

Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)

O cultivo da Mandioquinha-salsa





Governador do Estado
Eduardo Pinho Moreira

Secretário de Estado da Agricultura e da Pesca
Airton Spies

Presidente Epagri
Luiz Ademir Hessmann

Diretores
Giovani Canola Teixeira
Administração e Finanças

Ivan Luiz Bacic
Desenvolvimento Institucional

Luiz Antonio Palladini
Ciência, Tecnologia e Inovação

Paulo Roberto Lisboa Arruda
Extensão Rural





 www.epagri.sc.gov.br

 @EpagriOficial

 @epagri

 /Epagri

 Epagri



UFSC



BOLETIM DIDÁTICO Nº 147

Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) O cultivo da Mandioquinha-salsa

Jamil Abdalla Fayad
Jucinei José Comin
Claudinei Kurtz
Álvaro Mafra
Nuno Rodrigo Madeira
(Orgs.)



**Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Florianópolis
2018**

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Rodovia Admar Gonzaga, 1347 - Itacorubi, Caixa Postal 902
88034-901 - Florianópolis - SC, Brasil
Fone: (48) 3665-5000 - fax: (48) 3665-5010
Site:www.epagri.sc.gov.br
E-mail:epagri@epagri.sc.gov.br

Editado pelo Departamento Estadual de Marketing e Comunicação (DEMC)

Editoria técnica: Renato Guardini
Revisão ortográfica: Rosa Helena dos Santos
Arte-final: André Jaime Lopes (designer gráfico - andre.jaime@yahoo.com.br)
Capa: Mandioquinha-salsa em SPDH, Major Gercino (SC). (Foto: Marcelo Zanella)

Primeira edição: novembro de 2018
Tiragem: 600 exemplares
Impressão: Gráfica CS

É permitida a reprodução parcial desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica

FAYAD, J.A.; COMIN, J.J.; KURTZ, C.; MAFRA, A.; MADEIRA, N.R.
(Orgs.) *Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH): O cultivo da
Mandioquinha-salsa*. Florianópolis, SC: Epagri, 2018. 68p. (Epagri.
Boletim Didático, 147).

Manejo de solo; Saúde de plantas; Transição agroecológica.

ISSN 1414-5219



Organizadores

Jamil Abdalla Fayad - Engenheiro agrônomo, M.Sc., pesquisador - extensionista / Florianópolis, SC.

Jucinei José Comin - Engenheiro agrônomo, Dr., Professor, Universidade Federal de Santa Catarina / Florianópolis, SC.

Claudinei Kurtz - Engenheiro agrônomo, Dr., pesquisador, Epagri/ Estação Experimental de Ituporanga, SC.

Álvaro Mafra - Engenheiro agrônomo, Dr., Professor, Universidade do Estado de Santa Catarina / Lages, SC.

Nuno Rodrigo Madeira - Engenheiro agrônomo, Dr., pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, DF.

Equipe de Geração e Adaptação de Conhecimentos

Arcangelo Loss- Engenheiro agrônomo, Dr., Professor, Universidade Federal de Santa Catarina / Florianópolis, SC.

Álvaro Mafra - Engenheiro agrônomo, Dr., Professor, Universidade do Estado de Santa Catarina / Lages, SC.

Carlos Alberto Koerich - Técnico agrícola, Epagri / Angelina, SC.

Cledimar Rogério Lourenzi - Engenheiro agrônomo, Dr., Professor, Universidade Federal de Santa Catarina / Florianópolis, SC.

Darlan Rodrigo Marchesi - Engenheiro agrônomo, M.Sc., Epagri / Criciúma, SC.

Édio Zunino Sgrott - Engenheiro agrônomo, Epagri / Ituporanga, SC.

Edson Walmor Wuerges - Engenheiro agrônomo, M.Sc., pesquisador - extensionista / Epagri / Palhoça, SC.

Guilherme Wilbert Ferreira- Engenheiro agrônomo, doutorando, Universidade Federal de Santa Catarina / Florianópolis, SC.

Ivanda Masson - Pedagoga M.Sc., Epagri / GRF, Florianópolis, SC.

