduzida para evitar a brotação precoce.

Após a condução e tutoramento na espaldeira, inicia-se o processo de maturação dos ramos para a formação dos botões florais. Para isso, são utilizados fertilizantes (sulfato de potássio, sulfato de magnésio e MKP) e produtos químicos (etefom e óxidos de potássio).

Três meses após o plantio é realizado o desponte (Figura 10.2), seguido da aplicação de sulfato de potássio a 4%, MKP a 2%, sulfato de magnésio a 0,2%, ácido bórico a 0,02%, óxido de potássio a 0,5% e Etefom 240 a 0,5%, aplicados a cada sete dias, repetindo-se as aplicações de duas a três vezes, até que se observe a formação dos botões florais.

Foto: Paulo Roberto Coelho Lopes



Figura 10.2. Poda para a maturação dos ramos e formação dos botões florais da amoreira-preta, no município de Mucugê, BA.

No momento em que os botões florais da amoreira-preta estão formados, realiza-se uma poda para eliminar os ramos vigorosos, seguida da desfolha total das plantas, por meio do uso de uma solução de sulfato de cobre a 4% mais sulfato de amônio a 20% (Figura 10.3), pulverizada sobre o dossel vegetativo. Um marcador fenológico que pode ser utilizado é o momento em que a haste apresenta folhas com cinco lóbulos.

Foto: Paulo Roberto Coelho Lopes



Figura 10.3. Processo de desfolhamento das plantas de amoreira-preta com aplicação de sulfato de cobre e sulfato de amônio.

Após o desfolhamento das plantas, é aplicada uma solução de cianamida hidrogenada a 2%, mais óleo mineral a 2%, para estimular (forçar) e uniformizar a brotação das gemas e botões florais (Petri et al., 2016) (Figura 10.4). Nesse período também se inicia a irrigação; passados 15 dias, as plantas começam a brotar.



Foto: Paulo Roberto Coelho Lopes

Figura 10.4. Inchamento das gemas florais da amoreira-preta e início da brotação.

Aos 15 dias após o início da brotação, começam a aparecer os botões florais (Figura 10.5) e, aos 45 dias, ocorre a plena floração (Figura 10.6).



Foto: Paulo Roberto Coelho Lopes

Figura 10.5. Início da floração da amoreira-preta, no município de Mucugê, BA.

Foto: Paulo Roberto Coelho Lopes



Figura 10.6. Plena floração da amoreira-preta, no município de Mucugê, BA.

Entre 40 e 45 dias após a indução da floração, observa-se frutificação efetiva abundante (Figura 10.7), resultando em excelente produção de frutos (Figura 10.8).

Foto: Paulo Roberto Coelho Lopes



Figura 10.7. Desenvolvimento dos frutos da amora-preta no município de Mucugê, BA.



Foto: Paulo Roberto Coelho Lopes

Figura 10.8. Início do amadurecimento dos frutos da amoreira-preta, no município de Mucugê, BA.

Nas condições climáticas da Chapada Diamantina é possível, após a produção das frutas, estimular uma segunda produção na mesma planta, o que aumenta em mais de 50% a produtividade anual, sem a necessidade de decepar as plantas. Isso ocorre por elas ainda apresentarem muitos botões florais que não brotaram no processo da indução floral anterior. Após o término da colheita (Figura 10.9), realiza-se uma poda, para eliminar os ramos que produziram na safra anterior (Figura 10.10).

Após a poda das plantas, realiza-se a aplicação de uma solução de sulfato de cobre a 4,% mais sulfato de amônio a 20,0%, para desfolhar as plantas. Sete dias após a desfolha das plantas, aplica-se cianamida hidrogenada a 2,% mais óleo mineral a 2%, para forçar a brotação das gemas florais (Figura 10.11). Duas semanas após a aplicação desses produtos, as plantas iniciam a brotação, normalmente resultando em floração e frutificação abundante (Figura 10.12).



Foto: Paulo Roberto Coelho Lopes

Figura 10.9. Plantas de amoreira-preta em final de colheita, com botões florais aptos para uma segunda indução de flores e nova frutificação

Foto: Paulo Roberto Coelho Lopes



Figura 10.10. Plantas de amoreira-preta podadas, findo o primeiro ciclo de colheita, aptas para a segunda indução floral

Foto: Paulo Roberto Coelho Lopes



Figura 10.11. Início da brotação das amoreiras-pretas após a aplicação da cianamida hidrogenada com óleo mineral.

Foto: Paulo Roberto Coelho Lopes



Figura 10.12. Frutificação das amoreiras-pretas após a segunda indução floral

Produção

As produções obtidas com a cultivar 'BRS Tupy', nas áreas de cultivo em Mucugê, BA, variam de 20 a 40 t por hectare por ano, considerando-se a possibilidade de induzir duas a três safras anuais na mesma planta. Outra grande vantagem competitiva da produção forçada de amora-preta em microrregiões tropicais é a possibilidade de produção de frutas em todos os meses do ano, o que permite escalonar a oferta de frutas em épocas com mercado mais favorável.

Colheita e pós-colheita

O destino da produção das amoras-pretas produzidas no Nordeste do Brasil tem sido, normalmente, o consumo in natura (Figura 10.13A), frutas congeladas (Figura 10.13B) e frutas processadas, para fabricação de geleias e sucos (Figuras 10.13C e 10.13D).



Figura 10.13. Destino da produção de amoras-pretas provenientes do Nordeste do Brasil, sendo: consumo fresco (A); congelada (B); geleia (C) e licor (D).

Estágios fenológicos e manejo

Na Tabela 10.1 são apresentadas as atividades de manejo da amoreira-preta e as épocas em que são realizadas no município de Mucugê, BA, ao longo do ano, considerando-se uma parcela de produção com indicação do mês/semana em que cada uma delas ocorre. As letras identificam a época recomendada para cada atividade de manejo.

Tabela 10.1. Estágios fenológicos e atividades realizadas na cultura da amoreira-preta na Chapada Diamantina, município de Mucugê, BA, considerando-se uma parcela de produção.

Atividades de manejo	Agosto				Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Poda drástica	A	A																		
Brotação e desenvolvimento vegetativo			B	B	B	B	B	B	B	B	B	B								
Maturação dos ramos									C	C	C	C								
Primeira poda de produção													D							
Desfolhamento													E							
Quebra de dormência														F						
Início da floração																G				
Frutificação																	H	H		
Colheita																				I

Atividade A – Poda drástica: Recomenda-se essa atividade após o inverno (maio a julho), quando a temperatura chega na casa dos 8°C. No início do mês de agosto, quando a temperatura começa a aumentar, deverá ser iniciada para se obter-se boa brotação.

Atividade B – Brotação e desenvolvimento vegetativo: Nessa fase deve-se fazer a irrigação da área para que haja brotação uniforme. Deve-se também corrigir a fertilidade, de acordo com os resultados das análises de solo. Realizar adubações orgânicas e químicas, para que as plantas possam acumular reservas suficientes para ter produção adequada. Nessa fase, recomenda-se também o controle de plantas daninhas.

Atividade C – Maturação dos ramos: Essa prática é de fundamental importância para auxiliar na formação dos botões florais, pois a produção forçada tem por objetivo antecipar o início da produção de frutas. Nessa fase, são aplicados produtos químicos capazes de inibir a brotação precoce das gemas, permitindo que ocorra a diferenciação floral. A irrigação é reduzida para evitar a brotação precoce. São aplicados fertilizantes à base de potássio, magnésio, fósforo e boro, bem como produtos à base de etileno e óxidos de potássio.

Atividade D - Poda de produção: Essa atividade consiste na eliminação dos ramos mais tenros, que ficam acima do último arame da espaldeira. São mantidos os ramos mais fortes, que contêm os botões florais.

Atividade E – Desfolhamento das plantas: Devido à ausência de frio intenso, capaz de promover a queda natural das folhas da amoreira-preta, realiza-se a desfolha artificial, com o uso de sulfato de amônia, sulfato de cobre e óleo mineral.

Atividade F – Quebra de dormência: Devido à pouca ou nenhuma disponibilidade de frio, as plantas não brotam naturalmente, sendo necessário o uso de indutores de brotação. Nessa fase, deve-se usar uma calda de cianamida hidrogenada a 2% com óleo mineral a 2%, para se obter uma brotação uniforme.

Atividade G – Floração: Nessa fase deve-se realizar aplicação de biofertilizantes, aminoácidos, boro, cálcio e fosfite de potássio, com o objetivo de nutrir as plantas, aumentar o pegamento de frutos e aumentar a resistência a doenças. Quando necessário, deverão ser realizadas adubações de correção com os elementos pelos quais as plantas apresentarem sintomas de deficiência nutricional.

Atividade H – Frutificação: Nessa fase, devem-se realizar adubações à base de nitrogênio e potássio, com o objetivo de aumentar o calibre dos frutos e prolongar a vida pós-colheita. Deve-se também aplicar calda bordalesa e outros produtos à base de cobre para prevenir a ocorrência de antracnose, de ferrugem e de botrytis.

Atividade I – Colheita: Nessa fase, deve-se realizar o monitoramento da mosca-das-frutas (*Anastrepha* spp.), utilizando-se armadilhas e iscas tóxicas. Quando necessário, recomenda-se também o uso de inseticidas naturais.

Na Tabela 10.2 são apresentadas as principais atividades de manejo da amoreira-preta e épocas que são realizadas no município de Mucugê, BA, conforme o período do ano e a época em que cada atividade de manejo deve ser realizada, considerando-se a existência de várias parcelas de produção na mesma propriedade, o que possibilita duas safras por ano na mesma planta, sem a necessidade de realizar a poda drástica após o final da colheita da primeira safra.

Considerando-se a possibilidade de produção em várias parcelas da mesma cultivar e na mesma propriedade, e a possibilidade de se produzir duas safras por ano na mesma planta, observa-se que é viável a produção de amora-preta em qualquer um dos meses do ano em Mucugê, BA, desde que planejadas e executadas adequadamente as atividades, conforme as recomendações técnicas.

Tabela 10.2. Estágios fenológicos e atividades de manejo da cultura da amoreira-preta na Chapada Diamantina, município de Mucugê, BA, em uma propriedade com várias parcelas de produção de amoras.

Atividades de manejo	Agosto				Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro				Janeiro				Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho				Julho																							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																																
Semanas																																																																				
Poda drástica																																																																				
Desenvolvimento vegetativo																																																																				
Maduração dos ramos																																																																				
Primeira poda de produção																																																																				
Desfolhamento																																																																				
Quebra de dormência																																																																				
Início da floração																																																																				
Colheita																																																																				
Segunda poda de produção																																																																				
Desfolhamento																																																																				
Quebra de dormência																																																																				
Início da floração																																																																				
Colheita																																																																				

Custos de implantação e produção

Nas Tabelas 10.3 e 10.4, respectivamente, são apresentados os itens que compõem o custo de implantação e de produção de 1 ha de amoreira-preta na Chapada Diamantina.

Tabela 10.3. Custo de implantação de 1 ha de pomar de amoreira-preta no município de Mucugê, BA, em 2024.

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Custo da terra	Hectare	1	40.000	40.000
Análise de solo	Unidade	2	110	220
Preparo do solo	Hora/máquina	25	200	5.000
Calcário	T	4	300	1.200
Aubos químicos para fundação	Saco 50 kg	16	330	5.280
Esterco de galinha	Metro cúbico	16	400	6.400
Mudas de amoreira-preta	Unidade	8.000	5	40.000
Estaca de eucalipto tratada (4 a 6 cm/2,2 m)	Unidade	1.000	7	7.000
Estaca de eucalipto tratada (8 a 10 cm/2,2 m)	Unidade	80	12	960
Arame galvanizado nº 12	Rolo	12	600	7.200
Ferramentas diversas	Unidade	10	2.000	2.000
Sistema de irrigação gotejamento	Unidade por hectare	1,0	6.000	6.000
Mão de obra	Homem/dia	30	80	2.400
Total				123.660,00

Tabela 10.4. Custo de produção de 1 ha de amoreira-preta no município de Mucugê, BA.

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Poda drástica	Homem/dia	8	80	640
Condução das plantas	Homem/dia	40	80	3.200
Poda de produção	Homem/dia	20	80	1.600
Pulverizações	Homem/dia	10	140	1.400
Fitas e grampos	Diversos	1	600	600
Fórmula 20-00-20	Saco	2	157	314
MAP (fosfato monoamônico)	Saco	2	180	360
Sulfato de potássio	Saco	4	280	1.120
Sulfato de magnésio	Saco	4	70	280
Sulfato de amônio	Saco	2	104	208

Continua...

Tabela 10.4. Continuação.

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Sulfato de cobre	Kilograma	4	30	120
Nitrato de cálcio	Saco	5	140	700
Etefom	Litro	2	428	856
Cianamida hidrogenada	Litro	4	180	720
Óleo mineral	Litro	4	27	108
Inseticidas	Litro	2	120	240
Fungicidas	Litro	2	180	360
Colheita/embalagem	Homem/dia	300	80	24.000
Material de embalagem	Saco (mil unidades)	1,5	2	28.000
Câmara-fria (freezer)	Unidade	6	1.000	6.000
Energia elétrica	KWa	6.000	0,74	4.440
Total				73.286,00

Considerações finais

As pesquisas conduzidas no Semiárido brasileiro têm demonstrado grande potencial para o cultivo de espécies frutíferas de clima temperado e subtropical, como a amoreira-preta, que pode ser considerada excelente opção para a diversificação da fruticultura na região. Apesar das limitações climáticas, a amoreira-preta tem apresentado ótimo desempenho agrônômico, contrariando a literatura mundial sobre o cultivo da espécie em zonas de clima quente.

Dado o grande potencial de produção na região Nordeste, a amoreira-preta pode ser opção de cultivo para os agricultores familiares, devido à crescente demanda por essa fruta, aos preços de comercialização praticados e à possibilidade de processamento.

A produção de amora-preta nas regiões Sul e Sudeste do Brasil ocorre nos meses de novembro a janeiro, resultando em um período de entressafra de nove meses, com a falta de oferta da fruta no mercado. Já no Nordeste, a produção de amora-preta fora dos picos tradicionais de oferta da fruta pode alternativa bastante interessante, pois é possível alcançar preços superiores a 100% em relação aos obtidos nas épocas de safra normal. Alterações na época ou modo de realização de práticas de manejo podem proporcionar resultados favoráveis à antecipação ou retardamento do período de safra, sem elevações significativas no custo de produção.

A produção nacional de amora-preta é da ordem de 10 mil toneladas, produzidas nas regiões Sul e Sudeste. Nesse contexto, o cultivo de amoreira-preta para a diversificação da fruticultura nos perímetros irrigados do semiárido mostra-se viável, devido ao seu apelo comercial e à possibilidade de produção em qualquer mês do ano, com duas safras por ano na mesma planta e elevadas produtividades.

A variedade de amoreira-preta 'BRS Tupy' tem apresentado excelente produção e qualidade de frutos, os quais são comercializados na região Nordeste com boa aceitação por parte dos consumidores. Nas avaliações realizadas o cultivo da amora-preta em qualquer mês do ano é factível, se as plantas forem manejadas adequadamente para a produção forçada. Entretanto, verificou-se que é mais vantajoso produzir nos meses de fevereiro a outubro, quando não existe oferta de amora-preta

no mercado nacional e a região Nordeste preencher tal lacuna, vendendo frutas para outras regiões do País.

Referências

- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; SANTOS, A. M. dos. Amoreira-preta, framboesa e mirtilo: pequenos frutos para o sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador. **Resumos...** Salvador: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1994. v. 3. p. 989-990.
- GONÇALVES, E. D.; ZAMBON, C. R.; SILVA, D. F.; SILVA, L. F. O.; PIO, R.; ALVARENGA, A. A.; CAPRONI, C. M. **Implantação, manejo e pós-colheita da amoreira preta**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011. 5 p. (Circular Técnica, 140).
- KÖPPEN, W. Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf. **Petermanns Geographische Mitteilungen**, v. 64, p. 193-203; 243-248, 1918.
- PAGOT, E.; SCHNEIDER, E. P.; NACHTIGAL, J. C.; CAMARGO D. A. **Cultivo da amoreira-preta**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 11 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 75).
- PETRI, J. L.; HAVERROTH, F. J.; LEITE, G. B.; SEVERINO, A. A.; COUTO, M. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado**. Florianópolis: Epagri, 2016. 141 p.
- RASEIRA, M. C. B.; CARPENEDO, S.; FRANZON, R. C.; ROSSI, A.; ANTUNES, L. E. C. **Amoreira-preta (*Rubus spp.*): importância e pesquisa no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2022a. 24 p. (Embrapa Clima Temperado. Documento: 523).
- RASEIRA, M. do C. B.; FRANZON, R. C. Melhoramento genético e cultivares de amora-preta e mirtilo. **Informe Agropecuário**, v. 33, n. 268, p. 11–20, 2012.
- RASEIRA, M. do C. B.; FRANZON, R. C.; NARDINO, M.; CARPENEDO, S.; CORRÊA, E. R. The blackberry breeding program of “Embrapa Clima Temperado”: an update. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 25, n. 1, Jan./Apr. 2022b.
- RASEIRA, M. do C. B.; SANTOS, A. M. dos; MADAIL, J. C. M. **Amora preta: cultivo e utilização**. Pelotas: EMBRAPA-CNPFT, 1984. 20 p. (EMBRAPA-CNPFT. Circular Técnica, 11).

Literatura Recomendada

- SCARIOTTO, S.; WAGNER JUNIOR, A.; CITADIM, I. Biochemical and physiological aspects of dormancy in tempered fruits trees. In: BOTELHO, R. V. (ed.) **Plant dormancy: mechanisms, causes and effects**. Nova York: Nova Science Publishers, 2019. chapter 10. p. 201-234.

Capítulo 11

Pragas

Gabriela Inés Díez-Rodríguez

Daniel Bernardi

Uemerson Silva da Cunha

Dori Edson Nava

Introdução

A amoreira-preta (*Rubus* spp.) faz parte do grupo das pequenas frutas cultivadas no Brasil, constituindo uma opção de cultivo para propriedades agrícolas familiares, uma vez que possibilita a obtenção de alto retorno econômico em uma pequena área. Diferentes espécies de amoreiras foram introduzidas, principalmente dos Estados Unidos e da Europa, embora existam algumas espécies nativas do Brasil que são comestíveis, como *R. urticaefolius*, *R. erythroclados*, *R. brasiliensis*, *R. sellowii* e *R. imperialis*, as quais não são cultivadas comercialmente.

Embora o cultivo da amoreira-preta não tenha tido grandes problemas com pragas, além de ser uma cultura de baixo uso de insumos, nos últimos anos a situação tem mudado, devido à introdução, no Brasil, da drosófila-das-asas-manchadas – *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). Detectada em 2013 (Souza et al., 2013), ocasiona perdas importantes, uma vez que as larvas se alimentam da polpa da amoreira-preta e de mais 26 hospedeiros, cujos frutos possuem o epicarpo (casca) de espessura delgada (Nava et al., 2015).

Além disso, têm sido observados problemas como frutos com drupéolas secas, mudança de cor e abortamento, relacionados provavelmente a insetos ou ácaros. Assim, a implementação do Manejo Integrado de Pragas nessa espécie frutífera dependerá do maior conhecimento acerca dos artrópodes que ocorrem na cultura, principalmente em relação ao monitoramento, níveis e técnicas de controle. No caso do controle químico, apenas produtos comerciais à base de espinetoram estão registrados, no Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), para controle específico de determinadas pragas na amoreira-preta (Agrofit, 2025). Dessa forma, as alternativas disponíveis, aos produtores e técnicos, para o manejo de pragas na amoreira-preta tornam-se restritas e baseadas no conhecimento prático, com poucas informações geradas pela pesquisa.

Diante do exposto, o objetivo deste capítulo é fazer uma abordagem das pragas da amoreira-preta e das implicações da ocorrência de *D. suzukii* nos pomares, com vistas ao manejo dos principais insetos e ácaros-praga.

Pragas tradicionais

Dentre as pragas tradicionais da amoreira-preta, destacam-se: a broca-da-amora (*Eulechriops rubi*) (Coleoptera: Curculionidae), a mosca-das-frutas sul-americana (*Anastrepha fraterculus*) (Diptera: Tephritidae), os ácaros fitófagos (Acari), os besouros desfolhadores (*Costalimaita ferruginea*, *Maecolaspis* spp. e *Diabrotica speciosa*) (Coleoptera: Chrysomelidae), as formigas cortadeiras (*Atta* spp. e *Acromyrmex* spp.) (Hymenoptera: Formicidae), a lagarta-das-folhas (*Herpetogramma bipunctalis*) (Lepidoptera: Crambidae) e os percevejos (Hemiptera: Pentatomidae), que podem ocasionar danos em diferentes intensidades em função da época do ano, do ano de produção e das regiões onde os pomares estão localizados.

Broca-da-amora

Esse curculionídeo é considerado a principal praga da cultura, devido ao fato de causar injúrias durante o ano todo. Até poucos anos atrás, era registrado apenas na região dos Campos de Cima da Serra, no Rio Grande do Sul. Entretanto, recentemente houve relatos de sua ocorrência na Serra de Santa Catarina (município de Lages) e na Encosta do Sudeste, no RS (município de Caçapava do Sul). A situação crítica para as plantas ocorre em pomares recém-instalados, em áreas onde anteriormente existia campo nativo com presença da praga, já que a broca-da-amora é nativa da região Sul do Brasil.

As fêmeas colocam os ovos na inserção de folíolos e no interior das brotações (postura endofítica). Quando as larvas eclodem, movimentam-se dentro das hastes, onde se alimentam, provocando a formação de galerias. Por esse motivo, a translocação de seiva é prejudicada e, assim, inicialmente ocorre o amarelecimento das folhas, seguido da perda de vigor das plantas e seca de ramos (Figura 11.1). As produções, tanto do corrente ano quanto a do ano seguinte, ficam comprometidas e, em algumas situações, esse dano pode provocar a morte de plantas (Pagot et al., 2007; Müller et al., 2008).

Na fase de floração da cultura, o inseto adulto emerge, abrindo um orifício circular no lenho da haste principal. Os adultos se localizam na face abaxial das folhas, das quais se alimentam, deixando numerosos orifícios circulares. Durante o inverno, as larvas se refugiam no interior dos ramos do ano, que serão responsáveis pela produção na próxima safra e em restos culturais deixados no pomar, o que dificulta o seu manejo.



Figura 11.1. Danos ocasionados por *Eulechriops rubi* nos ramos de amoreira-preta, sendo: adulto (identificado no recorte; canto superior direito) e larvas (indicadas pelas setas) (A); haste principal com sintoma de engrossamento, causado pelas larvas (B); detalhes do interior de haste danificada pelas larvas, com a construção de galerias (C e D).

O monitoramento deve ser realizado observando-se o espessamento e a presença de galerias nos ramos e de adultos nas folhas. Recomenda-se o controle quando os insetos forem encontrados no pomar, por meio da poda (pós-colheita), retirada e queima dos ramos danificados. Normalmente, a maior infestação ocorre nas plantas próximas da bordadura do pomar. Em pomares com alta infestação, deve-se, logo após a colheita, roçar a área e queimar o material cortado, visando eliminar os insetos que estão nas fases jovens. Além disso, deve-se utilizar mudas saudáveis obtidas em viveiros credenciados no Registro Nacional de Sementes e Mudanças (Renaseam) do Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), além de manter o vigor das plantas com adubações adequadas, para se evitar perdas maiores pelo ataque da praga (Müller et al., 2008).

Mosca-das-frutas sul-americana

Considerada a principal espécie de mosca-das-frutas que ataca a amoreira-preta, a *A. fraterculus* (Figura 11.2) prefere infestar as amoras-pretas na pré-colheita, embora os índices de infestação sejam menores, em relação a outras frutíferas nativas e outras pequenas frutas. Pesquisas realizadas por Bisognin et al. (2015) indicam que o ataque inicia próximo da oitava semana após o florescimento (Figura 11.3) Como os pomares de amoreira-preta normalmente estão localizados nas

proximidades de outras espécies frutíferas, os adultos da mosca-das-frutas migram dessas áreas atraídos por compostos voláteis liberados pelas amoras-pretas.

Uma vez que o ataque ocorre próximo da maturação das frutas, as larvas que completam o seu desenvolvimento saem para pupar no solo. Assim, frutas infestadas e comercializadas em feiras e supermercados, ao permanecerem por alguns dias nas embalagens fora de refrigeração, propiciam a saída de larvas das frutas, que ficam no fundo da embalagem. Assim, além do dano causado pela alimentação, essa praga também provoca a depreciação comercial, em razão dos danos estéticos às frutas e má impressão, que são percebidos pelos consumidores. No caso das frutas que se destinam para a indústria, dificilmente ocorrem perdas, pois, além da infestação ser considerada baixa em relação às outras frutíferas, o processamento elimina as larvas presentes nas frutas.

Foto: Paulo Luiz Lanzetta Aguiar



Figura 11.2. Fêmea de *Anastrepha fraterculus* procurando local para a oviposição em frutas de amoreira-preta.

Fotos: Maicon Bisognin

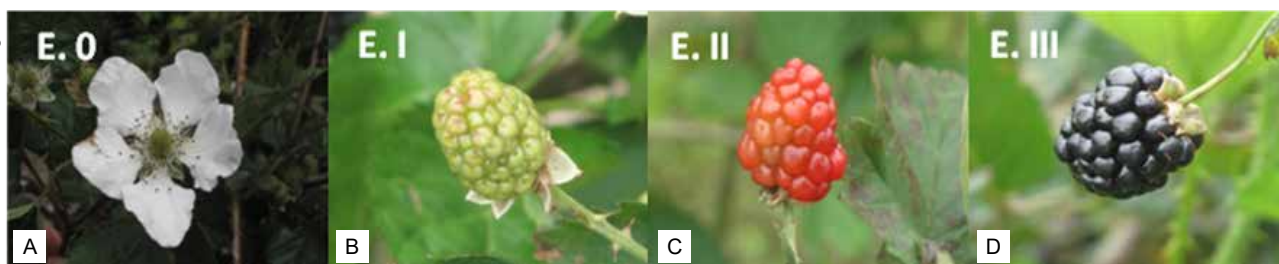


Figura 11.3. Estádios de frutificação da amoreira-preta: 0) floração (A); I) 6 semanas após a floração (B); II) 8 semanas após a floração (C); e III) 9 semanas após a floração (D).

Ensaio realizados em laboratório sob condições controladas de temperatura do ar (25 ± 2 °C), umidade relativa do ar ($70 \pm 10\%$) e fotofase (12 horas) determinaram os parâmetros biológicos de *A. fraterculus* (Tabela 11.1), constatando que frutas de amoreira-preta possibilitam o completo desenvolvimento da praga em cerca de 27 dias. No entanto, observou-se que frutas nativas, como

o araçá e a pitanga, propiciam melhores condições do que as espécies frutíferas exóticas (amora-preta cultivada e mirtilo), principalmente nos parâmetros biológicos relativos ao estágio adulto (Bisognin et al., 2013).

Tabela 11.1. Valores medios dos parâmetros biológicos de *Anastrepha fraterculus*, quando criada em frutas de amoreira-preta.

Parâmetros biológicos	Médias
Duração do período ovo-pupa (dias)	13,4
Duração do estágio de pupa (dias)	13,9
Ciclo biológico (ovo-adulto) (dias)	27,3
Período de pré-oviposição (dias)	10,9
Período de oviposição (dias)	16,7
Peso de pupários (mg)	10,4
Número de pupas/fruta	1,6
Viabilidade de pupas (%)	74,2
Número de ovos	264
Fertilidade (%)	51,3
Razão sexual	0,52

Para o controle de *A. fraterculus* na amoreira-preta, recomenda-se a diminuição da população dos adultos nos pomares vizinhos, uma vez que essa medida reduz a migração da mosca para essa frutífera. Assim, devem ser aplicadas iscas-tóxicas na borda dos pomares. Outras práticas que podem auxiliar no manejo são a colheita no período recomendado, a retirada de frutas caídas no chão e a manutenção dos pomares bem nutridos, especialmente em relação ao cálcio, pois esse nutriente pode conferir uma textura mais firme às drupeolas, dificultando, assim, o ataque do inseto.

Ácaros

Em estudo realizado na cultura de amoreira-preta em Ilópolis, RS, foram encontrados ácaros das famílias Diptilomiopidae (80,9%), representada por *Chakrabartiella* sp. que, apesar de ter sido abundante, não tem importância conhecida como praga. Outra família de ácaros detectada foi a Tetranychidae (13,9%), com destaque para *Neotetranychus asper* (Marchetti; Ferla, 2011). Nesse mesmo estudo, foram identificados importantes ácaros predadores de ácaros fitófagos, sendo os mais comuns *Agistemus brasiliensis* (Stigmaeidae) e *Typhlodromalus aripo* (Phytoseiidae). Na região de Pelotas, RS, Trinidad et al. (2019) observaram várias famílias de ácaros, com maior ocorrência de *N. asper* (Tetranychidae), *Diptacus rubusculum* (Diptilomiopidae) e *Acalitus orthomerus* (Eriophyidae). Dentre esses, *A. orthomerus* merece atenção especial pelo potencial que poderá vir a ter como praga, à semelhança do que ocorre com *Acalitus essigui* em Portugal, sendo conhecido como ácaro-da-baga-vermelha. Os principais sintomas causados por essa espécie é o amadurecimento irregular de frutas, devido à injeção de toxinas que provocam alterações de coloração das drupéolas, as quais ficam de cor vermelha ou vermelho-esverdeada, embora algumas partes das bagas infestadas mantenham a coloração normal marrom-escuro ou negra (Jeppson et al., 1975; Ferreira; Pina, 2012). Contudo, mais estudos fazem-se necessários para elucidar a relação de *A. orthomerus* com a cultura da amoreira e possíveis danos.

Embora não haja problemas significativos com as populações de ácaros fitófagos em pomares de amoreira-preta no Brasil, provavelmente pelo fato dessas se manterem em equilíbrio, em caso de necessidade, há potencial de que agentes de controle biológico, tais como os ácaros predadores *Neoseiulus californicus* e *Phytoseiulus macropilis*, possam ser liberados nos pomares para o seu controle, tal como ocorre nos cultivos de morango (Bernardi et al., 2010; Moraes, 2002; Sato et al., 2002).

Besouros desfolhadores

Besouros desfolhadores da família Chrysomelidae provocam danos na fase adulta, ao se alimentarem das folhas e reduzir a área fotossintética das plantas, podendo causar prejuízos consideráveis em ataques intensos (Figura 11.4). Na região de Pelotas, altas infestações de *Costalimaita ferruginea* são observadas a cada 2 anos, especialmente quando as primaveras e os verões são chuvosos. Normalmente, o desenvolvimento das fases imaturas dos besouros ocorre em áreas próximas, e os adultos migram para os pomares de amoreira-preta por ocasião da emissão de folhas, já que possuem boa capacidade de dispersão. Para o monitoramento e controle de algumas espécies de crisomelídeos, recomenda-se o uso de armadilhas, contendo cucurbitacina como atrativo.



Figura 11.4. Danos causados por adultos de *Costalimaita ferruginea* em folhas de amoreira-preta (as setas indicam adultos se alimentando de folhas).

Fotos: Paulo Luiz Lanzetta Aguiar

Formigas cortadeiras

As formigas cortadeiras, tanto as saúvas (*Atta* spp.) quanto as quenquéns (*Acromyrmex* spp.), são pragas importantes para a cultura da amoreira-preta e causam desfolhas, no período do crescimento vegetativo. Cuidado especial deve-se ter com as mudas recém-transplantadas, pois em poucas horas as formigas podem consumir totalmente a área foliar das plantas, prejudicando o desenvolvimento das hastes.

Embora não tenham sido realizados experimentos, observações feitas nos pomares indicam que a época mais suscetível ao ataque das formigas é quando ocorrerem as brotações e a floração. Nesse caso, deve-se ter cuidado redobrado com as plantas, sendo necessário o monitoramento das áreas duas vezes por semana.

Lagartas-das-folhas

Lagartas da espécie *Herpetogramma bipunctalis* se alimentam de folhas de amoreira-preta, nas quais se enrolam com fios de seda como forma de proteção, ocasionando queda e senescência precoce. Quando o ataque ocorre com lagartas do primeiro e segundo instar, as nervuras das folhas permanecem intactas, diferentemente de quando ocorrem ataques de lagartas de instares posteriores, que podem consumir totalmente as folhas. Também é comum as lagartas construírem locais de proteção para si, unindo várias folhas com restos de alimentos e fezes. As pupas podem ser encontradas no interior de folhas enroladas ou em restos vegetais no solo. Geralmente, aparecem nos pomares no início do período vegetativo, mas a época de maior ocorrência vai de outubro a fevereiro (Diez-Rodríguez et al., 2013).

Percevejos

Esse grupo de insetos-praga é constituído por cinco espécies de percevejos da família Pentatomidae, sendo: *Piezodorus guildinii*, *Nezara viridula*, *Euschistus heros*, *Diceraeus furcatus* e *Edessa meditabunda*. Esses percevejos ocorrem no período de frutificação, deixando as drupas com aspecto marrom-escuro e enrugado (Pasini; Dal'Col, 2014), devido à sua alimentação e injeção de substâncias tóxicas nas frutas ainda verdes. Porém, quando o ataque ocorre no início do desenvolvimento, as drupéolas podem ser abortadas, e em estágios mais próximos da maturação podem adquirir coloração esverdeada. Durante a maturação, as frutas podem apodrecer e extravasar líquido, que atrai outros insetos, como vespas e besouros.

Como os percevejos são insetos de hábito políforo, normalmente as ninfas se alimentam em outros hospedeiros e atacam as frutas de amoreira-preta na fase adulta. No entanto, eventualmente, também podem ser encontradas ninfas atacando as frutas.

Praga emergente

Drosófila-das-asas-manchadas

A drosófila-das-asas-manchadas, *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) é uma praga polífaga e originária da Ásia. Em 2008 foi registrada em países da América do Norte (Walsh et al., 2010) e da Europa (Cini et al., 2012; Calabria et al., 2012), em 2013, na América do Sul (Deprá et al., 2014) e, em 2017, na África (Boughdad et al., 2021), infestando uma grande variedade de frutas, principalmente de casca fina, como as pequenas frutas. No Brasil, *D. suzukii* foi inicialmente coletada em áreas de floresta do Rio Grande do Sul (Souza et al., 2013; Ramirez et al., 2013) e posteriormente em cultivos de morangueiro no município de Vacaria, RS (Santos, 2014; Nava et al., 2015).

Drosophila suzukii possui metamorfose completa, passando pelos estágios de adulto, ovo, larva e pupa (Figura 11.5). O inseto adulto mede entre 2 e 3 mm, sendo os machos menores do que as fêmeas. Apresentam olhos vermelhos, tórax marrom claro e listras transversais no abdome. Os machos se caracterizam pela presença de dois “pentos” com três a seis proeminências semelhantes a espinhos nas tíbias das pernas anteriores, e de duas manchas escuras nas asas anteriores (Calabria et al., 2012). As fêmeas não apresentam manchas escuras nas asas e ovipositam no interior de frutas maduras ou próximas da maturação, graças à presença de um ovipositor serilhado, o qual é observado na identificação da espécie (Dreves et al., 2009; Calabria et al., 2012). Os ovos possuem coloração branca, medem 0,6 mm de comprimento e têm dois filamentos finos

(2 mm) utilizados para a respiração, os quais ficam posicionados, parcialmente, na parte externa da superfície da fruta (Davis et al., 2010). O período embrionário é de 1,4 dia sob temperatura de 22 °C (Emiljanowicz et al., 2014). As larvas possuem coloração branco-leitosa, forma cilíndrica e comprimento de 6 mm. Têm duas peças bucais negras na parte anterior e dois estigmas, formando um filamento na extremidade posterior (Walsh et al., 2011). Alimentam-se exclusivamente da polpa dos frutos e passam por três instares, com duração de 5,7 dias a 22 °C (Emiljanowicz et al., 2014).

As pupas são cilíndricas, com um par de filamentos na extremidade, e medem de 2 a 3 mm de comprimento. Apresentam coloração que varia de amarelo-acinzentado ao marrom, na fase final do desenvolvimento (Walsh et al., 2011). A fase de pupa dura 5,8 dias (Emiljanowicz et al., 2014) e ocorre geralmente no interior das frutas ou no solo (Davis et al., 2010). A longevidade das fêmeas é de 79,5 dias, podendo completar 13 gerações por ano sob temperatura de 22 °C, com uma fecundidade total média de 635,6 ovos durante o ciclo de vida. A duração do período ovo-adulto é de 86,1 dias (Emiljanowicz et al., 2014).

Os danos ocasionados pela praga podem ser classificados como primários, quando causados pelas fêmeas que perfuram as frutas para ovipositar e, posteriormente, pelas larvas, que se alimentam da polpa. Alguns dias após o ataque, a fruta colapsa, em razão do extravasamento intenso de líquido. Mais tarde, aparecem os danos secundários causados por microrganismos, que se desenvolvem a partir dos orifícios de oviposição. Outra espécie de drosofilídeos, *Zaprionus indianus* (mosca-do-figo) (Figura 11.6), ocorre simultaneamente a *D. suzukii* em amoreira-preta e outras pequenas frutas, no Brasil, porém é considerado inseto oportunista, pois depende do dano no fruto para se reproduzir (Santos, 2020).

A ocorrência de *D. suzukii* está associada a condições abióticas, como temperatura e umidade relativa do ar, assim como à disponibilidade de frutas no campo, principalmente daquelas preferenciais para o seu desenvolvimento. Na região Sul do Brasil, foi observada a preferência de *D. suzukii* por infestar frutas de amoreira-preta, quando comparada a outras pequenas frutas (Klesener et al., 2018; Wollmann et al., 2020). Em frutas nativas, como araçá e pitanga, também ocorre infestação, indicando serem hospedeiros potenciais para a multiplicação da mosca durante a entressafra. O período entre o final da primavera até meados do outono foi constatado como o ideal para a ocorrência da praga, no campo. Durante o inverno, os hospedeiros alternativos, como as frutas da nespereira *Eriobotrya japonica* (Rosacea), que frutificam nessa estação, podem servir de alimento e refúgio à praga (Wollmann et al., 2019; 2020).

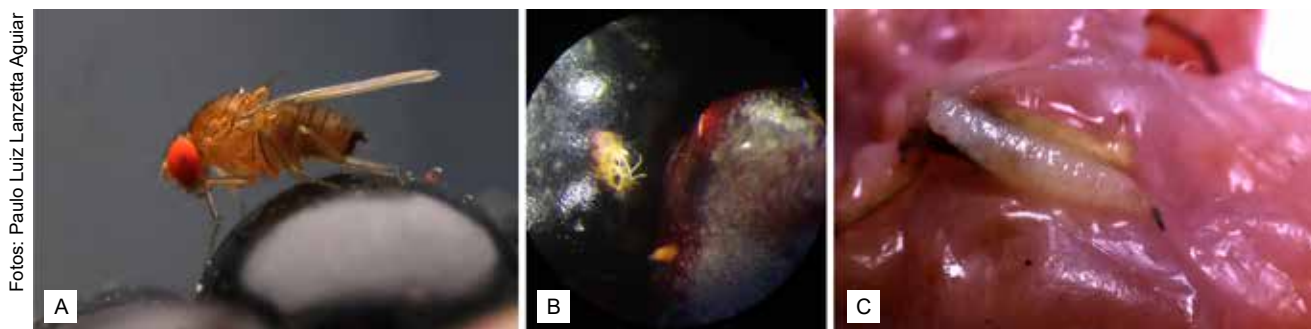
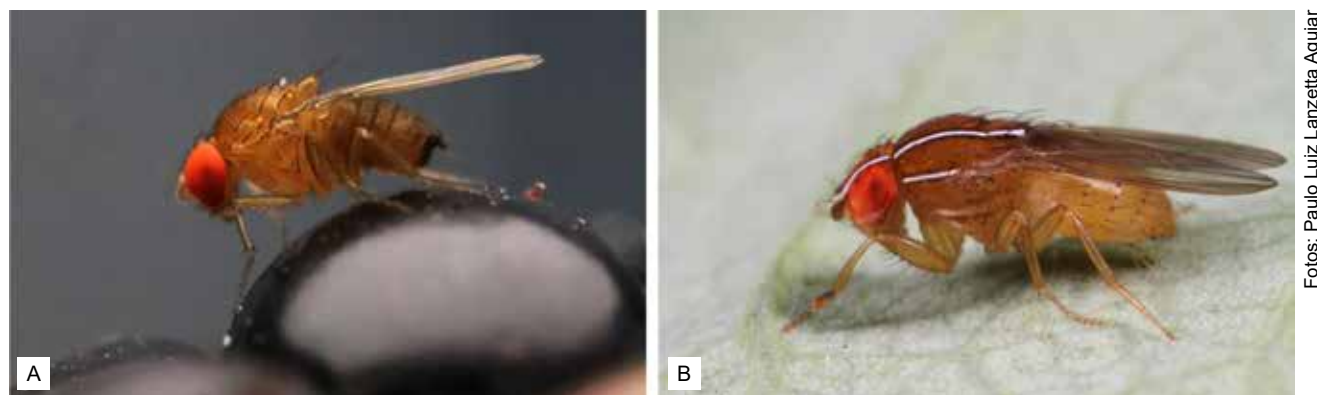


Figura 11.5. Estágios de desenvolvimento de *Drosophila suzukii*, sendo: adulto (A), ovo (B), e larva (C).



Fotos: Paulo Luiz Lanzetta Aguiar

Figura 11.6. Adultos de *Drosophila suzukii* (A) e de *Zaprionus indianus*, que se diferencia pelas listras brancas longitudinais no tórax (B).

O monitoramento da *D. suzukii* deve ser feito desde o início da maturação das frutas até o final da colheita, período de maior suscetibilidade à infestação da praga (Santos, 2020). Para o monitoramento, duas armadilhas devem ser posicionadas para cada 0,5 ha de pomar de amoreira-preta. As armadilhas devem conter, como atrativos, fermento biológico ou vinagre de maçã.

Quanto ao manejo de *D. suzukii*, as maiores dificuldades estão relacionadas ao fato dessa praga ter desenvolvimento embrionário e larval no interior das frutas, além de possuir vários hospedeiros. Além disso, adapta-se bem a ambientes com diferentes condições climáticas, sendo que as fêmeas têm alta fecundidade e longevidade (Emiljanowicz et al., 2014).

Apesar das dificuldades que a praga apresenta, diferentes estratégias de controle de *D. suzukii* podem ser utilizadas. Dentre as medidas de controle físico, recomenda-se o emprego de rede de exclusão com malha de 0,8 a 0,98 mm, em cobertura total de plantas, que tem reduzido a infestação da praga em até 80%, em pomares de mirtilheiro (Kawase et al., 2007) e de cerejeira (100%) (Grassi; Pallaoro, 2012). O acondicionamento imediato das frutas após a colheita, em câmara fria abaixo de 5 °C, reduz o desenvolvimento da praga, podendo até ocasionar a sua morte.