Jamil Abdalla Fayad - Engenheiro agrônomo, M.Sc., pesquisador - extensionista / Florianópolis, SC.

Jucinei José Comin - Engenheiro agrônomo, Dr., Professor, Universidade Federal de Santa Catarina / Florianópolis, SC.

Leandro do Prado Wildner - Engenheiro agrônomo, M.Sc., pesquisador, Epagri / Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar / Chapecó, SC.

Marcelo Zanella - Engenheiro agrônomo, Epagri, Florianópolis, SC.

Monique Souza - Engenheira agrônoma, Dra., bolsista CAPES, Universidade Federal de Santa Catarina / Florianópolis, SC.

Nuno Rodrigo Madeira - Engenheiro agrônomo, Dr., pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, DF.

Renato Guardini - Engenheiro agrônomo, M.Sc., Epagri / Tijucas, SC.

Tatiana da Silva Duarte - Engenheira agrônoma, Dra., Pesquisadora, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

Vilmar Müller Júnior - Engenheiro agrônomo, Doutorando, Universidade Federal de Santa Catarina / Florianópolis, SC.

APRESENTAÇÃO

A sociedade vem exigindo alimentos saudáveis, livres de agroquímicos e transgênicos e de alto valor biológico. A paisagem do meio rural Catarinense desenhada pela agricultura familiar, formada por lavouras, pastagens, pomares, florestas, bosques e corredores ecológicos interligando córregos e rios, conspira com esse desejo da sociedade. No Brasil, a produção de grãos conseguiu avançar nestes últimos 40 anos somente no controle da erosão hídrica através do sistema plantio direto na palha, mas não no sentido da produção limpa. Já na atividade leiteira, principalmente em Santa Catarina, a produção no sistema à base de pasto em manejo rotativo com ênfase em Voisin, vem caminhando rapidamente para um sistema limpo de agroquímicos e transgênicos.

Em se tratando de hortaliças, permanece arraigado o sistema convencional com intensivo uso do solo e agroquímicos, derivando para os problemas de erosão hídrica, contaminação do solo, água, alimentos e pessoas, e perda de produtividade, qualidade e renda.

Neste contexto, o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) se apresenta como uma das formas de transição mais ecológica de produção de hortaliças saudáveis, para a sociedade e o ambiente natural, capaz de gradualmente tornar mais equilibradas as relações presentes neste cenário.

Há mais de vinte anos a Epagri iniciou o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH), agregando a pesquisa e a extensão e aprofundando relações técnico-científicas com ONG's, a UFSC/CCA e a UDESC/CAV. Uma parcela dessas instituições vem desenvolvendo o SPDH mediante Lavouras de Estudo, pesquisa com participação da comunidade, cursos, viagens de estudos, encontros de socialização de resultados entre Lavoureiros e comunidade, palestras e publicações. Vale salientar que o SPDH é uma proposta de transição para toda a agricultura familiar que pratica o sistema convencional ou industrial, capaz de dinamizar as transformações nos sistemas de produção e consumo de alimentos, para que evoluam no sentido da complexidade, promovendo a saúde de plantas e melhorando as relações sociais, políticas, econômicas e ambientais.

A Diretoria Executiva.



SUMÁRIO

1- O CULTIVO DA MANDIOQUINHA-SALSA EM SANTA CATARINA E O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS (SPDH) .	9
1.1- <i>Histórico</i>	9
1.2- <i>Objetivos e eixos do SPDH</i>	11
2- A MANDIOQUINHA-SALSA (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>, Bancroft).....	15
2.1- <i>Cultivares</i>	18
3- ECOFISIOLOGIA.....	21
3.1- <i>O clima</i>	22
3.2- <i>A produção e a alocação de biomassa</i>	23
4- PROPAGAÇÃO E PRODUÇÃO DE MUDAS	25
5- CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DO MANEJO DA CULTURA	29
6- MECANIZAÇÃO PARA O SPDH	32
7- PREPARO DA AREA PARA PLANTIO	36
8- FERTILIDADE DO SOLO	38
8.1- <i>Adequação da acidez e da quantidade de fósforo e potássio</i>	39
8.2- <i>Adubos verdes</i>	40
9- NUTRINDO AS PLANTAS COM BASE NAS TAXAS DE CRESCIMENTO E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES, AJUSTADA PELO CONTEÚDO DE NUTRIENTES NO SOLO, SINAIS DE PLANTA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS.....	42
9.1- <i>Absorção de nutrientes</i>	43
9.2- <i>Adubação de plantio com fósforo</i>	46
9.3- <i>Adubação de cobertura com nitrogênio e potássio</i>	47
9.3.1- <i>Potássio</i>	47
9.3.2- <i>Nitrogênio</i>	47
9.4- <i>Época de adubação de cobertura</i>	49
9.5- <i>Ajustando a adubação de cobertura pelo manejo e sinais de planta</i>	49
10- COLHEITA, CLASSIFICAÇÃO E ARMAZENAGEM.....	51
11 - AMBIENTE ESTRESSANTE	54
12- BENEFICIAMENTO E INDUSTRIALIZAÇÃO.....	55
13- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	57

1- O CULTIVO DA MANDIOQUINHA-SALSA EM SANTA CATARINA E O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS (SPDH)

1.1- Histórico

O histórico de cultivo da mandioquinha-salsa em Santa Catarina está associado ao uso intensivo do solo e água, às elevadas quantidades de adubos na base, em cobertura e nas folhas e o cultivo repetitivo de duas ou mais safras seguidas na mesma área. O seu cultivo comercial estava restrito à agricultura familiar do Alto Vale do Rio do Peixe compondo a sua complexa diversificação de renda até final da década de 90. As Estações Experimentais da Epagri de Caçador e Ituporanga mantiveram até os anos 2000 bancos (coleções) de variedades de mandioquinha-salsa, que também funcionavam como fornecedores de mudas, alimentando e promovendo o plantio. Junto com a eliminação destes bancos de variedades abortou-se a possibilidade de promoção técnica e reposição de mudas à agricultura familiar. No final da década de 1990 e início dos anos 2000, o cultivo é iniciado na região de Canoinhas e Grande Florianópolis em um trabalho conjunto da Embrapa e Epagri com a cultivar Amarela de Senador Amaral, consolidado pelos agricultores familiares da comunidade de Rio Fortuna, em Angelina, como polo produtor deste alimento e disseminador de mudas.

Na década de 1970, aparece no Brasil o movimento do Plantio Direto na Palha dando resposta à perda de solo, **“limitado ao conceito conservacionista do solo”**. Este movimento conservacionista perpassou a extensão rural também em plantio direto na palha e cultivo mínimo na agricultura de montanha, na comunidade de Rio Fortuna. Nos anos 2000, inicia-se o cultivo da mandioquinha-salsa no sistema convencional, quebrando longo ciclo de trabalho em plantio direto na palha.

Por outro lado, organiza-se a agricultura alternativa, um movimento no campo ecológico e libertário, fundada em conceitos agroecológicos. Sua força reside no resgate das pautas dos movimentos sociais e na construção do modo de vida sem exploração, dominação e opressão do homem sobre o homem e sobre a natureza. Consolidou-se junto a movimentos sociais urbanos e, principalmente, do campo, assim como no meio técnico e científico.

Com os resultados animadores dos primeiros experimentos em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) conduzidos por pesquisadores da Epagri na Estação Experimental de Caçador – EECD, consolidou-se mais uma resposta ao cultivo de hortaliças no modelo convencional, ao do cultivo mínimo e ao “Sistema

Plantio Direto (SPD)”. A tarefa do SPDH é propor a transição da agricultura convencional para a agroecológica, porque diminui expressivamente a perda de solo, água e nutrientes, promove a gradativa eliminação do uso de agrotóxicos e adubos altamente solúveis, diminui o custo ambiental e de produção, no mínimo mantendo, mas em geral, aumentando a produtividade e certamente aumentando em muito o conforto do trabalho humano (Figura 1). Objetiva melhorar a interligação das unidades familiares de produção num desenho de florestas, bosques e corredores ecológicos, atualmente em estágio avançado de recuperação, melhorando as relações naturais de complexidade nas áreas de cultivo (Figura 2). Há mais de vinte anos a Epagri iniciou o SPDH, agregando a pesquisa e a extensão e aprofundando as relações técnico-científicas com Organizações Não Governamentais – ONG’s, a Universidade Estadual de Santa Catarina – UDESC, através do Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV e a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, através do Centro de Ciências Agrárias – CCA. Uma parcela dessas instituições vem desenvolvendo o SPDH mediante Lavouras de Estudo, pesquisa com participação da comunidade, cursos, viagens de estudos, encontros de socialização de resultados entre lavoureiros e comunidade, palestras e publicações.