A coleta massal dos insetos pode ser realizada como uma alternativa para diminuir a população da praga quando o cultivo é feito em estufas agrícolas. Para isso, recomenda-se o uso de 25 armadilhas de monitoramento por estufa (250 m²), iscadas com 500 mL de atrativo (fermento, água e açúcar), a serem posicionadas no terço intermediário das plantas. O atrativo deve ser substituído a cada 15 dias, e o material coletado deve ser armazenado em recipientes e eliminado longe dos pomares (Santos, 2020).

Algumas medidas de controle cultural incluem evitar danos mecânicos nas frutas, não deixar frutas maduras na planta, durante a colheita, nem caídas no solo, e realizar tratamento térmico de resíduos por solarização, antes do descarte em composteiras (Tessaro; Santos, 2019).

Dentre os inimigos naturais (Figura 11.7), os parasitoides *Leptopilina boulardi* (Hymenoptera: Figitidae) e *Trichopria anastrephae* (Hymenoptera: Diapriidae) foram observados em frutas de amoreira-preta infestados por *D. suzukii*, na região de Pelotas (RS) (Wollmann et al., 2016; Andreatza et al., 2017). O ectoparasitoide pupal *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae) também é considerado um importante candidato para o controle biológico de *D. suzukii* (Schlesener et al., 2019; Mariano-Macedo et al., 2020; Garcez et al., 2023), porém o fato de ser um hiperparasitoide (parasitoide do parasitoide) pode afetar o estabelecimento de parasitoides primários, como *T. anastrephae* (Garcez et al., 2023). Pulverizações de fungos entomopatogênicos, como *Beauveria bassiana*, podem ser uma alternativa para o manejo de *D. suzukii* (Santos, 2020).

O uso do controle químico para *D. suzukii* com inseticidas é limitado no Brasil, uma vez que existe apenas um produto comercial, à base de espinetoram, registrado no Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), para essa praga em amora-preta (Agrofit, 2025).



Figura 11.7. Parasitoides generalistas de *Drosophila suzukii*: *Leptopilina boulardi* (A) e *Trichopria anastrepha* (B).

Outras pragas

Pérola-da-terra

Raízes de amoreira-preta infestadas com a pérola-da-terra *Eurhizococcus brasiliensis* (Hemiptera: Margarodidae) foram observadas nos municípios de Farroupilha e Vacaria, RS (Efrom et al., 2012). Essa cochonilha subterrânea é nativa do Brasil e se alimenta de várias espécies vegetais, porém danos importantes são observados na cultura da videira. Dentre os sintomas decorrentes do ataque em amoreira-preta, podem ser citados o aparecimento de folhas cloróticas, definhamento progressivo, diminuição na produção e morte das plantas. Como medida de prevenção, recomenda-se aos fruticultores evitar o plantio de amoreira-preta em áreas sabidamente infestadas com a cochonilha e não utilizar material vegetativo proveniente de pomares em produção, para produzir mudas.

Considerações finais

O cultivo da amoreira-preta exige uma série de cuidados relacionados ao controle de pragas. Com a entrada da *D. suzukii* no Brasil, o manejo deve ser mais criterioso, especialmente pelo fato dessa praga infestar frutas próximo da maturação, comprometendo a qualidade e a pós-colheita. Um dos gargalos para o manejo da drosófila-das-asas-manchadas, assim como das demais pragas, é a falta de inseticidas químicos registrados para a cultura. Assim, o manejo cultural e o controle biológico por conservação continuam sendo os principais aliados do produtor de amoras-pretas. Nesse sentido, o uso correto da adução, a poda, o recolhimento e a eliminação de ramos e de frutas infestadas, a colheita de frutos na época certa e a preservação de plantas espontâneas, que podem fornecer alimento e refúgio para os inimigos naturais das pragas, são recomendações fundamentais para o correto manejo de pragas na amoreira-preta.

Referências

- AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 2 jan. 2025.
- ANDREAZZA, F.; BERNARDI, D.; NAVA, D. E.; BOTTON, M.; COSTA, V. A. Inimiga parasitada. **Cultivar**, p. 20-23, 2017.
- ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 151-158, 2002. DOI: 10.1590/S0103-84782002000100026.
- BERNARDI, D.; BOTTON, M.; CUNHA, U. S.; NAVA, D. E.; GARCIA, M. S. **Bioecologia, monitoramento e controle do ácaro-rajado com o emprego da azadiractina e ácaros predadores na cultura do morangueiro**. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPV, 2010. 8 p. (EMBRAPA-CNPV. Circular Técnica 83).
- BISOGNIN, M.; NAVA, D. E.; DIEZ-RODRIGUEZ, G. I.; VALGAS, R. A.; GARCIA, M. S.; KROLOW, A. C. R.; ANTUNES, L. E. C. Development of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) related to the phenology of blueberry, blackberry, strawberry guava, and surinam cherry fruits. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, p. 192-200, 2015. DOI:10.1093/jee/tou002.
- BISOGNIN, M.; NAVA, D. E.; LISBÔA, H.; BISOGNIN, A. Z.; GARCIA, M. S.; VALGAS, R. A.; DIEZ-RODRIGUEZ, G. I.; BOTTON, M.; ANTUNES, L. E. C. Biologia da mosca-das-frutas-sulamericana em frutos de mirtilo, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 141-147, 2013.
- BOUGHDAD, A.; HADDI, K.; EL BOUZZATI, A. E.; NASSIRI, A.; TAHIRI, A.; ANBRI, C. E.; DDAYA, T.; ZAID, A.; BIONDI, A. First record of the invasive spotted wing *Drosophila* infesting berry crops in Africa. **Journal of Pest Science**, v. 94, p. 261-271, 2021. DOI: 10.1007/s10340-020-01280-0.
- CALABRIA, G.; MACA, J.; BACHLI, G.; SERRA, L.; PASCUAL, M. First records of the potential pest species *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Europe. **Journal of Applied Entomology**, v. 136, p. 139-147, 2012. DOI:10.1111/j.1439-0418.2010.01583.x.
- CINI, A.; IORIATTI, C.; ANFORA, G. A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. **Bulletin of Insectology**, v. 65, p. 149-160, 2012.
- DAVIS, R. S.; ALSTON, D.; COREY, V. **Spotted Wing Drosophila**. Logan: Utah Pests Fact Sheet; Utah State University Cooperative Extension. 2010. Disponível em: <http://extension.usu.edu/files/publications/publication/ent-140-10.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2025.
- DEPRÁ, M.; POPPE, J. L.; SCHMITZ, H. J.; TONI, D. C.; VALENTE, V. L. S. The first records of the invasive pest *Drosophila suzukii* in the South American continent. **Journal Pest Science**, v. 87, p. 379-383, 2014. DOI: 10.1007/s10340-014-0591-5.
- DIEZ-RODRÍGUEZ, G. I.; HÜBNER, L. K.; ANTUNES, L. E. C.; NAVA, D. E. *Herpetogramma bipunctalis* (Lepidoptera: Crambidae) biology and techniques for rearing on leaves of the blackberry (*Rubus* spp., Rosaceae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 1, p. 179-184, 2013. DOI: 10.1590/S1519-69842013000100019.
- DREVES, A. J.; WALTON, V.; FISHER, G. **A new pest attacking healthy ripening fruit in Oregon: Spotted Wing Drosophila, Drosophila suzukii (Matsumura)**. Corvallis: OSU Extension Service, 2009. Disponível em: <http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/handle/1957/13090>. Acesso em: 2 set. 2023.
- EFROM, C. F. S.; BOTTON, M.; MEYER, G. A. Brazilian ground pearl damaging blackberry, raspberry and blueberry in Brazil. **Ciência Rural**, v. 42, n. 9, p. 1545-1548, 2012. DOI: 10.1590/S0103-84782012000900005.
- EMILJANOWICZ, L. M.; RYAN, G. R.; LANGILLE, A.; NEWMAN, J. Development, reproductive output and population growth of the fruit fly pest *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) on artificial diet. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, p. 1392-1398, 2014. DOI: 10.1603/EC13504.
- FERREIRA, M. A.; PINA, S. **Amora de silva: ácaro-da-baga-vermelha Acalitus essigi (Hassan)**. Folhas de Divulgação Herdade Experimental da Fataca, Odemira, n. 3, dez. 2012. 16 p. Disponível em: https://www.inia.pt/images/publicacoes/livros-manuais/amora_silva_acaro_baga_vermelha.pdf. Acesso em: 10 jun. 2025.
- GARCEZ, A. M.; KRUGER, A. P.; NAVA, D. E. Intrinsic competition between 2 pupal parasitoids of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 16, n. 3, p. 145-153, 2023.

- GRASSI, A.; PALLAORO, M. *Drosophila suzukii*, a revolution for soft fruits in Trentino. In: ECOFRUIT-INTERNATIONAL CONFERENCE ON ORGANIC FRUIT-GROWING, 15., 2012, Filderstadt. **Proceedings for the conference**. Weinsberg: Ecofruit, 2012. p. 179-186.
- JEPPSON, L. R.; KEIFER, H. H.; BAKER, E. W. **Mites injurious to economic plants**. London: University of California Press, 1975. 614 p.
- KAWASE, S.; UCHINO, K.; TAKAHASHI, K. Control of cherry *Drosophila*, *Drosophila suzukii*, injurious to blueberry. **Plant Protection**, v. 61, p. 205-209, 2007.
- KLESENER, D. F.; SANTOS, R. S. S.; GEBLER, L.; MARCHIORETTO, L. DE R. Population fluctuation and infestation of *Drosophila suzukii* in berry crops in Southern Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 13, p. 499-511, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2018.12999>.
- MARCHETTI, M. M.; FERLA, N. J. Diversidade e flutuação populacional de ácaros (Acari) em amora-preta (*Rubus fruticosus*, Rosaceae) no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia: Série Zoologia**, v. 101, n. 1-2, p. 43-48, 2011. DOI: 10.1590/S0073-47212011000100005.
- MARIANO-MACEDO, A.; VÁZQUEZ-GONZÁLEZ, Y. M.; MARTINEZ, A. M.; REBOLLAR-ALVITER, J. I.; FIGUEROA, S. I.; MORALES, E.; PINEDA, S. Biological traits of a *Pachycrepoideus vindemiae* Mexican population on the host *Drosophila suzukii*. **Bulletin of Insectology**, v. 73, n. 2, p. 241-248, 2020.
- MORAES, G. J. de. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo, SP: Manole, 2002. p. 225-237.
- MÜLLER, C.; BOTTON, M.; PAGOT, E.; SCHNEIDER, E. Ocorrência e danos de *Eulechriops rubi* (Coleoptera: Curculionidae) na cultura da amora-preta. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 21, n. 2, p. 55-57, 2008. il. Informativo Técnico.
- NAVA, D. E.; BOTTON, M.; BERNARDI, D.; ANDREAZZA, F.; BARONIO, C. A. **Bioecologia, monitoramento e controle de *Drosophila suzukii* na cultura do morangueiro**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 2015. 28 p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 398).
- PAGOT, E.; SCHNEIDER, E. P.; NACHTIGAL, J. C.; CAMARGO, D. A. **Cultivo da amora preta**. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPV, 2007. 12 p. (EMBRAPA-CNPV. Circular Técnica 75).
- PASINI, M. P. B.; DAL'COL, A. L. Pentatomids associated with blackberry. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 3, p. 256-261, 2014. DOI: 10.1590/S1413-70542014000300005.
- RAMIREZ, F. M.; VANDERLINDE, T.; BIZZO, L. E. M.; SCHMIDT, H. J.; DETONI, D. C. First record of *Drosophila suzukii* in Santa Catarina State. In: SIMPÓSIO DE ECOLOGIA, GENÉTICA E EVOLUÇÃO DE DROSOPHILA, 8., 2013, Porto de Galinhas. **Anais...** Porto de Galinhas, 2013. v. 1, p. 40.
- SANTOS, R. S. S. **Ocorrência de *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) atacando frutos de morango no Brasil**. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPV, 2014. 4 p. (EMBRAPA-CNPV. Comunicado Técnico, 159).
- SANTOS, R. S. S. **Recomendações técnicas para o manejo de *Drosophila suzukii* em cultivos de pequenos frutos**. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPV, 2020. 14 p. (EMBRAPA-CNPV. Comunicado Técnico, 219).
- SATO, M. E.; SILVA, M. DA; GONÇALVES, L. R.; SOUZA FILHO, M. F. DE; RAGA, A. Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 3, p. 449-456, 2002. DOI: 10.1590/S1519-566X2002000300016.
- SCHLESENER, D. C. H.; WOLLMANN, J.; PAZINI, J. B.; PADILHA, A. C.; GRÜTZMACHER, A.; GARCIA, F. R. M. Insecticide toxicity to *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) parasitoids: *Trichopria anastrephae* (Hymenoptera: Diapriidae) and *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 112, n. 3, p. 1197-1206, 2019. DOI:10.1093/jeet/toz033.
- SOUZA, D. S.; VALER, F. B.; CORDEIRO, J.; GOTTSCHALK, M. S. Primeiro registro de *Drosophila suzukii* no Brasil. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 22, 2013, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas, RS: UFPEL, 2013. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2013/CB_03132.pdf. Acesso em: 11 jun. 2025.

- TESSARO, P. G.; SANTOS, R. S. S. Métodos físicos para tratamento de frutos descartados como alternativa para redução populacional de *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae). In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 16., 2019, Fraiburgo, SC. **Anais...** Levando conhecimento e tecnologia para a fruticultura. Caçador, SC: EPAGRI, 2019. v. 2, p. 42.
- TRINIDAD, C. T. O.; FAGUNDES, J. P.; ZORZO, B.; NAVA, D. E.; CUNHA, U. S. Diversity of mites in blackberry genotypes in Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil. **Ciência Rural**, v. 49, n. 2, 2019. DOI: 10.1590/0103-8478cr20170734.
- WALSH D. B.; BOLDA M. P.; GOODHUE R. E.; DREVES A. J.; LEE J. C.; BRUCKD J.; WALTON V. M.; O'NEAL S. D.; ZALOM F. G. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 2, n. 1, p. 1-7, 2011. DOI:10.1603/IPM10010.
- WALSH, D.; O'NEAL, S.; BROOKS, T. **Spotted wing Drosophila**: what Washington State wine grape growers need to know. Washington State University Extension, 2010. Disponível em: <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/sites.cahnrs.wsu.edu/wp-content/uploads/sites/66/2011/02/Spotted-Wing-Drosophila-Wine-Grape-Bulletin-WSU.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2025.
- WOLLMANN, J.; SCHLESENER, D. C. H.; FERREIRA, M. S.; GARCIA, M. S.; V. COSTA, V. A.; GARCIA, F. R. M. Parasitoids of Drosophilidae with potential for parasitism on *Drosophila suzukii* in Brazil. **Drosophila Information Service**, v. 99, p. 38–42, 2016.
- WOLLMANN, J.; SCHLESENER, D. C. H.; FERREIRA, M. S.; KRUGER, A. P.; BERNARDI, D.; GARCIA, J. A. B.; NUNES, A. M.; GARCIA, M. S.; GARCIA, F. R. M. Population dynamics of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in berry crops in southern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 48, p. 699-705, 2019. DOI: 10.1007/s13744-019-00686-5.
- WOLLMANN, J.; SCHLESENER, D. C. H.; MENDES, S. R.; KRÜGER, A. P.; MARTINS, L. N.; BERNARDI, D.; GARCIA, M. S.; GARCIA, F. R. S. Infestation index of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in small fruit in Southern Brazil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.87, p.1-9, 2020.

Literatura Consultada

- MAURER, T. L. **Primeiro registro e flutuação populacional de *Aphis ruborum* (Hemiptera: Aphididae) em amoreira-preta, em ambiente protegido**. 2022. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.
- RASEIRA, A.; SANTOS, A. M. dos; RASEIRA, M. do C. B. Caingangue, nova cultivar de amoreira-preta para consumo 'in natura'. **HortiSul**, Pelotas, v. 2, n. 3, p. 11-12, 1992.
- RASEIRA, M. do C. B.; SANTOS, A. M. dos; MADAIL, J. C. M. Amora preta: cultivo e utilização. Pelotas: EMBRAPA-CNPFT, 1984. 20 p. (EMBRAPA-CNPFT. Circular Técnica, 11).

Capítulo 12

Doenças

Bernardo Ueno

Introdução

A amoreira-preta vem sendo cultivada comercialmente em vários locais das regiões Sul e Sudeste do Brasil recentemente. Comparada a outras fruteiras tradicionais no País, a amoreira-preta não demanda tanta aplicação de fungicidas para o controle de doenças. Isso pode ser devido à sua rusticidade e ao fato de ainda não estar sendo cultivada nacionalmente em larga escala. No Brasil, são poucas as publicações sobre doenças fúngicas e bacterianas que ocorrem e/ou com potencial de danos em amoreira-preta (Valdebenito-Sanhueza, 2004; Pagot, et al., 2007; Ueno, 2011; Valdebenito-Sanhueza, 2013; Valdebenito-Sanhueza et al., 2016; Valeriano, et al., 2021). Entretanto, existem algumas que podem causar perdas se não for realizado o manejo fitossanitário preventivo de maneira correta.

Além das publicações brasileiras, neste capítulo, são usadas informações dos Estados Unidos, onde a cultura da amoreira-preta é produzida em larga escala e diversas doenças causam perdas na produção, se não forem adequadamente controladas (Martin et al., 2017; Fernandez, 2021; Oliver et al., 2023). Em relação à descrição das doenças, sintomas, etiologia e controle, a principal base de informação é o *Compendium of raspberry and blackberry diseases* (Martin et al., 2017) e, mais especificamente em relação ao controle com fungicidas, a publicação *2023 Southeast Regional Caneberry Integrated Management Guide* (Oliver et al., 2023).

A seguir são descritos os sintomas e a etiologia de algumas doenças importantes, que podem ocorrer no cultivo da amoreira-preta no Brasil e, ao final do capítulo, aborda-se o manejo integrado das doenças.

Doenças causadas por fungos e bactérias

Míldio

A doença afeta as folhas e as frutas da amoreira-preta, sendo os sintomas foliares os mais frequentes, principalmente em ambientes muito úmidos. Em viveiros de mudas de amoreira-preta é relativamente comum encontrar o míldio. Os sintomas aparecem primeiro na parte superior das folhas, como manchas amarelas de formato irregular. As lesões foliares geralmente estão localizadas ao longo da nervura central e das nervuras principais, conferindo às lesões uma aparência angular que, em condições de alta umidade, apresentam aspecto encharcado. Com o passar do tempo, as lesões ficam com a cor marrom-avermelhada a roxa (Figura 10.1). Em plantas severamente afetadas pela doença pode correr a desfolha precoce. Nas frutas, os sintomas aparecem nas drupas, que ficam sem brilho, rachadas e, posteriormente, secas. A doença na fruta é conhecida como baga

seca ou síndrome da baga seca. No México, a síndrome da baga seca devido ao míldio causa perdas acima de 70% da produção de amoras-pretas, inclusive na cultivar Tupy, de origem brasileira, que é muito plantada no México (Boyzo-Marín, et al., 2015).

O míldio é causado pelo fungo oomiceto *Peronospora sparsa*, um parasita obrigatório (Figura 12.1). Condições de alta umidade (período chuvoso) e temperaturas entre 18 e 22 °C são altamente favoráveis para o estabelecimento da doença. A alta umidade favorece a formação de esporos (esporângios), que são dispersos pelo vento para outras partes da planta em crescimento, muito suscetíveis para a infecção do patógeno. Em condições desfavoráveis, o patógeno pode sobreviver na forma micelial em tecidos da planta ou na forma de oósporos, para iniciar o novo ciclo de vida na próxima primavera. Em condições de temperatura e umidade adequadas, os sintomas aparecem dentro de 10 dias após a infecção e, a esporulação, depois de mais 5 a 11 dias.

Fotos: Bernardo Ueno



Figura 12.1. Sintomas de míldio em amoreira-preta, causada por *Peronospora sparsa*.

Oídio

Em geral, a maioria das cultivares de amoreira-preta não tem problemas com o oídio (*Podosphaera aphanis*). Entretanto, é sempre importante atentar-se ao aparecimento de sintomas, pois essa doença pode afetar a produtividade, o pegamento de frutos e a qualidade final das frutas colhidas. As folhas infectadas, no início, desenvolvem manchas verde-claras na superfície superior, e a parte inferior fica coberta por estrutura micelial branca (aparenta um pó branco) (Figura 12.2). Em folhas severamente atacadas, ambas as faces (adaxial e abaxial) ficam cobertas pelo micélio branco, e as folhas mais novas ficam retorcidas. Os frutos infectados também podem ficar cobertos pelo micélio branco.



Fotos: Bernardo Ueno

Figura 12.2. Sintomas de oídio em folhas de amoreira-preta causada por *Podosphaera aphanis*.

O oídio é causado pelo fungo *Podosphaera aphanis*, parasita obrigatório. Esse fungo pode atacar outros hospedeiros, como a framboeseira e o morangueiro. O fungo produz micélio superficial abundante com haustórios dentro da epiderme das células do hospedeiro, conferindo o aspecto visual farináceo branco (pó branco) na superfície da folha. Na ausência de tecido da planta para a sua multiplicação, ele pode sobreviver na forma de micélio nas gemas dos ramos e na forma do esporo de resistência, o cleistotécio. A partir dessas estruturas de sobrevivência, que servem como inóculo primário na primavera, consegue infectar novos tecidos e iniciar um novo ciclo de vida, formando esporos que servem de inóculo secundário durante a nova safra de amoreira-preta. A disseminação dos esporos ocorre pelo vento. O desenvolvimento da doença é favorecido por temperaturas de 15 a 25 °C e umidade relativa entre 75 e 98% e ausência de chuvas (Martin et al., 2017).

Mancha de cercospora

A mancha de cercospora é uma doença comum na amoreira-preta que, em ataques severos, podem causar a desfolha precoce das plantas. A ocorrência é mais comum no período de verão e outono, principalmente quando as chuvas são mais frequentes. Os sintomas são manchas púrpuras de formato irregular, que se expandem com o tempo e podem se juntar, ocupando parte considerável da área foliar (Figura 12.3). As manchas apresentam bordas de coloração púrpura mais escura e com o centro mais claro, que mais tarde se tornam de cor cinza. A doença é causada pelo fungo ascomiceto *Pseudocercospora rubi* (sin. *Mycosphaerella confusa*, *Cercospora rubi*). Recentemente, com o auxílio de técnicas moleculares, foi identificada outra espécie, *P. pancratii*, causando mancha de cercospora na amoreira-preta, na Flórida, nos EUA (Marin et al, 2023).

Fotos: Bernardo Ueno



Figura 12.3. Sintomas de mancha de cercospora em amoreira-preta causada por *Pseudocercospora rubi*.

Mancha de septoria

Ataques severos de mancha de septoria podem causar desfolha precoce da amoreira-preta, resultando na redução do vigor das plantas e no aumento da suscetibilidade aos danos de frio no inverno, nas microrregiões mais frias. Nas folhas, o fungo produz lesões típicas de olho-de-rã, com centro branco e borda arroxeada. As lesões podem ser confundidas com antracnose, mas elas têm contorno mais circular, são maiores e geralmente se desenvolvem depois da antracnose, mais para o final do ciclo da planta, e o tamanho varia de 3 a 4 mm de diâmetro. No centro da lesão, pequenos picnídios pretos podem ser visualizados. As lesões nos ramos e pecíolos são similares aos das folhas, mas com formato mais alongado.

A mancha de septoria é causada pelo fungo *Sphaerulina westendorpii* (sin. *Mycosphaerella rubi*, *Septoria rubi*). O fungo produz picnídios pretos, onde são produzidos os esporos, que são disseminados pelo respingo de água e chuvas associadas com vento. Portanto, períodos chuvosos e temperatura amena (em torno de 23 °C) favorecem muito a doença. Sobrevive na forma de micélio e picnídios em folhas e ramos mortos e, em menor extensão, na forma de peritécio, no qual é produzido o ascósporo (fase sexual do fungo). A disseminação a longa distância ocorre por meio de mudas contaminadas (Martin et al., 2017).

Ferrugem das hastes e das folhas

A ferrugem das hastes e das folhas é importante na amoreira-preta porque, em ataques severos, causa desfolha precoce, reduzindo o vigor das plantas, tornando-as sensíveis às injúrias do frio de inverno. Os sintomas dessa ferrugem aparecem nos ramos no final da primavera, como uma rachadura da casca, formando pústulas cheias de esporos de cor amarela. No início do verão, pústulas amarelas são visualizadas na face inferior da folha, lembrando a deposição de material farináceo de cor amarela (Figura 12.4). É muito comum observar nas folhas a ferrugem misturada com mancha de cercospora (Figura 12.5). Os sintomas raramente são vistos nas frutas.



Fotos: Bernardo Ueno

Figura 12.4. Sintomas e sinais de ferrugem de folha em amoreira-preta, causada por *Kuehneola uredinis*.

O agente causal da ferrugem das hastes e das folhas é o fungo basidiomiceto *Kuehneola uredinis*, que forma quatro tipos de esporos: os aeciosporos (no início do ciclo da doença), os uredíniosporos (produzidos nas pústulas amarelas visualizadas nas folhas e ramos), os teliósporos (no final do ciclo da doença) e os basidiósporos (Martin et al., 2017). A presença de *K. uredinis*, causando ferrugem nas folhas e nas hastes da amoreira-preta, foi confirmada no Brasil (Valeriano, et al., 2021), usando-se técnicas necessárias para a caracterização morfológica detalhada do fungo. Condições de alta umidade relativa do ar favorecem o desenvolvimento da doença. O fungo sobrevive na forma de micélio ou uredínia latente, mas detalhes de como ocorre a sobrevivência e a infecção ainda não estão claros (Martin et al., 2017).

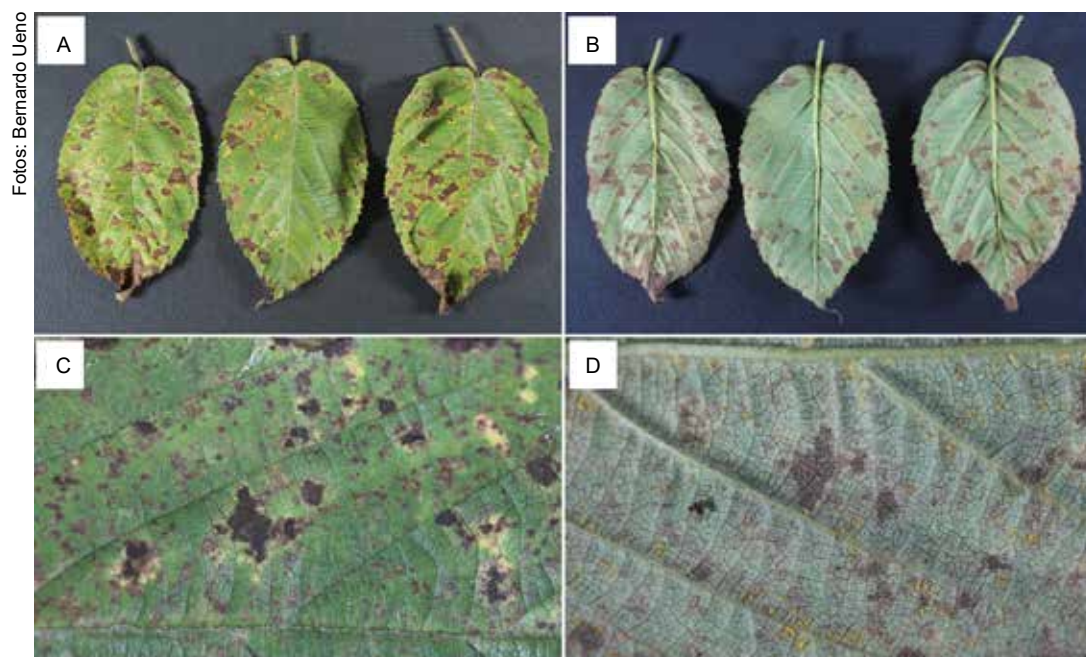


Figura 12.5. Presença de sintomas de ferrugem (*Kuehneola uredinis*) e mancha de cercospora (*Pseudocercospora rubi*) na mesma folha de amoreira-preta: face superior da folha (A e C) e face inferior da folha (B e D). As manchas necróticas maiores são de mancha de cercospora e as menores, com presença de pústulas, na face inferior da folha, são de ferrugem.

O manejo da ferrugem das hastes e das folhas deve se iniciar com a poda e a remoção dos ramos velhos e doentes, depois da colheita, para reduzir o inóculo e reduzir as chances de infecção pelo fungo nas hastes saudáveis. É importante realizar pulverizações para ferrugem nas fases críticas do ciclo da amoreira-preta, com os fungicidas recomendados (Tabela 12.1).

Outras ferrugens da amoreira-preta

Há ainda outras ferrugens que podem ocorrer na amoreira-preta:

- Ferrugem alaranjada, causada por *Arthuriomyces peckianus* ou *Gymnoconia nitens*, que causa redução na produção de frutas e no crescimento das plantas, mas não chega a matá-las (Martin et al., 2017). Plantas com esse tipo de ferrugem dificilmente conseguem se recuperar. É um tipo de ferrugem que causa a clorose e o encarquilhamento (às vezes os ramos lembram vassoura de bruxa) das partes novas da planta, afetando muito o seu crescimento, causando infecção sistêmica. A face inferior das folhas, com esse tipo de ferrugem, fica coberta com aécias (estruturas reprodutivas do fungo) de coloração alaranjada. As plantas severamente atacadas sofrem desfolha prematura. A infecção ocorre nas gemas das hastes, e o fungo pode sobreviver, nas plantas, na forma sistêmica. Alta umidade relativa do ar (acima de 10 horas de molhamento foliar) e temperatura do ar entre 16 a 23 °C (ótima de 20 °C) favorecem a infecção. Os esporos do fungo (aéciosporos) são disseminados pelo vento, e a infecção pode ser direta ou pelos estômatos. A maioria das cultivares de amoreira-preta são resistentes à ferrugem alaranjada, mas a cultivar Navaho é muito suscetível (Martin et al., 2017).

- Ferrugem da amoreira-preta causada por *Phragmidium violaceum*, que é mais importante para as cultivares de amoreiras-pretas de origem europeia. A maioria das cultivares americanas são resistentes, com exceção da cultivar Evergreen, que é sem espinhos. Em relação às cultivares brasileiras, a reação à essa ferrugem ainda não é conhecida. O fungo ataca principalmente as folhas, mas pode afetar pecíolos, brotos em crescimento, brácteas florais e frutas, causando desfolha prematura, reduzindo o crescimento das plantas e a produção de frutas. Nas folhas aparecem manchas foliares circulares (diâmetro acima de 4 mm), com bordas púrpuras e com o centro marrom na face superior, enquanto na face inferior essas lesões formam pústulas pulverulentas de cor amarela. Em ataques severos, pode ocorrer deformação da folha e posterior queda. As brácteas florais são muito suscetíveis à ferrugem. O fungo sobrevive de uma estação para outra na forma de teliósporos. A fase policíclica da doença se dá pelos urediniósporos, que são disseminados pelo vento e requerem no mínimo 6 horas de molhamento foliar e temperatura média do ar entre 8 e 21 °C. (Martin et al., 2017).

Antracnose de ramos

Os danos mais visíveis da antracnose de ramos ocorrem nas hastes, mas podem afetar folhas, flores e frutos. Em geral, as amoreiras-pretas são mais tolerantes à doença, em relação às framboesiras (Martin et al., 2017). As amoreiras-pretas com espinhos são mais suscetíveis em relação às amoreiras-pretas sem espinho (Martin et al., 2017). Os sintomas típicos da doença são manchas arredondadas avermelhadas que aparecem nas hastes, na primavera, as quais, posteriormente, ficam deprimidas, com centro cinza e bordas púrpuras. Mais tarde, as lesões secam, racham e podem estrangular os ramos, causando-lhes seca e morte. Nas folhas, formam pequenas manchas púrpuras arredondadas que, posteriormente, ficam com o centro cinza e a borda púrpura sendo que, eventualmente, as lesões podem se destacar das folhas. Nas frutas ocorrem lesões deprimidas, atrasando a sua maturação e diminuindo o tamanho das drupas.

A doença é causada pelo fungo ascomiceto *Elsinoë necator* (sin. *Elsinoë veneta*, *Sphaceloma necator*), que forma acérvulos (corpo de frutificação) salientes e alaranjados, distribuídos em círculos concêntricos na lesão. O fungo sobrevive nas lesões dos ramos no inverno, servindo de inóculo para a próxima safra. Respingos de chuvas favorecem a disseminação dos esporos, a partir desses ramos contaminados para as hastes novas. Portanto, quando há primavera e verão muito chuvosos, o problema da antracnose se agrava.

Cancro de ramos por *Botryosphaeria*

O cancro de ramos causado por *Botryosphaeria* é uma das mais importantes doenças de ramos, principalmente em amoreira-preta sem espinhos, mas o problema é bem menor em amoreiras-pretas com espinhos nas hastes, nos EUA (Martin et al., 2017). No Brasil, ainda não se conhece bem a extensão e o nível de dano que essa doença causa na amoreira-preta, apesar do patógeno ser de ocorrência comum em várias fruteiras. Isso deve-se ao fato de que a maioria dos plantios no Brasil é de amoreira-preta com espinhos, que são mais resistentes à doença. O maior dano do cancro de ramos é a morte dos ramos de produção; conseqüentemente, ocorre redução na produtividade da amoreira-preta. Os sintomas da doença ocorrem próximos às gemas, onde aparecem cancrios de cor vermelha a amarronzada. Os cancrios formam manchas concêntricas, com a presença de picnídios (corpo de frutificação do fungo). É comum a morte de brotos laterais e de gemas, nas partes afetadas pela doença. Com o progresso da doença, o ramo de produção é estrangulado, causando sintomas de murcha de folhas e morte dos ramos afetados. Os cancrios são mais comumente visualizados

em ramos de produção de segundo ano, e os sintomas da doença são mais frequentes na fase de maturação das frutas. Com o passar do tempo, pode ocorrer rachadura das lesões do cancro dos ramos. Como diversos fungos podem causar cancro nas hastes de amoreira-preta, a identificação a campo é um pouco complicada, até porque mais de um patógeno pode ser encontrado nessas lesões.

O agente causal do cancro de ramos é o fungo ascomiceto *Botryosphaeria dothidea* (fase assexual *Fusicoccum* spp.). Esse fungo forma picnídios ($\pm 60 \mu\text{m}$ de diâmetro) de formato globoso e coloração escura, nas lesões onde são produzidos conídios [esporo da fase assexual do fungo (Martin et al., 2017)]. Ferimentos na haste favorecem a infecção do fungo. O patógeno sobrevive na forma de cancrios em ramos que ficam de uma safra para outra. Além disso, tem uma ampla gama de hospedeiros, os quais podem servir de fonte de inóculo para a safra seguinte. O sistema de cultivo bianual da amoreira-preta favorece a perpetuação do patógeno (Martin et al., 2017).

Outros tipos de cancro de ramos e de gemas

Outras doenças que causam danos em ramos e gemas de amoreira-preta são descritas na literatura (Martin et al., 2017). No Brasil, estudos mais detalhados ainda são necessários para verificar a ocorrência dessas doenças e sua importância na cultura da amoreira-preta. Entre elas, podem ser citadas:

- Cancro das hastes causado pelo fungo *Paraconiothyrium fuckelii* (sin. *Coniothyrium fuckelii*, *Leptosphaeria coniothyrium*), que é um patógeno relatado no Brasil causando danos na roseira, facilmente encontrado quando ela é cultivada em campo aberto. A presença do cancro está muito associada aos ferimentos nas hastes, uma vez que esses ferimentos facilitam a penetração e infecção do patógeno. Em framboeseira na Escócia, essa doença ganhou importância com a adoção de colheita mecanizada, devido aos ferimentos que essa operação causa (Martin et al., 2017). O fungo causa lesões nas hastes, de cor púrpura com bordas mais escuras, de formato irregular, que depois podem resultar em cancrios e anelamento, causando morte dos ramos afetados. As lesões podem ficar com coloração acinzentada e com presença de picnídios escuros. A dispersão dos esporos ocorre com respingos das chuvas da primavera até o outono (Martin et al., 2017).
- Cancro das gemas causada pelo fungo *Xenodidymella applanata* (sin. *Didymella applanata*). Essa doença é mais comum em framboeseira, mas, eventualmente, pode ocorrer em amoreira-preta. É mais comum em plantas com vigor intenso, devido ao excesso de nitrogênio. Os sintomas podem ocorrer em folhas, onde aparecem lesões marrons em forma de “V”, progredindo a partir das margens das folhas. A infecção se espalha da folha para a haste, chegando na base do pecíolo, atingindo o nó do caule, causando necrose e morte das gemas. A dispersão dos esporos ocorre, como no patógeno anterior, com respingos das chuvas (Martin et al., 2017).
- Mancha púrpura da haste causada pelo fungo *Septocytia ruborum* (sin. *Rhabdospora ramealis*), que afeta as hastes e os ramos laterais de amoreira-preta. A doença forma lesões verde-escuras, de formato irregular, nas hastes da planta, que depois se tornam marrons ou roxas, com borda avermelhada. Picnídios escuros aparecem no centro das lesões mais velhas. Pode ocorrer o anelamento de ramos severamente afetados e posterior morte. A infecção ocorre pelos estômatos de hastes novas. As chuvas ajudam na dispersão dos esporos. O período de incubação da doença varia de cinco a oito meses (da infecção até o aparecimento dos primeiros sintomas) (Martin et al., 2017).

Galha da coroa

Os sintomas aparecem nas raízes e colo de planta, que resulta na formação de galhas, resultado de um crescimento e multiplicação desordenada das células da planta. As galhas variam de 0,5 a 5 cm de diâmetro, crescem na raiz e caule, sendo no início de cor branco-esverdeado, ficando depois marrom e preto, no final. É uma doença bacteriana causada por *Agrobacterium tumefaciens*, bactéria gram-negativa, com mobilidade devido à presença de flagelos. A sua gama de hospedeiros é grande, atacando mais de 200 espécies de plantas, podendo sobreviver no solo por vários anos. A infecção ocorre nos tecidos da planta onde há um ferimento recente, causados naturalmente e/ou por podas, tratamentos culturais, roçadeira, enxada ou insetos. A galha se torna visível depois de duas a quatro semanas após a infecção, em temperaturas do ar acima de 20 °C e abaixo de 32 °C (Martin et al., 2017). O método de controle mais efetivo é o estabelecimento de pomares em áreas livres da doença com mudas sadias.

Enrosetamento ou vassoura-de-bruxa

Em algumas regiões dos EUA, é considerada a principal doença da amoreira-preta. No Brasil, não é comum essa doença ser observada. Esse fato deve estar relacionado com as cultivares que estão sendo plantadas, pois há diferenças de resistência entre os genótipos de amoreira-preta. Os danos causados pela doença resultam em perda de produtividade, baixa qualidade das frutas e morte de ramos. A doença recebe também o nome de vassoura-de-bruxa, devido ao superbrotamento que o patógeno provoca nas plantas infectadas. Além da formação excessiva de brotos a partir da gema vegetativa infectada, aparecem sintomas nas flores: as sépalas crescem e se diferenciam em folhas e as pétalas ficam deformadas, ficando com aspecto de flor dupla (dobrada). As frutas não se desenvolvem a partir de flores infectadas, e aquelas não infectadas, oriundas desse mesmo ramo, geram frutas pequenas e de baixa qualidade (Martin, et al., 2017).

O enrosetamento é causado pelo fungo ascomiceto *Cercospora rubi*. A dispersão dos esporos do fungo, que são produzidos nas flores na mesma época da produção de pólen das flores, ocorre pela ação de ventos e insetos. Flores infectadas dos ramos mais velhos servem de fonte de inóculo para infectar as gemas dos ramos novos, que desenvolverão sintomas no próximo ano. Portanto, é considerada uma doença de ciclo bianual, seguindo o padrão de cultivo da amoreira-preta. A partir dessas gemas infectadas saem diversas brotações, em vez de um único broto, como ocorre quando a gema vegetativa está sadia. Gemas infectadas nos ramos garantem a sobrevivência do fungo para a próxima safra da amoreira-preta. O processo de infecção começa na primavera e segue até o verão, mas é inibido em temperaturas do ar acima de 30 °C (Martin, et al., 2017).

Podridão radicular

As plantas de amoreira-preta afetadas pela doença aparecem em reboleiras, principalmente quando há irrigação excessiva ou período chuvoso intenso e prolongado, nas partes onde o nível de umidade do solo é mais elevado e prolongado. Os primeiros sintomas visíveis da parte aérea são o menor desenvolvimento das plantas, a deficiência nutricional, a murcha parcial e a posterior seca e morte das plantas. O sistema radicular dessas plantas fica necrosado, como coloração marrom-avermelhada, ocorrendo o descolamento da casca das raízes. O agente causal dessa doença é o fungo oomiceto do gênero *Phytophthora*, habitante natural do solo e com uma ampla gama de hospedeiros. Diversas espécies de *Phytophthora* podem causar a podridão de raízes em amoreira-preta, quando as condições do solo são altamente favoráveis à sua multiplicação e disseminação.

Outras doenças de solo

Existem outras doenças de sistema radicular e/ou vascular que podem causar murcha e morte de plantas de amoreira-preta, quando essas estão severamente afetadas. Entre elas, destaca-se a murcha de verticillium (*Verticillium dahliae*, *V. albo-atrum*), a murcha de fusarium (*Fusarium* spp.), e a podridão radicular de armillaria (*Armillaria* spp.).

Mofo cinzento

O mofo cinzento é a principal doença em frutas de amoreira-preta, causando sérias perdas, tanto na fase de maturação dos frutos, como na pós-colheita, quando ocorre um período de alta umidade (chuvas persistentes) e temperaturas amenas, na fase de floração e colheita dos frutos, caso nenhum manejo fitossanitário seja adotado. Os sintomas mais comuns ocorrem nas flores e nas frutas de amoreira-preta. Nas flores, ocorre a requeima das pétalas, em que, depois, sob condições de alta umidade, há esporulação intensa, formando mofo cinzento sobre essas pétalas. Nas frutas (drupas), surgem lesões necróticas amarronzadas, de aspecto encharcado, sobre as quais, posteriormente, crescem hifas e esporos do fungo (mofo), de cor cinza, característico da doença. Depois, essas frutas apodrecem e secam, tornando-se mumificadas. Pode ocorrer a formação de escleródios sobre as frutas doentes. Eventualmente, a doença pode causar necrose nos ramos e nas folhas novas.

A doença é causada pelo fungo ascomiceto *Botrytis cinerea* (sin. *Botryotinia fuckeliana*). O fungo tem ampla gama de hospedeiros e sobrevive saprofiticamente em tecidos mortos de plantas. Além disso, forma estrutura de resistência, conhecida como escleródio, que serve de inóculo inicial para a próxima safra. Pode também sobreviver na forma latente em tecidos da planta e/ou na forma de micélios, em tecidos mortos da planta (ex.: folhas secas, frutas mumificadas, estiletes secos aderidos ao fruto). As frutas verdes são infectadas pelo fungo, ficando na forma latente e, quando estão na fase de maturação, o fungo inicia o processo de colonização e multiplicação, resultando na podridão das frutas e aparecimento dos sintomas e sinais típicos do mofo cinzento. A disseminação dos esporos ocorre pelo vento e respingos de água (chuva, irrigação por aspersão). Condições de alta umidade e temperaturas amenas, durante as fases da floração e maturação dos frutos, favorecem o mofo cinzento. As condições ótimas para produção e dispersão dos esporos do fungo são temperatura do ar de 21 °C e 94% de umidade relativa do ar ou mais, com velocidade do vento de 0,6 m/s (Martin, et al., 2017).

Outras doenças que causam podridão de frutas

Diversos fungos têm sido associados à podridão de frutas de amoreira-preta, principalmente durante o armazenamento. Dentre eles tem-se: *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp. e *Colletotrichum* (*C. acutatum* e *C. gloeosporioides*). São fungos de ocorrência comum em outras culturas no Brasil. Fungos do gênero *Colletotrichum* são muito comuns em diversas frutas, mesmo antes da colheita, causando uma doença conhecida como antracnose, que se caracteriza por lesões deprimidas, encharcadas e com formação de uma massa alaranjada de esporos no centro da lesão. Na Colômbia, há relatos de perdas acima de 50%, devido ao ataque da antracnose (*C. acutatum* e *C. gloeosporioides*) em frutas de amoreira-preta (Rueda-Hernández et al., 2013). Em geral, quando a fruta é colhida sobremadura, o problema se agrava, já que são fungos comumente presentes nos pomares e na superfície das plantas e frutos. Condições de alta umidade relativa do ar na fase de colheita e fermentos naturais e/ou provocados durante o processo da colheita favorecem a ocorrência e infecção por essas podridões.

Mancha de algas em ramos

A mancha de algas em ramos é muito comum em pomares de amoreira-preta instalados em locais quentes e úmidos. Quando a cobertura da mancha de alga nos ramos é pequena, não chega a ser limitante para a produção da amoreira-preta. Entretanto, quando as condições ambientais favorecem muito a multiplicação da mancha de alga, chegando a cobrir considerável parte dos ramos, podem causar seu estrangulamento e/ou favorecer outras doenças de ramos, resultando em declínio e morte das plantas. A mancha de alga aparece mais na base do ramo, próximo ao solo, na forma de manchas arredondadas de cor amarela a alaranjada, onde depois se forma uma espécie de “feltro aveludado”, de cor alaranjada, que, em condições de alta umidade relativa do ar, pode cobrir toda a superfície do ramo, conforme já mencionado. Os sintomas são mais evidentes no final da primavera até o outono. A mancha de alga pode ser confundida com a ferrugem dos ramos, mas a ferrugem forma uma estrutura pulverulenta, que pode ser percebida com o passar de dedo na superfície da lesão. O agente causal da mancha de alga é uma alga parasita chamada *Cephaleuros virescens*, patógeno com ampla gama de hospedeiros. *C. virescens* geralmente coloniza o tecido do ramo entre a cutícula e a epiderme, mas pode chegar no córtex, causando danos e favorecendo a infecção de fungos como *Botryosphaeria* spp. (Martin et al., 2017).

Manejo integrado das principais doenças da amoreira-preta

A eficiência do controle de doenças causadas por fungos e bactérias depende da adoção de um sistema de manejo integrado de doenças (MID), que abranja diversos métodos de controle (legislativo, cultural, genético, físico, biológico e químico), os quais, em conjunto, possam resultar na redução e/ou na eliminação dos danos à cultura (Ueno; Costa, 2016). Para que essas medidas possam ser tomadas adequadamente e com eficiência, é preciso conhecer bem o ciclo das relações patógeno-hospedeiro da doença em questão, isto é, modo e local de sobrevivência do patógeno sobrevive, formas de disseminação, as vias de infecção e as condições ambientais que favorecem a colonização e multiplicação, tal como descrito acima para as doenças da amoreira-preta.

Reitera-se que, para a maioria dos patógenos causadores de doenças em amoreira-preta, a condição de alta umidade relativa do ar, a qual possibilita a formação de um filme de água sobre as folhas, e as temperaturas do ar ideais para o cultivo dessa espécie frutífera são bastante favoráveis à ocorrência de uma epidemia. Outro fator a ser frisado é que, na ausência do hospedeiro, a maioria dos patógenos sobrevive em restos de cultura, os quais servem de fonte de inóculo na próxima safra da amoreira-preta.

O MID da cultura da amoreira-preta busca manejar três fatores (patógeno virulento, hospedeiro suscetível e ambiente favorável), que levam ao aparecimento das doenças. Cabe lembrar sempre que o fator humano é, muitas vezes, o principal responsável pelo surto de uma determinada doença. Da mesma forma que criam-se condições que favorecem as doenças, por meio da adoção de algumas medidas também pode-se utilizar estratégias para dificultar a ocorrência de doenças, na cultura da amoreira-preta. Portanto, o sucesso no controle de uma doença depende muito da atitude adotada em relação à condução do cultivo, desde sua implantação até a pós-colheita.

Os princípios de controle de doenças a serem usados no MID da amoreira-preta são: regulação e evasão, para evitar ambiente favorável à doença; evasão, exclusão e erradicação, para evitar o patógeno virulento; e proteção, imunização e terapia, para proteger a amoreira-preta suscetível. Em relação ao patógeno, o princípio da exclusão visa interferir na sua disseminação de uma região

epidêmica para uma indene (livre do patógeno), por meio de medidas quarentenárias, mediante a eliminação de vetores, uso de mudas sadias, livres do patógeno, e tratamento de mudas. A erradicação visa interferir na sobrevivência do patógeno, utilizando-se os seguintes recursos: eliminação de restos culturais, rotação de culturas, eliminação de hospedeiros alternativos do patógeno, tratamento com fungicidas sistêmicos, tratamento térmico e fumigação. A evasão visa interferir na disseminação, sobrevivência, penetração e colonização do patógeno, mudando-se a área geográfica, a época e o local de plantio, e utilizando-se cultivares precoces.

O princípio da proteção interfere na penetração do patógeno no hospedeiro pelo uso de fungicidas protetores. A terapia visa interferir na colonização, eliminando o patógeno presente dentro do tecido vegetal pelo uso de fungicidas sistêmicos, pela termoterapia e pela eliminação de partes doentes da planta. A imunização interfere na penetração e na colonização do hospedeiro pelo patógeno, uso de cultivares resistentes e pré-imunização, química ou biológica. Em relação ao ambiente, os princípios da regulação e da evasão visam interferir na disseminação, sobrevivência, penetração e colonização do patógeno, modificando-se as práticas culturais, adubação, nutrição, ambiente e controle de insetos vetores, além da área geográfica, época e local de plantio.

O MID na cultura da amoreira-preta deve adotar as seguintes medidas gerais para o controle de doenças: a) usar mudas sadias – o ideal é que sejam mudas certificadas; caso isso não seja possível, devem ser adquiridas mudas de viveiristas idôneos e com histórico de produção de mudas de boa qualidade agrônômica e fitossanitária; b) usar cultivares mais adaptadas à região de cultivo e resistentes ou tolerantes às doenças limitantes ao cultivo da amoreira-preta; c) evitar o plantio em locais muito úmidos e em solos mal drenados; d) não usar irrigação por aspersão, dando-se preferência à irrigação localizada (gotejamento); e) manter adequada aeração e insolação no pomar; f) usar cobertura vegetal morta ou palha vegetal, como o *mulching*, ou plástico preto ou outro tipo de cobertura, para diminuir o estresse de seca e/ou prevenção contra plantas daninhas; g) eliminar folhas, ramos e frutos doentes do pomar; h) fazer adubação equilibrada, evitando-se excesso de nitrogênio; i) eliminar restos de cultura (ramos podados); j) eliminar possíveis hospedeiros alternativos de patógenos da amoreira-preta; k) fazer rotação de culturas nas proximidades de lavouras muito afetadas por doenças da amoreira-preta; l) adotar medidas para evitar danos nas frutas durante a colheita e manuseio pós-colheita; m) proceder ao resfriamento imediato e armazenamento das frutas sob temperaturas próximas a 0 °C, para reduzir danos por podridão de frutas na comercialização; n) proceder ao controle químico, com fungicidas protetores e/ou sistêmicos recomendados para o controle das doenças de amoreira-preta (Tabelas 12.1 e 12.2).

No caso da galha da coroa, é importante que os viveiros de mudas de amoreira-preta estejam livres da bactéria para que plantas contaminadas não sejam levadas ao pomar, pois o controle da doença é complicado. Como a presença de ferimentos é necessária para haver a doença, durante os tratos culturais é importante evitar ferimentos na planta nas partes próximas ao solo e nas raízes. As podas devem ser feitas em período sem chuvas, para que a cicatrização seja mais efetiva, dificultando o contato da bactéria logo em seguida. É importante frisar que respingos de água sobre o solo podem carregar a bactéria para as partes da planta que sofreram ferimentos. Em outros países, existe um produto biológico à base de *Agrobacterium radiobacter* estirpe K84, que pode ser usado para o tratamento de estacas de ramos e raízes, por ocasião do preparo das mudas, mas isso nem sempre é efetivo no controle da doença (Martin et al., 2017).

Em relação ao míldio, doença comum em amoreira-preta no Brasil, a ocorrência tem sido mais observada em viveiros de mudas, em algumas cultivares (ex.: BRS Ticuna), que têm se mostrado

suscetíveis na fase inicial das mudas. Nos EUA, o controle do míldio não tem sido levado tanto em consideração (Fernandez, 2021; Oliver et al., 2023), assim como no Brasil. Ainda não há relatos de perdas de frutas por míldio, como ocorre no México (Boyzo-Marín et al., 2015). Nesse país, o uso combinado de fosfitos com sanitizantes tem se mostrado muito eficiente no controle do míldio nas frutas de amoreira-preta.

Em relação à resistência à ferrugem, pelas principais cultivares de amoreira-preta plantadas no Brasil (*K. uredinis*), segundo observações e avaliações de campo, as cultivares Tupy, BRS Xingu e BRS Ticuna são mais suscetíveis que Brazos, BRS Xavante e BRS Cainguá. Doenças como a ferrugem e a mancha de cercospora, que são as de ocorrência mais comum nos cultivos de amoreira-preta, incidem no final do ciclo da cultura, não chegando a causar perdas que justifiquem o uso intensivo de fungicidas. Em geral, a cultura da amoreira-preta no Brasil não tem demandado muita aplicação de fungicidas para o controle de doenças. O controle padrão recomendado no Brasil consiste em: no máximo três pulverizações durante o ciclo produtivo, sendo uma no tratamento de inverno e mais duas na fase de frutificação.

A eficiente aplicação das medidas citadas pode reduzir consideravelmente a dependência do controle químico com fungicidas, o qual, quando usado de maneira inadequada, é considerado danoso ao ambiente e à saúde do homem. Em relação ao controle químico, devem ser tomados alguns cuidados, como: a) usar exclusivamente fungicidas recomendados para a amoreira-preta (Tabela 12.2); b) seguir rigorosamente as indicações descritas na bula do produto; c) obedecer rigorosamente o período de carência do defensivo agrícola; d) usar equipamento de proteção individual (EPI); e) fazer aplicações de acordo com o volume de calda descrito na bula; f) atentar para que todas as partes da planta sejam pulverizadas; g) usar adjuvantes, quando indicados; h) pulverizar de maneira preventiva nas épocas em que a doença-alvo é crítica (Tabela 11.1). A eficiência de um fungicida depende muito da época e do modo de aplicação, e o seu uso deve estar baseado no diagnóstico correto da doença que se pretende controlar.

É importantíssimo ressaltar que é necessário fazer a rotação de fungicidas com diferentes modos de ação (representados por uma letra e um número) apresentados na Tabela 11.2. A informação sobre o código de letras com números que caracterizam o modo de ação do fungicida vem logo abaixo da composição do produto comercial, escritas em letras brancas em fundo preto na bula. Para exemplificar uma sequência errada de uso de fungicidas, tem-se: 1ª) C3; 2ª) C3; 3ª) C3; 4ª) C2 + C3; 5ª) C2 + C3 (caso do fungicida com modo de ação C3 sendo aplicado repetidamente). Para exemplificar uma sequência adequada de uso de fungicidas, tem-se: 1ª) M02; 2ª) C3; 3ª) G1; 4ª) D1 + E2; 5ª) C3 + G1, onde se pode verificar que a rotação de fungicidas está sendo adotada.

Outra prática fundamental é o tratamento de inverno, realizado no período de dormência da amoreira-preta, adotado em várias fruteiras de clima temperado para o controle de pragas e doenças (Ueno, 2022). A pulverização na amoreira-preta deve ser feita até o ponto de escorrimento, de modo que atinja todos os ramos. Os produtos mais recomendados são a calda sulfocálcica (enxofre e cal virgem ou hidratada) e a calda bordalesa (sulfato de cobre e cal virgem ou hidratada). Para a elaboração dessas caldas, a qualidade da matéria-prima é essencial, principalmente o tipo de cal a ser usado (preferência pela cal hidratada calcítica de uso industrial, devido ao alto teor de hidróxido de cálcio, acima de 90%). Existe uma outra alternativa à calda sulfocálcica (exige fervura com fogo, para o preparo), que é o enxofre líquido obtido pelo método Jadam (Cho, 2016). Nesse caso, basicamente, é usada a mistura de soda cáustica com enxofre em pó em que, por meio da reação exotérmica da soda cáustica com a água, consegue-se obter o enxofre líquido.

Pode também ser usado fungicida cúprico, caso haja dificuldade na aquisição dos produtos citados, porém é menos efetivo. A aplicação é feita em alto volume de calda (mil litros por hectare) para que haja adequada cobertura dos ramos de amoreira-preta. No caso de se usar dois produtos (calda bordalesa e calda sulfocálcica), alguns cuidados devem ser tomados: aplicar calda sulfocálcica somente 30 dias após a aplicação da calda bordalesa; aplicar calda bordalesa somente 15 dias após a aplicação da calda sulfocálcica; aplicar óleo mineral somente 15 dias após a aplicação da calda sulfocálcica.

O tratamento de inverno é uma prática muito eficiente para erradicar e/ou reduzir o inóculo inicial do pomar que está iniciando mais um novo ciclo de produção, principalmente para os cancrios e a antracnose de ramos. Os produtos mencionados podem ser usados na forma diluída, em outras fases da amoreira-preta.

De maneira geral, para uma boa secagem dos fungicidas na superfície de folhas, ramos e frutos, é necessário período mínimo de 4 a 6 horas de tempo seco após a aplicação (Ueno, 2022). Considerar também a possibilidade de lavagem do fungicida aplicado, por ocasião de chuvas, que geralmente segue o seguinte padrão: a) precipitação abaixo de 25 mm: remove pouco resíduo de fungicida; precipitação entre 25 e 50 mm: remove cerca de 50% do resíduo de fungicida depositado; c) precipitação acima de 50 mm: remove quase todo resíduo de fungicida depositado (Ueno, 2022). Portanto, mesmo que haja previsão de chuvas nos dias seguintes, dependendo da intensidade, é melhor antecipar a aplicação de pesticidas do que esperar o tempo melhorar, pois a pulverização preventiva é bem mais eficiente para o controle de doenças.

Por fim, é muito importante que o produtor de amoreira-preta conheça muito bem o seu sistema de cultivo e os problemas fitossanitários que podem ocorrer no seu pomar, para adotar um manejo integrado racional de doenças, buscando a redução do uso de agrotóxicos e, consequentemente, a melhoria da qualidade ambiental no sistema de produção e da saúde dos trabalhadores e consumidores.

Tabela 12.1. Doenças de amoreira-preta nos diferentes estádios fenológicos das plantas e épocas que exigem algum controle, caso haja incidência no pomar.

Doenças	Estádios fenológicos									
	Final da dormência	Ramos acima de 15 cm até pré-florada	Florada (5-10%)	Plena florada	Queda de pétalas	Frutificação	Pré-colheita	Colheita	Pós-colheita	
Antracnose										
Cancro de ramos										
Cancro de gemas										
Oídio										
Ferrugens										
Manchas foliares										
Mancha de septoria										
Mofo cinzento										
Podridão radicular de <i>Phytophthora</i>										
Enroscetamento										
Mancha de alga em ramos										

Fonte: Adaptado de Oliver et al. (2023).

Tabela 12.2. Fungicidas registrados no Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (Agrofit) do Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) (atualizado em março de 2024) para o controle de doenças na cultura da amoreira-preta (Agrofit, 2024).

Fungicidas recomendados			Doenças													
Grupo químico	Ingrediente ativo	Modo de ação	Mofo cinzento	Antracnose de frutos	Míldio	Oídio	Mancha de cercospora	Mancha de septoria	Ferrugem das folhas	Antracnose de ramos	Cancro de ramos	Cancro de gemas	Enroscamento	Podridão radicular	Galha da coroa	Mancha de algas em ramos
anilida	boscalida	C2														
anilino pirimidina	ciprodinil	D1				SR										
dicarboximida	iprodiona	E3														
estrobilurina	azoxistrobina	C3				SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR			
fenil piridinilamina	fluzinam	C5			SR											
inorgânico	enxofre	M02														
inorgânico	polissulfeto de cálcio	M02				SR				SR	SR	SR				
inorgânico	hidróxido de cobre	M01			SR				SR							
triazol	difenoconazol	G1					SR	SR	SR	SR	SR	SR				
fosfonato	fosfito	P07			SR									SR		SR
Misturas																
anilida + estrobilurina	boscalida + cresoxim-metílico	C2 + C3				SR				SR	SR	SR	SR			
anilino pirimidina + fenilpirrol	ciprodinil + fludioxonil	D1 + E2												SR		
estrobilurina + carboxamida	piraclostrobina + fluxapiraxade	C3 + C2							SR	SR	SR	SR	SR			
estrobilurina + triazol	azoxistrobina + difenoconazol	C3 + G1				SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR			

Continua...

Tabela 12.1.Continuação.

Fungicidas recomendados				Doenças												
Grupo químico	Ingrediente ativo	Modo de ação	Mofo cinzento	Antracnose de frutos	Míldio	Oídio	Mancha de cercospora	Mancha de septoria	Ferrugem das folhas	Antracnose de ramos	Cancro de ramos	Cancro de gemas	Enrosetamento	Podridão radicular	Galha da coroa	Mancha de algas em ramos
Grupo		Microorganismo														
microbiológico	<i>Clonostachys rosea</i>	BM02														
microbiológico	<i>Trichoderma harzianum</i>	BM02														
microbiológico	<i>Trichoderma hamatum</i>	BM02														
microbiológico	<i>Bacillus subtilis</i>	BM02														
microbiológico	<i>Bacillus pumilus</i>	BM02														
microbiológico	<i>Bacillus velezensis</i>	BM02														
microbiológico	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	BM02														

Fungicida registrado no Agrofitt para o controle da respectiva doença; SR: Sugestão de recomendação – fungicida sugerido baseado nas informações da bula do produto comercial e/ou na recomendação proposta nos EUA por Oliver et al. (2023).
Modo de ação (letra e número) está apresentado de acordo com o código FRAC (Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas, em português).

Considerações finais

Na cultura da amoreira-preta (*Rubus* spp.), o manejo integrado de doenças é fundamental para garantir a saúde e a produtividade das plantas. É indicado o uso de mudas certificadas e livres de patógenos, bem como o preparo adequado do solo e a seleção de áreas com boa drenagem, mantendo-se ambiente desfavorável ao desenvolvimento de infecções fúngicas. A poda sanitária, com remoção de ramos doentes e danificados, diminui a disseminação de agentes patogênicos e melhora a circulação do ar. O manejo correto dos resíduos vegetais, eliminando-se material contaminado, direciona o pomar para a prevenção. O monitoramento frequente, por meio de inspeções visuais e análises dos sintomas, possibilita a aplicação oportuna de defensivos, naturais ou químicos, seguindo-se orientações técnicas. Além disso, a limpeza de equipamentos, em especial tesouras de poda, cria condições menos propícias ao surgimento de doenças, promovendo um sistema de cultivo mais sustentável e resiliente.

Referências

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Brasília, DF: Mapa, 2024. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 16 nov. 2024.

BOYZO-MARÍN, J. A.; H. V. SILVA-ROJAS, B.; REBOLLAR-ALVITER, A. Biorational treatments to manage dryberry of blackberry caused by *Peronospora sparsa*. **Crop Protection**, v. 76, n. 1, p. 121-126, 2015. DOI:10.1016/j.cropro.2015.03.023.

CHO, Y. **Jadam organic farming: the way to ultra-low-cost agriculture**. Daejeon: Jadam, 2016. 379 p.

FERNANDEZ, G. **2021 PMSP for Blackberry in Alabama, Arkansas, Georgia, Louisiana, Mississippi, North Carolina, South Carolina, Tennessee and Virginia**. Southeast Regional Fruit and Vegetable Conference, Savannah, GA, National IPM Database, 2021. Disponível em: https://ipmdata.ipmcenters.org/source_report.cfm?view=yes&sourceid=1444&sourceid=1444. Acesso em: 15 mar. 2024.

MARIN, M. V.; WANG, N. YI.; SEIJO, T.; DRUFFEL, K. L.; MCGUIN, R. L.; DENG, Z.; PERES, N. A. *Pseudocercospora panratii* causing leaf spots on commercial blackberry (*Rubus* sp.) in Florida. **Plant Disease**, v. 107, n. 1, p. 131-135, 2023. DOI: 10.1094/PDIS-04-22-0900-RE.

MARTIN, R. R.; ELLIS, M. A.; WILLIAMSON, B.; WILLIAMS, R. N. **Compendium of raspberry and blackberry diseases and pests**. Saint Paul: APS Press, 2017. 175 p.

OLIVER, J.; BRANNEN, P.; CLINE, B. **2023 Southeast regional caneberry integrated management guide**. Athens: University of Georgia Extension - UGA Cooperative Extension Annual Publication, 2023. 65 p. Disponível em: https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/AP%20121-3_1.PDF. Acesso em: 11 jun. 2024.

PAGOT, E.; SCHNEIDER, E. P.; NACHTIGAL, J. C.; CAMARGO, D. A. **Cultivo da amoreira-preta**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 11 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica 75).

RUEDA-HERNÁNDEZ, K. R.; CARDONA, A. S.; CADAVID-RESTREPO, G. E.; BENJUMEA, C. I. S.; GUTIERREZ, G. P. C.; ISAZA, R. E. A. Differential organ distribution, pathogenicity and benomyl sensitivity of *Colletotrichum* spp. from blackberry plants in Northern Colombia. **Journal of Phytopathology**, v. 161, n. 4, p. 246-253, 2013. DOI: 10.1111/jph.12040.

UENO, B.; COSTA, H. Doenças causadas por fungos e bactérias. In: ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. (ed.). **Morangueiro**. Brasília: Embrapa, p.413-480, 2016. p.413-480.

UENO, B. Doenças e métodos de controle. In: RASEIRA, M. do C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (ed.). **Cultivo do pessegueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2022. (Sistemas de Produção, 4), p. 106-123. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1149320/1/Cpact-Sistemas-de-producao-4-2.ed.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2024.

UENO, B. Doenças fúngicas. Árvore do conhecimento: AAmora. Brasília, DF: Embrapa, 2011. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/amora/producao/doencas-fungicas> >. Acesso em: 15 mar. 2024.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. Doenças de importância potencial para os pequenos frutos no sul do Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 2., 2004, Vacaria, RS. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. p. 79-91. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 44).

VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. Principais doenças e seu controle/manejo em áreas de produção. In: ANTUNES, L. E. C.; HOFFMANN, A. (ed.). **Pequenas frutas: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. (Coleção 500 perguntas 500 respostas). p. 119-135.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; SPÓSITO, M. B.; ROBERTO, S. R.; BELASQUE JR, J. Doenças de pequenos frutos. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2016. v. 2, p. 577-581.

VALERIANO, F. R.; MONTEIRO, H. C.; SOTÃO, H. M. P.; FIALHO, C. M. T.; OLIVEIRA, I. T. First report of *Kuehneola uredinis* (Link) Arthur infecting blackberry in Brazil. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, n. 12, p. 6818-6817, 2021.

Capítulo 13

Colheita e conservação pós-colheita

Rufino Fernando Flores Cantillano
Nubia Marilyn Lettnin Ferri

Introdução

A amoreira-preta (*Rubus* ssp.) é uma espécie arbustiva de porte ereto, semiereto ou rasteiro, cujas frutas são agregadas em forma de drupéolas de coloração negra e sabor ácido a doce-ácido. A fruta in natura é altamente nutritiva, possuindo 85% de água, além de proteínas, fibras, carboidratos, cálcio, fósforo, potássio, magnésio, ferro e várias outras vitaminas (Bischoff et al., 2013).

A amora-preta é uma fruta não climatérica, ou seja, que não responde ao etileno para estimulação dos processos de amadurecimento (Mitcham et al., 2007). Assim, as frutas precisam ser colhidas no ponto de consumo, ou seja, com a coloração totalmente preta. Além do consumo in natura, a amora-preta é destinada à produção de polpa, geleificados e sucos naturais (Bassols; Moore, 1981).

Colheita

A maturação é considerada um estágio de desenvolvimento alcançado pela fruta na planta, a qual, após colhida e manipulada na pós-colheita, terá uma qualidade mínima que garanta sua aceitabilidade pelo consumidor. Durante o amadurecimento na planta, a fruta passa por várias mudanças de cor, de verde para vermelho e, finalmente, para o preto. Os últimos estádios ocorrem, normalmente, entre um e três dias (Souza, 2013). O índice de maturação mais utilizado na amora-preta é a mudança da cor superficial da fruta, que acontece quando a baga estiver totalmente preta, sendo recomendado realizar a colheita a cada dois a três dias (Bassols, 1980; Mitcham et al., 2007; Coutinho et al., 2007). A firmeza da polpa, o teor de sólidos solúveis, a acidez titulável e o aroma característico também devem ser considerados (Figuras 13.1 e 13.2). Durante o amadurecimento das frutas, há perda de acidez, portanto, são bastante adstringentes, se colhidas parcialmente maduras (Coutinho et al., 2007). Portanto, as amoras-pretas devem ser colhidas o mais próximo da maturação para consumo, porque sua qualidade comestível não melhora após a colheita.

Foto: Rufino Fernando Flores Cantillano

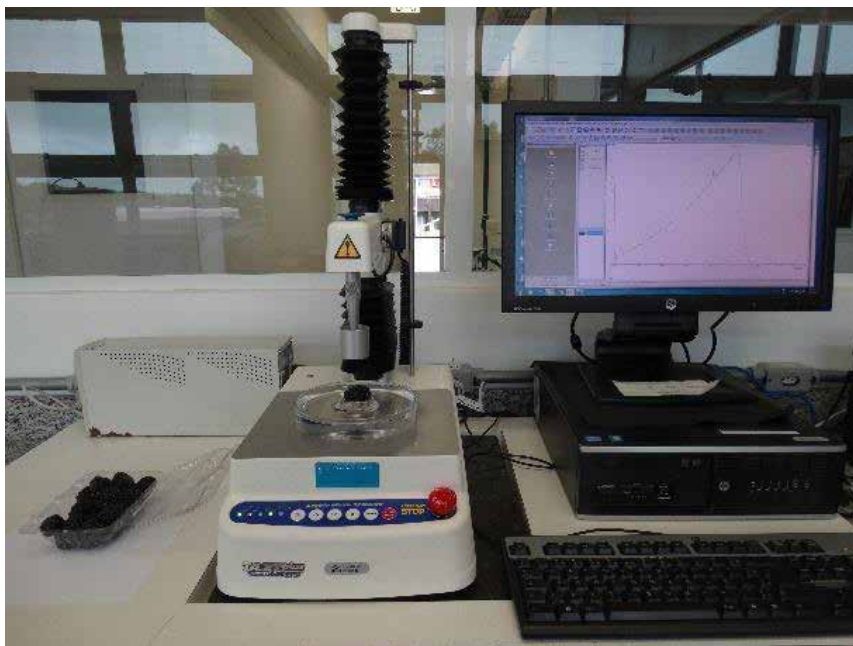


Figura 13.1. Processo de determinação da firmeza da polpa em amoras-pretas, utilizando-se texturômetro.

Foto: Rufino Fernando Flores Cantillano



Figura 13.2. Processo de determinação da cor em amoras-pretas, utilizando colorímetro.

Como as frutas da amoreira-preta não amadurecem todas ao mesmo tempo (Figura 13.3), deve-se realizar a colheita escalonada, ou seja, colher a cada dois ou três dias, conforme a cultivar. As práticas realizadas no cultivo, antes da colheita, estão diretamente relacionadas com as etapas posteriores à colheita e à comercialização, pois afetam a qualidade da fruta.



Foto: Rufino Fernando Flores Cantillano

Figura 13.3. Evolução do processo de crescimento e maturação das amoras-pretas, com a variação do grau de maturação e de cores, desde o início do crescimento até o estágio de fruta preta (madura).

Os índices de qualidade são as características da fruta exigidas na comercialização e que são valorizadas pelo consumidor. Os principais índices de qualidade na amora-preta para consumo fresco são a aparência (cor, tamanho, forma e ausência de defeitos), firmeza e sabor (sólidos solúveis, acidez titulável e compostos aromáticos) e valor nutricional (vitamina A e C, compostos antioxidantes) (Coutinho et al., 2007).

Para o mercado in natura, a colheita manual é a mais utilizada (Figura 12.4). Deve ser realizada no início do período da manhã, quando a temperatura do ar estiver mais baixa, para as frutas mais firmes. As frutas devem ser colhidas e manuseadas com extremo cuidado, para evitar danos mecânicos. Devem, portanto, ser colhidas de forma cuidadosa, colocando-as diretamente na embalagem que será utilizada para a comercialização, para evitar o manuseio excessivo, que prejudica a qualidade (Figura 13.4).



Foto: Rufino Fernando Flores Cantillano

Figura 13.4. Colheita manual cuidadosa de amoras-pretas, acondicionando-as diretamente na embalagem de comercialização.

Algumas cultivares podem ser colhidas com maturação menos avançada (cor escura brilhante), para mercados mais distantes, e outras com a maturação mais avançada (cor escura opaca), para mercados mais próximos; porém, deve-se ter cuidado, pois a perda de brilho indica um estágio avançado da maturação (Coutinho et al., 2007; Souza, 2013). Como o sabor da amora-preta não muda significativamente após a colheita, elas devem ser colhidas com características de qualidade muito próximas às de consumo. Caso não sejam colhidas com a maturação adequada, após o armazenamento, as frutas não amadurecerão adequadamente, prejudicando a aparência e o sabor (Figura 13.5).

Foto: Rufino Fernando Flores Cantillano



Figura 13.5. Frutas de amora-preta cultivar BRS Tupy colhidas com maturação insuficiente (Maturação 1; fileira superior) e com maturação adequada (Maturação 2; fileira inferior), após 9 dias de armazenamento refrigerado em diferentes temperaturas (1, 3 e 6 °C).

As amoras-pretas devem ser resfriadas rapidamente após a colheita. O manuseio das amoras pós-colheita é um fator crítico na sua comercialização, especialmente para mercado in natura. A colheita mecânica é uma opção, quando os frutos são destinados à industrialização. Existem máquinas tratorizadas que permitem a colheita, agitando uma cerca de arame com suportes de madeira sobre os quais se apoiam as plantas, porém, há perdas entre 20 e 40% de frutas com esse processo. Em alguns locais dos Estados Unidos, praticamente toda a amora-preta é colhida de forma mecânica.

Na colheita são realizadas atividades consecutivas, tais como: identificar o produto a ser colhido; observar a qualidade da fruta, coloração, tamanho, sanidade e integridade. Deve-se desprender a fruta da planta, pressionando-a suavemente e torcendo o pedúnculo até desprendê-lo. Realizar a desinfestação dos recipientes e utensílios, como as caixas de colheita e as embalagens. Classificar as frutas segundo os níveis de qualidade exigidos pelo mercado, descartando-se as frutas podres e/ou com lesões e embalar cuidadosamente as demais frutas.

Cuidados especiais devem ser tomados para evitar a contaminação das amoras-pretas, na etapa da pós-colheita. Observando-se as boas práticas agrícolas na colheita, esses problemas podem ser evitados.

Boas práticas agrícolas na colheita

As atuais exigências de qualidade, pelos consumidores nos mercados, obrigam os produtores a estabelecer procedimentos que evitem a contaminação dos produtos alimentícios. Assim, as amoras-pretas devem ser transportadas do campo até o local de beneficiamento e/ou armazenamento, em condições que minimizem a possibilidade de contaminação por agentes de natureza biológica, química e física. Portanto, os seguintes procedimentos de boas práticas podem ser adotados:

- Utilizar recipientes de colheita e veículos de transporte das frutas até o local de empacotamento que não causem danos nem contaminem o produto. As partes que entram em contato direto com a fruta devem ser de material não tóxico e que facilitem a limpeza.
- Não colocar os recipientes de colheita em contato direto com o solo; colocá-los na sombra, para evitar a deterioração das frutas.
- Descartar as frutas podres em recipientes separados, para serem transportadas para locais longe das áreas de produção e colheita.
- Utilizar veículos para o transporte exclusivo das frutas (não podendo ser utilizados veículos que transportem produtos potencialmente tóxicos ou contaminados por microrganismos patogênicos ou de origem fecal).
- Elaborar um programa com procedimentos documentados de higiene na colheita.
- Limpar e higienizar frequentemente os materiais utilizados na colheita e transporte.
- Impedir a circulação de animais nas áreas de colheita das frutas.
- Possibilitar procedimentos de higiene aos trabalhadores, exigindo-lhes a lavagem das mãos antes de iniciar a colheita das amoras, disponibilizando banheiros limpos e com equipamentos adequados para lavagem das mãos (água e sabão), bem como água potável para beber, nas proximidades dos locais de colheita. É importante frisar que, diferentemente de outras frutas, as amoras-pretas não recebem tratamento pós-colheita em água, portanto as condições de higiene na colheita são extremamente importantes para evitar contaminações.
- Treinar e capacitar os trabalhadores que atuarão na colheita, fornecendo instruções claras e precisas sobre o material a ser colhido, em relação ao ponto de colheita, higiene e qualidade (no caso das amoras, esse fator é crítico, pois esses trabalhadores podem ser os últimos a manusearem o produto antes do consumidor final).
- Elaborar um sistema de registro dos procedimentos e materiais que permitam a rastreabilidade do produto (cadernos de campo, planilhas etc.).

Armazenamento das frutas

A amora-preta é uma fruta não climatérica, altamente perecível, com alta taxa respiratória (Tabela 13.1), apresentando curta vida pós-colheita (Mitcham et al., 2007). Sua produção de etileno varia entre 0,1 e 1 $\mu\text{L/kg/h}$ sob temperatura de 5 °C, conforme a cultivar, sendo que a remoção desse gás, no interior da câmara frigorífica, ajuda no controle de doenças (Mitcham et al., 2007).

Tabela 13.1. Taxa da respiração de amora-preta colhida, expressa em produção de dióxido de carbono (CO_2), em três temperaturas diferentes.

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	CO_2 (mL/kg/h)
0	11
10	31
20	78

Fonte: Mitcham et al. (2007)

Devido à rápida perda de qualidade pós-colheita, há grande limitação quanto ao mercado de frutas in natura (Perkins-Veazie et al., 1999). Portanto, é de grande importância a utilização de técnicas que ampliem o tempo de armazenamento sem, contudo, alterar as características físicas, organolépticas e nutricionais das amoras-pretas (Abreu et al., 1998).

O resfriamento rápido ou pré-resfriamento é a primeira etapa a ser realizada no manejo pós-colheita. Tem como finalidade a rápida remoção do calor do campo nos produtos recém-colhidos, antes do transporte, armazenamento ou processamento. O método recomendado para pequenas frutas, como amora-preta, é o resfriamento rápido por ar frio forçado a 5°C durante 4 horas. Nunca utilizar o resfriamento rápido com água (hidroresfriamento), uma vez que a imersão das frutas em soluções aquosas pode comprometer a integridade dos seus tecidos de proteção, aumentando a atividade respiratória, a perda de água por transpiração e a incidência de podridões.

O armazenamento refrigerado é o método mais eficiente para manter a qualidade dos frutos pois, quando realizado de modo adequado, retarda os processos fisiológicos, tais como a respiração, transpiração e produção de etileno, além de reduzir o desenvolvimento de podridões. A temperatura de armazenamento para as amoras-pretas é de 0°C (com variação máxima de $0,5^{\circ}\text{C}$) e 90-95% de umidade relativa do ar, podendo ser conservadas de 2 a 5 dias nessas condições (Mitcham et al., 2007; Huynh et al., 2019).

Entre os fatores que afetam a qualidade pós-colheita da amora-preta durante o armazenamento refrigerado, a temperatura do ar é o mais importante, devido ao seu decisivo efeito sobre as taxas das reações biológicas, notadamente a respiração. A regra de Van't-Hoff postula que a intensidade de uma reação química depende do seu coeficiente respiratório (Q_{10}). O índice Q_{10} determina que, para cada aumento de temperatura de 10°C , a taxa respiratória do fruto armazenado dobra ou triplica (Chitarra; Chitarra, 2005). Assim, o princípio da armazenagem a frio se fundamenta em que a taxa de respiração é reduzida com a diminuição da temperatura (Phan, 1987).

Estima-se que aproximadamente 70% de uma boa conservação está associada ao correto manejo da temperatura do ar na câmara fria. Variações de temperatura do ar de $0,5$ a 1°C , abaixo do nível mínimo, devem ser evitadas, pois aumentam os riscos de congelamento. A temperatura mais elevada, acima do máximo recomendado, proporciona a rápida aceleração do processo de maturação, diminuindo o período de conservação. Isso implica a necessidade do correto controle da temperatura, principalmente da polpa da fruta. Deve-se utilizar termômetros precisos e realizar leituras em diversas posições na câmara, como no alto e base das pilhas de caixas, perto das portas e evaporadores, etc.

A umidade relativa (UR) do ar é outro componente fundamental do sistema de armazenamento. É a relação entre a pressão de vapor da água no ar e a pressão de saturação do vapor à mesma

temperatura, sendo normalmente expressa em porcentagem. Quando a temperatura de armazenamento é mantida constante, a pressão de vapor da água no ar e a pressão de saturação de vapor no fruto estão em equilíbrio. Entretanto, quando a umidade do ambiente da câmara diminui por causa de variações de temperatura, a fruta perde água para o ambiente para restabelecer o equilíbrio. A umidade relativa do ar deve estar entre 90-95%, pois valores abaixo dessa faixa aumentam a desidratação (murchamento) das amoras-pretas, porém, se mais altos, aumentam as podridões (Cantillano; Silva, 2010). Os psicrômetros registram, de forma mais precisa que os higrômetros, a umidade relativa do ar.

O dimensionamento adequado da superfície de evaporação nas câmaras frias resulta em um delta t (Δt : diferencial de temperatura produto-meio) pequeno que possibilite manter alta a umidade relativa do ar. Para aumentar a umidade relativa do ar, existem dispositivos dentro de câmaras comerciais, que são capazes de injetar água, na forma de pequenas partículas ou vapor d'água. Em algumas situações, o piso da câmara fria pode ser molhado, para redução da desidratação.

Apesar da refrigeração ser uma prática eficiente para redução das perdas pós-colheita, o armazenamento sob atmosfera modificada ou controlada pode proporcionar os melhores benefícios, desde que usado adequadamente. No armazenamento sob atmosfera modificada, são utilizadas embalagens plásticas de permeabilidade limitada ao gás carbônico (CO_2) e oxigênio (O_2), com consequente modificação da concentração de gases no interior da embalagem. O material normalmente utilizado são filmes de polietileno de baixa densidade, com diferentes espessuras e/ou de cloreto de polivinila (PVC) (Botrel, 1994). O armazenamento da amora-preta em atmosfera modificada de 15 a 20% de CO_2 e 5 a 10% de O_2 reduz o desenvolvimento de *Botrytis cinerea* e outros fungos causadores de podridões, e também reduz a taxa de respiração e a perda de firmeza das frutas (Mitcham et al., 2007). Entretanto, o grau de resposta às condições de atmosfera modificada depende da cultivar e das condições de manejo. Antunes et al. (2003) observaram aumento do percentual de solubilidade de pectina e pectina solúvel, ocorrendo redução de pectina total e compostos fenólicos totais em amoras-pretas 'Brazos' e 'Comanche', conservadas sob atmosfera modificada em diferentes temperaturas do ar e períodos de armazenamento. As cultivares Brazos e Comanche conservaram-se melhor em armazenamento refrigerado a 2 °C, podendo ser armazenadas com qualidade até nove dias, após a colheita.

Em relação ao armazenamento sob atmosfera controlada, os níveis dos gases da atmosfera devem ser monitorados periodicamente e são ajustados de modo a se manter as concentrações desejadas (Zagory; Kader, 1988; Thompson, 1998) (Figura 13.6). A mistura gasosa desejada é injetada nas câmaras hermeticamente fechadas, onde as frutas são armazenadas (Lana; Finger, 2000) (Figura 13.7). Segundo dados de literatura, esse sistema prolongou a conservação pós-colheita da amora-preta 'Tupy' e manteve sua qualidade (Cantillano et al., 2018). Embora não esteja sendo utilizada no armazenamento comercial da amora-preta, devido ao custo mais elevado e curto período de conservação, essa técnica é a base para elaboração de "filmes inteligentes", ao identificar a tolerância seletiva das cultivares de amoras-pretas aos gases acumulados no interior desses filmes, onde permanecem os frutos.

Foto: Nubia Marlin Lettin Ferri



A



B

Foto: Rufino Fernando Flores Cantillano

Figura 13.6. Armazenamento de amoras da cultivar BRS Tupy, em refrigeração convencional (1 °C) (A) e em diferentes tipos de atmosferas, incluindo atmosfera (ATM) controlada e atmosfera (ATM) dinâmica (B).

Fotos: Rufino Fernando Flores Cantillano



A



B

Figura 13.7. Equipamentos utilizados para avaliar o armazenamento de amoras-pretas: cabines de atmosfera controlada (A) e analisador de gases (B).

Outro aspecto importante é a limpeza e a higiene das câmaras frigoríficas e locais de empacotamento das frutas. Na empacotadora, os trabalhadores devem dispor de banheiros com portas que não abram para o interior do local de processamento das amoras-pretas. Não deve ser permitida a entrada de animais na sala de empacotamento de frutas. O local deve contar com boa iluminação,

para facilitar a seleção das frutas. As frutas podres devem ser descartadas, sendo os descartes removidos frequentemente dos locais de processamento.

Boas práticas no armazenamento e transporte

Durante o armazenamento e transporte, devem ser observadas as Boas Práticas de Fabricação, cujo objetivo é evitar a contaminação das frutas nessa etapa. É muito recomendável observar os seguintes aspectos:

- Limpar e higienizar o local de beneficiamento das frutas e as câmaras frigoríficas.
- Remover, de forma imediata, as frutas com podridões, para evitar a contaminação cruzada.
- Construir as mesas de seleção das frutas com materiais não tóxicos (ex.: aço inox), duráveis e que permitam uma adequada limpeza e higiene.
- Estabelecer um programa de manutenção preventiva dos equipamentos de refrigeração, considerando que os produtos utilizados na manutenção (lubrificantes, gás refrigerante, etc.) devem ser guardados em locais separados e identificados.
- Utilizar lâmpadas inquebráveis ou com tampa de proteção, no local de beneficiamento e no interior das câmaras frigoríficas.
- Não permitir a entrada de animais domésticos nas instalações onde se encontram as frutas.
- Elaborar um programa de monitoramento de presença e infestação desinfestação de pragas.
- Colocar, no local de embalagem (*packing house*), armadilhas contra ratos, identificadas e numeradas, para posterior controle nos processos de supervisão.
- Dispor de um sistema de registro das operações das câmaras frigoríficas e sistemas de resfriamento rápido, como a temperatura e a umidade relativa do ar.
- Manter os instrumentos aferidos para o registro das condições de resfriamento rápido e armazenamento (temperatura e umidade relativa do ar).
- Orientar e exigir a limpeza e higienização dos veículos de transporte, considerando-se que as amoras-pretas, por serem produtos altamente perecíveis, devem ser transportadas até o mercado em caminhões frigoríficos. Não esquecer de verificar as condições de operação do sistema de refrigeração do caminhão (principalmente a temperatura do ar), para que o transporte seja realizado em condições de segurança.
- Estabelecer métodos logísticos que garantam o fluxo das frutas desde o campo até o mercado, preservando a qualidade e a higiene do produto.

Embalagens

Na comercialização, os tipos de embalagens são utilizados de acordo com o destino das frutas, sendo que para o mercado de frutas in natura, as embalagens são semelhantes às utilizadas para outras pequenas frutas, sendo utilizadas de plástico PET com 120 a 150 g de amoras-pretas. Para a indústria, as frutas podem ser congeladas, enlatadas ou utilizadas no processamento de iogurtes, sorvetes e sucos.

Para o mercado da amora-preta, na Colômbia, foram estabelecidos padrões e parâmetros de qualidade pela norma Icontec NTC 4106 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 1997), que contempla os seguintes requisitos: frutas bem formadas, sadias e sem umidade externa, livres de odores, sabores e materiais estranhos, aspecto fresco, consistência firme e frutas com coloração padrão. No Brasil ainda não existe uma norma sobre padrões e parâmetros mínimos de qualidade para a amora-preta.

Os aspectos mais importantes a considerar na embalagem são: a proteção do conteúdo, a resistência à umidade, a remoção do calor, a apresentação e a facilidade de empilhamento. A Instrução Normativa Conjunta Sarc/Anvisa/Inmetro n° 009, de 12 de novembro de 2002, determina que as embalagens destinadas ao acondicionamento de produtos hortícolas in natura devem permitir a paletização, tendo como referência a medida de 1,00 x 1,20 m; podem ser retornáveis ou descartáveis; devem ser mantidas íntegras e higienizadas, devem estar de acordo com as disposições específicas referentes às Boas Práticas de Fabricação, ao uso apropriado e às normas higiênico-sanitárias relativas a alimentos e conter informações relativas à marcação ou rotulagem, de acordo com as legislações específicas estabelecidas pelos órgãos oficiais envolvidos. A paletização consiste em agrupar, empilhar e amarrar as embalagens, de forma ordenada, em uma unidade maior, denominada *pallet* ou “paleta”.

Problemas pós-colheita

Os principais problemas que ocorrem na pós-colheita estão relacionados às alterações fisiológicas e às podridões nas amoras-pretas.

Os danos fisiológicos mais importantes, incidentes nas amoras-pretas em pós-colheita, são: a reversão da cor, a desidratação, os danos relacionados à atmosfera controlada, as injúrias causadas pelo frio e o vazamento de suco.

- a) Reversão da cor: As amoras podem desenvolver uma reversão da cor (drupéolas vermelhas) (Figura 13.8) após a colheita e durante o armazenamento refrigerado. O processo consiste em que parte da fruta, que originalmente tinha uma cor escura, retorne à cor vermelha, depreciando a qualidade do produto no mercado. É considerada o mais importante distúrbio fisiológico de pós-colheita em amora-preta (Edgley, 2019). Entre os fatores que predispõem a esse distúrbio estão a suscetibilidade da cultivar, frutas colhidas imaturas, excesso de nitrogênio nas adubações do pomar, alta temperatura do ar durante a colheita, condensação de água sobre a fruta e temperatura do ar de armazenamento (Silva et al., 2014; Edgley, 2019; Armour et al., 2021). Recomenda-se colher as frutas de manhã cedo e com textura firme (Armour et al., 2021) e, após a colheita, colocar os recipientes com frutas à sombra. Existem cultivares que não apresentam o problema da reversão de cor, demonstrando que existe uma suscetibilidade genética de algumas cultivares.

Fotos: Nubia Marilin Lettnin Ferri



Figura 13.8. Reversão de cor em amora-preta: cultivar suscetível, apresentando drupéolas com a cor vermelha (A), e cultivar não suscetível, com drupeolas com a cor escura normal (B).

- b) Desidratação: As frutas são bastante suscetíveis à desidratação (perda de água). Para minimizar a perda de água, as frutas devem ser resfriadas rapidamente, sendo necessário manter entre 90 a 95% de umidade relativa do ar ao redor delas.
- c) Danos relacionados à atmosfera controlada: Ocorrem devido à exposição das bagas a concentrações menores que 2% de oxigênio ou maiores que 25% de gás carbônico, as quais podem causar sabor e aroma desagradáveis e a coloração marrom nas frutas, dependendo da cultivar, temperatura e período de exposição.
- d) Injúrias causadas pelo frio: Os sintomas são perda do brilho das frutas, textura borrachuda e aumento da suscetibilidade das frutas a podridões pós-colheita.
- e) Vazamento: Ocorre pelo extravasamento do suco das drupéolas e tem, como possíveis causas, a maturação avançada das frutas, frutas de cor preto-opaco (sem brilho), suscetibilidade varietal, incidência de danos mecânicos e doenças, além de deficiência de alguns nutrientes como o cálcio (Perkins-Veazie; Collins, 1996). Para evitar esse problema, as frutas devem ser colhidas com maturação e firmeza adequada, evitando danos no transporte e comercialização (Figura 13.9)



Foto: Nubia Marilin Lettnin Ferri

Figura 13.9. Dano fisiológico em amoras-pretas: frutas com vazamento de suco.

Podridões pós-colheita

As doenças pós-colheita são responsáveis por perdas dos produtos frutícolas que, em muitos casos, podem ser superiores a 50%, antes mesmo de estarem disponíveis à mesa do consumidor (Ventura; Costa, 2002). Os fungos e as bactérias são os principais microrganismos causadores de doenças pós-colheita de frutos, em geral (Benato, 2003).

As doenças mais comuns que ocorrem em amora-preta são o bolor cinza (*Botrytis cinerea*) e o rhizopus (*Rhizopus stolonifer*) (Ellis et al., 1991). *B. cinerea* é o patógeno mais comum em bagas, sendo que esse fungo desenvolve-se até mesmo a 0 °C, porém sua proliferação é muito lenta nessa temperatura. Já *R. stolonifer* não se desenvolve em temperaturas abaixo de 5 °C, sendo o monitoramento da temperatura do ar, durante o armazenamento, um método eficiente de controle. Devido aos problemas relatados por toxidez de defensivos, desenvolvimento de resistência dos patógenos e efeitos prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana, vem sendo dado maior ênfase a outras estratégias de controle que minimizem o uso de fungicidas e/ou que apliquem técnicas alternativas. Dentre os meios de controle de doenças pós-colheita que vêm sendo estudados, atenção especial tem sido dada aos que promovem a indução de resistência como tratamento térmico, radiação gama, UV-C, antagonistas e raças não patogênicas, compostos naturais e químicos. Os meios físicos de controle podem atuar diretamente sobre os patógenos, bem como, de modo indireto, sobre a fisiologia do produto, retardando os processos bioquímicos de amadurecimento e senescência, reduzindo a taxa respiratória e a transpiração e, conseqüentemente, preservando a resistência do fruto ao ataque de microrganismos além de, em alguns casos, proporcionar a formação de substâncias de resistência (Benato, 2003). No Brasil, o estudo sobre essas técnicas de controle de podridões ainda é bastante restrito, principalmente, em amora-preta.

Considerações finais

A amora-preta é uma fruta muito perecível e de curta vida pós-colheita. Sua qualidade pode ser afetada caso não haja adequado manuseio pós-colheita. Por isso, é importante realizar o manejo cuidadoso da fruta na colheita, desinfestar as embalagens, o local e mesa de classificação da fruta com produtos autorizados, colher a fruta com maturação adequada, resfriar a fruta rapidamente, utilizar transporte refrigerado e proceder a uma rápida comercialização da fruta.

Referências

- ABREU, C. M. P.; CARVALHO, V. D. de; GONÇALVES, N. B. Cuidados pós-colheita e qualidade do abacaxi para exportação. **Informe Agropecuário**, v. 19, n. 195, p. 70-72, 1998.
- ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J.; SOUZA, C. M. de. Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 3, p. 413-419, 2003. DOI: 10.1590/S0100-204X2003000300011.
- ARMOUR, M. E.; WORTHINGTON, M.; CLARK, J. R.; THRELFALL, R. T.; HOWARD, L. Effect of harvest time and fruit firmness on red drupelet reversion un blackberry. **HortScience**, v. 56, n. 8, p. 889-896, 2021. DOI: 10.21273/HORTSCI15853-21.
- BASSOLS, M. do C. **A Cultura da amora preta**. Pelotas: EMBRAPA UEPAE de Cascata. 1980. 11 p. (Embrapa - UEPAE de Cascata, Circular Técnica, 4).

- BASSOLS, M. do C.; MOORE, J. N. 'Ébano' primeira cultivar de amora-preta sem espinhos lançada no Brasil. Pelotas: EMBRAPA UEPAE de Cascata, 1981 b. 16 p. (Embrapa - UEPAE de Cascata, Documentos, 2).
- BENATO, E. A. Potencial de indução de resistência em frutas pós-colheita. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 6., 2003, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: Epagri, 2003. p. 215-219.
- BISCHOFF, T. Z.; PINTRO, T. C.; PALOSCHI, C. L.; COELHO, S. R. M.; GRZEGOZEWSKI, D. M. Conservação pós-colheita da amora-preta refrigerada com biofilme e embalagem plástica. **Revista Energia na Agricultura**, v. 28, n. 2, p. 109-118, 2013. DOI: <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2013v28n2p109-114>.
- BOTREL, N. Sistemas de armazenamento. In: SPAGNOL, W. A.; ROCHA, J. L. V. da; PARK, K. J. Pré-resfriamento de frutas e hortaliças. **Informe Agropecuário**, v. 17, n. 180, p. 5-9, 1994.
- CANTILLANO, R. F. F.; SILVA, M. M. da. **Manuseio pós-colheita de morangos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 36 p. (Embrapa Clima Temperado, Documentos, 318).
- CANTILLANO, R. F. F.; GOULART, C.; RIBEIRO, J. A.; VILELA, J. dos S.; ROSA, D. da S. Conservação de amora-preta em diferentes sistemas de armazenamento. In: WORKSHOP DE COMPOSTOS BIOATIVOS & QUALIDADE DE ALIMENTOS, 2., 2018. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2018. p. 183.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- COUTINHO, E. F.; MACHADO, N. P.; CANTILLANO, R. F. F. Manejo e conservação pós-colheita. In: ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. do C. B. (ed.). **Cultivo de amoreira preta (Rubus spp.)**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 130 p. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de Produção, 12).
- EDGLEY, M. **Causes and mechanisms of red drupelet in blackberries**. 2019. 146 f. Tese (Doctor of Philosophy)-University of Tasmania, Tasmania. Disponível em: https://figshare.utas.edu.au/articles/thesis/Causes_and_mechanisms_of_red_drupelet_reversion_in_blackberries/23238632. Acesso em: 11 jun. 2023.
- ELLIS, M. A.; CONVERSE, R. H.; WILLIAMS, R. N.; WILLIAM, S. B. **Compendium of raspberry and blackberry diseases and insects**. St. Paul: APS Press, 1991. 100 p.
- HUYNH, N. K.; WILSON, M. D.; EYLES, A.; STANLEY, R. A. Recent advances in postharvest technologies to extend the shelf life of blueberries (*Vaccinium* sp.), raspberries (*Rubus* sp.) and blackberries (*Rubus* sp.). **Journal of Berry Research**, v. 9, n. 2, p. 1-21, 2019. DOI: 10.3233/JBR-190421.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. **NTC 4106: frutas frescas: mora de castilla: especificaciones**. Bogotá, 1997. 15 p.
- LANA, M. M.; FINGER, F. L. **Atmosfera modificada e controlada. Aplicação na conservação de produtos hortícolas**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 34 p.
- MITCHAM, E. J.; CRISOSTO, C. H.; KADER, A. A. **Bushberry: blackberry, blueberry, cranberry, raspberry: recommendations for maintaining postharvest quality**. Davis: University of California, 2007.
- PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS J.; CLARK, J. R. Cultivar and maturity affect postharvest quality of fruit from erect blackberries. **HortScience**, v. 31, n. 2, p. 258-261, 1996. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.31.2.258>.
- PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. K.; CLARK, J. R. Cultivars and storage temperature effects on the shelf life of blackberry fruit. **Fruit Varieties Journal**, v. 53, n. 4, p. 201-208, 1999.
- PHAN, C. T. Temperature? effects on metabolism. In: WEICHMANN, J. **Postharvest physiology of vegetables**. Nova York: Marcel Dekker, 1987. p. 173-180.
- SILVA, W. R. da; CAMARGO, R. R. da; RASEIRA, M. do C. Conservação pós-colheita de seleções de amora-preta. In: ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 6., 2014, Pelotas. **Palestras e resumos...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. p. 47.
- SOUZA, A. V. de. **Pós-colheita e processamento de amora-preta "Tupy"**. 2013. 86 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Butucatu, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, São Paulo.
- THOMPSON, A. K. **Tecnología post-cosecha de frutas y hortalizas**. Armenia: Editorial Kinesis, 1998. 268 p.

VENTURA, J. A.; COSTA, H. Controle de doenças em pós-colheita no mamão: Estágio atual e perspectivas. **Summa Phytopathologica**, v. 28, n. 1, p. 137-138, 2002.

ZAGORY, D.; KADER, A. A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, v. 42, n. 9, p. 70-77, 1988.

Capítulo 14

Processamento

Ana Cristina Richter Krolow

Introdução

Os esforços das pesquisas sobre o processamento de frutas estão focados na conservação de matérias-primas, com objetivo de prolongar sua vida útil. A conservação de alimentos baseia-se em técnicas que visam proporcionar maior estabilidade microbiológica, preservando-os por mais tempo. Atualmente, algumas das tendências mundiais são para o uso de alimentos cada vez mais naturais, valorizando o sabor original das frutas, os produtos benéficos ao desempenho físico e mental, à saúde cardiovascular e alto valor nutritivo agregado (funcionais).

Amoras-pretas são consumidas no Brasil, principalmente, processadas na forma de néctar, suco, suco concentrado, purê, polpas pasteurizadas, polpas congeladas, congelamento individual, fruta desidratada e/ou liofilizada (usadas em barras energéticas e cereais matinais) e, ainda, como geleia e doce cremoso. O desenvolvimento de técnicas para o armazenamento, transporte e processamento tornaram possível a disponibilidade das amoras-pretas e de produtos derivados durante todo o ano.

Há algum tempo, os consumidores têm procurado frutas frescas com qualidade (cor, sabor, textura e aroma), bem como a manutenção das propriedades nutricionais dos produtos transformados a partir das frutas. Apesar de todos os avanços tecnológicos, em princípio, ainda não há como preservar a qualidade da fruta fresca, pois quase todo o processo de transformação resulta na perda de algumas das características peculiares, como a textura, o aroma, a cor e o sabor de cada fruta. Apesar do conhecimento acerca do processamento de alimentos, cujos objetivos são a segurança, a estabilidade, a boa qualidade sensorial e nutricional, o baixo custo e a redução do impacto ambiental, muitas vezes ocorre a perda de compostos nutricionais e funcionais durante o processo de industrialização.

Entretanto, apesar das perdas, há métodos que podem aumentar a bioacessibilidade e a biodisponibilidade de nutrientes nesses alimentos. Portanto, produtos elaborados com amora-preta oferecem uma importante oportunidade para criar uma dieta saudável, mista e independente da sazonalidade, consistindo em boa fonte de substâncias nutricionais com potencial antioxidante.

A amora-preta apresenta curta vida pós-colheita, devido à sua estrutura frágil e elevada taxa respiratória, característica que é agravada pelo curto período de safra, o que muitas vezes inviabiliza sua utilização e comercialização, gerando grandes perdas se não forem dados os devidos cuidados. O processamento é uma forma de conservar e agregar valor à fruta, minimizando perdas e possibilitando um incremento de renda para o agricultor familiar.

Processamento das frutas

Dentre os diversos produtos elaborados a partir das amoras-pretas, os que mantêm as características mais próximas ao original são os produtos minimamente processados, as polpas congeladas, o congelamento individual e a liofilização. Nesses produtos, há manutenção da cor, do sabor e aroma originais, afetando somente a textura das amoras-pretas.

A conservação das amoras-pretas por longos períodos, com propriedades semelhantes às da fruta fresca, ainda é um desafio tecnológico a ser vencido. Nenhum método economicamente viável preserva a qualidade da fruta fresca, o que resulta na perda de suas características peculiares de textura, aroma, cor e sabor.

O processamento térmico é um dos métodos mais antigos usados na conservação de frutas, embora cause alterações de sabor e cor. Um grande segmento da indústria de alimentos utiliza esse tipo de produto para fabricação de polpas para sorvetes, recheios de doces e iogurtes. Embora muitas pessoas possam pensar que a polpa deve ser elaborada com frutas que não estão boas para consumo in natura, salienta-se que, para o processamento, sempre devem ser usadas frutas de qualidade para reduzir os riscos de contaminação e deterioração de alimentos, onde as amoras-pretas serão acrescentadas.

É importante ressaltar que todas as formas de processamento necessitam de passos prévios de preparo da matéria-prima, ou seja, a lavagem e a sanitização das amoras-pretas. A realização desses passos deve obedecer à seguinte ordem:

- 1) Lavar as frutas em água corrente potável para remoção das sujidades maiores (areia, terras, pedras, etc.), que nelas possam estar aderidas.
- 2) Após a lavagem, higienizá-las por meio de imersão total das frutas por 10 minutos em água clorada (20 mL de cloro em 10 L de água potável).
- 3) Retirá-las dessa imersão e lavá-las novamente em água potável corrente, para remoção do excesso de cloro.
- 4) Deixar as frutas em esteiras com ar circulante para escorrer o máximo de resíduo de água possível.

Congelamento de amora-preta

O congelamento de frutas é um dos métodos de conservação mais utilizado atualmente, uma vez que, quando bem conduzido, preserva a cor e o sabor, afetando unicamente a textura, do ponto de vista visual e olfativo. Entretanto, para algumas finalidades, ainda se pratica a conservação por aditivos químicos e, também, a pasteurização em recipientes herméticos. O congelamento pode ser realizado de duas formas: congelamento em bloco ou congelamento rápido individual (Vendruscolo; Vendruscolo, 2005).

Destaca-se que quanto mais rápido for o congelamento, menores serão os danos provocados na estrutura celular, preservando melhor a textura, o sabor e a cor das amoras-pretas. Essas frutas podem ser congeladas inteiras, na forma de polpa ou em calda, somente de açúcar ou com algum aditivo.

O congelamento (na temperatura de -20°C) da amora-preta reduziu significativamente os teores de proteínas das frutas, quando comparadas às frutas frescas e à geleia de amora, porém os manteve ao longo do tempo de armazenamento, não diferindo significativamente durante os 90 dias de condução do estudo, segundo Kawasaki et al. (2010).

Congelamento em bloco

No congelamento em blocos, após o preparo prévio das amoras-pretas, como descrito anteriormente, essas são embaladas em sacos plásticos com capacidade variada (5, 10, 15 ou 20 kg), sendo os sacos fechados (fechamento mediante termossoldagem) e colocados em caixas plásticas retangulares (para moldagem dos blocos), onde permanecem até o total congelamento. Nesse processo, devido ao peso dos blocos, as amoras-pretas liberam suco, alterando a textura e estrutura das frutas, perdendo o formato e formando uma massa contínua chamada de bloco. Somente após o congelamento total nas caixas plásticas, o bloco de frutas pode ser colocado na embalagem definitiva que consiste em uma caixa de papelão (papel cartonado) com tampas que serão mantidas na câmara de congelamento. Os sacos plásticos com as frutas não devem ser colocados diretamente na embalagem final antes do congelamento, pois o papelão (ou qualquer outra embalagem não metálica) forma uma barreira isolante significativa, provocando a redução da troca de calor e, com isso, aumenta o tempo necessário para o congelamento (Vendruscolo; Vendruscolo, 2005).

Congelamento em bloco com adição de açúcar

Esse tipo de produto pode ser o mais indicado para frutas vermelhas que apresentam teor de acidez mais elevado, como a amora-preta, pois o açúcar adicionado ajuda a “mascarar” essa acidez. Após o preparo prévio das amoras-pretas, essas são adicionadas ao açúcar, seguindo-se os mesmos passos de embalagem, fechamento e congelamento, conforme descrito para o congelamento em blocos. Como exemplos, podem ser preparados blocos tipo 4 x 1, ou seja, esse é constituído de 80 % de amora-preta + 20 % de açúcar ou, ainda, 7 x 3, constituído de 70 % de amora-preta + 30 % de açúcar. Muitas indústrias, em especial as de sorvetes e de iogurtes, podem usar esse tipo de produto e confeccionar suas próprias polpas pasteurizadas (Sinha, 2006). Salienta-se que a relação entre fruta e açúcar depende das necessidades de cada cliente e de cada uma das frutas em questão. Esse processo não é muito adequado para frutas que não apresentem teores elevados de acidez, pois pode acabar produzindo um produto final muito “doce”, pouco ácido e, assim, desprovido de sabor mais acentuado (Krolow, 2012).

Congelamento rápido individual (IQF)

Nesse processo, as amoras-pretas são congeladas individualmente, antes de embalar, podendo ser o *Individually Quick Frozen* (IQF) verdadeiro (congelador contínuo com leiteo fluidizado ou túnel com nitrogênio ou CO_2), ou IQF falso (as amoras-pretas são distribuídas umas ao lado das outras em túnel estático com ar forçado ou, ainda, em câmara de congelamento (Vendruscolo; Vendruscolo, 2005). O processo do IQF falso não é o mais recomendado, entretanto, é possível executá-lo em pequenas agroindústrias. As amoras-pretas, após o congelamento individual, são embaladas em sacos de polietileno e armazenadas em caixas de papelão, em câmaras de congelamento, permanecendo íntegros e separados, mesmo depois de colocados na embalagem. As amoras-pretas tipo IQF (verdadeiro) mantêm maior integridade da fruta, pois são formados cristais de gelo menores, provocando menos danos às paredes celulares.

Veberic et al. (2014) avaliaram o efeito do congelamento rápido e lento, e o armazenamento congelado, avaliando o conteúdo de metabólitos em seis cultivares de amora-preta, armazenadas sob congelamento a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 7 meses, sendo retiradas após esse período e imediatamente analisadas. Os autores observaram que o ultracongelamento (rápido ou lento) é uma forma apropriada de preservar metabólitos em amora-preta por, pelo menos, 7 meses de armazenamento congelado. O conteúdo da maioria dos compostos, por exemplo, as antocianinas, permaneceram constantes ou até aumentaram devido aos danos por cristais de gelo nas estruturas celulares e melhor extração, especialmente quando o congelamento lento foi aplicado. No entanto, durante o armazenamento congelado de frutas, foi registrada perda de vitamina C de até 80% junto com mudanças nos valores das cores. Portanto, a perda de vitamina C nas amoras-pretas não pode ser evitada durante o armazenamento, sendo necessário o uso rápido das frutas descongeladas para evitar mais perdas dessa vitamina (Figura 14.1).



Figura 14.1. Amora-preta congelada individualmente (A); acondicionamento em caixa para armazenamento (B); amora-preta congelada individualmente e embalada (C).

Polpa de amora-preta

Outra forma de processamento bastante utilizada são os produtos concentrados na forma de polpa (purê) pasteurizada, que pode ser adicionada ou não de alguns aditivos, tais como gomas, pectina, aromatizantes, etc.

Para esse tipo de produto, bem como nas polpas congeladas (Figura 14.2) ou pasteurizadas, geleias ou recheios de tortas, usam-se as amoras-pretas que não podem ser vendidas na forma fresca ou congelada individual, isto é, aquelas que apresentam defeito na aparência ou tamanho (muito miúdas ou partidas), sobremaduras ou ainda meio verdes. Assim como para todos os produtos de amora, são usadas as frutas que não apresentam podridão, ataque de insetos e pragas, etc.; ou seja, devem ser descartadas as frutas que estejam impróprias para consumo humano.

A polpa de amora-preta (concentrada ou não) pode ser refinada (sem a presença das sementes), não refinada (com presença de sementes) ou, ainda, metade refinada (sem sementes) e metade não refinada (com sementes), pois as sementes da amora-preta podem ser consideradas um risco físico em APPCC/BPF (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle/Boas Práticas de Fabricação), haja vista que elas têm uma textura firme e podem ocasionar, por exemplo, a quebra de um dente, no consumidor. Para isso, amoras-pretas seguem o mesmo processo de lavagem e sanitização descrito anteriormente, sendo imediatamente desintegradas em despoldadeira que, dependendo do diâmetro dos furos da malha, produzirá polpa sem ou com sementes. Após a obtenção, a polpa poderá ser embalada, imediatamente congelada e armazenada em câmara de congelamento ou

freezer, pasteurizada e armazenada em câmara de refrigeração ou, ainda, concentrada a vácuo. A polpa de amora-preta, tão logo seja descongelada, terá de ser processada imediatamente para evitar a deterioração (fermentação).

Misturando-se polpa congelada de amora-preta com agentes encapsuladores como maltodextrina, goma arábica e um *blend* com ambos os agentes, e processando-a por spray-dryer, Ferrari et al. (2012) identificaram que o uso somente da maltodextrina como agente encapsulador resultou em polpa em pó de amora-preta rica em antocianinas, com alta atividade antioxidante e boa qualidade, que pode ser usada como corante natural na produção de misturas secas, bebidas, sobremesas, geleias, gomas e outros produtos.



Figura 14.2. Polpa de amora-preta congelada e embalada para comercialização.

No processo de pasteurização da polpa, um dos métodos mais tradicionais, em indústrias de pequeno e médio porte, é o processo de pasteurização em tacho aberto, em que a polpa é colocada no tacho e adicionada de açúcar (dependendo do valor de grau Brix final solicitado pelo cliente), sendo aquecida e mantida em fervura por 15–20 minutos para eliminação de microrganismos e concentração da polpa até atingir o teor de açúcar (°Brix) solicitado (retirada de parte da água). Após esse período, a polpa é envasada assepticamente em latas e resfriada logo a seguir, para evitar a continuidade do cozimento e alteração de cor, odor e sabor. A polpa pasteurizada também pode ser envasada em sacos de polietileno, usando-se, como segunda embalagem, baldes plásticos. Essa polpa precisa ser mantida em câmara de congelamento ou câmara fria, salientando-se que, se mantida sob refrigeração, apresentará vida útil menor.

A polpa de amora-preta, quando pasteurizada e envasada em latas, tem vida útil maior (em torno de 1 a 2 anos), embora apresente redução de 38% nos teores de vitamina C e de 82% nos teores de compostos fenólicos totais, respectivamente (Araújo et al., 2006, 2007, citados por Araújo, 2009).

A conservação de polpas pelo uso de aditivos químicos também é empregada, embora a vida útil nesse caso seja menor em relação à polpa pasteurizada, fechada hermeticamente ou congelada. Geralmente, o uso de conservantes químicos, como os ácidos sórbico e benzóico ou seus derivados de sais de sódio e potássio, é feito imediatamente após o resfriamento da polpa, sendo que sua concentração no produto final não deve ser superior a 0,1% sobre o peso da polpa. Essa polpa pode ser armazenada em temperatura ambiente ou de refrigeração.

Além dos processos de obtenção de polpa pasteurizada, pode-se obter polpa concentrada, a partir da polpa in natura tratada com enzimas específicas (pectinases), para que promovam a despectinização da estrutura celular, sendo a polpa filtrada logo a seguir, para eliminar sementes, antes de iniciar a concentração, o que determina polpa de amora-preta com melhor qualidade. Para a elaboração de polpas concentradas do tipo purê (polpa com teor de sólidos solúveis totais mais alto), é usado equipamento para concentração a vácuo, ou seja, a polpa é concentrada em temperaturas em torno de 70 °C. Esse tipo de polpa apresenta coloração, sabor e odor mais similares aos da polpa in natura.

Outra forma de preparo de produtos tipo “polpa” seria o processamento das frutas adicionadas de açúcares, adoçantes, gomas, pectinas, aromatizantes, etc. Esse produto é pasteurizado e pode atingir em torno de 35 °Brix, sendo embalado e mantido em temperatura de refrigeração. Pode ser elaborado mediante especificação definida e ser adicionado diretamente em formulações de iogurtes, sorvetes, produtos de panificação, entre outros (Sinha, 2006).

Elaboração de suco de amora-preta

O suco e a polpa de fruta não devem conter a água utilizada na lavagem da matéria-prima, água de vaporização ou de outras operações tecnologicamente imprescindíveis à obtenção do suco e da polpa de fruta.

Segundo Brasil (2009):

“suco ou sumo é a bebida não fermentada, não concentrada, ressalvados alguns casos, e não diluída, destinada ao consumo, obtida da fruta madura e sã, ou parte do vegetal de origem, por processamento tecnológico adequado, submetida a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo”.

Nesse contexto, tem-se que:

- É proibida a adição de aromas e corantes artificiais.
- O suco poderá ser adicionado de açúcares (no máximo, 10% do peso em fruta), sendo então designado “adoçado”.
- Poderá ser parcialmente desidratado ou concentrado, sendo assim designado “concentrado”. Segundo a Instrução Normativa nº 49, de 2018, o suco concentrado “será submetido a processo físico para a retirada de água, suficiente para elevar em, no mínimo, 50% o teor de sólidos solúveis presentes no respectivo suco integral”.
- Suco integral implica somente o suco sem adição de açúcares e na sua concentração natural, sendo vedado o uso de tal designação para o suco reconstituído.

A fruta é transformada em polpa e tratada com enzimas pectolíticas que provocam a liberação do suco das células vegetais. Após a liquefação, é feita uma prensagem a frio. O líquido extraído pode ser centrifugado ou decantado para retirar a polpa em suspensão, sendo chamado de suco turvo. Também pode ser tratado com coadjuvantes de clarificação (agentes ou substâncias – orgânica ou mineral) adicionados e posteriormente filtrados, que têm capacidade de coagular, flocular e arrastar as partículas em suspensão, como terras diatomáceas e enzimas, que deixam o suco translúcido.

Entre os processos de concentração, pode ser usada a microfiltração a frio. Como o processo utiliza pouco calor e é retirada grande parte do material oxidável, esse tipo de suco tem excelente sabor e boa estabilidade no armazenamento (Vendruscolo; Vendruscolo, 2005).

Moura et al. (2020) avaliaram a influência do tempo de congelamento no teor dos compostos bioativos das frutas de amora-preta. Para tal, compararam o teor de compostos fenólicos, o potencial antioxidante *in vitro* e o teor de cianidina-3-glicosídeo do suco de amora-preta *in natura* e após 5, 10, 15, 20 e 30 dias de congelamento a -20 °C. Identificaram que o suco de amora-preta (*Rubus* sp.) *in natura* obteve maior resultado em relação à quantificação de polifenóis e conteúdo do marcador cianidina-3-glicosídeo, apresentando maior atividade antioxidante, quando comparado ao suco da fruta congelada, independentemente do período, diferindo estatisticamente. Os autores concluíram também que a temperatura de congelamento é fator determinante, podendo ter total influência nos resultados, por lesar as membranas celulares ou por não inibir a atividade celular do vegetal. Nesse estudo, avaliou-se as alterações nos parâmetros mensurados, sob armazenamento à temperatura constante de -20 °C. Estudos sugerem que temperaturas inferiores, como -80 °C, sejam mais eficientes para manter a estabilidade dos principais compostos fitoquímicos presentes na amora-preta, por períodos prolongados.

Durante a pasteurização do suco, ocorrem perdas relativamente baixas de antocianinas (Skrede et al., 2000; Wang; Xu, 2007 citados por Kechinski, 2011), que estudaram a temperatura para a estabilidade térmica (60 a 90 °C) e para o armazenamento (5 a 37 °C) de antocianinas em suco natural (8,9 °Brix) e suco concentrado (65 °Brix) de amora-preta, constataram que, no suco natural de amora-preta, a degradação das antocianinas ocorreu mais lentamente do que no suco concentrado.

Ahmed et al. (2021) analisaram o impacto do benzoato de sódio (SB), sorbato de potássio (PS) e ácido cítrico (CA) sobre as propriedades físico-químicas, os compostos bioativos, a atividade antioxidante e a cor de suco de amora-preta durante estocagem a 4 °C. Os autores concluíram que tanto o suco tratado com os conservantes SB e PS quanto aquele com SB, PS e CA mantiveram mais as propriedades físico-químicas (sólidos solúveis totais e acidez total titulável) e os compostos bioativos (fenóis totais) durante o armazenamento, comparativamente àqueles sucos de amora-preta não tratados com os tais conservantes. O tratamento com conservantes não evitou reduções das quantidades de antocianinas e pro-antocianidina e eliminação de radicais livres em relação à amostra não tratada. Entretanto, o suco de amora-preta tratado com benzoato de sódio, sorbato de potássio ou ácido cítrico poderia ter vida útil aumentada, por manter maior conteúdo de fenóis e a cor.

Araújo et al. (2009) prepararam néctar de amora-preta cultivar Tupy usando polpa da fruta, água mineral na proporção de 1:1 (p/p) e adição de sacarose até 13 °Brix. O objetivo foi avaliar a influência do congelamento e o potencial antioxidante durante o armazenamento do néctar por até 90 dias sobre os teores totais de compostos fenólicos e antocianinas, ácido ascórbico e a atividade antioxidante do néctar. As análises foram realizadas a cada 15 dias. Os autores concluíram que o congelamento do néctar por até 90 dias como método de conservação permite manter a estabilidade físico-química e o potencial antioxidante de néctar de amora-preta, evitando que compostos potencialmente funcionais (compostos fenólicos totais, antocianinas e ácido ascórbico) inerentes à fruta fossem altamente degradados.

Amora-preta liofilizada

Frutas liofilizadas têm sido bastante usadas para a elaboração de cereais matinais e barras de cereais, pois apresentam melhor sabor, odor e cor, além de manutenção das propriedades nutricionais e estrutura física da fruta in natura. O processo de liofilização tem sido bastante utilizado quando é preciso preservar a fruta na forma mais natural, tanto em termos de aspecto físico, sabor e odor. Na liofilização, as frutas são congeladas e desidratadas por sublimação, em que a temperatura de retirada da água, no liofilizador, não ultrapassa 20 °C. Para isso, as frutas são classificadas, lavadas, sanitizadas, retirado-se o pedúnculo (se houver), podendo ser cortadas ou permanecer inteiras.

Na liofilização, as amoras-pretas passam pelo processo de lavagem e higienização, retirado-se o excesso de água por insuflação de ar ou escoamento, sendo imediatamente congeladas a -18 °C e, posteriormente, levadas ao liofilizador onde, sob vácuo, a água sublima (a água passa do estado sólido para o gasoso sem passar pelo estado líquido). O grande inconveniente desse processo é o custo elevado e a necessidade de embalagem especial laminada, para impedir a passagem de luz, e impermeável à água, pois o produto liofilizado absorve água muito rapidamente.

Após esse processo, as frutas podem ser mantidas inteiras ou moídas e transformadas em pó, para preparo instantâneo de suco, sorvetes, entre outras funcionalidades. Normalmente, quando as frutas são cortadas antes do processo de congelamento e liofilização, podem ser usadas para compor os ingredientes de barras de cereais, por exemplo.

Amora-preta desidratada

Os produtos desidratados, assim como os liofilizados, são bastante utilizados para a elaboração de barras de cereais ou para o preparo de cereais matinais.

Para a elaboração desse produto, podem ser usadas duas técnicas: a desidratação direta ou a desidratação osmótica. A secagem pode ser feita ao sol ou em estufas com circulação de ar e temperatura controlada, sendo essas as mais indicadas, pois o produto final apresenta maior uniformidade, redução do tempo de processo, melhor qualidade, evitando que as frutas fermentem (no caso de secagem ao sol, isso pode ocorrer), bem contaminação por dejetos de pássaros, contato com insetos, ataque de roedores e contaminações ambientais. Inicialmente, as frutas devem passar pelo processo de lavagem e sanitização, conforme descrito anteriormente. Em seguida é feita a distribuição das frutas em bandejas de aço inoxidável perfuradas ou em bandejas de aço inoxidável teladas, sendo colocadas em estufa com circulação forçada de ar. A estufa deve ser regulada para temperatura entre 60-65 °C, pois temperaturas superiores provocam nas frutas a formação de uma “casca” rígida, impedindo a saída de água para a superfície externa. As frutas devem permanecer em estufa até apresentarem teor de umidade em torno de 15-20%, sendo verificado através da diferença de massa (peso) das frutas, isto é, entre o peso de entrada e o de saída. Isso é feito pesando-se as bandejas previamente secas, em que são distribuídas as frutas in natura, e as bandejas com as frutas ao final do processo. O tempo do processo de secagem é variável, dependendo do tipo de secagem (ao sol ou em estufa), do tipo da estufa de secagem e do tamanho do equipamento. Para determinar o tempo exato, há necessidade de pesagens sucessivas, após 3 a 4 horas de desidratação, até constatar o peso constante.

Para a desidratação osmótica, as frutas também devem passar pelo processo de lavagem e sanitização, com posterior imersão em calda preparada com sacarose em concentração em torno de 45 °Brix e temperatura de 50 °C. As frutas devem permanecer nessa solução por cerca de 3 horas, normalmente em uma proporção de 2 L de calda para cada quilograma de fruta. Após, as frutas são retiradas e passadas em água corrente para remoção do excesso de calda de sua superfície. São, então, dispostas em bandejas de aço inoxidável perfuradas ou teladas, sendo essas colocadas em estufa com circulação forçada de ar.

Os frutos desidratados por pressão osmótica apresentam-se mais macios e com a vantagem de perder água mais rapidamente, em relação aos frutos desidratados diretamente em estufa. O inconveniente é que o processo por pressão osmótica promove aumento dos açúcares no produto final, já que os frutos ficaram imersos em solução de sacarose.

Segundo informações transmitidas no Congresso Internacional de Tecnologia de Alimentos (Cital) em 2011, com o uso do açúcar trealose para preparar a calda da desidratação osmótica, é possível obter resultados mais satisfatórios do que o uso de sacarose, pois o processo de desidratação é mais rápido (Comunicação oral). O açúcar trealose é conhecido por ser um estabilizador de proteínas, prevenindo sua desnaturação e agregação causadas por situações de estresse em condições extremas. Apresenta sabor inerentemente suave e doce, propriedades conservantes, que mantêm a qualidade dos três nutrientes principais (carboidratos, proteínas e gorduras); alta capacidade de retenção de água, o que preserva a textura dos alimentos ao protegê-los da dessecação e congelamento; e capacidade de suprimir sabores fortes, amargos e/ou adstringentes. Esse açúcar também possui certas propriedades antioxidantes, razão pela qual é explorado em muitos setores diferentes, incluindo as indústrias farmacêutica, alimentícia e cosmética (Théa Group, 2025). Os produtos desidratados, elaborados a partir da amoreira-preta, devem ser armazenados em embalagens impermeáveis ao oxigênio e umidade, em ambiente fresco e seco, por até 1 ano.

Geleia de amoreira-preta

O preparo de geleias e doces, em geral, é uma das mais conhecidas e eficientes formas de conservação de frutas, pelo uso do calor e aumento da concentração de açúcar, o que prolonga o tempo de vida útil do produto (Krolow, 2005). Em geral, as geleias de amoras-pretas são produtos bem aceitos pelo consumidor.

Segundo a legislação brasileira (Brasil, 2005), “geleia” é o produto obtido pela concentração da polpa ou suco de fruta com quantidades adequadas de açúcar, pectina e ácido cítrico até a concentração suficiente para que ocorra a geleificação, durante o resfriamento. As geleias podem ser classificadas como do tipo “comum”, quando preparadas com 40 partes de frutas frescas ou suco e 60 partes de açúcar, e “extra”, quando preparada com 50 partes de frutas frescas ou suco e 50 partes de açúcar.

Para elaboração de geleia podem ser usadas, como matéria-prima, frutas frescas, congeladas ou mesmo a polpa. Após a mistura da polpa ou fruta com o açúcar e a pectina, o cozimento pode ser realizado em tachos abertos (sob pressão atmosférica) ou tacho a vácuo, até concentração entre 65-68 °Brix.

Para a elaboração das geleias, é aconselhável o uso de frutas com maturação ótima, pois apresentam maior concentração de pectina, melhor aroma, cor e sabor. Caso estejam muito maduras, recomenda-se fazer uma mistura com frutas menos maduras, para melhor formação do gel.

Como a amora-preta é uma fruta que apresenta muitas sementes, cuja consistência é bastante firme, o que pode desagradar alguns consumidores, a geleia de amora-preta (Figura 14.3) pode ser feita com parte de fruta e parte de suco, visando reduzir esse problema, ou ainda, com a polpa peneirada para retirada total das sementes.

Foto: Lirio José Reichert



Figura 14.3. Geleia de amora-preta embalada em pote de vidro, para comercialização.

Foi realizado estudo visando para avaliar a influência do processamento e armazenamento sobre o conteúdo de fenólicos totais (TP) e antocianinas totais (AT) nas geleias mantidas a 18 °C por 5 meses (Oancea; Călin, 2016). Para isso, amora-preta, framboesa vermelha, cereja doce e cereja silvestre foram processadas, individualmente, na forma de geleia por um método tradicional, sem adição de pectina. Concluiu-se que, independentemente da degradação dos compostos fenólicos totais e das antocianinas totais, as geleias elaboradas com pequenas frutas ainda continuam sendo boas fontes de compostos com potencial antioxidante. Segundo as autoras, apesar da diminuição do teor desses compostos antioxidantes nas geleias, esse tipo de processamento pode ser considerado um bom método de preservação, pois reteve tais compostos durante 5 meses de armazenamento. Além disso, os fabricantes de alimentos são desafiados a encontrar as condições otimizadas para a produção de geleias, sem afetar muito o nível de compostos antioxidantes.

Nachtigall et al. (2004) testaram a elaboração de uma geleia *light* de amora-preta, usando uma formulação com redução de 50% de sacarose, complementando a doçura com o edulcorante sucralose, adicionando-se pectina BTM (baixa metoxilação), com associação das gomas carragena e xantana. Durante o período de estocagem, determinou-se o teor de umidade, açúcares totais, açúcares redutores e não redutores, sólidos solúveis, pH, acidez, fluidez, valor calórico, cor, brilho, consistência, grau de doçura, presença de sabor estranho e aceitabilidade das geleias de

amora-preta. Os autores concluíram que a utilização das gomas carragena e xantana não afetou negativamente as características físicas, químicas e sensoriais da geleia, tendo contribuído para melhorar a consistência e a redução do sabor estranho das geleias *light*. A formulação com 0,5% das gomas carragena e xantana (1:1, p/p) foi a mais aceita pelos julgadores.

Considerações finais

Apesar da identificação de diversos produtos usando amora-preta, ainda se fazem necessários estudos para aperfeiçoar as técnicas e os métodos mais adequados e uso de novos aditivos permitidos para o desenvolvimento de novos e melhores produtos, com a retenção de maiores concentrações de nutrientes e compostos bioativos, visando o aproveitamento das mais diferentes cultivares lançadas.

Referências

- AHMED, S.; MIA, MD. S.; SHIPON, T. P.; KANAN, K. A.; AHMED, M. Physicochemical properties, bioactive compounds and total antioxidant activity of Blackberry (*Syzygium cumini* L.) juice retained by preservatives during storage. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 15, p. 3660-3669, 2021. DOI: 10.1007/s11694-021-00933-7.
- ARAÚJO, P. F. **Atividade antioxidante de néctar de amora-preta (*Rubus* spp.) e sua influência sobre os lipídios séricos, glicose sanguínea e peroxidação lipídica em hamsters (*Mesocricetus auratus*) hipercolesterolêmicos**. Pelotas, 2009. 122 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2009.
- ARAÚJO, P. F. de; RODRIGUES, R. da S.; MACHADO, A. R.; SANTOS, V. da S.; SILVA, J. A. Influência do congelamento sobre as características físico-químicas e o potencial antioxidante de néctar de amora-preta. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 27, n. 2, p. 199-206, jul./dez. 2009.
- BRASIL. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da União**: seção 1, n. 106, p. 20, 4 jun. 2009. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=6871&ano=2009&ato=756AzZq1UeVpWT2c9>. Acesso em: 12 jul. 2025.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Aprovar o regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial da União**: seção 1, n. 184, p. 374, 22 set. 2005. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0272_22_09_2005.html. Acesso em: 12 jun. 2025.
- FERRARI, C. C.; GERMER, S. P. M.; ALVIM, I. D.; VISSOTTO, F. Z.; AGUIRRE, J. M. de. Influence of carrier agents on the physicochemical properties of blackberry powder produced by spray drying. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, p. 1237-1245, 2012. DOI:10.1111/j.1365-2621.2012.02964.x.
- KAWASAKI, E. H.; LIMA, G. P. P.; SCAVRONI, J. Influência do processamento térmico e do armazenamento na concentração de macronutrientes da amora preta. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 22., Jaboticabal, 2010. **Resumos**.... Jaboticabal: Unesp, 2010.
- KECHINSKI, C. P. **Estudo de diferentes formas de processamento do mirtilo visando à preservação dos compostos antociânicos**. 2011. 302 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- KROLOW, A. C. R. Beneficiamento de pequenas frutas. In: GONÇALVES, E. D.; ALVARENGA, A. A. (ed.). **Pequenas frutas**: tecnologias de produção. Epamig: Belo Horizonte, v. 33, n. 268, 2012. p. 96-103.
- KROLOW, A. C. R. **Preparo artesanal de geléias e geleiadas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 29 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 138).
- MOURA, J. G. L.; PETROSKI, P. S.; LIMA, D. L. de; MOSSMANN, V.; WEIMER, P.; CASTILHOS, J. de; ZIEGLER, V.; ROSSI, R. C. Avaliação da influência do tempo de congelamento no potencial antioxidante e teor de cianidina-3-glicosídeo em frutos de amora-preta. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 15096-15113, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n3-401.

NACHTIGALL, A. M.; SOUZA, E. L. de; MALGARIM, M. B.; ZAMBIAZI, R. C. Geleias light de amora-preta. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 337-354, jul./dez. 2004.

OANCEA, S.; CĂLIN, F. Changes in Total Phenolics and Anthocyanins during Blackberry, Raspberry and Cherry Jam Processing and Storage. **Romanian Biotechnological Letters**, v. 21, n. 1, p. 11232-11237, 2016.

SINHA, N. K. Strawberries and raspberries. In: HUI, Y. H. (ed.). **Handbook of fruits and fruit processing**. Oxford: Blackwell, 2006. p. 419-431.

THÉA GROUP. **Trehalose**: what do you know about trehalose? Disponível em: <https://www.laboratoires-thea.com/en/your-eye-health/dry-eye/trehalose>. Acesso em: 29 maio 2025.

VEBERIC, R.; STAMPAR, F.; SCHMITZER, V.; CUNJA, V.; ZUPAN, A.; KORON, D.; MIKULIC-PETKOVSEK, M. Changes in the contents of anthocyanins and other compounds in blackberry fruits due to freezing and long-term frozen storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, p. 6926–6935, 2014. DOI: 10.1021/jf405143w.

VENDRUSCOLO, J.; VENDRUSCOLO, C. T. **Conservação de morango para a elaboração de produtos industrializados**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2005. 54 p. (Embrapa Clima Temperado. Sistema de Produção, 5).

Literatura recomendada

PATRAS, A.; BRUNTON, N. P.; PIEVE, S. DA; BUTLER, F. Impact of high-pressure processing on total antioxidant activity, phenolic, ascorbic acid, anthocyanin content and colour of strawberry and blackberry purées Innovative. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 10, p 308–313, 2009. DOI: 10.1016/j.ifset.2008.12.004

Capítulo 15

Composição nutricional e propriedades funcionais

Márcia Vizzotto

Renires dos Santos Teixeira

Gabriel Laquete de Barros

Ana Cristina Richter Krolow

Nubia Marilyn Lettnin Ferri

Introdução

A amora-preta (*Rubus* spp.) é amplamente reconhecida por seu sabor marcante e características nutricionais benéficas para a saúde humana. Neste capítulo, aborda-se a composição nutricional e os compostos bioativos encontrados na literatura sobre amora-preta.

Composição nutricional

Em relação à composição nutricional, a amora-preta é uma excelente fonte de nutrientes essenciais.

Água e massa seca

Estudos têm sido conduzidos para determinar o teor de água em frutas de diferentes cultivares de amoreira-preta, fornecendo informações importantes para produtores, consumidores e pesquisadores. Diferentes genótipos de amora-preta ('BRS Tupy', 'Guarani', 'Cherokee', e seleções 02/96, 07/001 e 03/001), produzidas na região Sul do Brasil, têm teor de água que varia de 85 a 90%, não variando significativamente entre si (Hirsch et al., 2012). No entanto, pode haver variação significativa do teor de água em amoras-pretas provenientes de diferentes cultivares (Hassimotto et al., 2008). Quanto ao estágio de maturação, quando se compara frutas maduras com sobremaduras, não se percebeu diferença significativa nos teores de água de ambas, que apresentaram valores de 88 e 89%, respectivamente (Schulz et al., 2019). É importante destacar que o teor de água na amora-preta contribui para a suculência e o frescor da fruta, mas também pode influenciar na sua perecibilidade, tornando necessário um adequado controle de armazenamento e transporte.

Entre as diversas características avaliadas nas cultivares de amora-preta, a massa seca da fruta é um parâmetro relevante, que reflete os componentes sólidos da fruta. Valores médios de massa seca para cultivares de amora-preta, considerando-se toda a fruta (polpa e sementes), situam-se entre 11 e 15% da massa total, sendo o restante correspondente ao teor de água (Schulz; Chin, 2019). A avaliação da massa seca nas diferentes cultivares de amora-preta é importante, não apenas para se entender a qualidade nutricional das frutas, mas também para a seleção de cultivares com características desejáveis de acordo com a finalidade (fresca ou processada), para os produtores e consumidores.

Sólidos solúveis totais, carboidratos e fibras

A análise de sólidos solúveis totais (SST) é usada para determinar a concentração de substâncias dissolvidas em uma solução, como os açúcares, os sais minerais e outros compostos solúveis. Em um estudo com sete cultivares de amoras-pretas produzidas em Minas Gerais ('Guarani', 'Brazos', 'Comanche', 'BRS Tupy', 'Cherokee', 'Caingangue' e 'Choctaw'), a variação do teor de SST foi de 4,9 ('Tupy') a 9,7 °Brix ('Cherokee') (Souza et al., 2014). Para as amoras-pretas 'BRS Tupy' e 'BRS Xavante', cultivadas na região de Pelotas, RS, não houve variação dos SST entre elas, e os valores (°Brix) foram de 9,6 e 9,9 °Brix (Souza et al., 2018). Entretanto, a variação nos SST (°Brix) nas frutas de diferentes cultivares pode ser bem ampla, de 5,5 a 16,8 °Brix (Hassimotto et al., 2008; Lee et al., 2017; Hirsch et al., 2012; Schulz; Chin, 2019; Morin et al., 2022).

Quanto à concentração de açúcares totais em amora-preta, existe uma variação entre cultivares, e os valores reportados pela literatura ficam entre 3 ('Brazos') e 6% ('Guarani') (Hassimotto et al., 2008; Souza et al., 2014). Os açúcares predominantes são a glicose e a frutose, ambas com valores entre 2 e 3%, seguidas da sacarose, com valores em torno de 0,1% (Hassimotto et al., 2008; Mikulic-Petkovsek, et al., 2012; 2017). Outros autores reportam a presença também de maltose e galactose (Reyes-Carmona et al., 2005).

As fibras alimentares são componentes importantes na dieta humana, com impacto positivo na saúde gastrointestinal e controle do peso. Dentro do grupo de pequenas frutas (a amora-preta é rica em fibras), foi reportado concentração de fibras totais em torno de 5,5% em frutas de 'Cherokee', podendo chegar a 5,7% na 'BRS Tupy' e 'Guarani', e 5,8% em seleções avançadas do programa de melhoramento genético da Embrapa (Hirsch et al., 2012). Em geral, a concentração de fibras fica entre 5 e 6% (Cosme et al., 2022; Martins et al., 2023).

Acidez total titulável, pH e ácidos orgânicos

A acidez total titulável da amora-preta pode variar de 1 a 4% e o pH de 2 a 4 (Reyes-Carmona, et al., 2005; Hassimotto et al., 2008; Hirsch et al., 2012; Souza et al., 2014; Morin et al., 2022). A composição de ácidos orgânicos nas cultivares de amora-preta é diversa, revelando a presença de uma variedade de ácidos de diferentes características e concentrações. Mikulic-Petkovsek et al. (2012) avaliaram os ácidos orgânicos em frutas de diferentes espécies do grupo *berries* e constataram que a amora-preta tem, como principal ácido orgânico, o ácido cítrico, seguido pelo ácido málico. Além disso, foi observada também a presença dos ácidos fumárico, ácido chiquímico e ácido tartárico. Adicionalmente, quando diferentes cultivares de amora-preta são comparadas, percebe-se diferença significativa quanto à concentração dos ácidos orgânicos individuais (Mikulic-Petkovsek et al., 2012), conferindo características específicas de sabor a cada genótipo.

Esses ácidos orgânicos, encontrados nas cultivares de amora-preta, contribuem para o sabor ácido característico da fruta e podem influenciar as propriedades funcionais e sensoriais. Além disso, também podem desempenhar um papel na atividade antioxidante e potenciais benefícios para a saúde associados ao consumo de amora-preta.

Proteínas e aminoácidos

No que diz respeito à composição de proteínas, a amora-preta apresenta valores modestos, em torno de 1,39% a 2,4% (Martins et al., 2023). Comparando as cultivares brasileiras entre si, os valores reportados foram entre 0,09 e 0,14% (Hirsch et al., 2012).

Lipídeos e ácidos graxos

A amora-preta não é uma fonte de gorduras, pois a fruta contém cerca de 0,1% a 1,2% de lipídios (Hirsch et al., 2012; Martins et al., 2023). Esses estudos analisaram os teores de ácidos graxos e identificaram a presença de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados, destacando-se entre eles o ácido linoleico (C18:2), o ácido linolênico (C18:3) e o ácido oleico (C18:1), que são importantes para a saúde cardiovascular.

Na análise dos ácidos graxos, entre frutas de diferentes genótipos de amoreira-preta, foram encontrados seis ácidos graxos (ácido mirístico, palmítico, esteárico, oleico, linoleico e linolênico) (Hirsch et al., 2012; Cosme et al., 2022), sendo encontrados, em maior concentração, o ácido palmítico (22-29%), oleico (13-32%) e linoleico (15-33%), com diferenças nas concentrações entre os genótipos (Hirsch et al., 2012), mostrando que a composição de ácidos graxos é fortemente influenciada pela genética (Maatta-Riihinen et al., 2014).

Cinzas, macro e microminerais

De maneira geral, a análise de cinzas indica a concentração de minerais na matéria-prima analisada. A concentração de cinzas em amoras-pretas varia de 0,24 a 0,58% (Hassimotto et al., 2008; Hirsch et al., 2012; Martins et al., 2023), sendo dependente da cultivar analisada. Alguns estudos reportam as concentrações de minerais analisadas, sendo os mais abundantes o cálcio, o magnésio, o fósforo e o potássio (Schulz; Chin, 2019), seguidos de ferro, manganês, zinco, cobre, sódio e selênio (Martins et al., 2023). É importante ressaltar que os valores de composição mineral podem variar de acordo com fatores como cultivar, local de cultivo e estágio de maturação da fruta.

Valor calórico

A amora-preta é considerada uma fruta de baixo teor calórico. O teor calórico se refere à quantidade de energia que uma porção de fruta fornece ao organismo, medida em calorias (kcal). Está intimamente relacionado com o tipo de fruta, seu ponto de maturação e sua composição, como níveis de carboidratos, proteínas e gorduras. Estudos indicam que 100 g de amora-preta fornecem de 43 a 64 kcal (Lee et al., 2017), podendo chegar até 125 kcal (Martins et al., 2023). O valor calórico está diretamente relacionado com a cultivar analisada.

Vitaminas

A amora-preta é uma excelente fonte de vitamina C, também conhecida como ácido ascórbico. A vitamina C possui propriedades antioxidantes e desempenha diversos papéis no organismo humano. As concentrações de vitamina C em amoras-pretas reportadas pela literatura variam de 7 a 10 mg/100 g de matéria seca (Schulz; Chin, 2019). Já em peso fresco, a concentração é de 1 a 12 mg/100 g (Lee et al., 2017), podendo chegar a 21 mg/100 g (Hassimotto et al., 2008; Martins et al., 2023). A vitamina C das amoras-pretas pode ser similar entre cultivares produzidas no mesmo local (Benvenuti et al., 2004) ou, em outros casos, pode ter variação significativa entre as cultivares (Hassimotto et al., 2008). Além da vitamina C, outras vitaminas foram encontradas em amora-preta, como a vitamina E (tocoferóis), vitamina K (filoquinona), tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B6, folato e colina (Martins et al., 2023).

Compostos voláteis

A amora-preta contém um perfil de compostos voláteis um tanto complexo, incluindo ácidos, álcoois, ésteres, cetonas, monoterpenos e sesquiterpenos. No entanto, estudos indicam que compostos como furaneol, linalol, hexanal, álcool benzílico, 2-heptanol e β -ionona são os voláteis que impactam o aroma dessa fruta. O perfil de aromas é similar entre cultivares, no entanto, a concentração de cada composto varia entre elas, conferindo características únicas a cada uma. (Du et al, 2010). Em geral, o conteúdo de compostos voláteis total em amora-preta varia de 1,62 a 5,6 mg/L (Gu et al., 2022; Morin et al., 2022). Em um dos estudos, com uma amostra congelada de amora-preta, os monoterpenos foram a classe mais abundante, seguida dos álcoois (Gu et al., 2022). Em outro estudo, com 16 genótipos e utilizando as frutas in natura, os aldeídos foram mais abundantes (45% do total), seguido de ésteres (18%), monoterpenos (15%), álcoois (10%), e ácidos (10%) (Morin et al., 2022).

De forma individual, Gu et al. (2022) encontraram que o volátil mais abundante foi o 2-heptanol seguido (em ordem decrescente) de ácido hexanoico, α -terpineol, 2-hexenal, Di-epi-1,10-cubenol, álcool feniletílico, 1-hexanol, linalol, β -ocimeno e d-limoneno. No estudo realizado por Morin et al. (2022), a quantidade dos voláteis em amoras-pretas, em ordem decrescente, foi: hexanal (26%), etil acetato (16%), 2-heptanol (6%), ácido octanoico (6%), pentanal (4%), 2-hexenal (4%), linalool (3%), 2-butenal-3-metil (3%), α -pinene (2%) e butanal-2-metil (1%).

Carotenoides

A amora-preta é conhecida por sua cor intensa, devido à presença de pigmentos, no entanto, os carotenoides não são os pigmentos predominantes nessa fruta. Em estudos com cultivares brasileiras de amoras-pretas, a concentração total de carotenoides variou entre 0,08 e 1,04 mg/100 g de fruta, tendo o β -caroteno como o predominante, seguido da luteína (Jacques et al, 2009; Ferreira et al., 2010; Denardin et al., 2015). O mesmo padrão foi observado em estudos realizados em outros países, sendo a concentração total de carotenoides entre 0,1 e 1,2 mg/100 g de fruta. No entanto, em alguns casos, a luteína é o carotenoide predominante, seguida do β -caroteno (Marinova; Ribarova, 2007; Wang et al., 2021).

Compostos fenólicos

A variação de compostos fenólicos totais em amora-preta é ampla e fica distribuída entre os grupos de ácidos fenólicos (0,2 a 259 mg/100 g), flavonoides (2,5 e 387 mg/100 g), e antocianinas (13 a 197 mg/100 g) (Sellappan et al., 2002). A concentração de compostos fenólicos totais varia entre 140 e 960 mg do equivalente ácido gálico/100 g de fruta fresca (Robinson et al., 2020).

A composição química das amoras-pretas pode variar de acordo com a cultivar, o ambiente de cultivo, o manejo adotado no pomar e com os estágios de maturação. Em cultivares brasileiras, estudos relatam concentrações de compostos fenólicos com valores médios variando de 100 a 500 mg/100 g de fruta fresca (Benvenuti et al., 2004; Hassimotto et al., 2008; Vizzotto et al., 2012).

Na identificação dos compostos fenólicos na amora-preta, foram encontrados ácidos fenólicos como o gálico (e ésteres de galoi), o hidroxibenzoico, o cafeico, o cumárico (e glicosídeos de cumarol), o ferúlico e o elágico e seus derivados. Além disso, foram encontrados os flavonoides como a catequina, a epicatequina, a miricetina e seus glicosídeos (miricetina-3-galactosídeo, miricetina-3-glicosídeo), a quercetina e seus glicosídeos (quercetina-3-galactosídeo, quercetina-3-glucuronídeo, quercetin-3-glicosídeo, quercetin-3-rutinosídeo ou rutina, quercetina-3-raminosídeo) e o

kaempferol e seus glicosídeos (Kaempferol-gacetilgalactosídeo, Kaempferol-glicosídeo) (Sellappan et al., 2002; Dai et al., 2007; Kaume et al., 2012; Skrovankova et al., 2015; González-Sarriás et al., 2017).

Antocianinas

As antocianinas da amora-preta variam quanto à concentração, de acordo com diversos fatores, em geral com valores entre 13 mg equivalente de cianidina-3-glicosídeo/100 g peso fresco em frutas ainda verdes para 317 mg/100 g peso fresco em frutas sobremaduras (Sellappan et al., 2002; Siriwoharn, et al., 2004). Em duas cultivares, 'Ningzhi 1' e 'Hull', as antocianinas totais foram avaliadas durante os estádios de maturação: fruta verde, mudança de cor, vermelho e completamente maduro. A concentração de antocianinas aumenta gradualmente com o avanço do estágio de maturação. Além disso, a amora-preta da cultivar Ningzhi 1 apresenta a maior concentração desses compostos, comparativamente à cultivar Hull (Li et al., 2022). Mesmo em frutas completamente maduras, as concentrações de antocianinas podem variar de acordo com a cultivar, a localização geográfica e o manejo das plantas. A variação na concentração de antocianinas, em diferentes cultivares, foi reportada entre 70 e 235 mg do equivalente em cianidina-3-glicosídeo/100 g de frutas fresca (Benvenuti et al., 2004; Hassimotto et al., 2008; Robinson et al., 2020; Morin et al., 2022).

As antocianinas já reportadas em amoras-pretas consistem em cianidina-3-glicosídeo (em torno de 80% do total de antocianinas) (Serraino et al., 2003; Hassimotto et al., 2008; Chaves et al., 2018; Paun et al., 2022), cianidina-3-arabinosídeo, cianidina-3-galactosídeo, cianidina-3-xilosídeo, cianidina-3-rutinosídeo, cianidina-dioxaloil-glicosídeo, cianidina-malonoil-glicosídeo, delphinidina-3-xilosídeo, peonidina-3-glicosídeo, pelargonidina-3-glicosídeo, malvidina-3-glicosídeo e malvidina-acetilglicosídeo (Fan-Chiang; Wrolstad, 2005; Reyes-Carmona et al., 2005; Seeram et al., 2006; Skrovankova et al., 2015; Paun et al., 2022). Tendo como base os valores encontrados na literatura sobre antocianinas e a grande variação entre os diferentes genótipos ou cultivares, existe potencial na produção de amora-preta visando a sua utilização como corante natural nas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica.

Benefícios à saúde humana

Vários metabólitos secundários da amoreira-preta, sobretudo alguns flavonoides, como as antocianinas, os flavonóis, os taninos e os diferentes ácidos fenólicos, são os principais responsáveis pelas ações benéficas dessa fruta para a saúde humana (González et al., 2013).

Atividade antioxidante

A ação antioxidante da amora-preta vem sendo estudada desde longa data e, nos últimos anos, estudos mais complexos, sendo *in vitro* ou *in vivo*, utilizando modelos animais, estão em evidência (Azofeifa et al., 2016; Ding et al., 2006; Gowd, et al., 2018; Moraes et al., 2020).

Estudo sobre a atividade antioxidante da amora-preta, frente aos danos oxidativos, foi realizado *in vitro* em uma linhagem hepatocelular (HepG2). Após simulação da digestão gastrointestinal e fermentação pela microbiota intestinal, os metabólitos resultantes da amora-preta melhoraram os níveis elevados de glicose e de espécies reativas do oxigênio (ROS) em células HepG2, demonstrando que a atividade diabética se dá por meio do potencial antioxidante da amora-preta (Gowd, et al., 2018).

Em modelos animais, avaliando-se o efeito da produção de espécies reativas de oxigênio em uma linhagem selvagem de *Caenorhabditis elegans* strain N2 (var. Bristol), por meio da oxidação induzida por diacetato de 2,7-diclorodihidrofluoresceína (H2DCF-DA), as quais foram submetidas a tratamentos com extratos de amora-preta das cultivares Tupy, Guarani, Xavante e BRS Xingu, verificou-se redução de 34 a 48% na produção de ROS das larvas, dependendo da cultivar de amora-preta utilizada (Moraes et al., 2020).

Em um estudo que utilizou ratos do gênero *Rattus* como modelo animal, animais com diabetes induzido por estreptozotocina, suplementados por 40 dias com bebida de amora-preta em duas concentrações (12,5 e 25%), mostraram que, na concentração mais elevada (25%), houve redução significativa da glicose (-48,6%), triacilgliceróis (-43,5%) e colesterol (-28,6%), além de melhora da capacidade antioxidante plasmática. O suco na concentração de 25% reduziu os níveis de peroxidação lipídica no plasma (-19%) e no rim (-23%) (Azofeifa et al., 2016). A alta atividade antioxidante de frutas de cultivares de amoreira-preta também pode estar relacionada a outros benefícios, como a ação anti-inflamatória.

Em linhagem de câncer de mama murina JB6, a cianidina-3-glicosídeo purificada da amora-preta foi capaz de eliminar completamente os radicais $\cdot\text{OH}$ e $\text{O}_2^{\cdot-}$ induzidos por raios ultravioleta B (UVB) em concentrações de 20 e 40 μM , respectivamente (Ding et al., 2006).

Atividade anti-inflamatória

A atividade anti-inflamatória, usando extratos da amora-preta, tem sido estudada intensivamente por diversos autores. Em geral, esses estudos incluem avaliação da inibição de enzimas pró-inflamatórias como as ciclooxigenases (COX-1 e COX-2) e/ou avaliação da redução da atividade de citocinas pró-inflamatórias como as interleucinas-IL (IL-1, IL-6, IL-8, IL-12), o Fator de Necrose Tumoral alfa (TNF- α) e o Fator de Crescimento Endotelial Vascular (VEGF) (Dai et al., 2007; Gil-Martínez et al., 2023).

A capacidade antioxidante e as propriedades anti-inflamatórias de três cultivares de amora-preta ('Jumbo', 'Black Satin' e 'Dirksen') foram estudadas in vitro em um modelo de macrófago murino RAW 264.7 estimulado por LPS (lipopolissacarídeo). Os extratos das cultivares 'Jumbo' e 'Black Satin' reduziram em 30% a expressão dos genes Cox-2 e IL-6, em comparação com o controle, sugerindo que extratos dessas cultivares podem desempenhar papel importante na manutenção da saúde, reduzindo o estresse oxidativo e propiciando atividade anti-inflamatória (Van de Velde et al., 2016).

O ácido elágico tem sido atribuído como um agente anti-inflamatório que atua em vários mediadores inflamatórios. Além disso, derivados da quercetina, ou seja, rutina, hiperosídeo e isoquercetina, apresentam propriedades semelhantes. O hiperosídeo é anti-inflamatório capaz de inibir o edema induzido pelo ácido araquidônico e o edema induzido pelo óleo de cróton. Também inibe as enzimas COX-2 e hialuronidase e suprime a produção de IL-6, TNF e NO (óxido nítrico) nos macrófagos peritoneais de camundongos estimulados com LPS. Além disso, estudos in vitro e in vivo usando vários tecidos confirmam os efeitos anti-inflamatórios da epicatequina, reduzindo a ativação da via de sinalização do NF- κB (Paczkowska-Walendowska et al., 2021; Gil-Martínez et al., 2023).

A exposição da pele à radiação solar ultravioleta do tipo B (UVB) pode provocar estresse oxidativo e inflamação, induzindo o câncer de pele. Estudos in vivo, utilizando camundongos (*Mus* sp.) SKH-1, foram conduzidos, nos quais os animais foram expostos à radiação por um período determinado, e o extrato de amora-preta foi aplicado topicamente no dia anterior às exposições. Os

resultados mostraram que o extrato de amora-preta suprimiu a hiperplasia induzida pela exposição aos raios UVB. Da mesma forma, o extrato reduziu o nível de citocinas pró-inflamatórias (IL-6 e TNF- α) e de mediadores inflamatórios como a enzima COX-2 e a prostaglandina E2 (PGE2). Além disso, o extrato demonstrou ação antioxidante, comprovada por diferentes mecanismos e rotas de sinalizações. Os autores indicam que o extrato de amora-preta protege do dano oxidativo e da inflamação induzidos por UVB, mostrando efeito protetor contra o câncer de pele (Divya et al., 2015).

Em outro estudo in vivo, utilizando camundongos (*Mus sp.*) como modelo, o tratamento com antocianina purificada de amora-preta inibiu a transativação de NF-B e AP-1 e expressão de COX-2 e TNF, reduzindo a incidência de câncer induzido por UVB (Ding et al., 2006).

Efeito antimicrobiano

O extrato de amora-preta tem efeito bactericida sobre diferentes espécies de bactérias como *Porphyromonas gingivalis*, *Fusobacterium nucleatum* e *Streptococcus mutans*, nas quais a quantidade entre 350 a 1400 $\mu\text{g/mL}$ de extrato antocianico de amora-preta foi capaz de reduzir a atividade metabólica desses microrganismos (González et al., 2013). Essas bactérias são responsáveis por doenças periodontais, caracterizada por uma mudança nas espécies microbianas no sulco gengival de microrganismos gram-positivos, facultativos e fermentativos para predominantemente gram-negativos, anaeróbios, quimio-organotróficos e microrganismos proteolíticos (Dubey; Mittal, 2020). Além disso, a amora-preta, em combinação com *Lactobacillus casei*, é eficaz na redução da colonização de *Campylobacter*, uma bactéria causadora da campilobacteriose, uma infecção gastrointestinal que pode afetar tanto aves, como galinhas (*Gallus gallus domesticus*), quanto seres humanos. Esse efeito pode estar relacionado à alteração da microbiota natural do trato digestivo das galinhas (Tabashsum et al., 2023).

Atividade anticarcinogênica (antimutagênese, antiproliferativa, antitelomerase, antitumoral, antimetástase)

As mutações celulares desempenham um papel importante na iniciação e progressão do câncer em humanos. Amoras-pretas das cultivares 'Navajo', 'Kiowa', 'Hull', 'Chester', 'Arapaho', 'Chickasaw', 'Choctaw' e 'Triple Crown', cultivadas nas mesmas condições ambientais de campo, foram testadas quanto às suas capacidades de inibir mutagênese in vitro, utilizando-se como modelo de estudo *Salmonella typhimurium* (cepa TA100). As oito cultivares suprimiram mutações induzidas por 2AA (2-amino antraceno), no entanto, o efeito foi limitado na supressão da mutagênese induzida por MMS (metil metanossulfonato) (Tate et al., 2003). Já quando a mutagênese foi induzida por UVC (raio ultravioleta C) apenas duas cultivares, 'Chester' e 'Navajo', foram eficientes na supressão da mutagênese, sugerindo que algumas cultivares de amora-preta contêm substâncias específicas que podem inibir o dano ao DNA (Tate et al., 2006), sendo que isso é dependente do agente causal do dano.

O câncer colorretal, também conhecido como câncer de cólon ou câncer de reto, é um dos tipos de câncer mais comuns em humanos em todo o mundo. Existem diversas linhagens celulares utilizadas como modelos para câncer de cólon, tais como: HT-29, Caco-2, SW-837, T-84, LoVo, HCT-116, dentre outras. Essas células são cultivadas em laboratório para fornecer modelos de estudos para várias aplicações de pesquisa, e o uso de uma ou outra depende do objetivo de cada estudo (Morgan et al., 2023; Pereira et al., 2016).

Os extratos de amora-preta vêm sendo amplamente estudados em modelos de câncer colorretal, como na linhagem de células HT-29 [IC₅₀: 64,6 µg de extrato por mililitro (Seeram et al., 2006); IC₅₀: de 506 a 931 µg de extrato por mililitro (Jazic et al., 2019); IC₅₀: 96 µL de suco por mililitro (Tatar et al., 2019)], na linhagem HCT-116 [IC₅₀: 65 µg de extrato por mililitro (Seeram et al., 2006); IC₅₀: 58 µL de suco por mililitro (Tatar et al., 2019)], e nas linhagens LS-180 [IC₅₀: 72 µL de suco por mililitro], SW-1116 [IC₅₀: 76 µL de suco por mililitro], SW-480 [IC₅₀: 47 µL de suco por mililitro], e SW-742 [IC₅₀: 82 µL de suco por mililitro] (Tatar et al., 2019).

O efeito protetor da amora-preta sobre a indução ao câncer por carbamato de etila (CE) foi observado em células Caco-2. A amora-preta atenuou notavelmente a toxicidade induzida pelo CE, por meio da restauração da função mitocondrial, inibindo a depleção de glutatona e diminuindo a superprodução intracelular de espécies reativas do oxigênio (ROS). Além disso, esse efeito pode estar relacionado ao aumento da concentração de duas antocianinas (cianidina-3-glicosídeo e cianidina-3-dioxaliglicosídeo) durante o processo digestivo (Chen et al., 2016).

Outros modelos de linhagens celulares cancerígenas também vêm sendo estudadas, como é o caso do câncer de mama, linhagem MCF-7 (IC₅₀: 306,68 µg/mL), câncer de colo do útero, linhagem HeLa (IC₅₀: 315,49 µg/mL) (Jazic et al., 2019), linhagem de hepatoma humano HepG2 (IC₅₀: 73.04 µL de suco de amora-preta por mililitro) (Moghadam et al., 2022),

A telomerase é uma atividade decorrente em seres humanos e seus altos índices proporcionam a indução de células tumorais. Foi demonstrado que mais de 90% dos seres humanos com problemas de câncer possuem altos índices de telomerase (Yuan et al., 2019). A inibição ou redução da telomerase é uma estratégia potencial para maximizar a terapia do câncer. Nesse sentido, o suco de amora-preta já foi comprovado com potencial ação antitelomerase contra diversas células de câncer colorretal humano, como HCT-116, HT-29/219, LS-180, SW-1116, SW-480 e SW-742 (Tatar et al., 2019). A atividade da telomerase, nas células das linhagens estudadas incubadas com a concentração IC₅₀ do suco da amora-preta por 72 horas, diminuiu entre 43,23 e 62,5%, indicando que a inibição da telomerase é um mecanismo-chave pelo qual a amora-preta exerce seus efeitos anticancerígenos, nas células de câncer colorretal (Tatar et al., 2019).

Mais recentemente, um estudo foi desenvolvido por Moghadam et al. (2022), comparando os efeitos antitelomerase do suco de amora-preta e de compostos isolados como resveratrol, ácido gálico e antocianinas, usando como modelo uma linhagem de hepatoma humano HepG2 e outra de células mononucleares normais do sangue humano (PBMCs). Nesse estudo foi observado que o tratamento de Células HepG2 com suco de amora-preta desencadeou a fragmentação do DNA nucleossômico, que é um marcador de morte celular programada (apoptose), além de inibir a atividade da telomerase.

Estudo demonstrando o efeito epigenético do extrato de amora-preta em células cancerígenas foi desenvolvido. Em linhagens colorretais (Células HCT116, SW480, HT29/219, SW742 e LS180) se observou que a amora-preta influenciou na expressão gênica (reduzindo transcritos), na diferenciação celular (aumentando a expressão de marcadores de diferenciação celular) e na metilação (induzindo a desmetilação) do DNA promotor de genes de células tumorais (Tatar et al., 2022).

Os compostos voláteis da amora-preta também têm ação de promoção da saúde. Um estudo realizado com compostos voláteis de framboesas, mirtilos e amoras-pretas, utilizando como modelo experimental as células de câncer de pulmão A549, demonstra que os voláteis inibem a proliferação celular, induzindo as células a apoptose (morte celular), mediante mecanismos como modulação de proteínas e ativação de enzimas caspases (Gu et al., 2022).

Estudo in vivo foi publicado com base em extratos de amora-preta. Existem diversos modelos animais utilizados nesses estudos, como larvas, insetos e mamíferos. Em um estudo in vivo, utilizando camundongos como modelo, o tratamento com antocianina diminuiu o número de tumores de pele não malignos e malignos (tumores induzidos quimicamente) utilizando mecanismos antioxidantes e anti-inflamatórios (Ding et al., 2006). Além disso, estudo em camundongos sem pelo (Crl: NU-Foxn1^{nu}) com células de carcinoma pulmonar humano, A549 injetadas subcutaneamente para posterior desenvolvimento do tumor e tratados com cianidina-3-glicosídeo, mostraram a capacidade desse composto bioativo em reduzir o tamanho dos tumores A549 desenvolvidos, além de inibir significativamente a ocorrência de metástase nos animais, por meio da inibição da migração e invasão de células tumorais A549 (Ding et al., 2006).

Em um modelo animal usando a *Drosophila melanogaster* (linhagem mutante wts e mwh), os resultados mostraram que a polpa de amora-preta a 100%, ou mesmo diluída em 50% de água, diminui a frequência de tumores epiteliais induzidos (Magalhães et al., 2017).

A atividade protetiva do consumo de suco de pequenas frutas (um mix de uva, amora-preta, cereja, groselha e *chokeberry*) foi avaliada em uma população humana saudável (Weisel et al., 2006) e em um grupo de pacientes fazendo hemodiálise (Spormann et al., 2008). Em ambos estudos, o efeito protetor observado pode ser resultado da ação antioxidante direta do suco (mix de frutas), ou de forma indireta, pela modulação da glutathiona.

De forma geral, o efeito anticâncer da amora-preta está relacionado com diferentes mecanismos de ação, onde se destacam a paralisação do ciclo celular, a diferenciação celular, a apoptose e a inibição da angiogênese, das respostas inflamatórias e das vias de sinalização celular. Entretanto, apesar dos efeitos antitumorais relacionados, pesquisas mais aprofundadas precisam ser realizadas. Isso não descarta a possibilidade de um efeito preventivo com a ingestão de amora-preta. Estudo recente mostrou que a microbiota intestinal humana pode modificar a estrutura das moléculas bioativas, resultando em alto desempenho antitumoral in situ, dependendo da quantidade ingerida, da fonte do extrato, da concentração do elemento ativo, dentre outros fatores (Gil-Martínez et al., 2023).

Antidiabético

Diabetes mellitus é um distúrbio metabólico que afeta seres humanos e outros mamíferos, resultante de um defeito na secreção de insulina. Esse distúrbio, causado por múltiplos fatores genéticos e ambientais, é caracterizado por hiperglicemia e afeta vários órgãos em humanos, causando complicações importantes (Soltaninejad et al., 2021). Atualmente, a abordagem mais comum no tratamento do diabetes tipo 2 é reduzir a hiperglicemia pós-nutrição, inibindo as principais enzimas digestivas que são a α -glucosidase e a α -amilase. O extrato da amora-preta tem capacidade de inibir a enzima α -glucosidase (Akyüz, 2022).

A capacidade de inibir enzimas do sistema digestivo é dependente da cultivar analisada. Em um estudo com frutas de 13 cultivares de amoreira-preta, foi constatado que as cultivares 'Natchez', 'A2215', 'Navaho', 'Ouachita' e 'Chickasaw' apresentaram alta atividade inibitória de α -glucosidase, enquanto as cultivares 'A2195', 'APF27', 'Ouachita' e 'Navaho' apresentaram maior atividade inibitória da enzima α -amilase (Sarkar et al., 2016).

Em estudo in vitro, a suplementação de amora-preta em humanos provoca aumento no consumo da glicose e a atividade antidiabética pode estar relacionada com a atividade antioxidante da fruta (Gowd et al., 2018). Outra linha de pensamento é que as antocianinas, encontradas nos extratos

de amora-preta, têm efeito modulador sobre a microbiota intestinal, enriquecendo as bactérias benéficas e inibindo as bactérias potencialmente prejudiciais (Chen et al., 2022). Para colaborar com essa linha, foram isoladas 85 bactérias ácido-láticas em amostras de amora-preta, figo e *Opuntia* spp., todas bactérias pertencentes aos gêneros *Lactobacillus* e *Leuconostoc*. Dez cepas (nove *Lactobacillus plantarum* e um *Lactobacillus paracasei*), capazes de crescer em ambiente mimetizando o trato gastrointestinal, não apresentaram efeitos adversos, e todas exibiram importante efeito de hipocolesterolemia in vitro, em que a intensidade do efeito foi dependente da cepa testada (Barache et al., 2020).

Antiobesidade

O consumo da amora-preta inibiu o ganho de peso corporal em 40,5% de camundongos (*Mus* sp.) tratados, além de reduzir os níveis lipídicos (séricos e hepáticos) e aumentar a atividade de enzimas hepáticas (superóxido dismutase e glutathione peroxidase). Além disso, o extrato de amora-preta aumentou os níveis fecais de acetato e butirato, reduziu o estresse oxidativo e acelerou o gasto energético (Wu et al. 2018).

Em um estudo randomizado e controlado, voluntários (homens) com sobrepeso ou obesos foram avaliados. Os indivíduos foram alimentados com uma dieta animal rica em gordura (40% de energia proveniente de gordura), que continha 600 g por dia de amora-preta (equivalente a 1.500 mg de flavonoides por dia) ou uma quantidade correspondente de gelatina em calorias e carboidratos. O tratamento com amora-preta aumentou a oxidação de gordura e induziu melhora da sensibilidade à insulina em homens com sobrepeso ou obesos, alimentados com uma dieta rica em gordura (Solverson et al., 2018). Esse estudo demonstra os efeitos antiobesidade, anteriormente observados somente em modelos de roedores (Solverson et al., 2018).

Neuroprotetiva

Relatos científicos demonstram que o aumento da esperança de vida torna a saúde humana um grande benefício, devido ao incremento do processo oxidativo proporcionado pelas rotas metabólicas, principalmente em idades mais avançadas, o que condiciona a propensão de doenças como Alzheimer e outros tipos de demência, denominadas neurodegenerativas (Moura et al., 2021). As vias de prevenção e tratamento mais conhecidas para essas enfermidades são tratar as deficiências físicas, cognitivas, emocionais e sociais relacionadas ao progresso da neurodegeneração. Nesse contexto, destacam-se os inibidores naturais da acetilcolinesterase (AChE) e da butirilcolinesterase (BChE) (Majolo et al., 2021). Os extratos de amora-preta se mostraram altamente eficientes na inibição da colinesterase, em concentrações mais elevadas, comparativamente aos inibidores comerciais (neostigmina e galantamina) (Akyüz, 2022).

Prevenção a doenças cardiovasculares

Diversos são os fatores de risco para doenças cardiovasculares, sendo eles o diabetes, níveis altos de colesterol LDL, inflamações, estresse oxidativo e envelhecimento celular (senescência), os quais têm sido associados à aceleração da aterosclerose em modelos animais (Wang; Bennett, 2012). Em um estudo in vivo utilizando como modelo animal camundongos femininos, incluindo os machos e fêmeas, foi avaliado o efeito da suplementação com 2% de amora-preta liofilizada, em dietas com diferentes teores de gorduras. Os autores, ao analisarem a aorta dos animais, verificaram que a dieta suplementada com amora-preta diminuiu significativamente o acúmulo de placa e também a senescência nos camundongos machos, sem ter efeito nas fêmeas (Serino et al., 2020).

No trabalho in vivo, desenvolvido por Röhl (2022), concluiu-se que o extrato aquoso de folhas de amoreira-preta foi capaz de reduzir o colesterol LDL, resultado com efeito comparativo à lovastatina (medicamento). O extrato melhorou a função hepática e o colesterol HDL. Essas descobertas tornam cada vez mais inquestionável o papel do extrato da fruta amora-preta na saúde humana, motivando estudos em outras estruturas da planta, cultivar e condições de cultivo, de forma a tornar seus compostos cada vez mais concentrados.

Considerações finais

A amora-preta destaca-se como uma fruta de elevado valor nutricional e funcional, reunindo características físico-químicas e bioativas que a tornam um importante alimento para a promoção da saúde. Sua composição rica em compostos fenólicos, como antocianinas e flavonoides, confere à fruta propriedades antioxidantes significativas, que desempenham papel essencial na neutralização de radicais livres e na prevenção de danos oxidativos em células e tecidos.

Além de sua notável atividade antioxidante, estudos têm demonstrado os benefícios da amora-preta em diversas condições metabólicas e inflamatórias, incluindo o potencial de reduzir o risco de doenças crônicas, como diabetes, doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer. Esses efeitos são atribuídos, em grande parte, à ação sinérgica dos compostos bioativos presentes na fruta, os quais modulam vias celulares relacionadas ao estresse oxidativo, inflamação e metabolismo lipídico.

As propriedades bioativas e os atributos físico-químicos da amora-preta a colocam em destaque no cenário de alimentos funcionais e nutracêuticos. No entanto, estudos futuros são essenciais para aprofundar o entendimento sobre os mecanismos moleculares de seus compostos bioativos, bem como sobre o impacto de diferentes fatores, como cultivo, processamento e armazenamento, em suas propriedades benéficas. Assim, a amora-preta continua a se consolidar como uma aliada promissora na promoção de saúde e bem-estar, contribuindo para dietas mais equilibradas e funcionais.

Referências

- AKYÜZ, M. The determination of antidiabetic, anticholinesterase and antioxidant properties of ethanol and water extracts of blackberry (*Rubus fruticosus* L.) fruits at different maturity stages. **South African Journal of Botany**, v. 151, p. 1035-1048, nov. 2022. DOI: 10.1016/j.sajb.2022.11.012.
- AZOFEIFA, G.; QUESADA, S.; NAVARRO, L.; HIDALGO, O.; PORTET, K.; PÉREZ, A. M.; VAILLANT, F.; POUCHERET, P.; MICHEL, A. Hypoglycaemic, hypolipidaemic and antioxidant effects of blackberry beverage consumption in streptozotocin-induced diabetic rats. **Journal of Functional Foods**, v. 26, p. 330–337, ago. 2016. DOI: 10.1016/J.JFF.2016.08.007.
- BARACHE, N.; LADJOUZI, R.; BELGUESMIA, Y.; BENDALI, F.; DRIDER, D. Abundance of *Lactobacillus plantarum* strains with beneficial attributes in blackberries (*Rubus* sp.), fresh figs (*Ficus carica*), and prickly pears (*Opuntia ficus-indica*) grown and harvested in Algeria. **Probiotics and Antimicrobial Proteins**, v. 12, p. 1514-1523, jan. 2020. DOI: 10.1007/s12602-020-09632-z.
- BENVENUTI, S.; PELLATI, F.; MELEGARI, M.; BERTELLI, D. Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of *Rubus*, *Ribes*, and *Aronia*. **Journal of Food Science**, v. 69, n. 3, p. 164-179, mar. 2004.
- CHAVES, V. C.; BOFF, L.; VIZZOTTO, M.; CALVETE, E.; REGINATTO, F. H.; SIMÕES, C. M. O. Berries grown in Brazil: anthocyanin profiles and biological properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, p. 4331–4338, abr. 2018. DOI: 10.1002/jsfa.8959.
- CHEN, J.; SHU, Y.; CHEN, Y.; GE, Z.; ZHANG, C.; CAO, J.; LI, X.; WANG, Y.; SUN, C. Evaluation of antioxidant capacity and gut microbiota modulatory effects of different kinds of berries. **Antioxidants**, v. 11, e1020, mai. 2022. DOI: 10.3390/antiox11051020.

- COSME, F.; PINTO, T.; AIRES, A.; MORAIS, M. C.; BACELAR, E.; ANJOS, R.; FERREIRA-CARDOSO, J.; OLIVEIRA, I.; VILELA, A.; GONÇALVES, B. Red fruits composition and their health benefits—a review. **Foods**, v. 11, p. 644, fev. 2022. DOI: 10.3390/foods11050644.
- DAI, J.; PATEL, J. D.; MUMPER, R. J. Characterization of blackberry extract and its antiproliferative and anti-inflammatory properties. **Journal of Medicinal Food**, v. 10, n. 2, p. 258–265, jul. 2007. DOI: 10.1089/jmf.2006.238.
- DENARDIN, C. C.; HIRSCH, G. E.; ROCHA, R. F. DA.; VIZZOTTO, M.; HENRIQUES, A. T. H.; MOREIRA, J. C. F.; GUMA, F. T. C. R.; EMANUELLI, T. Antioxidant capacity and bioactive compounds of four Brazilian native fruits. **Journal of food and drug analysis**, v. 23, p. 387–398, mar. 2015. DOI: 10.1016/j.jfda.2015.01.006.
- DING, M.; FENG, R.; WANG, S. Y.; BOWMAN, L.; LU, Y.; QIAN, Y.; CASTRANOVA, V.; JIANG, B. H.; SHI, X. Cyanidin-3-glucoside, a natural product derived from blackberry, exhibits chemopreventive and chemotherapeutic activity. **Journal of Biological Chemistry**, Maryland, v. 281, n. 25, p. 17359–17368, jun. 2006. DOI: 10.1074/jbc.M600861200.
- DIVYA, S. P.; WANG, X.; PRATHEESHKUMAR, P.; SON, Y. O.; ROY, R. V.; KIM, D.; DAI, J.; HITRON, J. A.; WANG, L.; ASHA, P.; SHI, X.; ZHANG, Z. Blackberry extract inhibits UVB-induced oxidative damage and inflammation through MAP kinases and NF- κ B signaling pathways in SKH-1 mice skin. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 284, n. 1, p. 92–99, fev. 2015. DOI: 10.1016/J.TAAP.2015.02.003.
- DU, X.; FINN, C. E.; QIAN, M. C. Volatile composition and odour-activity value of thornless ‘Black Diamond’ and ‘Marion’ blackberries. **Food Chemistry**, v. 119, p. 1127–1134, 2010. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.08.024.
- DUBEY, P.; MITTAL, N. Periodontal diseases- A brief review. **International Journal of Oral Health Dentistry**, v. 6, n. 3, p. 177–187, out. 2020. DOI: 10.18231/j.ijohd.2020.038
- FAN-CHIANG, H. J.; WROLSTAD, R. E. Anthocyanin pigment composition of blackberries. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 3, p. 198–202, mar. 2005.
- FERREIRA, D. S.; DE ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. Compostos bioativos presentes em amora-preta (*Rubus* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 664–674, set. 2010.
- GIL-MARTÍNEZ, L.; MUT-SALUD, N.; RUIZ-GARCÍA, J. A.; FALCÓN-PIÑEIRO, A.; MAJÓ-FERRÉ, M.; BAÑOS, A.; DE LA TORRE-RAMÍREZ, J. M.; GUILLAMÓN, E.; VERARDO, V.; GÓMEZ-CARAVACA, A. M. Phytochemicals determination, and antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory and anticancer activities of blackberry fruits. **Foods**, v. 12, p. e1505, abr. 2023. DOI: 10.3390/foods12071505.
- GONZÁLEZ, O. A.; ESCAMILLA, C.; DANAHER, R. J.; DAI, J.; EBERSOLE, J. L.; MUMPER, R. J.; MILLER, C. S. Antibacterial effects of blackberry extract target periodontopathogens, **Journal of Periodontal Research**, v. 48, n. 1, p. 80–86, jun. 2013. DOI: 10.1111/j.1600-0765.2012.01506.x.
- GONZÁLEZ-SARRÍAS, A.; ESPÍN, J. C.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A. Non-extractable polyphenols produce gut microbiota metabolites that persist in circulation and show anti-inflammatory and free radical-scavenging effects. **Trends in Food Science & Technology**, v. 69, p. 281–288, jul. 2017. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.07.010.
- GOWD, V.; BAO, T.; WANG, L.; HUANG, Y.; CHEN, S.; ZHENG, X.; CUI, S.; CHEN, W. Antioxidant and antidiabetic activity of blackberry after gastrointestinal digestion and human gut microbiota fermentation. **Food Chemistry**, v. 269, p. 618–627, jul. 2018. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.07.020.
- GU, I.; BROWNMILLER, C.; HOWARD, L.; LEE, S.-O. Chemical composition of volatile extracts from black raspberries, blueberries, and blackberries and their antiproliferative effect on A549 Non-Small-Cell lung cancer cells. **Life**, v. 12, p. e2056, dez. 2022. DOI: 10.3390/life12122056.
- HASSIMOTTO, N. M. A.; MOTA, R. V. da.; CORDENUNSI, B. R.; LAJOLO, F. M. Caracterização físico-química e de compostos bioativos em amora-preta (*Rubus* sp.) cultivada no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 702–708, 2008.
- HIRSCH, G. E.; FACCO, E. M. P.; RODRIGUES, D. B.; VIZZOTTO, M.; EMANUELLI, T. Caracterização físico-química de variedades de amora-preta da região sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 942–947, mai. 2012.
- JACQUES, A. C.; PERTUZATTI, P. B.; BARCIA, M. T.; ZAMBIAZI, R. C. Nota científica: compostos bioativos em pequenas frutas cultivadas na região sul do Estado do Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 2, p. 123–127, jul. 2009. DOI: 10.4260/BJFT20094608.

- JAZIĆ, M.; KUKRIĆ, Z.; VULIĆ, J.; ČETOJEVIĆ-SIMIN D. Polyphenolic composition, antioxidant and antiproliferative effects of wild and cultivated blackberries (*Rubus fruticosus* L.) pomace. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 54, p. 194–201, 2019. DOI: 10.1111/ijfs.1392.
- KAUME, L.; HOWARD, L. R.; DEVAREDDY, L. The blackberry fruit: A review on its composition and chemistry, metabolism and bioavailability, and health benefits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 23, p. 12083-12092, nov. 2011. DOI: 10.1021/jf203318p.
- LEE, J. Blackberry fruit quality components, composition, and potential health benefits. In: HALL, H. K.; FUNT, R. C. (Eds.) **Blackberries**. Wallingford: CABI, 2017. p. 49-62.
- LI, J.; SHI, C.; SHEN, D.; HAN, T.; WU, W.; LYU, L.; LI, W. Composition and antioxidant activity of anthocyanins and non-anthocyanin flavonoids in blackberry from different growth stages. **Foods**, v. 11, e2902, set. 2022. DOI: 10.3390/foods11182902.
- MAATTA-RIIHINEN, K. R.; KAMAL-ELDIN, A.; TORRONEN, A. R. Identification and quantification of phenolic compounds in berries of *Fragaria* and *Rubus* species (family *Rosaceae*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 20, p. 6178-6187, set. 2004. DOI: 10.1021/jf049450r.
- MAGALHÃES, D. M.; MACIEL, A. D.; ORSOLIN, P. C. Efeito anticarcinogênico dos flavonoides do tipo antocianina presentes em amora-preta (*Rubus* spp.), identificado por meio do teste para detecção de clones de tumores epiteliais (wts) em *Drosophila melanogaster*. **Revista de Medicina e Saúde de Brasília**. v. 6, n. 1, p. 5-14, abr. 2017.
- MAJOLO, F.; MARTINS, A.; REHFELDT, S.; HENRIQUES, J. A. P.; CONTINI, V.; GOETTERT, M. I. Approaches for the treatment of neurodegenerative diseases related to natural products. In: ATTA-UR-RAHMAN (ed). **Studies in natural products chemistry**. Amsterdam: Elsevier, 2021. v. 69, p. 1-63.
- MARINOVA, E.; RIBAROVA, K. HPLC determination of carotenoids in Bulgarian berries. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, p. 370-374, set. 2007. DOI: 10.1016/j.jfca.2006.09.007.
- MARTINS, M. S.; GONÇALVES, A. C.; ALVES, G.; SILVA, L. R. blackberries and mulberries: berries with significant health-promoting properties. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, e12024, jul. 2023. DOI: 10.3390/ijms241512024.
- MIKULIC-PETKOVSEK, M.; KORON, D.; ZORENC, Z.; VEBERIC, R. Do optimally ripe blackberries contain the highest levels of metabolites? **Food Chemistry**, v. 215, p. 41-49, jul. 2017. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.07.144.
- MIKULIC-PETKOVSEK, M.; SCHMITZER, V.; SLATNAR, A.; STAMPAR, F.; VEBERIC, R. Composition of sugars, organic acids, and total phenolics in 25 wild or cultivated berry species. **Journal of Food Science**, v. 77, n. 10, p. 1064-1070, jul. 2012. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2012.02896.x.
- MOGHADAM, D.; ZAREI, R.; TATAR, M.; KHOSHDEL, Z.; MASHAYEKHI, J. F.; NAGHIBALHOSSAINI, F. Anti-proliferative and anti-telomerase effects of blackberry juice and berry- derived polyphenols on HepG2 liver cancer cells and normal human blood mononuclear cells. **Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry**, v. 22, n. 2, p. 395-403, fev. 2022. DOI: 10.2174/1871520621666210315092503.
- MORAES, D. P.; LOZANO-SÁNCHEZ, J.; MACHADO, M. L.; VIZZOTTO, M.; LAZZARETTI, M.; LEYVA-JIMENEZ, F. J. J.; DA SILVEIRA, T. L.; RIES, E. F.; BARCIA, M. T. Characterization of a new blackberry cultivar BRS Xingu: Chemical composition, phenolic compounds, and antioxidant capacity *in vitro* and *in vivo*. **Food Chemistry**, v. 322, 126783, abr. 2020. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.126783.
- MORGAN, E.; ARNOLD, M.; GINI, A.; LORENZONI, V.; CABASAG, C. J.; LAVERSANNE, M.; VIGNAT, J.; FERLAY, J.; MURPHY, N.; BRAY, F. Global burden of colorectal cancer in 2020 and 2040: incidence and mortality estimates from GLOBOCAN. **Gut**, v. 72, n. 2, p. 338-344, fev. 2023. DOI: 10.1136/gutjnl-2022-327736.
- MORIN, P.; HOWARD, L. R.; TIPTON, J.; BROWNMILLER, C.; MAUROMOUSTAKOS, A.; THRELFALL, R. T.; CLARK, J. R.; WORTHINGTON, M. Phenolics and volatiles in Arkansas fresh-market blackberries (*Rubus* subgenus *Rubus* Watson). **Food Science & Technology**, v. 2, p. 1728-1737, nov. 2022. DOI: 10.1021/acsfoodscitech.2c00219.
- MOURA, É. P. de; FERNANDES, N. D.; MONTEIRO, A. F. M.; DE MEDEIROS, H. I. R.; SCOTTI, M. T.; SCOTTI, L. Machine Learning, Molecular Modeling, and QSAR Studies on Natural Products Against Alzheimer's Disease. **Current medicinal chemistry**, v. 28, n. 38, p. 7808–7829, nov. 2021. DOI: 10.2174/0929867328666210603104749.

PACZKOWSKA-WALENDOWSKA, M.; GOŚCINIAK, A.; SZYMANOWSKA, D.; SZWAJGIER, D.; BARANOWSKA-WÓJCIK, E.; SZULC, P.; DRECZKA, D.; SIMON, M.; CIELECKA-PIONTEK, J. Blackberry Leaves as New Functional Food? Screening Antioxidant, Anti-Inflammatory and Microbiological Activities in Correlation with Phytochemical Analysis. **Antioxidants**, v. 10, n. 12, 1945, 2021. DOI: 10.3390/antiox10121945.

PAUN, N.; BOTORAN, O. R.; NICULESCU, V-C. Total phenolic, anthocyanins HPLC-DAD-MS determination and antioxidant capacity in black grape skins and blackberries: A comparative study. **Applied Sciences**, v. 12, p. 936, 2022. DOI: 10.3390/app12020936.

PEREIRA, J. F.; AWATADE, N. T.; LOUREIRO, C. A.; MATOS, P.; AMARAL, M. D.; JORDAN, P. The third dimension: new developments in cell culture models for colorectal research. **Cellular and molecular life sciences**, v. 73, n. 21, p. 3971–3989, mai, 2016. DOI: 10.1007/s00018-016-2258-2.

REYES-CARMONA, J.; YOUSEF, G. G.; MARTÍNEZ-PENICHE, R. A.; LILA, M. A. Antioxidant capacity of fruit extracts of blackberry (*Rubus* sp.) produced in different climatic regions. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 7, p. s497-s503, 2005. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2005.tb11498.x.

ROBINSON, J. A.; BIERWIRTH, J. E.; GREENSPAN, P.; PEGG, R. B. Blackberry polyphenols: review of composition, quantity, and health impacts from in vitro and in vivo studies. **Journal of Food Bioactives**, v. 9, p. 40–51, 2020. DOI: 10.31665/JFB.2020.9217.

RÖHRL, C. Screening and validation strategies for natural extracts against cardiovascular diseases: Lingonberry and blackberry extracts beneficially act on cholesterol metabolism in-vitro and in-vivo. **Atherosclerosis**, 355, 213, 2022.

SARKAR, D.; ORWAT, J.; HURBURY, T.; WOODS, F.; PITTS, J. A.; SHETTY, K. Evaluation of phenolic bioactive-linked functionality of blackberry cultivars targeting dietary management of early stages type-2diabetes using *in vitro* models. **Scientia Horticulturae**, v. 212, p. 193-202, out. 2016. DOI: 10.1016/j.scienta.2016.10.003.

SCHULZ, M.; SERAGLIO, S. K. T.; BETTA, F. D.; NEHRING, P.; VALESE, A. C.; DAGUER, H.; GONZAGA, L. V.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. Blackberry (*Rubus ulmifolius* Schott): Chemical composition, phenolic compounds and antioxidant capacity in two edible stages, **Food Research International**, v. 122, p. 627-634, jan. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.034>.

SCHULZ, M.; CHIM, J. F. Nutritional and bioactive value of *Rubus* berries. **Food Bioscience**, v. 31, 100438, jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100438>.

SEERAM, N. P.; ADAMS, L. S.; ZHANG, Y.; LEE, R. SAND, D.; SCHEULLER, H. S.; HEBER, D. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells *in vitro*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 9329-9339, nov. 2006. DOI: 10.1021/jf061750g.

SELLAPPAN, S.; AKOH, C. C.; KREWER, G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 2432-2438, mar. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf011097r>.

SERINO, A.; ZHAO, Y.; HWANG, J.; CULLEN, A.; DEEB, C.; AKHAVAN, N.; ARJMANDI, A.; SALAZAR, G. Gender differences in the effect of blackberry supplementation in vascular senescence and atherosclerosis in ApoE^{-/-} mice. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 80, p. 108375, mar. 2020. DOI: 10.1016/J.JNUTBIO.2020.108375.

SERRAINO, I.; DUGO, L.; DUGO, P.; MONDELLO, L.; MAZZON, E.; DUGO, G.; CAPUTI, A. P.; CUZZOCREA, S. Protective effects of cyanidin-3-O-glucoside from blackberry extract against peroxynitrite-induced endothelial dysfunction and vascular failure. **Life Sciences**, v. 73, p. 1097-1114, jan. 2003. DOI: 10.1016/S0024-3205(03)00356-4.

SIRIWOHARN, T.; WROLSTAD, R. E.; FINN, C. E.; PEREIRA, C. B. influence of cultivar, maturity, and sampling on blackberry (*Rubus* L. Hybrids) anthocyanins, polyphenolics, and antioxidant properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 8021-8030, dez. 2004. DOI: 10.1021/jf048619y.

SKROVANKOVA, S.; SUMCZYNSKI, D.; MLCEK, J.; JURIKOVA, T.; SOCHOR, J. Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, p. 24673-24706, out. 2015. DOI: 10.3390/ijms161024673.

SOLTANINEJAD, H.; ZARE-ZARDINI, H.; ORDOOEI, M.; GHELMANI, Y.; GHADIRI-ANARI, A.; MOJAHEDI, S.; HAMIDIEH, A. A. Peptídeos antimicrobianos do sistema imune inato de anfíbios como potentes agentes antidiabéticos: revisão de literatura e análise de bioinformática **Journal of Diabetes Research**, v. 2021, 2894722, jun. 2021. DOI: 10.1155/2021/2894722.

- SOLVERSON, P. M.; RUMPLER, W. V.; LEGER, J. L.; REDAN, B. W.; FERRUZZI, M. G.; BAER, D. J.; CASTONGUAY, T. W.; NOVOTNY, J. A. Blackberry Feeding Increases Fat Oxidation and Improves Insulin Sensitivity in Overweight and Obese Males. **Nutrients**, v. 10, n. 8, p. 1048, ago, 2018. DOI: 10.3390/nu10081048.
- SOUZA, R. S. de; LIMA, A. D.; SILVA, G. F.; MARCO, R. de; BILHARVA, M. G.; MARTINS, C. R. Cultivo de amoreira-preta em sistema de produção orgânico. Congrega Urcamp, v. 15, n. 15, 2018. Revista da 15a Jornada de Pós graduação e Pesquisa. ISSN: 2526-4397.
- SOUZA, V. S. de.; PEREIRA, P. A. P.; PINHEIRO, A. C. M.; LIMA, L. C. O.; PIO, R.; QUEIROZ, F. Analysis of the subtropical blackberry cultivar potential in jelly processing **Journal of Food Science**, v. 79, n. 9, p. S1776-S1781, 2014. DOI: 10.1111/1750-3841.12565.
- SPORMANN, T. M.; ALBERT, F. W.; RATH, T.; DIETRICH, H.; WILL, F.; STOCKIS, J. P.; EISENBRAND, G.; JANZOWSKI, C. Anthocyanin/polyphenolic-rich fruit juice reduces oxidative cell damage in an intervention study with patients on hemodialysis. **Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention**, v. 17, p. 3372-3380, dez. 2008. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-08-0364
- TABASHSUM, Z.; ALVARADO-MARTINEZ, Z.; WALL, M. J.; ADITYA, A.; BISWAS, D. Combined effect of metabolites produced by a modified *Lactobacillus casei* and berry phenolic extract on *Campylobacter* and microbiome in chicken cecum contents. **Journal of Food Science**, v. 88, p. 2583-2594, mar. 2023. DOI: 10.1111/1750-3841.16580.
- TATAR, M.; BAGHERI, Z.; VAREDI, M.; NAGHIBALHOSSAINI, F. Blackberry extract inhibits telomerase activity in human colorectal cancer cells. **Nutrition and Cancer**, v. 71, n. 3, p. 461-471, out. 2019. DOI: 10.1080/01635581https.2018.1506491.
- TATAR, M.; VAREDI, M.; NAGHIBALHOSSAINI, F. Epigenetic effects of blackberry extract on human colorectal cancer cells. **Nutrition and Cancer**, v. 74, n. 4, p. 1446-1456, jul. 2022. DOI: 10.1080/01635581.2021.1952454.
- TATE, P.; KUZMARA, A.; SMITHC, S. W.; WEDGED, D. E.; LARCOMA, L. L. Comparative effects of eight varieties of blackberry on mutagenesis. **Nutrition Research**, v. 23, p. 971-979, jul. 2003. DOI: 10.1016/S0271-5317(03)00083-6.
- TATE, P.; STANNERA, A.; SHIELDS, K.; SMITH, S.; LARCOM, L. Blackberry extracts inhibit UV-induced mutagenesis in *Salmonella typhimurium* TA100. **Nutrition Research**, v. 26, p. 100-104, nov. 2006. DOI: 10.1016/j.nutres.2005.11.005.
- VAN DE VELDE, F.; GRACE, M. H.; ESPOSITO, D.; PIROVANI, M. E.; LILA, M. A. Quantitative comparison of phytochemical profile, antioxidant, and anti-inflammatory properties of blackberry fruits adapted to Argentina. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 47, p. 82-91, jan. 2016. DOI: 10.1016/J.JFCA.2016.01.008.
- VIZZOTTO, M.; RASEIRA, M. do C. B.; PEREIRA, M. C.; FETTER, M. da R. Teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante em diferentes genótipos de amoreira-preta (*Rubus* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 853-858, set. 2012. DOI: 10.1590/S0100-29452012000300027.
- WANG, J. C.; BENNETT, M. Aging and atherosclerosis: mechanisms, functional consequences, and potential therapeutics for cellular senescence. **Circulation Research**, v. 111, p. 245-259, Mai. 2012. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.111.261388.
- WANG, S. Y.; LIN, H. S. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 2, p. 140-146, jan. 2000. DOI: 10.1021/jf9908345.
- WEISEL, T.; BAUM, M.; EISENBRAND, G.; DIETRICH, H.; WILL, F.; STOCKIS, J. P.; KULLING, S.; RÜFER, C.; JOHANNES, C.; JANZOWSKI, C. An anthocyanin/polyphenolic-rich fruit juice reduces oxidative DNA damage and increases glutathione level in healthy probands. **Biotechnology Journal**, v. 1, p. 388-397, abr. 2006. DOI: 10.1002/biot.200600004.
- WU, T.; GAO, Y.; GUO, X.; ZHANG, M.; GONG, L. Blackberry and blueberry anthocyanin supplementation counteract high-fat-diet-induced obesity by alleviating oxidative stress and inflammation and accelerating energy expenditure. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2018, 4051232, jul. 2018. DOI: 10.1155/2018/4051232.
- YUAN, X.; LARSSON, C.; XU, D. Mechanisms underlying the activation of TERT transcription and telomerase activity in human cancer: old actors and new players. **Oncogene**, v. 38, p. 6172-6183, jul, 2019. DOI: 10.1038/s41388-019-0872-9.

Capítulo 16

Extensão rural no desenvolvimento da amoreira-preta no Brasil

Eduardo Pagot

Introdução

Os extensionistas rurais atuam diretamente na transferência de conhecimentos técnicos sobre manejo adequado da cultura da amoreira-preta, incluindo escolha de cultivares adaptadas, implantação de pomares, práticas de poda, controle fitossanitário e colheita. Além disso, orientam sobre boas práticas agrícolas, visando garantir a qualidade e segurança alimentar, aspectos cada vez mais valorizados pelos consumidores. A extensão também promove ações de capacitação em gestão rural, fortalecendo a organização de cooperativas e associações, o que facilita o acesso a mercados e políticas públicas de apoio à agricultura familiar, segmento predominante na produção de amora-preta. Programas de extensão têm incentivado, ainda, a agregação de valor por meio do processamento artesanal e industrial da fruta, como a produção de geleias, polpas e licores. Outro aspecto relevante é a mediação entre instituições de pesquisa, como Embrapa e universidades, e os produtores, possibilitando que os avanços científicos sejam rapidamente aplicados no campo. O desenvolvimento e a introdução de novas cultivares adaptadas ao clima brasileiro, resistentes a pragas e de maior produtividade, são exemplos desse trabalho conjunto. Nesse contexto, a extensão rural é decisiva para ampliar a produtividade, a sustentabilidade e a renda dos agricultores, promovendo o fortalecimento da cadeia produtiva da amoreira-preta no Brasil e consolidando esta cultura como uma alternativa viável e promissora para a diversificação agrícola e o desenvolvimento rural.

Breve histórico e importância da extensão rural no desenvolvimento do cultivo

O cultivo comercial de amoreira-preta (*Rubus* sp.) no Brasil completou pouco mais de três décadas. As primeiras experiências em escala, de que se tenha registro, aconteceram no Rio Grande do Sul, em pomares implantados por uma empresa de origem italiana no início da década de 1990, em Vacaria, na região dos Campos de Cima da Serra. Inicialmente, o projeto, que também contava com o cultivo de framboeseira e mirtilheiro, tinha como objetivo a exportação dessas pequenas frutas para o mercado europeu. Com o crescimento da demanda no mercado interno, depois de alguns anos, o foco passou a ser a comercialização das frutas no território nacional. A expansão do cultivo de amoreira-preta para propriedades rurais familiares, nessa região gaúcha, ocorreu no ano de 1996, com um projeto de incentivo ao cultivo, organizado pela Secretaria Municipal da Agricultura de Vacaria, RS, com articulação e assistência técnica da Emater/RS – Ascar e com a parceria da Embrapa Clima Temperado, que deu suporte técnico e forneceu as primeiras mudas para o projeto. Esse início contou com a participação de pouco mais de uma dezena de produtores que, após

alguns anos, encontraram dificuldades de logística e de comercialização, sendo que a maioria dos produtores abandonaram os pomares, desistindo da atividade.

No ano de 2001, os técnicos da Emater/RS de Vacaria perceberam novas perspectivas de comercialização, a partir do interesse de uma empresa da região para o processamento de amoras-pretas em polpa e também a comercialização da fruta congelada inteira (Figura 16.1). Com o novo cenário, o planejamento das atividades de extensão rural e assistência técnica da Emater/RS do município passou a priorizar ações para a revitalização de alguns pomares do projeto inicial, que ainda apresentavam condições de recuperação, focando também na organização dos produtores e da cadeia produtiva da amoreira-preta. Já nesse primeiro ano de retomada do trabalho com a cultura, com a recuperação do preço pago ao produtor, foi organizada uma adequada logística de coleta das frutas e transporte.



Figura 16.1. Armazenamento de frutas colhidas em Vacaria, RS.

Os produtores obtiveram melhoria no resultado econômico, o que motivou o investimento de novos produtores e a expansão do cultivo para diversas comunidades rurais do município de Vacaria. A equipe da Emater/RS – Ascar promoveu uma série de reuniões nas comunidades rurais (Figura 16.2), com apresentação da nova alternativa de cultivo, apresentando dados econômicos e promovendo capacitação técnica aos produtores interessados, para a implantação de novos pomares.



Figura 16.2. Reuniões de mobilização e capacitação de agricultores, em comunidades rurais, para a consolidação do cultivo da amoreira-preta em Vacaria, RS.

A história da extensão rural no desenvolvimento do cultivo da amoreira-preta merece um destaque no trabalho junto aos assentamentos de reforma agrária Nova Batalha e Nova Estrela, situados no Distrito da Fazenda da Estrela, no município de Vacaria, RS. Esses assentamentos, estabelecidos no início dos anos 1990, possuíam infraestrutura básica deficiente para a produção frutícola, como estradas de chão sem manutenção periódica, moradias precárias, carência em assistência à saúde, carência de energia elétrica e falta de alternativas produtivas para a geração de renda; enfim, as famílias passavam por muitas dificuldades. Além disso, situavam-se a uma considerável distância da sede do município de Vacaria, de aproximadamente 75 km. As famílias tinham uma agricultura de subsistência, com cultivo de grãos, pastagens nativas e pastagens cultivadas para criação de animais em pequena escala, pecuária de corte, principalmente, e produção de leite somente para o consumo da família, já que não havia coleta dessa produção leiteira naquela longínqua microrregião. Muitos recorriam a trabalhos de prestação de serviços, em fazendas próximas mais estruturadas, ou trabalhavam na colheita da maçã na região, para garantir a manutenção de suas famílias.

A primeira experiência em desenvolver o cultivo de amoreira-preta nesses assentamentos surgiu por volta de 1996, em um projeto de incentivo ao cultivo organizado pela Secretaria Municipal da Agricultura de Vacaria, com articulação e assistência técnica da Emater/RS. Porém, devido à dificuldades de logística, preços baixos e desinteresse da empresa que adquiria a produção, o projeto foi inviabilizado, e os produtores pioneiros acabaram praticamente abandonando os pomares por um tempo, apenas mantendo cuidados básicos para o consumo pela família, mas alguns pomares foram eliminados. A partir do ano de 2001, com novas perspectivas de comercialização e melhora dos preços pagos para o produto, o projeto foi retomado. Muitos descreditaram na retomada do projeto, lembrando a frustração da primeira experiência, mas a estratégia da extensão rural construída e acordada com os produtores foi determinante. Foram realizadas muitas reuniões com grande participação dos assentados e demais produtores, capacitações, dias de campo, organização de eventos (seminários e feiras) (Figura 16.3), organização da Associação dos Produtores de Pequenas Frutas (Appefrutas), definição de roteiros para a coleta e transporte de frutas até as empresas compradoras e a comercialização conjunta.

Todas essas ações resultaram em grande avanço em qualidade e produção, que ocorreu nos anos seguintes. O avanço do cultivo de amoreira-preta se intensificou, a partir do sucesso nos assentamentos de reforma agrária e na região do distrito do Refugiado, que foram os dois primeiros polos de produção e concentração de produtores, expandindo-se para as principais comunidades de agricultura familiar do município de Vacaria e para outros municípios de região dos Campos de Cima da Serra e parte da Serra Gaúcha. Causaram surpresa os avanços sociais e econômicos que o cultivo de amoreira-preta provocou nos assentamentos e nas demais comunidades que se transformaram em polo de produção da fruta. Pode-se dizer que a história dessas comunidades pode ser distinguida entre antes e depois do desenvolvimento desse cultivo.

Fotos: Eduardo Pagot



Figura 16.3. Feira de pequenas frutas, em Vacaria, RS.

A missão da extensão rural pública e gratuita é promover o desenvolvimento rural sustentável, através de métodos educativos, estratégias participativas e ações de assistência técnica, buscando a recuperação e preservação ambiental, resultando na melhoria da qualidade de vida das famílias rurais. A experiência que a extensão rural viveu no desenvolvimento do cultivo da amoreira-preta pode ser considerada referência, quando analisadas as transformações ocorridas nessas comunidades, que se tornaram polos de produção ao longo do tempo. Certamente, não se pode analisar os avanços observados nessas comunidades de forma isolada, pois houve outras ações e políticas públicas importantes, mas o desenvolvimento dessa alternativa de cultivo teve papel fundamental nas mudanças, uma vez que envolveu famílias vulneráveis, jovens e mulheres na sua produção, melhorando expectativas na sucessão da propriedade familiar, empoderando as mulheres, promovendo a inclusão produtiva, criando condições de melhoria da infraestrutura das comunidades e melhorando a qualidade de vida das pessoas.

A extensão rural, por meio da Emater/RS – Ascar, teve papel decisivo também na organização de dois grandes eventos, que merecem destaque e que contribuíram para o desenvolvimento do cultivo de amoreira-preta no Brasil: a organização do *Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas* e da *Feira de Pequenas Frutas, Artesanato e Mel*. O *Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas* teve parceria com a Embrapa, envolvendo as unidades Clima Temperado (de Pelotas, RS) e Uva e Vinho

(de Bento Gonçalves, RS). Esse evento se tornou o principal fórum técnico, científico e de troca de experiências sobre o cultivo de amoreira-preta e as demais pequenas frutas. Extensionistas, pesquisadores, produtores, estudantes, e muitos atores envolvidos nessa cadeia produtiva de diversos estados brasileiros passaram a participar desse evento, levando motivação e conhecimento para expandir os cultivos de amoreira-preta, surgindo novos polos de produção pelo País. A *Feira de Pequenas Frutas, Artesanato e Mel*, com o objetivo voltado para a divulgação e comercialização, apesar de ser um evento de abrangência regional, passou a receber visitantes e comerciantes de todo o Brasil, abrindo novos mercados e impulsionando negócios.

Evolução do cultivo de amoreira-preta no Rio Grande do Sul

A expansão de cultivo da amoreira-preta promoveu aumento significativo da produção até a safra 2007/2008. A partir do ano de 2008 começaram a surgir algumas dificuldades de armazenamento e de comercialização, acompanhados por queda no preço, o que fez com que a área de cultivo e a produção sofressem alguma queda, sendo que a recuperação do setor aconteceu na safra 2010/2011. Contribuíram também, para essa recuperação, a entrada no mercado de novas empresas compradoras, o aumento da capacidade de armazenagem, de congelamento e o crescimento da demanda pela pequena fruta, no mercado brasileiro (Figura 16.4).

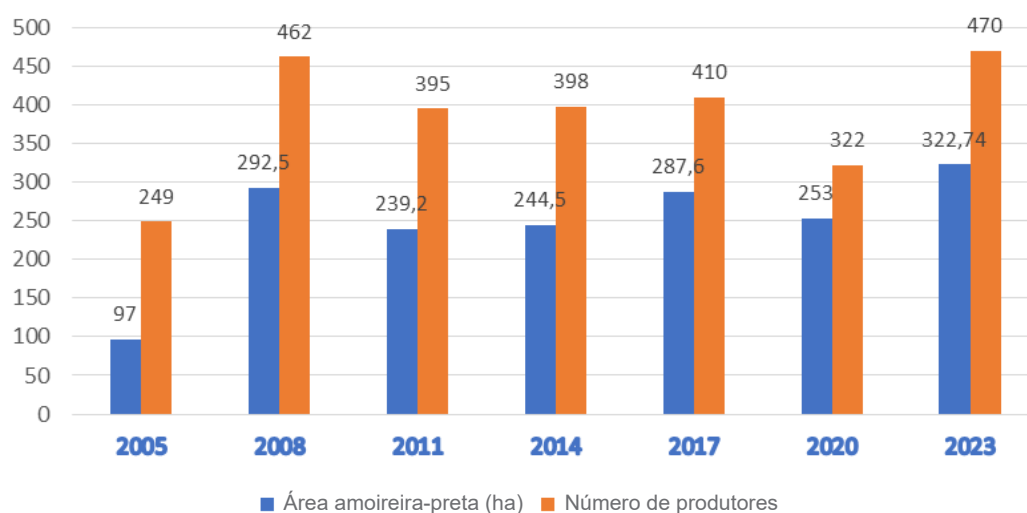


Figura 16.4. Evolução do cultivo de amoreira-preta no Rio Grande do Sul.

Fonte: Censo Frutícola, Emater/RS – Ascar.

Histórico da extensão rural no Rio Grande do Sul com pequenas frutas com ênfase na amoreira-preta

Abaixo, relacionam-se alguns importantes acontecimentos que contribuíram para alavancar a cultura da amoreira-preta no Rio Grande do Sul:

- Programa municipal da amora-preta em Vacaria, RS, 1996.
- Retomada do incentivo ao cultivo da amoreira preta; organização do *Seminário Regional sobre Pequenas Frutas*, 2001.

- Organização da *Feira de Pequenas Frutas, Artesanato e Mel*, 2001.
- Organização do *Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas*, 2002.
- Programa municipal de pequenas frutas em Vacaria, 2005 (diversificação).
- Expansão do cultivo de pequenas frutas para a Região dos Campos de Cima da Serra do RS; formação de um grande polo de produção, a partir de 2005.
- Programa municipal de apoio ao cultivo de pequenas frutas, em Monte Alegre dos Campos, 2020/2021.

O cultivo de amoreira-preta tornou-se uma alternativa econômica relativamente estável e rentável: o mercado para indústria tem apresentado consistente crescimento, favorecendo o valor crescente dos preços pagos aos produtores na última década. A cadeia de produção da amoreira-preta passou por diversas fases: expansão de área e da produção, crise com retração de preço e redução de produção, voltando à recuperação lenta de preços até atingir uma certa estabilidade e, ainda, por acelerado crescimento no final dos anos 2010 até o início dos anos 2020. Recentemente, há nova fase de expansão da área plantada com amoreira-preta e crescimento da produção, mas nota-se ser fase diferenciada em relação à primeira fase de crescimento e expansão, pois os produtores estão mais atentos para a estruturação das unidades produtivas, a qualificação dos produtos e processos que proporcionam agregação de valor à produção.

Essa motivação e iniciativa de investimentos em infraestrutura foi fundamental para o fortalecimento dessa cadeia e a continuidade do sucesso da atividade, que transformou a agricultura familiar da região dos Campos de Cima da Serra no Rio Grande do Sul e a expandiu para diversos polos de produção, por diversas microrregiões do País. Os produtores de amora-preta e demais pequenas frutas (morango, framboesa, mirtilo) estão investindo de forma mais consistente na sua propriedade rural, na comunidade, no seu núcleo de produção, visando criar as condições adequadas e necessárias para produzir, armazenar, processar e comercializar o seu produto com segurança e agregação de renda.

Pode-se afirmar que o cultivo da amoreira-preta foi o início de uma grande mudança na matriz produtiva da agricultura familiar na região dos Campos de Cima da Serra do estado, expandindo-se para outras regiões do Rio Grande do Sul e para outros estados brasileiros. A amoreira-preta foi a pioneira e o estopim que provocou a diversificação para o cultivo de outras pequenas frutas, como a framboeseira e o mirtileiro, promovendo a melhoria da qualidade de vida de muitas famílias, que hoje têm na produção de pequenas frutas a principal fonte de renda.

Estratégia da extensão rural para a organização dos produtores de amora-preta

O interesse dos agricultores familiares pelo cultivo da amoreira-preta, na região dos Campos de Cima da Serra, RS, foi crescendo devido a uma série de fatores que se apresentaram no cenário dessa região pioneira ao longo do tempo. Pode-se destacar alguns motivos que provocaram essa expansão do cultivo:

- Rusticidade da amoreira-preta: Menor exigência em uso de agroquímicos, quando comparada com outras frutíferas tradicionalmente cultivadas.
- Alternativa produtiva com retorno econômico considerável, em pequenas áreas de terra.
- Mercado em crescimento.

- Empresas compradoras instaladas na região.
- Políticas públicas de incentivo e crédito para a implantação de pomares (programas municipais e Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar).
- Tecnologia de produção disponível e relativamente simples.
- Facilidade na propagação e produção de mudas.
- Assistência técnica disponível para orientação, capacitação e elaboração de projetos.
- Mão de obra disponível nas propriedades rurais familiares.
- Dinâmica de coleta e transporte da produção relativamente organizada.

No entanto, para que todos esses fatores favoráveis para a expansão e crescimento da produção resultassem no sucesso da nova alternativa produtiva que surgia para os produtores, foram necessárias muitas ações de planejamento, na área de tecnologia, logística, infraestrutura e organização. A criação, nas comunidades rurais, de núcleos de produção associados à Appefrutas, com a escolha de um responsável por cada núcleo, facilitou a comunicação para organização da coleta e o transporte das frutas até as unidades de congelamento. A coleta e o transporte da fruta são organizados por microrregiões dentro do município de Vacaria, agilizando e qualificando a logística durante a safra. A comercialização também passou a ser feita em conjunto, sendo previamente discutida nos núcleos e, depois, em assembleia geral da Appefrutas.

A assistência técnica da Emater/RS – Ascar, na estratégia de capacitação técnica, também passou a ser realizada por núcleo, com reuniões de avaliação e planejamento das ações. Anualmente, foram realizadas reuniões técnicas nos núcleos (Figura 16.5), com a discussão sobre o manejo de produção e boas práticas de colheita, com a realização de dias de campo em unidades demonstrativas para a difusão de novas tecnologias.



Foto: Eduardo Pagot

Figura 16.5. Formação e capacitação de recursos humanos em reuniões técnicas presenciais em pomares de amoreira-preta, em Vacaria, RS.

A preocupação com a produção de mudas para o plantio de novas áreas de amoreira-preta também foi tema discutido e apresentado pela extensão rural, nas reuniões técnicas com os produtores, com orientações sobre a coleta de material de propagação de boas plantas matrizes, com comprovação de origem da cultivar Tupy (Figura 16.6), principal variedade cultivada e adaptada na região. Técnicas de preparação de estacas de raízes e a estaquia em embalagens individuais, com o uso de substrato adequado, em cultivo protegido, passaram a ser utilizadas, em substituição ao plantio de mudas de raiz nua. No início, era comum encontrar, nos primeiros pomares de amoreira-preta, uma mistura de cultivares no meio das linhas de plantio, devido à propagação de estacas de raiz nua, arrancada de pomares comerciais na região. Além disso, os pomares implantados com mudas de raiz nua apresentavam significativo percentual de morte de plantas no primeiro ano, o que obrigava o produtor a fazer replantios, resultando em pomares desuniformes e menos produtivos, já no primeiro ano de produção. A utilização de mudas de torrão, proveniente de estacas de raízes, com material propagativo selecionado de plantas matrizes vigorosas, sadias e produtivas, permitiu ganhos em produtividade desde o primeiro ano de produção, formando pomares mais vigorosos e homogêneos.

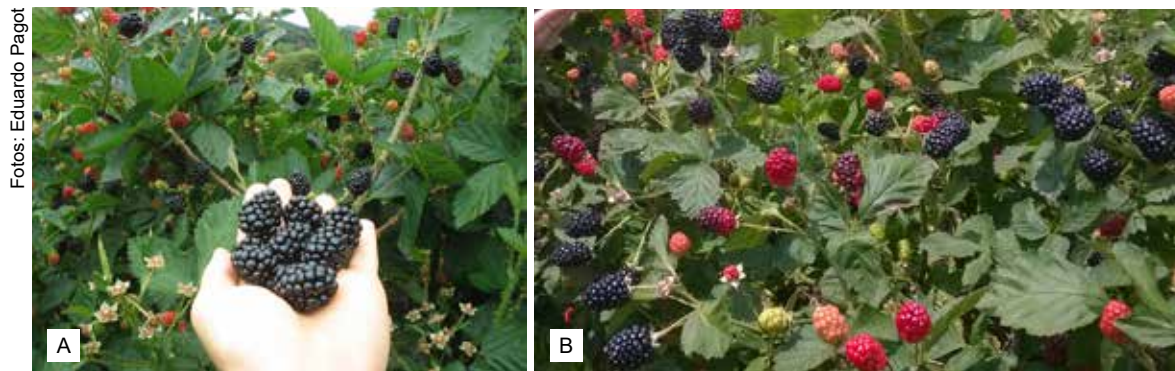


Figura 16.6. Qualidade das amoras-pretas da cultivar BRS Tupy (A) e potencial de produção (B), em pomares de Vacaria, RS.

Desde o plantio dos primeiros pomares de amoreira-preta, o crescimento do cultivo e a diversificação com mirtilheiro, framboeseira e morangueiro, aconteceram muitas transformações na cadeia de produção das pequenas frutas, na região dos Campos de Cima da Serra. A região tornou-se o principal polo de produção dessas frutas no Rio Grande do Sul e no Brasil, referência em tecnologia e informação sobre pequenas frutas. Através de iniciativas e ações integradas entre diversas instituições públicas e privadas, entidades representativas, poder público e agricultores, foi possível construir uma cadeia de produção consistente que, sem dúvida, promoveu uma grande transformação na agricultura familiar da região. A tecnologia e o manejo da produção da amoreira-preta têm uma característica importante e sustentável: grande parte dos produtores utilizam poucos insumos químicos, sendo que uma área considerável tem fundamentos agroecológicos em seu manejo. Na primeira década de cultivo, não existiam agroquímicos registrados para o cultivo de pequenas frutas, o que de certa forma limitava o controle de determinadas doenças e pragas em algumas ocasiões. Por outro lado, foram desenvolvidas alternativas de controle que permitiram a convivência com esses problemas. Foi possível avançar na produção orgânica e aproveitar um possível diferencial de mercado ainda pouco explorado. Também houve avanços na área de sistemas de condução, experiências com o cultivo protegido, devido a episódios de queda de granizo na região, cultivo em estufas agrícolas, irrigação e fertirrigação, e, ainda, melhorias na infraestrutura para conservação, classificação, embalagem e logística.

Principais demandas e desafios para o desenvolvimento da amoreira-preta

A partir de levantamento feito pela extensão rural, listam-se as principais demandas ou gargalos no desenvolvimento da cultura da amoreira-preta.

- **Infraestrutura:** Empoderamento dos produtores em estrutura para armazenagem/resfriamento e congelamento das frutas; agroindustrialização para processamento da produção e agregação de renda na agricultura familiar; avanços na logística para acessar o mercado in natura (frutas frescas), que melhor remunera o produtor.
- **Comercialização:** Estudo da cadeia produtiva, abrangendo levantamentos sobre mercado interno e externo.
- **Marketing:** Divulgação das propriedades nutraceuticas das pequenas frutas e os benefícios de seu consumo à saúde.
- **Pesquisa:** Cultivares de produção mais tardia; cultivares sem espinhos com fruta de qualidade; evolução no manejo agroecológico de pragas e doenças.

Coordenação dos atores

As ações de desenvolvimento da cadeia produtiva da amoreira-preta na região pioneira foram coordenadas, inicialmente, pela extensão rural pública realizada pela Emater/RS – Ascar, com participação ativa dos produtores organizados na Appefrutas, de Vacaria, a qual chegou a ter mais de 150 famílias associadas, com uma área cultivada aproximada de 200 ha na região pioneira e uma produção superior a 1.000 toneladas de amora-preta colhidas por safra.

A extensão rural, por meio da Emater/RS – Ascar, sempre teve uma forte atuação frente à organização dessa cadeia e, em alguns momentos, foi a instituição mais influente nas decisões dos rumos e ações implementadas. A Appefrutas assumiu o protagonismo nessa coordenação e condução, mediante atuação de algumas diretorias comprometidas e dinâmicas, com constantes ações na formação de seus associados. Em algumas ocasiões, as prefeituras locais, por meio das secretarias municipais da agricultura também foram muito importantes, criando políticas públicas municipais de suporte e incentivo, como programas municipais de pequenas frutas (Figura 16.7), com a disponibilização de recursos para o financiamento de pomares; apoio financeiro para organização de eventos; promoção da participação dos produtores em feiras; apoio na instalação de câmaras frias para armazenamento de frutas congeladas em espaços públicos municipais visando a armazenagem e comercialização. Os municípios de Vacaria, Monte Alegre dos Campos, Muitos Capões, Lagoa Vermelha, Campestre da Serra, entre outros, disponibilizaram serviços das patrulhas agrícolas e transporte de insumos, para as ações de melhorias e ampliação dos pomares.

Foto: Eduardo Pagot



Figura 16.7. Agroindústria de pequenas frutas congeladas, em Vacaria, RS. Projeto elaborado e assistência técnica da Emater/RS. Financiada pelo Programa Nacional da Fortalecimento da Agricultura Familiar e cadastrada no Programa Estadual de Agroindústria Familiar.

O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) teve alguma participação no apoio dessa cadeia, com a elaboração de um site para a associação dos produtores. O Banco do Brasil também participou desse processo de consolidação do polo de produção de amoreira-preta e de outras pequenas frutas, através do Desenvolvimento Rural Sustentável, programa do banco com apoio à cadeia produtiva, dando prioridade aos créditos do Pronaf para investimento no setor. Pode-se dizer que a organização e a interação dos diversos atores passou por momentos promissores, mas não avançou conforme o esperado.

Também houve momentos de ampliação de contatos comerciais, que ajudaram na constituição de uma rede estruturada, com ampliação de parceiros comerciais. Pela internet, muitos contatos e relações comerciais foram constituídos, algumas dentro do mercado solidário da agricultura familiar, outras simples relações comerciais de negócio. A Appefrutas foi perdendo seu protagonismo e importância, em função da transformação da dinâmica de mercado e da estruturação de unidades de armazenamento em pequenos grupos ou iniciativas individualizadas, que passaram a comercializar sua produção de forma isolada.

Qualificação dos produtos, agregação de valor e relações comerciais na cadeia de produção da amoreira-preta

As relações comerciais e os próprios consumidores exigem constantemente mais qualidade dos produtos. A amora-preta e outras pequenas frutas são muito perecíveis e precisam de cuidados especiais desde o manejo dos pomares, passando pela colheita, transporte até a classificação, embalagem e comercialização. Nesse sentido, a extensão rural trabalhou fortemente para a promoção das boas práticas agrícolas e o incentivo na implantação de caderno de campo nas propriedades para registro das atividades de manejo, instrumento de rastreabilidade instituído em parte das propriedades, de acordo com as exigências de alguns compradores. Também houve a

iniciativa da criação de uma cooperativa (Cooperfrutas), para a instalação de uma agroindústria de processamento, com uma câmara de congelamento e uma casa de classificação de frutas, que seria financiada pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e administrada pela cooperativa, mas que não avançou em sua constituição. Essa estrutura permitiria aos produtores transformar seus produtos em sucos, polpas, geleias, frutas congeladas inteiras e ainda aumentar o volume de comercialização de fruta in natura.

A certificação orgânica foi uma ação que aconteceu em algumas propriedades rurais produtoras, promovendo a agregação de renda e a conquista de novos mercados. Muitos avanços aconteceram e o manejo tecnológico adequado permitiu que os produtores atingissem alta produtividade com a amoreira-preta, superando, em algumas experiências, as 25 toneladas por hectare. A qualificação da produção e o rearranjo das relações comerciais foram significativos, mas a organização da cadeia produtiva ainda precisa ser mais empoderada pelos produtores, reduzindo a dependência de fatores de mercado que frequentemente afetam os preços e a comercialização.

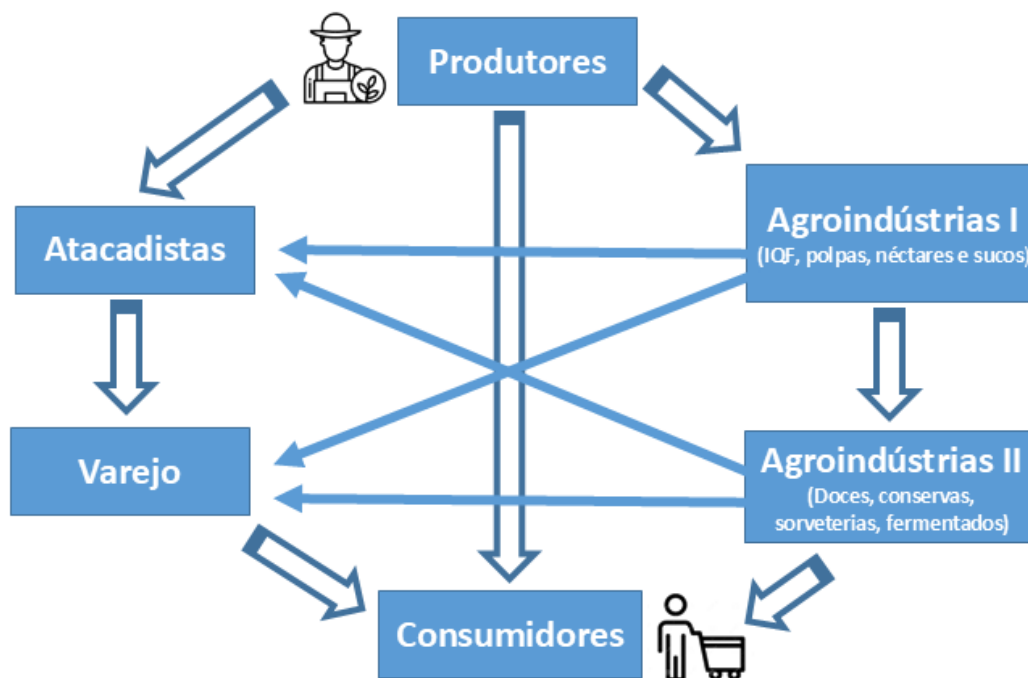
Dinâmica saberes e competência

Nesse processo de introdução da amoreira-preta e da diversificação para o cultivo de outras pequenas frutas, nas propriedades rurais familiares na região dos Campos de Cima da Serra (RS), a forma com que os produtores se apoderaram do processo produtivo é interessante. As micror-regiões onde foram introduzidos os primeiros pomares de amoreira-preta eram regiões típicas de pecuaristas familiares e assentamentos de reforma agrária, sem nenhuma tradição na fruticultura. No entanto, por ser a amoreira-preta uma cultura rústica, com pouca exigência de intervenção no controle de doenças e pragas, os produtores foram gradativamente se inteirando da tecnologia de produção e da própria produção de mudas e da expansão para as propriedades rurais vizinhas.

Em pouco mais de 20 anos, a cultura da amoreira-preta passou de uma área de 10 ha para mais de 300 ha de cultivo na região de Vacaria, sendo a principal renda para muitas famílias rurais. Foi um caso de respeito aos fatores culturais e do saber popular das famílias assentadas, pois a cultura da amoreira-preta não alterou, nesse aspecto, a vida das comunidades, porém veio para agregar renda e melhorar a qualidade de vida das famílias envolvidas no cultivo.

Cadeia da amoreira preta e a dinâmica na comercialização

A cadeia de produção da amoreira-preta tem experimentado diversas possibilidades de comercialização, mas que ainda colocam no mercado a maior parte da produção com baixo valor agregado para indústrias. Porém, a emergência crescente de canais de comercialização diferenciados, sofisticados e que demandam produtos com maior valor agregado, tem incrementado novas alternativas de processamento e apresentação de produtos, ainda limitadas pelas deficiências de infraestrutura para a classificação, resfriamento, congelamento, processamento, embalagem e armazenagem (Figura 16.8).



IQF: Individually Quickly Frozen (congelamento individual imediato).

Figura 16.8. Organograma da comercialização atual da amoreira-preta.

Elaboração: Eduardo Pagot.

Cadeia logística 1: Produtores comercializam frutas frescas diretamente para os consumidores. Os produtores embalam as frutas na propriedade e vendem em feiras do produtor.

Cadeia logística 2: Produtores comercializam frutas frescas para o varejo, que as comercializa para os consumidores.

Cadeia logística 3: Produtores comercializam frutas frescas para atacadistas ou intermediários, que distribuem no varejo para fruteiras e redes de supermercados. As frutas que são embaladas nas propriedades em cumbucas são entregues a intermediários, que colocam selo com sua marca, ou são entregues a granel, em caixas plásticas para intermediários, que classificam, pesam, embalam e vendem a fruta para um distribuidor ou para o varejo.

Cadeia logística 4: Produtores comercializam frutas para agroindústrias (sorveterias, confeitarias e outras), que as processam e comercializam os produtos industrializados para os consumidores.

Cadeia logística 5: Produtores comercializam frutas para agroindústrias, que fazem polpas, sucos e frutas desidratadas, que depois são distribuídas para o varejo, que as vende aos consumidores.

Cadeia logística 6: Produtores comercializam frutas para agroindústrias, que congelam, fazem polpas e frutas desidratadas e as comercializam para outras agroindústrias, que as processam.

Considerações finais

O cultivo da amoreira preta promoveu uma grande mudança na matriz produtiva na agricultura familiar da região dos Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul. A produção, o processamento

e a comercialização de amora-preta promoveram desenvolvimento e melhoria da qualidade de vida de muitas famílias. A expansão do seu cultivo para outras regiões do estado e do País ocorreu gradativamente, provocada pelo consumo crescente e rusticidade da espécie para adaptação em condições diversas de clima e solo.

O apoio da pesquisa e da assistência técnica proporcionou aos produtores a superação de muitos desafios, possibilitando a ampliação a área cultivada, aumento da produção e da rentabilidade da atividade. Com isso, a amora-preta consolidou-se como uma importante fonte de renda para os produtores dos Campos de Cima da Serra do RS e de diversos outros polos de produção no Brasil, gerando empregos e desenvolvimento econômico e social. A diversificação de cultivares, o aprimoramento do manejo, o investimento em infraestrutura e a organização dos produtores são elementos-chave para a qualificação e avanço da cultura da amoreira preta.

Referências

- ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. do C. B. (ed.). Aspectos técnicos da cultura da amora-preta. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 54 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 122).
- LIPP, J. P.; CONTE, A. **Levantamento da fruticultura fomercial do Rio Grande do Sul**: 2006. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2007. 83 p.
- PAGOT, E. **Cultivo de pequenas frutas**: amora-preta, framboesa, mirtilo. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2006. 41 p.
- PAGOT, E. Demandas e contribuições para inovações em pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 4., 2007, Vacaria. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 71 p. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 59).
- PAGOT, E.; HOFFMANN, A. Produção de pequenas frutas no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1., 2003, Vacaria. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 64 p. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 37).
- PAGOT, E.; POLTRONIERI, E. Diagnóstico da produção e comercialização de pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 2., 2004, Vacaria. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. 91 p. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 44).
- PAGOT, E. **Direcionadores de valor críticos na cadeia produtiva de pequenas frutas em Vacaria/RS**. 2010. 56 f. Monografia (Especialização em Gestão de Agronegócios) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Vacaria.

Capítulo 17

Impacto socioambiental

Lírio José Reichert

Introdução

A pesquisa desenvolvida pela Embrapa é orientada para que as soluções tecnológicas sejam adotadas e gerem impactos econômicos, sociais, ambientais e institucionais. As avaliações das tecnologias tornaram-se um importante documento orientador para as Unidades Descentralizadas da empresa, que se vale desse instrumento como um dos itens para as avaliações de desempenho das Unidades. Essas avaliações seguem uma metodologia de avaliação multidimensional e multicriterial na qual as Unidades Descentralizadas são orientadas a realizar avaliações de impacto das tecnologias que mais têm se destacado no cenário da agropecuária nacional e que estejam sendo adotadas pelos produtores. Esses estudos apresentam uma dinâmica de interação entre equipes de pesquisa e os usuários da tecnologia.

Nesse contexto, a Embrapa Clima Temperado, localizada em Pelotas, RS, realiza anualmente avaliações dos principais ativos tecnológicos desenvolvidos pela Unidade ao longo dos anos. Dentre essas tecnologias, encontra-se o cultivo da amoreira-preta, cujos resultados completos da avaliação de 2023 foram publicados por Reichert et al. (2024), porém neste capítulo são reapresentados resumidamente.

Abordagem metodológica do Ambitec-Agro

Como abordagem metodológica para realizar e medir os impactos da tecnologia, utilizou-se o sistema de avaliação de inovações tecnológicas agropecuárias (Ambitec-Agro), de acordo com Rodrigues et al. (2003) e Rodrigues (2015). Essa metodologia tem como foco avaliar as alterações de desempenho socioambiental de um estabelecimento agrícola, em função da adoção de uma tecnologia. O sistema consiste em módulos integrados de indicadores socioambientais para os setores produtivos da agropecuária. É composto por um conjunto de indicadores de eficiência tecnológica e matrizes de ponderação multicritério, constituídas por 27 critérios e 148 indicadores de desempenho, distribuídos em 2 grandes áreas (impactos ecológicos e impactos socioambientais) e 7 dimensões: eficiência tecnológica; qualidade ambiental; respeito ao consumidor; trabalho/emprego; renda; saúde; e gestão/administração.

Os critérios para a avaliação são pré-definidos no sistema e resultam de um conjunto de indicadores, de acordo com os temas avaliados. Atribuem-se pesos na composição de cada nota, que oscila conforme seu potencial de impacto. Esse coeficiente varia de +3 (quando ocorre um grande acréscimo do indicador) a -3 (quando ocorre um grande decréscimo do indicador).

As matrizes de ponderação do sistema Ambitec-Agro incluem ainda dois fatores de ponderação, que se referem à importância do indicador na composição dos critérios de impacto e à escala da

ocorrência dos efeitos observados em campo. A ponderação da importância dos indicadores na composição do critério é uma etapa de normalização, devido aos diferentes números de indicadores que compõem os diferentes critérios. Por sua vez, a ponderação da escala da ocorrência explicita o espaço no qual se observam os impactos da tecnologia ou atividade rural considerada, conforme a situação específica de adoção e contexto de manejo observado no estabelecimento rural, podendo ser:

- Pontual: quando o impacto se restringe ao campo cultivado, à instalação ou recinto de criação, ou à unidade produtiva agroindustrial na qual esteja ocorrendo a alteração no indicador com fator de ponderação 1.
- Local: quando o impacto se estende para além do pontual, porém confinado aos limites do estabelecimento rural ou agroindustrial, com fator de ponderação 2.
- No entorno: quando o impacto observado extrapola os limites do estabelecimento rural ou agroindustrial, afetando áreas vizinhas, com fator de ponderação 3.

O sistema é composto por um conjunto de 27 planilhas eletrônicas, construídas para permitir o preenchimento de forma interativa e dinâmica, de modo que ao final do processo se possa apreender o desempenho socioeconômico da tecnologia. Ao final do preenchimento das planilhas, obtém-se o desempenho socioeconômico da tecnologia, medido pelos índices de impacto ambiental, econômico e social e o “índice geral de impacto da tecnologia”.

A aplicação desse método é realizada juntos aos adotantes da tecnologia em no mínimo, dez produtores e, ao final, compilam-se os coeficientes de desempenho das unidades pesquisadas. Por meio de uma média ponderada, considerando o tipo de produtor (familiar ou patronal), obtêm-se os resultados de cada dimensão socioeconômica e da tecnologia.

Resultados da avaliação de impactos da tecnologia

Avaliação dos impactos econômicos e custos da tecnologia

Na avaliação do impacto econômico da tecnologia, utilizou-se a metodologia descrita por Ávila et al. (2008), que tem como enfoque o excedente econômico e permite que se estime o benefício econômico gerado pela adoção de inovações tecnológicas, comparativamente a uma situação anterior, em que a oferta do produto seja dependente da tecnologia tradicional. O método é calculado com base nos custos e benefícios proporcionados pela tecnologia em avaliação, tendo como referência a tecnologia anterior que o produto sob análise substitui ou, como no caso da amora-preta, que não havia anteriormente, optou-se por considerar um cultivo alternativo, para se apurar os benefícios econômicos.

Conforme mencionado, o impacto da tecnologia é medido comparando-se o seu desempenho com uma tecnologia anterior em uso pelos produtores. No caso da avaliação da amora-preta, como não havia cultivo no Brasil para ser usado como parâmetro para se basear no rendimento (kg/ha) sem o uso da tecnologia, buscou-se uma forma de poder quantificar o rendimento pelo “benefício de oportunidade”. Nesse caso, foi usado o cultivo da uva “Bordô” para os agricultores da Serra Gaúcha, que na sua grande maioria possuem parreirais para a produção de vinho e suco. Em outros estados, como em Minas Gerais, a comparação foi com o café. Em outras microrregiões produtoras de amora-preta, a comparação feita foi com grãos (soja e milho). Em todas as comparações, a rentabilidade da amora foi superior.

No cálculo dos benefícios econômicos do cultivo da amoreira-preta, há um processo composto por quatro tabelas, não reproduzidas neste capítulo, devido ao grande volume de informações, as quais constam no relatório da avaliação de 2023, podendo ser consultadas neste link: https://bs.sede.embrapa.br/2023/relatorios/climatemperado_amoreirapreta.pdf. (Reichert et al., 2023).

A primeira tabela está relacionada ao incremento de produtividade, que traduz o benefício do cultivo da amoreira-preta, comparando-a com outra alternativa de produção, na mesma microrregião. A segunda e a terceira tabelas não foram utilizadas na avaliação, porque não se aplicam à tecnologia avaliada. Por fim, a quarta tabela mede o impacto da tecnologia no aspecto de agregação de valor. Como parte da amoreira-preta produzida é comercializada diretamente para os consumidores, os preços praticados são em média o dobro dos que a indústria alimentícia paga. Em alguns nichos de mercado, os produtores conseguem preços bem mais elevados, o que torna a atividade atrativa, pela sua remuneração por unidade de área cultivada. Ao final do preenchimento das tabelas, realiza-se análise agregada dos benefícios econômicos, indicadores do incremento de produtividade e agregação de valor, com base em conjunto de informações desde 1981 até 2024.

Iniciativas de incentivo econômico e extensão rural (descritas nos capítulos 1 e 16) fizeram com que mudasse o panorama das pequenas frutas, na região da Serra Gaúcha, conforme se pode verificar na Tabela 17.1. Os municípios de Campestre da Serra e Vacaria são os maiores produtores do Rio grande do Sul, onde na sua grande maioria há pequenas áreas de cultivo. A produtividade representa a média, considerando-se plantios novos e pomares em produção. Pomares de amoreira-preta em plena produção podem alcançar produtividades acima de 15t/ha.

Tabela 17.1. Área, produção e produtividade da amoreira-preta, nos principais municípios do Rio Grande do Sul, em 2023.

Municípios	Área (ha)	Produtividade (kg/ha) ⁽¹⁾	Produção (t)	VBP ⁽²⁾ (R\$)
Campestre da Serra	120,0	10.906	1.308,72	6.805.344,00
Vacaria	115,0	11.020	1.267,30	6.589.960,00
Monte Alegre dos Campos	48,0	12.100	580,80	3.020.160,00
Muitos Capões	32,5	10.255	333,29	1.733.095,00
Encruzilhada do Sul	27,0	9.950	268,65	1.396.980,00
Regional de Caxias (fora a região de Vacaria)	71,5	10.490	750,04	3.900.182,00
Outros municípios ⁽³⁾	118,4	9.580	1.134,27	5.898.214,40
Total	532,4	10.614	5.643,06	29.343.935,40

⁽¹⁾ Em 2023, houve uma quebra da safra de amoras-pretas de 15 a 20%, em função de adversidades do clima (geadas fora de época).

⁽²⁾ VBP: valor bruto da produção.

⁽³⁾ Capão Bonito; Esmeralda; Pinhal; Ipê; Antônio Prado; Lagoa Vermelha, Pelotas, dentre outros.

Fonte: Escritórios municipais da Emater/RS – Ascar.

Em relação à agregação de valor, a cadeia produtiva da amoreira-preta pode agregar valores bem expressivos, dependendo do mercado e da finalidade a que se destina. No elo onde está o produtor, há nichos de mercado que comercializam a fruta in natura em pequenas embalagens

de 125 a 250 g. Nesses casos, o preço do quilograma da fruta pode alcançar preços até 15 vezes maiores que aquele pago pelas indústrias processadoras. É o caso de uma empresa, localizada no sul de Minas Gerais, onde é feito todo o processo desde a produção de amora-preta até a venda da fruta in natura diretamente ao consumidor. A fruta é comercializada em embalagens de 125 e 170 g, sendo que o quilograma de amora-preta alcançou expressivo valor de até R\$ 80. Sejam as frutas in natura ou na forma de polpa, o mercado vai conhecendo e absorvendo a amora-preta que tantos benefícios traz para a saúde dos consumidores.

Análise dos impactos econômicos

O desempenho da tecnologia, apresentado na Tabela 17.2, engloba os resultados das avaliações dos impactos econômicos dados pelo incremento de produtividade e agregação de valor dos anos de 2023 e 2024, quando foram obtidos valores do benefício econômico de R\$ 36.519.278,69 e 22.473.820,19; respectivamente. A redução do benefício de 38,5% em 2024, em relação a 2023, deu-se em função da queda dos preços pagos pela indústria bem como da venda in natura. Da mesma forma, os valores de 2023 foram atualizados pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), contribuindo para aumentar essa diferença. Ainda assim, pode-se afirmar que o cultivo da amoreira-preta beneficia não somente os produtores, no aspecto da renda, mas também movimentada toda cadeia produtiva, gerando emprego de forma direta e indireta, com incremento da renda familiar, provendo a manutenção da família no campo, beneficiando as famílias e a comunidade em geral.

Tabela 17.2. Benefícios econômicos do cultivo da amoreira-preta, em 2023 e 2024.

Tipo de impacto	Benefício econômico (R\$)	
	2023 ⁽¹⁾	2024
Incremento de produtividade	27.428.998,25	15.585.033,14
Agregação de valor	9.090.280,44	6.888.787,05
Total dos benefícios econômicos	36.519.278,69	22.473.820,19

⁽¹⁾ Valores atualizados pelo IPCA de dezembro de 2024.

Análises de rentabilidade

A análise do retorno do valor investido na geração da tecnologia apresenta índices de avaliações bem positivos nos dois anos de avaliação (Tabela 17.3). Os indicadores foram calculados considerando-se uma taxa de atratividade de 6% ao ano. O que se constata é que, considerando-se o valor investido, desde o início da geração da tecnologia, os retornos financeiros apontados pelos três indicadores são positivos e muito significativos, pois a taxa interna de retorno (TIR) apresentou rentabilidade bem superior à taxa de mercado aplicável. Da mesma forma, a relação benefício/custo demonstra que, para cada R\$ 1 investido na geração e nas ações de transferência da tecnologia, há retorno de R\$ 18,4 e 14,5; respectivamente para 2023 e 2024.

Tabela 17.3. Análises de rentabilidade: taxa interna de retorno (TIR), relação Benefício/Custo (B/C) e valor presente líquido (VPL) do cultivo da amoreira-preta em 2023 e 2024.

Ano	TIR (%)	Relação B/C (R\$)	VPL (R\$)
2023	13,7	18,4	52.040.892,87
2024	14,4	14,5	43.240.475,76

Avaliação dos impactos ecológicos e socioambientais de tecnologias agropecuárias: Ambitec-Agro

Para a realização da avaliação dos impactos ecológicos e socioambientais, foram realizadas 19 entrevistas em 2023, e 20 em 2024. Dentre as entrevistas, apenas três produtores em 2023 e dois em 2024 foram enquadrados como tipo patronal, sendo os demais todos familiares e, em geral, pequenos produtores. Entrevistaram-se também técnicos da Emater/RS – Ascar e de associações de produtores que assistem e apoiam os produtores na organização da produção e logística de comercialização.

Resultados agregados de impacto socioambiental

Os resultados apontam um impacto socioambiental positivo para os dois tipos de produtores nos dois anos de avaliação. O modelo de avaliação preconiza separar os tipos de produtores em familiar (Tipo 1) e patronal (Tipo 2).

Os índices de impacto agregado da tecnologia do cultivo da amoreira-preta foram bastante positivos, tanto para o grupo familiar como para o patronal, alcançando as respectivas médias de 3,35 e 3,86 pontos em 2023 e de 3,20 e 4,09 em 2024 (Tabela 17.4), sendo que esse índice pode variar de -15 a +15.

Tabela 17.4. Índices gerais de impactos socioambientais do cultivo da amoreira-preta nos anos de 2023 e 2024.

Tipo de impacto	Ano 2023 (índices médios)			Ano 2024 (índices médios)		
	Tipo 1 ⁽¹⁾	Tipo 2 ⁽²⁾	Geral ⁽³⁾	Tipo 1	Tipo 2	Geral
Índice de impacto ambiental	2,48	2,58	2,53	2,56	2,55	2,55
Índice de impacto econômico	5,28	7,12	6,20	4,57	6,05	5,31
Índice de impacto social	3,68	4,20	3,94	3,64	5,40	4,52
Índices totais médios	3,35	3,86	3,60	3,20	4,09	3,65

⁽¹⁾ Tipo 1: Produtor familiar (pequeno).

⁽²⁾ Tipo 2: Produtor patronal (médio e grande, comercial).

⁽³⁾ A média geral é uma média ponderada, que leva em consideração o número de entrevistas em cada tipo.

De acordo com os resultados obtidos nos dois anos de avaliação, observa-se que os impactos econômicos foram os mais elevados tanto no grupo familiar bem como no patronal. Dentre os 27 critérios de avaliação, os indicadores “segurança alimentar” e “geração de renda” foram os que

obtiveram as melhores avaliações nos dois tipos de produtores. Em 2023, “geração de renda” obteve notas 12,00 e 14,33, respectivamente para os Tipo 1 (produtor familiar) e Tipo 2 (produtor patronal). Já o indicador “segurança alimentar” alcançou as pontuações de 10,56 e 11,12, para ambos os tipos, respectivamente. Em 2024, “segurança alimentar” alcançou as pontuações de 10,83 e 15,00, já o indicador “geração de renda” obteve 9,22 e 9,00, respectivamente para os tipos 1 e 2. Cabe ressaltar que a pontuação máxima dentro de cada critério é 15,0. A média geral é uma média ponderada que leva em consideração o número de entrevistas em cada tipo de produtor.

Conforme se observa na Tabela 17.4, os índices dos produtores patronais foram superiores aos familiares, o que se justifica, uma vez que esses estão mais organizados na cadeia produtiva tanto no processo de produção quanto nas relações com o mercado. De qualquer forma, os dois tipos obtiveram índices positivos para o sistema de produção, muito em função do apoio das equipes de assistência técnica e extensão rural (Ater), como Emater, prefeituras municipais, associações de produtores e das indústrias que se organizaram e fomentaram a produção de amora-preta, nas mais diversas regiões do Brasil.

Impactos sobre a geração de empregos

O cultivo da amoreira-preta exige uso intensivo de mão de obra, principalmente na colheita, pois se trata de uma fruta perecível e que necessita ser colhida no ponto certo de maturação, para poder suportar o transporte até os locais de processamento. É uma atividade que oportuniza a mão de obra feminina, ocupa e otimiza mão de obra familiar, envolve a participação dos jovens no processo produtivo e promove a geração de renda para os membros das famílias de produtores e dos trabalhadores (Figura 17.3).



Figura 17.3. Colheita da amora-preta na Serra Gaúcha realizada por trabalhadores contratados (A) e pela família (B).

O período que mais demanda a mão de obra é a colheita, pois na mesma planta se encontram os cachos florais, as frutas sendo formadas, as frutas verdes em crescimento e as frutas maduras (Figura 17.4). Assim, normalmente a colheita na mesma planta deve ocorrer a cada três dias, para que sejam colhidos os frutos maduros, durante o período de safra, que varia de 60 a 70 dias, nas condições do Rio Grande do Sul.



Foto: Lirio José Reichert

Figura 17.4. Plantas de amoreira-preta com frutas maduras (cor preta) e em crescimento (verdes e vermelhas).

No pico da safra, são necessários em torno de dez trabalhadores por hectare de pomar de amoreira-preta, em média. No início e no final da safra, são necessários menos trabalhadores, por haver menor quantidade de frutas para colher. Ainda há a geração de empregos no processamento industrial e de empregos indiretos, como os transportadores e um conjunto de empregos na cadeia produtiva, os quais não foram considerados neste estudo. Estima-se que, em 2024, a área plantada de amoreira-preta no Brasil tenha sido de 1.127 ha, o que permite inferir que são gerados mais de 10 mil empregos diretos no campo e nas indústrias, gerando renda para muitas famílias de agricultores e trabalhadores.

Na Figura 17.5, tem-se um pomar de amoreira-preta na Serra Gaúcha em plena colheita, com trabalhadores distribuídos pelo pomar. Normalmente, há um encarregado que controla a produtividade de cada trabalhador, pois a remuneração se dá pela quantidade de quilogramas colhidos.



Fotos: Lirio José Reichert

Figura 17.5. Colheita da amora-preta em pomar localizado no município de Campestre da Serra, RS.

Locais das fontes pesquisadas

Para levantar os dados do cultivo da amoreira-preta, foram realizadas 22 entrevistas em 2023, e 20 em 2024, sendo 16 produtores familiares, 3 patronais e 3 técnicos da extensão rural em 2023, e 18 produtores familiares e 2 patronais em 2024. A coleta dos dados foi feita de forma presencial e on-line, dependendo da localidade.

A região da Serra Gaúcha, onde se concentra a maior área de produção de amora-preta, foi visitada nos dois anos de avaliação. Nessa região, foram buscadas informações de produtores nos municípios de Vacaria, Campestre da Serra e Monte Alegre dos Campos, que, juntos, totalizam 283 ha plantados (Tabela 17.1), o que representa 53,2% da área plantada com amoreira-preta no Rio Grande do Sul. Em 2024, também foram realizadas visitas a produtores nos municípios de Muitos Capões e Jaquirana, onde se encontram produtores organizados em pequenos grupos e conectados com o mercado.

Nessas visitas, identificaram-se produtores como o de Monte Alegre dos Campos, que possui apenas 0,7 ha de amora, mas colhe ao redor de 20 t. Esse produtor investiu na construção de uma estrutura de resfriamento e congelamento na propriedade, visando processar a sua fruta e de outros 15 produtores da região. A capacidade de resfriamento é de 50 t, sendo 30 t em câmara fria e 20 t em contêiner (Figura 17.6). Segundo o produtor, o tamanho da área produzida não é relevante, mas sim a forma como são conduzidos os pomares.



Figura 17.6. Estrutura de processamento (A) e caixas dentro da câmara fria (B) e com frutas recém-colhidas (C).

Ainda, no Rio Grande do Sul, há um cultivo de amoreira-preta no município de Encruzilhada do Sul, onde um grupo de produtores, assentados da reforma agrária, iniciou o plantio de amoreira-preta em 2002. Com o apoio técnico da Emater/Ascar-RS, aderiram à Associação dos Fruticultores de Encruzilhada do Sul (Afrutes), que havia sido fundada ainda no ano de 1998, composta por produtores de uva, azeitona, maçã, morango, mirtilo, figo, pêssego, noz-pecã e, por último, a amora-preta. A Afrutes é uma referência na produção de frutas no município e na região central do estado do Rio Grande do Sul, primando sempre pela qualidade dos produtos, com o manejo adequado dos pomares e assistência técnica aos produtores. A associação congrega 18 produtores ativos, com uma área estimada em 25 ha. Nessa microrregião, foram visitados produtores do Assentamento da Quinta. Na Figura 17.7A se observa a estrutura de um pomar de amoreira-preta; conforme as Figuras 17.7B e 17.7C, as frutas são colhidas em baldes e colocadas nas caixas plásticas de 8 kg, para depois serem transportadas até a sede da associação, onde normalmente permanecem nas câmaras de resfriamento e congelamento até a comercialização.



Fotos: Lirio José Reichert

Figuras 17.7. Pomar de amoreira-preta (A) no município de Encruzilhada do Sul, com frutas colhidas em balde (B) e caixas (C).

Fora do Rio Grande do Sul, foram realizadas visitas no sul de Minas Gerais, no município de Machado, onde está localizada a Associação dos Agricultores Familiares de Frutas Vermelhas de Machado (Fruverfam); além da amoreira-preta, os agricultores também cultivam outras pequenas frutas, como o mirtilheiro e a framboeseira. A associação possui 26 produtores, que integram o programa municipal de produção de pequenas frutas. É uma microrregião onde, tradicionalmente, a produção de frutas de clima temperado, como é o caso da amora-preta, necessita de manejo diferenciado. Com a ajuda da equipe técnica da Embrapa, da prefeitura municipal e de outros produtores dessa microrregião, foi possível manejar a amoreira-preta num sistema “forçado” de brotação, de forma que obtêm excelentes produtividades e amoras-pretas com qualidade superior.

Igualmente na região sul de Minas Gerais, no município de Senador Amaral, há uma produção de amora-preta bem expressiva. Um dos locais visitados foi uma empresa multinacional que cultiva 25 ha de amoreira-preta, em ambiente protegido. Todo o manejo das plantas é feito visando obter produção de amora-preta em quase todos os meses do ano. Na Figura 16.8A tem-se uma vista geral da estrutura de produção da empresa e parte dos túneis com cobertura plástica e outra sem a cobertura, em função dos pomares estarem em fases diferentes de brotação, o que requer um tratamento diferenciado. Nas Figuras 17.8B e 17.8C tem-se o momento da colheita da amora-preta, que é realizada diretamente nas embalagens em que serão comercializadas no mercado in natura. Além da amora-preta, o grupo produz framboesas e mirtilos, também em ambiente protegido com túneis altos.

Fotos: Lirio José Reichert



Figuras 17.8. Vista da estrutura de produção da amoreira-preta pertencente a empresa multinacional em Senador Amaral, MG, sob túneis com cobertura plástica (A); vista do pomar protegido (B) e colheita da amora-preta diretamente nas embalagens plásticas para comercialização no mercado in natura (C).

Considerações finais

Conforme dados e informações apuradas junto aos produtores e técnicos, pode-se verificar e justificar, para a Embrapa, para a cadeia produtiva das pequenas frutas e para a sociedade, a importância do cultivo da amoreira-preta, no Brasil. Pode-se constatar que, em todas as áreas de cultivo, a espécie apresenta excelente desempenho agrônomo nos dois extratos de produtores (familiar e patronal) e segmentos avaliados (produtores, técnicos, viveiristas e empresas processadoras). Toda a cadeia produtiva se beneficia diretamente, gerando emprego, renda e oportunidades para produtores, que em parte possuíam certa ociosidade de mão de obra da família e buscaram no cultivo da amoreira-preta uma nova alternativa para tornar lucrativos os pequenos espaços disponíveis da propriedade rural.

No roteiro das entrevistas, foi possível identificar profissionais liberais, produtores com formação superior nas áreas agrônomicas atuando como produtores e organizadores do processo produtivo. Foram identificados, também, produtores que se tornaram empresários, montando estruturas de processamento e de venda da fruta, o que demonstra o potencial de crescimento profissional e de empreendedorismo que a cultura da amoreira-preta propicia. O apoio de infraestrutura (maquinários e equipamentos para o preparo das áreas), por parte de órgãos públicos, como as secretarias

municipais da agricultura, bem como das empresas que forneceram insumos e materiais para a implantação dos pomares, também são pontos de destaque, revelando o interesse público e privado pela atividade e pela agricultura familiar. Enfim, ressalta-se o conjunto de entidades e pessoas que viram na amoreira-preta uma alternativa não só de renda, mas de diversificação de produtos e melhoria da qualidade de produtos alimentícios, com alto valor nutricional para a saúde dos consumidores.

Referências

- ÁVILA, A. F. D.; RODRIGUES, G. S.; VEDOVOTO, G. L. (ed.). **Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa**: metodologia de referência. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 189 p.
- REICHERT, L. J.; BASSOLS, M. do C.; ANTUNES, L. E. C.; FRANZON, R. C. **Avaliação do impacto socioeconômico e ambiental da amoreira-preta no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2024. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 544).
- REICHERT, L. J.; RASEIRA, M. do C. B.; ANTUNES, L. E. C. **Cultivo da amoreira-preta: relatório de avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2023. Disponível em: https://bs.sede.embrapa.br/2023/relatorios/climatemperado_amoreirapreta.pdf. Acesso em: 25 jun. 2025.
- RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária**: AMBITEC-AGRO. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 95 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 34).
- RODRIGUES, G. S. **Avaliação de impactos socioambientais de tecnologias na Embrapa**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2015. 41 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 99).

Capítulo 18

A Rota das Frutas RIDE-DF: um modelo de desenvolvimento sustentável para a fruticultura regional

Frederico Orlando Calazans Machado
Gustavo Luis Batista D'Angiolella
Luiz Antônio de Passo Curado

Introdução

A fruticultura brasileira, apesar de ser a terceira maior produtora mundial de frutas, com uma produção de cerca de 41,5 milhões de toneladas em 2024, conforme dados da Abrafrutas (Tabela 1), direciona a maior parte de sua produção ao mercado interno, exportando menos de 3% do total. Essa realidade posiciona o Brasil em 23º lugar no ranking de exportadores de frutas (2023/2024), evidenciando um vasto potencial ainda inexplorado. É nesse cenário que surge a Rota das Frutas RIDE-DF, uma iniciativa estratégica, que visa transformar o panorama da fruticultura na Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE-DF), promovendo o desenvolvimento sustentável, a agregação de valor e a melhoria da qualidade de vida dos produtores rurais.

Este capítulo explora a gênese, o desenvolvimento, a metodologia, a governança e os impactos da Rota das Frutas RIDE-DF, bem como as valiosas lições aprendidas e o promissor potencial de replicação desse modelo em outras regiões do Brasil. A iniciativa destaca-se como exemplo notável de colaboração multissetorial entre instituições públicas, setor privado e comunidades, resultando em avanço significativo para o agronegócio e a economia regional.

Tabela 18.1. Participação por estado brasileiro na produção de frutas, em 2024.

Estado (UF)	Valor (x R\$ 1.000)	Produção (t)	Produção (%)
São Paulo	22.419.105	17.414.703	40,28%
Bahia	5.700.213	3.753.276	8,68%
Pará	10.695.460	2.978.123	6,89%
Minas Gerais	5.388.732	2.913.731	6,74%
Rio Grande do Sul	4.955.405	2.511.907	5,81%
Pernambuco	5.072.555	2.486.196	5,75%
Santa Catarina	3.698.114	1.500.782	3,47%
Ceará	2.188.356	1.474.203	3,41%

Continua...

Tabela 18.1. Continuação.

Estado (UF)	Valor (x R\$ 1.000)	Produção (t)	Produção (%)
Paraná	2.401.284	1.351.497	3,13%
Rio Grande do Norte	2.132.130	1.309.218	3,03%
Espírito Santo	2.579.215	1.095.250	2,53%
Goiás	1.078.841	649.233	1,50%
Sergipe	734.177	643.909	1,49%
Paraíba	946.389	603.529	1,40%
Alagoas	835.441	433.903	1,00%
Amazonas	1.277.810	423.635	0,98%
Rio de Janeiro	712.566	341.483	0,79%
Tocantins	571.509	238.800	0,55%
Mato Grosso	445.376	175.087	0,40%
Roraima	311.388	174.121	0,40%
Maranhão	229.283	165.229	0,38%
Piauí	270.516	157.486	0,36%
Rondônia	399.667	147.732	0,34%
Acre	176.191	120.626	0,28%
Mato Grosso do Sul	227.326	116.070	0,27%
Amapá	61.464	31.236	0,07%
Distrito Federal	154.204	28.279	0,07%
Total	75.662.717	43.239.244	100%

Fonte: Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (2026).

Contextualização e histórico

A idealização da Rota das Frutas RIDE-DF fundamentou-se na análise das particularidades da fruticultura brasileira e, mais especificamente, do Distrito Federal e sua área de influência. Reconhecida como setor economicamente importante, a fruticultura é capaz de gerar riqueza e empregos, tanto no campo como na cidade, além de oferecer oportunidades para produtores de porte diverso. A adoção de práticas de cultivo adequadas e de tecnologias avançadas, como variedades geneticamente melhoradas e soluções inovadoras na colheita e pós-colheita, são fundamentais para assegurar a produtividade e competitividade em um mercado cada vez mais dinâmico e exigente.

No Distrito Federal, a fruticultura se destaca pela alta demanda de mão de obra, viabilidade em pequenas áreas e significativa contribuição para a balança comercial. Além disso, exerce papel crucial na produção de alimentos saudáveis, na agricultura urbana, na diversificação da produção e na segurança alimentar. A atividade também desempenha função importante na proteção de mananciais e no controle da expansão urbana desordenada, promovendo o uso mais sustentável do território.

Foi com base nesses princípios e na análise desses fatores que a Rota das Frutas foi concebida, tendo como objetivos a promoção do desenvolvimento sustentável da fruticultura, mediante o cultivo de frutas de maior valor agregado no Distrito Federal, fortalecimento da produção existente,

organização de cooperativas para produção e comercialização, fomento ao consumo de frutas, para, assim, proporcionar a melhoria da oferta alimentar aos consumidores e o aumento da rentabilidade dos produtores rurais.

A semente da Rota das Frutas da RIDE-DF foi “plantada” em junho de 2019, durante uma reunião no município de Cristalina (GO), onde representantes do Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) e da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (Codevasf), juntamente com autoridades municipais, sindicatos rurais e produtores, discutiam as oportunidades e desafios da fruticultura na região. Foi nesse encontro que a Codevasf sugeriu a criação de uma Rota das Frutas para a região, inspirada nas Rotas de Integração Nacional, um modelo que já havia apoiado, com sucesso, em Alagoas.

As Rotas de Integração Nacional (Rotas), iniciativa do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR) (Brasil, 2026) constituem uma estratégia voltada ao desenvolvimento regional sustentável, por meio da promoção de cadeias produtivas. Têm como objetivo central, estimular a integração econômica e social, fortalecer a capacidade produtiva local e contribuir para a melhoria da qualidade de vida das populações envolvidas, e possuem os seguintes objetivos específicos:

- Valorizar as vocações dos territórios e identificar sinais distintivos.
- Promover e valorizar os recursos naturais, culturais e socioeconômicos.
- Desenvolver competências organizacionais, técnicas e produtivas.
- Fortalecer a governança das cadeias produtivas priorizadas nas diversas escalas.
- Apoiar redes territoriais de organização social, produtiva e aprendizagem.
- Estimular o consumo de produtos derivados das cadeias produtivas priorizadas e regularizar e padronizar a oferta dos seus produtos.
- Ampliar a eficiência e a rentabilidade dos empreendimentos (economias de escala).
- Integrar as cadeias produtivas priorizadas a outros setores (economias de escopo).

Embora idealizada em 2019, a pandemia de covid-19 atrasou o início efetivo dos trabalhos, que só foram retomados em junho de 2021. Sob a coordenação da Codevasf e apoio do então Ministério do Desenvolvimento Regional, o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), através do Projeto de Cooperação Técnica BRA/IICA/13/001 – Interáguas –, assumiu a execução do planejamento estratégico, que contratou consórcio e assessoria técnica particulares para apoiar a estruturação da RIDE-DF.

O planejamento estratégico, realizado entre junho e setembro de 2021, identificou, aproximadamente, 25 mil pequenas propriedades e/ou da agricultura familiar em toda a RIDE DF, sendo 11.513 propriedades de agricultores assentados distribuídos em 150 assentamentos rurais do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), ocupando uma área total de aproximadamente 509.700 ha. Diante desse cenário, o trabalho buscou propor alternativas concretas para a melhoria das condições de vida desses assentados, bem como de pequenos e médios produtores rurais. As ações visaram à redução das desigualdades socioeconômicas, estruturação de uma governança participativa e formulação de uma carteira de projetos voltada para o fomento da fruticultura irrigada, agregação de valor à produção e acesso qualificado a mercados.

Devido às restrições impostas pela pandemia, a metodologia original precisou ser adaptada. Foram realizadas seis oficinas de mobilização nas cidades-satélites de Planaltina (DF), Brazlândia (DF) e nos municípios de Buritis (MG), Formosa (GO), Goianésia (GO) e Cristalina (GO), superando o número inicialmente previsto de encontros. Nesses eventos, foi aplicada a técnica da “árvore do conhecimento” como alternativa parcial à tradicional análise SWOT, permitindo a participação ativa de agricultores e lideranças locais, com discussões organizadas em torno de três eixos principais: Produção; Crédito e Financiamento; e Infraestrutura e Planejamento de Mercado. Essa abordagem de caráter *bottom-up* conferiu maior legitimidade ao processo e gerou forte engajamento das comunidades envolvidas.

Foi elaborado um Plano de Comunicação abrangente, contemplando ações de divulgação em redes sociais, participação em eventos, e o desenvolvimento de identidade visual, incluindo a criação de uma logomarca própria para a iniciativa, e a realização, em 18 de setembro de 2021, de um Fórum Regional de Encerramento, que contou com a presença do presidente da República, ministros de Estado, autoridades políticas locais, prefeitos, além de representantes de empresas estatais – como Caixa Econômica Federal, Codevasf, Conab e Embrapa – e produtores rurais. O evento marcou o lançamento oficial das bases da Rota das Frutas RIDE-DF, consolidando institucionalmente o projeto junto a diferentes níveis de governo e sociedade civil.

Com o objetivo de aprimorar o conhecimento técnico e organizacional dos produtores, o IICA e o consórcio contratado, por solicitação da coordenação da Rota das Frutas e sob sua orientação, promoveram visitas técnicas a importantes polos frutícolas do país, como as regiões produtoras de frutas de Petrolina–Juazeiro, Projeto Jaíba, no norte de Minas Gerais, e ao estado do Paraná. Nessas experiências, os produtores da RIDE-DF puderam observar, na prática, a relevância dos sistemas cooperativos e da intercooperação para o fortalecimento da produção e acesso a mercados. Como resultado direto dessas ações, foi constituída, no final de 2021, a Central das Cooperativas de Agricultura Familiar do Distrito Federal e RIDE – Central Unium Brasília, com apoio da coordenação da Rota das Frutas e do OCDF/Sescoop-DF.

Paralelamente, emendas parlamentares direcionadas à Codevasf viabilizaram a aquisição de máquinas, equipamentos e veículos – como caminhões, tratores, câmaras frias e microtratores, que foram distribuídos às cooperativas da região. Esses investimentos contribuíram significativamente para a estruturação produtiva e a melhoria da organização da produção, fortalecendo a capacidade operacional, ampliando o potencial de atuação das cooperativas no mercado.

A partir de maio de 2022, durante a Feira AgroBrasília, a Rota das Frutas RIDE-DF (Figura 18.1) iniciou sua segunda etapa, com foco no fomento a plantios irrigados de açaí (cultivar BRS Pai D'égua, adaptada à terra firme) e mirtilo (*blueberry*), além do planejamento de uma central comercializadora. Nessa nova fase, a iniciativa passou a contar com a adesão de novos parceiros institucionais, tanto públicos quanto privados, incluindo: Mapa/SFA-DF, Embrapa Amazônia Oriental, Conab, Senar, Emater-DF, Emater-GO, Sistema OCDF/Sescoop-DF, Sebrae e Central Unium, entre outros. O escopo de atuação também foi ampliado para incluir, além do açaí e do mirtilo, outras frutas vermelhas, como amora-preta, framboesa e morango, bem como culturas já consolidadas na região, como goiaba, mamão e maracujá, e espécies nativas do Cerrado com potencial econômico, tais como o baru.



Figura 18.1. Mapa de abrangência da RIDE-DF.

Fonte: Rota [...], (2026).

A partir da identidade visual desenvolvida em 2021, a coordenação da Codevasf na Rota da Frutas RIDE-DF decidiu consolidar o nome Rota das Frutas RIDE-DF como a denominação oficial do projeto, adotada formalmente a partir de 2023 para alinhar à logomarca criada no contexto das ações de comunicação, reforçando a identidade institucional e a visibilidade da iniciativa.

Em agosto de 2022, teve início a distribuição de mudas da cultivar de açaí BRS Pai D'égua aos produtores da RIDE-DF. Até o início de 2023, foram implantados aproximadamente 250 ha da cultura, sendo distribuídas mudas suficientes para o plantio de até 1 ha por produtor, desde que esse estivesse vinculado a uma organização formal (associação ou cooperativa) com no mínimo dez produtores. Os municípios parceiros contribuíram com insumos (adubo) e maquinário para o preparo do solo, reforçando a articulação institucional. Além do açaí BRS Pai D'égua, também foram introduzidas as cultivares BRS Pará (ambas da Embrapa) e uma nova cultivar de mirtilo, 'Emerald', com maior resistência ao calor, com o objetivo de transformar essas culturas em alternativas à geração de riqueza para a agricultura familiar.

Em 2023, a Codevasf e o Governo do Distrito Federal (GDF), por intermédio da Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural do Distrito Federal (Seagri-DF) intensificaram sua parceria estratégica, culminando na assinatura de um protocolo de intenções durante o início da terceira etapa, na AgroBrasília 2023, com o apoio técnico da Embrapa Cerrados. A partir desse marco, a Rota das Frutas passou a ser oficialmente reconhecida como uma ação da Seagri-DF, recebendo a nova denominação de Rota das Frutas DF. Essa formalização consolidou a iniciativa

como um exemplo exitoso de cooperação institucional voltada ao desenvolvimento rural sustentável no Distrito Federal e entorno.

Metodologia e pilares do desenvolvimento

A metodologia da Rota das Frutas da RIDE-DF (Figura 18.2) foi concebida com o propósito de estruturar um novo polo de fruticultura no Brasil, fundamentado em um processo participativo, integrado e sustentável. Tradicionalmente, o conceito de desenvolvimento sustentável assenta nos aspectos econômico, ambiental e social, ou seja, que seja economicamente viável, ambientalmente correto e socialmente justo. No entanto, a experiência prática da Rota, conforme ressaltado por consultor técnico da assessoria técnica (informação pessoal), evidenciou a necessidade de ampliar esse conceito, incorporando dois novos pilares fundamentais: o político e o institucional.

Assim, os cinco pilares do desenvolvimento da Rota das Frutas são:

- **Econômico:** Visa promover a competitividade da produção por meio da diversificação de culturas, agregação de valor aos produtos, fortalecimento das cadeias curtas de comercialização e estímulo ao cooperativismo. Na prática, traduz-se na viabilidade de plantios em pequenas áreas, com frutas de maior valor de mercado, como mirtilo e açaí, e na organização de cooperativas voltadas à produção, beneficiamento e comercialização coletiva, favorecendo operações em grupo e ganhos em escala.
- **Ambiental:** Promove a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, com foco no uso racional da água, no incentivo ao emprego de bioinsumos e na implementação de tecnologias limpas, assegurando a preservação dos recursos naturais e dos mananciais. A diversificação de culturas contribui para reduzir a pressão sobre o solo e a dependência da importação de frutas.
- **Social:** Valoriza o papel dos agricultores familiares, promove capacitação técnica, geração de emprego e renda e o fortalecimento das relações sociais nas comunidades. A Rota das Frutas oferece treinamentos contínuos, assistência técnica especializada e apoio à organização produtiva, resultando em melhoria da rentabilidade da produção e a redução do êxodo rural, além de ampliar a segurança alimentar e o acesso a alimentos de qualidade.
- **Político:** Assegura a mobilização de lideranças públicas em todas as esferas de governo, viabilizando a inserção da Rota das Frutas em políticas públicas estruturantes, garantindo a destinação de recursos orçamentários e a captação de emendas parlamentares. A articulação com o Governo do Distrito Federal e a assinatura de protocolos de intenções exemplificam a efetividade desse pilar, que fortalece o comprometimento institucional e a continuidade das ações.
- **Institucional:** Garante aos agricultores familiares e pequenos produtores o acesso à pesquisa, tecnologia e inovação. O envolvimento de instituições e o estabelecimento de parcerias com entidades como a Embrapa, Emater, universidades e institutos federais e tecnológicos, são essenciais à adaptação das soluções às realidades locais, tornando-as acessíveis e a um custo menor.

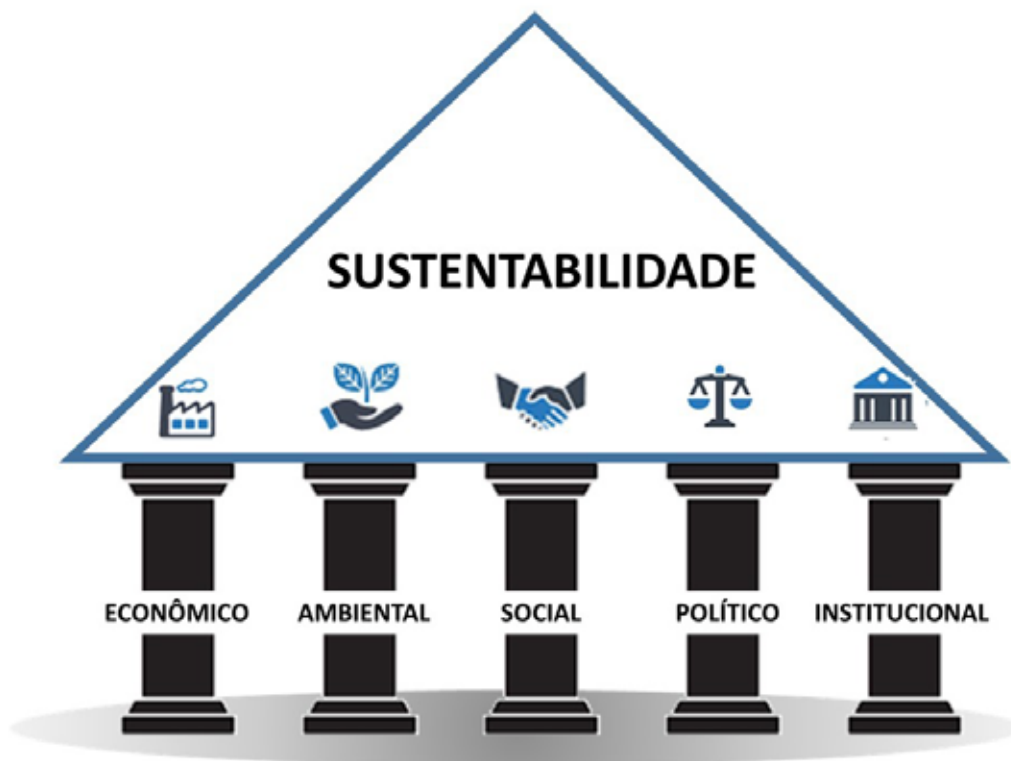


Figura 18.2. Diagrama dos pilares da metodologia da Rota das Frutas.

A Rota das Frutas RIDE DF incorporou a abordagem participativa, ao adotar a metodologia da “árvore do conhecimento”, considerada mais eficaz que a tradicional análise SWOT, em contextos de baixa escolaridade, para identificar os principais entraves enfrentados pelos produtores, permitindo identificar problemas centrais, suas causas estruturais e efeitos.

Posteriormente, adotou o planejamento com metodologia de Ferramentas Integradas de Gestão Estratégica (Fige), desenvolvida pelo Instituto Sagres (2026), estruturada no ciclo planejar, executar, verificar e agir (PDCA). Essa metodologia, atualmente usada na Rota das Frutas RIDE-DF e proposta para replicação, integra diversos componentes:

- Planejar: Envolve diagnóstico territorial participativo, seleção de cadeias produtivas (com metas e indicadores), e criação de uma carteira de projetos para fomento, infraestrutura, mercado e crédito.
- Executar: Inclui distribuição de mudas certificadas, assistência técnica, capacitação, apoio a cooperativas e implantação de agroindústrias piloto.
- Verificar: Realiza monitoramento físico-financeiro e de desempenho (produtividade, renda, inclusão, sustentabilidade), além de auditorias técnicas periódicas.
- Agir: Permite correções de rota anuais, priorização dinâmica de cadeias e ajustes regulatórios e orçamentários.

Os princípios operacionais da metodologia Fige destacam a abordagem regional (integração DF-GO-MG), o uso racional da água e respeito ao meio ambiente, a inovação tecnológica e comercial, a ação coletiva baseada no associativismo e no cooperativismo, o enfoque em cadeias produtivas

de valor como estratégia de fortalecimento produtivo e mercadológico. Além disso, a assistência técnica e extensão rural (Ater) orientada por indicadores e resultados, com formação e certificação de técnicos familiarizados com as realidades locais dos produtores.

Governança e fontes de financiamento

Governança

A governança da Rota das Frutas adota um modelo colaborativo e multissetorial, essencial para o sucesso e a sustentabilidade das ações. A coordenação geral é conduzida pela Codevasf, em parceria com a Embrapa Cerrados e a Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural do Distrito Federal (Seagri-DF), com o apoio do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR).

A gestão técnica envolve a atuação conjunta da Codevasf, Embrapa Cerrados, SEAGRI-DF e Emater-DF, assegurando a integração entre pesquisa, extensão e execução de políticas públicas. O controle social é exercido por cooperativas e associações de produtores, que participam diretamente da tomada de decisão.

Atualmente, encontra-se em fase de implantação o Comitê Gestor da Rota das Frutas, composto por representantes da Codevasf, Embrapa Cerrados, Seagri-DF e produtores, com a atribuição de estabelecer metas e indicadores, além de realizar avaliações periódicas de desempenho e orientar os ajustes estratégicos necessários.

Fontes de financiamento

A Rota das Frutas RIDE-DF tem sido impulsionada por uma combinação de recursos:

- Emendas parlamentares: Constituem uma fonte fundamental para o fomento inicial, possibilitando a aquisição de máquinas, equipamentos e veículos, como caminhões, tratores e câmaras frias, que são distribuídos diretamente às cooperativas participantes, assim como os recursos destinados à Embrapa Cerrados, que apoiam as ações de pesquisa e infraestrutura.
- Fundo de Desenvolvimento Rural (FDR) da Seagri-DF: A partir de 2023, com a incorporação da Rota das Frutas-DF como política pública, esse FDR passou a constituir uma fonte estratégica de recursos para estimular a produção frutícola no Distrito Federal.
- Programas federais: A rota tem se beneficiado de recursos aportados em programas sob a gestão da Embrapa, como o Programa de Inovação de Suporte à Rota das Frutas da Região Integrada de Desenvolvimento do DF e Entorno (Programa Frente) e o Programa de Inovação e Pesquisa voltados para a Integração Lavoura-Pecuária-Fruticultura-Floresta – ILPFF (Programa AgroIntegra).

Para futuras replicações, outras fontes de financiamento estão sendo consideradas:

- Fundos constitucionais de financiamento regional: Como Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste (FCO) ou Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), a depender da região.

- Fundos e programas de desenvolvimento regional: Por meio de órgãos como a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) e Superintendência de Desenvolvimento do Centro-Oeste (Sudeco), entre outros.
- Programas federais específicos: Promovidos pelo Mapa, MIDR e MCTI, voltados para agricultura familiar, inovação e sustentabilidade.
- Cooperação internacional: Para projetos de bioeconomia e financiamento da produção.

Resultados alcançados e esperados

A Rota das Frutas RIDE-DF já atingiu resultados expressivos e projeta um futuro promissor para a fruticultura regional.

Resultados alcançados

- Comunicação e identidade: Elaboração e gestão de um plano de comunicação robusto, gestão de site e redes sociais, cobertura de eventos presenciais, consolidação da identidade visual e ampliação do engajamento de produtores e parceiros.
- Capacitação: Treinamento de técnicos da Emater-DF e Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar-GO), e produtores para o plantio de açaí e mirtilo, disseminando conhecimento técnico especializado.
- Intercâmbio técnico: Realização de visitas técnicas da coordenação para prospecção de mercados e conhecimento de novas tecnologias em feiras nacionais e internacionais, como a Fruit Attraction Madri e São Paulo, e gestão de cooperativas com produtores em Portugal e Espanha.
- Eventos: Participação ativa em diversos eventos com estande próprio, promovendo os produtos da Rota das Frutas RIDE-DF, como sucos, geleias e frutos in natura.
- Apoio à pesquisa: Alocação de recursos para a Embrapa Cerrados para implantação de viveiro, pomares para pesquisa de açaí, mirtilo e outras frutíferas adaptadas ao Cerrado, compra de insumos de laboratório, veículos, máquinas e equipamentos, além de custeio para manutenção e combustível.
- Aquisição e distribuição de mudas e insumos: Aquisição e distribuição de mudas certificadas e de alta qualidade, produzidas por viveiros e biofábricas credenciadas, por meio de programas da Embrapa. Foram mais de 100.000 mudas de açaí cultivar BRS Pai d'Égua, e 500.000 mudas de mirtilo cultivar Emerald.
- Estudos para suporte às ações: Contratação de estudos focados na gestão hídrica para a RIDE-DF e no suporte à exportação para os produtores da rota.
- Impacto na RIDE-DF: Aumento da renda dos produtores, maior organização institucional com fortalecimento e criação de novas cooperativas, estímulo à agroindustrialização (geleias, sucos, sorvete, embalagens e rótulos), inserção de produtos em novos mercados, atração de novos parceiros privados e institucionais, e consolidação da rota como política pública regional de impacto.

- Açaí: Implantação de 250 ha da variedade BRS Pai d'Égua entre 2022–2024, sendo 50 ha no Distrito Federal, atendendo 250 produtores, com mais de 100.000 mudas fornecidas gratuitamente.
- Mirtilo: Implantação de 5 ha entre janeiro/2024 e setembro/2025, no Distrito Federal com mudas da variedade Emerald, com o objetivo de atingir 50 ha e atender cerca de 250 produtores, cada um recebendo um mínimo de 2.000 plantas

Resultados esperados

A Rota das Frutas RIDE-DF tem metas ambiciosas para o futuro (Tabela 18.2), com projeções claras de valor bruto de produção (VBP) e atendimento a produtores.

Açaí e mirtilo

Açaí:

- Expectativa de rentabilidade de R\$ 24.000/há por ano para o produtor, a partir do oitavo ano, sem agregação de valor do processamento.
- VBP total estimado de R\$ 6 milhões para os 250 ha.
- Meta até 2030: 1.000 ha plantados, atendendo 1.000 produtores, com VBP total estimado de R\$ 24 milhões.

Mirtilo:

- VBP estimado de R\$ 200.000 para cada 0,2 ha por ano.
- VBP total estimado de R\$ 50 milhões para os 50 ha iniciais.
- Meta até 2030: 100 ha plantados, atendendo 500 produtores, com VBP total estimado de R\$ 100 milhões.

Tabela 18.2. Metas da Rota das Frutas até 2030.

Cultura	Área estimada (ha)	Produtores atendidos	VBP total estimado (R\$)
Açaí	1.000	1.000	24.000.000
Mirtilo	100	500	100.000.000

Fonte: Coordenação da Rota das Frutas RIDE-DF.

Geração de impostos

A expectativa é que a rota gere aproximadamente R\$ 1 milhão por ano em impostos para a cadeia do açaí e R\$ 3,60 milhões por ano para a do mirtilo, representando cerca de 18% do VBP (Guilhoto et al., 2010).

Organização e comercialização

Proposta de ações integradas de comercialização, rastreabilidade e diferenciação por origem, além do fomento à intercooperação para a formação de uma central de comercialização.

Impactos econômicos

Estimular a produção frutícola no Distrito Federal via FDR, ampliar a competitividade, gerar empregos e riqueza no setor rural, diversificar a economia agrícola local e ampliar a oferta de alimentos de qualidade, frescos e saudáveis.

Impactos ambientais

Reduzir a pressão sobre o solo, promover o uso eficiente de recursos hídricos, diminuir a dependência de importação de frutas e estimular práticas agrícolas de baixo impacto ambiental.

Impactos sociais

Oferecer treinamentos e assistência técnica, melhorar a qualidade e rentabilidade da produção, fortalecer a permanência e a garantia sucessória das famílias no campo e elevar a qualidade de vida dos produtores.

Experiências e potencial de replicação

A jornada da Rota das Frutas RIDE-DF, desde sua concepção até os resultados atuais, tem gerado valiosas lições que podem servir de modelo para iniciativas semelhantes.

Lições aprendidas

- Planejamento participativo: A experiência demonstrou que um planejamento que envolve ativamente os atores locais (produtores, técnicos e gestores) (Figura 3) confere legitimidade ao processo e aumenta significativamente a adesão às ações propostas. A metodologia de análise de “problema – causa – solução”, com as oficinas adaptadas durante a pandemia, foi crucial para esse engajamento.
- Governança multissetorial: A colaboração entre diferentes esferas governamentais (federal, estadual e municipal), instituições de pesquisa (Embrapa) e fomento (IICA), entidades de assistência técnica (Emater, Senar) e o setor privado (cooperativas), é fundamental para reduzir fricções institucionais, otimizar recursos e garantir a execução coordenada das atividades.
- Emendas e fundos como alavancas: A captação de emendas parlamentares e a utilização de fundos específicos (como o FDR da Seagri-DF) são poderosas alavancas para o arranque e a manutenção de projetos dessa magnitude, garantindo o investimento inicial em infraestrutura, mudas, insumos e equipamentos.
- Assistência técnica e pesquisa aplicada: A disponibilidade de assistência técnica qualificada e a pesquisa aplicada, adaptando cultivares e práticas para as condições locais (ex.: açaí em

terra firme no Cerrado, mirtilo resistente ao calor), são pilares que sustentam a produtividade, a qualidade dos produtos e a competitividade dos agricultores familiares.

- Comunicação e identidade: A criação de um plano de comunicação eficaz e uma identidade visual forte (logomarca) são essenciais para reforçar o sucesso das ações, engajar os interessados e apoiadores e consolidar a iniciativa como um polo frutícola reconhecido.

Análise SWOT:

- Forças: Governança articulada, base institucional robusta, logística privilegiada (rodovias, *hub* aéreo em Brasília), proximidade do mercado consumidor e experiência acumulada em ATER e capacitações.
- Fraquezas: Heterogeneidade organizacional entre os produtores, lacunas em padronização, rastreabilidade, armazenamento e cadeia de frio, assimetrias de informação e dificuldades de acesso a crédito.
- Oportunidades: Existência de nichos de alto valor agregado, potencial de compras públicas, integração digital, busca por certificações, e agregação de valor via agroindústria e *branding* territorial.
- Ameaças: Volatilidade de preços, eventos climáticos, riscos sanitários, custos logísticos e risco de fragmentação institucional, se a governança não se mantiver ativa.

Foto: Gustavo D'Angiolella



Figura 18.3. Reunião com produtores rurais para implantação da Rota das Frutas RIDE-DF, em Corumbá de Goiás (GO), 2022.

Potencial de replicação em outros locais

A metodologia e as lições aprendidas com a Rota das Frutas RIDE-DF servem como um modelo eficaz para ser aplicado em outras regiões com potencial frutícola. A possibilidade de replicar essa Rota em outros estados ou regiões do Brasil é promissora, especialmente em locais que compartilham características ou enfrentam desafios semelhantes.

Vantagens da replicação em outras regiões

- **Programa Conceito:** Uma “Rota das Frutas” caracteriza iniciativas similares como um programa-conceito que possui metodologia de implantação, identidade conhecida e estrutura de governança estabelecida, proporcionando segurança ao aporte de recursos e continuidade das ações.
- **Vocação natural e biodiversidade:** Regiões brasileiras com alta biodiversidade frutícola, seja de biomas como Amazônia, Mata Atlântica ou outros, podem adaptar o modelo para valorizar suas frutas nativas e culturas adaptadas localmente, criando identidades fortes e produtos exclusivos.
- **Agregação de valor imediata:** Muitas áreas produtoras ainda comercializam a produção de forma in natura ou primária. O modelo da rota foca na organização da cadeia, no fomento às agroindústrias familiares e no desenvolvimento de produtos processados (polpas, óleos, derivados) com maior valor de mercado, garantindo que a riqueza gerada permaneça na região.
- **Marca de origem e sustentabilidade:** Uma “Rota das Frutas” replicada pode se posicionar com selos de origem ou sustentabilidade. Isso valorizaria sistemas de produção específicos (como sistemas agroflorestais, extrativismo manejado, bioeconomia), atraindo consumidores conscientes e mercados internacionais *premium* dispostos a valorizar produtos que respeitam o meio ambiente e as comunidades locais.
- **Geração de renda e fixação do homem no campo:** O modelo de organização em cooperativas e associações gera emprego e riqueza nas comunidades rurais, combatendo o êxodo e dinamizando a economia dos municípios de forma sustentável e ordenada.
- **Sinergia com instituições existentes:** A replicação pode aproveitar ativos importantes já existentes em cada estado, como Unidades da Embrapa (com pesquisas adaptadas à realidade local), Emater, universidades e institutos de ciência e tecnologia. A rota integraria essa expertise técnica à estratégia de mercado.

Proposta de coordenação para uma rota em nova região

- **Coordenação central:** Uma instituição federal com expertise em desenvolvimento regional, como a Codevasf ou órgão similar.
- **Gestão técnica:** Instituições de pesquisa e extensão locais, como Unidades regionais da Embrapa e Emater estadual.
- **Governo estadual:** Secretarias de Agricultura, Desenvolvimento Rural e órgãos de assistência técnica.

- Prefeituras: Dos municípios produtores envolvidos.
- Cooperativas e associações: De agricultores familiares, comunidades tradicionais e povos locais.
- Universidades e Institutos de Ciência e Tecnologia locais.
- Setor privado: Parcerias com empresas de insumos, logística, agroindústria e comercialização.

Fontes de financiamento adicionais para a replicação

- Emendas parlamentares (federais e estaduais/municipais).
- Fundos constitucionais de financiamento regional (FNE, FCO, FNO, etc.) aplicáveis à região.
- Fundos e programas de desenvolvimento regional (Sudene, Sudeco, Sudam, entre outros).
- Programas federais específicos (Mapa, MIDR, MCTI) voltados para agricultura familiar, inovação e sustentabilidade.
- Cooperação internacional para bioeconomia e financiamento climático, quando aplicável.

O planejamento para uma rota replicada utilizaria a metodologia Fige (Ferramentas Integradas de Gestão Estratégica) no ciclo PDCA, com diagnóstico territorial participativo, seleção de cadeias produtivas específicas para a região, metas, indicadores e uma carteira de projetos. A execução incluiria distribuição de mudas certificadas (Figura 4), assistência técnica, capacitação e apoio a cooperativas e agroindústrias piloto. O monitoramento e a verificação seriam contínuos, com ajustes estratégicos anuais.

Integração com políticas públicas e sociedade

A replicação buscaria articulação com as políticas nacionais de desenvolvimento regional, estratégias de bioeconomia regionais, políticas de segurança alimentar, programas de compras institucionais e o Sistema Nacional de ATER. A participação social seria garantida por câmaras temáticas e fóruns territoriais.

Resultados esperados para uma região replicada

- Fortalecimento da agricultura familiar e de comunidades tradicionais.
- Geração de empregos e riqueza com agregação de valor (polpas, óleos, derivados).
- Inserção competitiva em mercados nacionais e internacionais com certificação e rastreabilidade.
- Consolidação da região como referência em uma bioeconomia baseada na fruticultura local, como no caso da Rota das Frutas RIDE-DF, onde a iniciativa proporciona cultivos não tradicionais, apoia as culturas nativas e a integração com sistemas agroflorestais sustentáveis.



Figura 4. Exemplos de frutas nativas brasileiras do Cerrado apoiadas pela RIDE-DF: baru (A), pequi (B), buriti (C) e cagaita (D)

Fonte: Shutterstock. Disponível em: shutterstock.com/pt/images; Acesso em 11/09/2025.

Considerações finais

A Rota das Frutas RIDE-DF transcende a mera iniciativa agrícola, consolidando-se como um abrangente modelo de desenvolvimento sustentável que integra produção, inovação, inclusão social e preservação ambiental. A união estratégica entre a visão da Seagri-DF, a expertise da Codevasf e a pesquisa científica da Embrapa Cerrados demonstra o poder transformador da cooperação institucional.

Ao longo de sua trajetória, a rota tem não apenas fortalecido a fruticultura na RIDE-DF, mas também pavimentado o caminho para a melhoria da condição de vida dos produtores rurais, a diversificação econômica local e a promoção de práticas agrícolas mais sustentáveis. As lições aprendidas, especialmente a importância do planejamento participativo, da governança multisetorial e da pesquisa aplicada, oferecem um arcabouço sólido para a replicação bem-sucedida em outras regiões com vocação frutícola. A Rota das Frutas, em suas diversas manifestações, representa um caminho inteligente e comprovado para converter a riqueza natural em prosperidade econômica e social para o povo brasileiro.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS. Estatísticas. **Painéis de produção**. Disponível em: <https://abrafrutas.org/paineis-de-producao/>. Acesso em: 28 jan. 2026.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Desenvolvimento Regional. Coordenação-Geral de Sistemas Produtivos e Inovativos. **Rotas de Integração Nacional**. Brasília, DF, 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/rotas-de-integracao-nacional>. Acesso em: 29 jan. 2026.

GUILHOTO, J. J. M.; AZZONI, C. R.; ICHIHARA, S. M.; KADOTA, D. K.; HADDAD, E. A. Matriz de insumo-produto do Nordeste e Estados: metodologia e resultados. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2010. 289 p.

INSTITUTO SAGRES. Disponível em: <https://sagres.org.br/>. Acesso em: 28 nov. 2026.

ROTA DAS FRUTAS RIDE-DF. Disponível em: <https://rotafruticulturaridedf.com.br/>. Acesso em: 29 jan. 2026.

Literatura recomendada

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição**: República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988. art. 43 (Regiões de Desenvolvimento).

BRASIL. Lei Complementar nº 94, de 19 de fevereiro de 1998. Autoriza o Poder Executivo a criar a Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno - RIDE e instituir o Programa Especial de Desenvolvimento do Entorno do Distrito Federal, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 1, 20 fev. 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp94.htm. Acesso em: 29 jan. 2026.

BRASIL. Decreto nº 7.469, de 4 de maio de 2011. Regulamenta a Lei Complementar nº 94, de 19 de fevereiro de 1998, que autoriza o Poder Executivo a criar a Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno - RIDE e instituir o Programa Especial de Desenvolvimento do Entorno do Distrito Federal. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 1, 5 maio 2011. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7469.htm. Acesso em: 29 maio 2026.

BRASIL. Decreto nº 11.962, de 22 de março de 2024. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Regional. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 2, 25 maio 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/D11962.htm. Acesso em: 29 maio 2026.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Portaria nº 299, de 4 de fevereiro de 2022. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/rotas-de-integracao-nacional/Portaria_299.pdf. Acesso em: 29 jan. 2026.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Portaria nº 3.560, de 13 de dezembro de 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-3.560-de-13-de-dezembro-de-2022-450550809>. Acesso em: 29 jan. 2026.

COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL. **Mapa da RIDE**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/RIDERIDE.jpg>. Acesso em: 21 jun. 2022.

COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL. **O aglomerado metropolitano de Brasília nos indicadores do IBGE**. Brasília, DF, 2018. Nota Técnica. Disponível em: <https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/NT-O-Aglomerado-Metropolitano-de-Bras%C3%ADlia-nos-Indicadores-do-IBGE.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2021.

EMATER (DF). **Relatórios de desenvolvimento econômico**. Brasília, DF, 2022.

IBGE. **Censo agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 28 jun. 2022.

IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA)**. 2022. Disponível em: <https://www.sidra.ibge.gov.br/home>. Acesso em: 20 jun. 2022.

INCRA. Relatório de assentamentos. Brasília: INCRA, 2017.

INCRA. **Assentamentos. 2017**. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/assentamentosinstala>. Acesso em: 12 nov. 2017.

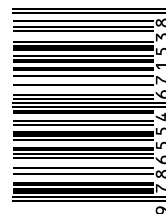
- INCRA. **Base de dados do relatório assentamentos geral**. Brasília: INCRA, 2017a. Disponível em: <https://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php>. Acesso em: 31 jul. 2022.
- INFRAMERICA. Aeroporto de Brasília. **Dados operacionais**. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.bsb.aero/institucional/dados-operacionais>. Acesso em: 21 jul. 2022.
- IPEA. Governança Metropolitana no Brasil – Relatório de Pesquisa: Arranjos Institucionais de Gestão Metropolitana. Brasília, DF, 2013 (atualização consultada em 2024). Disponível em: <https://www.ipea.gov.br>. Acesso em: 12 jan. 2024.
- IAQUINTO, B. O. A sustentabilidade e suas dimensões. **Revista da ESMESC**, v. 25, n. 31, p. 157178, 2018.
- MALISZEWSKI, E. Os rumos da produção de frutas no Brasil. **Agrolink**, 2019. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/os-rumos-da-producao-de-frutas-no-brasil_425861.html. Acesso em: 20 nov. 2022.
- MCKEAN, D. **Estratégia direto ao ponto** – conceitos essenciais que fazem a diferença. São Paulo: Saraiva, 2012. 240 p.
- MELÉM JÚNIOR, N. J.; QUEIROZ, J. A. L. **Plantio de açaizeiro em terra firme**. MacapáAP: Embrapa Amapá, 2011. 23 p.
- MINTZBERG, H. **Safári de estratégia**: um roteiro pela selva do planejamento estratégico. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- MIRAGAYA, J. F. G. **Dos bandeirantes a JK**: a ocupação do Planalto Central brasileiro anterior à fundação de Brasília. In: PAVIANI, A. (org.). Brasília 50 anos: da capital à metrópole. Brasília: UnB, 2010. 370 p.
- NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; MÜLLER, A. A. (ed.). **Açaí**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 137 p. (Sistemas de produção, 4).
- NORTH, D. C. **Institutions, institutional change and economic performance**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 152 p.
- OLIVEIRA, J. A. P. de. Desafios do planejamento em políticas públicas: diferentes visões e práticas. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 40, n. 2, jul./dez. 2006.
- PATRÍCIO, M. G. L. Quais as dimensões da sustentabilidade? **Revista Jus Navigandi**, Teresina, ano 21, n. 4903, 3 dez. 2016.
- PEREIRA, M. F. **Planejamento estratégico**: teorias, modelos e processos. São Paulo: Atlas, 2010. 141 p.
- SANTOS, C. E. dos S. **Agricultura familiar, marketing e inserção nos mercados**: o sonho possível? 1999. 87 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2016. (Tradução brasileira, 2018). 159 p.
- SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA, ABASTECIMENTO E DESENVOLVIMENTO RURAL. (DF) **Programa Rota das Frutas do Distrito Federal**. Brasília, DF, 2024. (Documento interno).
- SILVA, R. P. da. **Urbanização de favelas e o direito à cidade**: referências de análise pela experiência da Vila DNOCS, no Distrito Federal. 2014. 141 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- SILVA, T. N. C. **O potencial da comercialização de frutas brasileiras no mercado externo**: uma revisão. 2022. 42 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal Goiano, Morrinhos, GO.
- STURARI, R.; KORILIO, V. (org.). **Metodologia FIGE**: Ferramentas Integradas de Gestão Estratégica: melhores práticas de planejamento e gestão para organizações públicas e privadas. São Paulo: All Print Editora, 2017. 291 p.



Apoio:



Embrapa



CGPE 19491