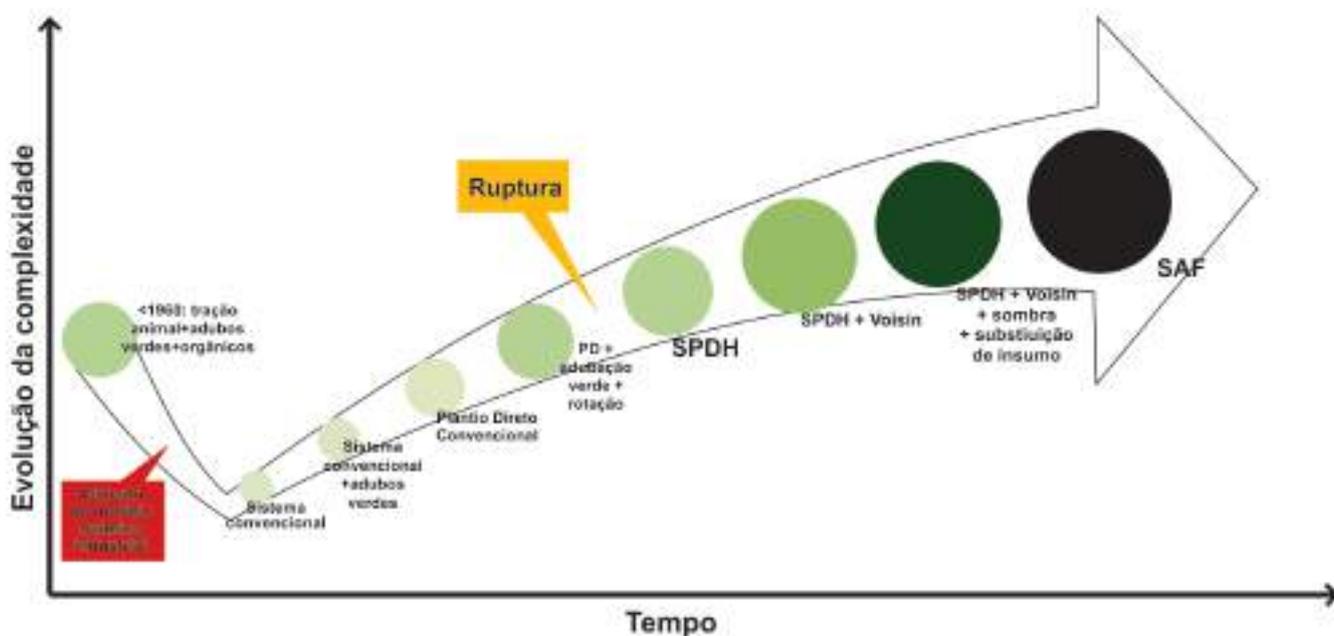


Figura 1. Evolução da complexidade no sistema de produção. O tamanho do círculo representa a complexidade de organismos e interações que ocorrem entre eles em cada sistema produtivo. O gradiente de cor representa o equilíbrio entre as interações (quanto mais escuro mais equilibrado).

Na trajetória de construção do movimento de transição para uma agricultura limpa, o SPDH firma-se, portanto como tema gerador, que mobiliza, conscientiza, organiza e articula a agricultura familiar e outros trabalhadores comprometidos com o movimento. Compõe sua trajetória tática a promoção da saúde da planta no campo técnico-científico e, no campo político pedagógico, a concepção metodológica dialética.



Figura 2. Paisagem composta de lavouras em SPDH, cercadas por bosques, floresta e corredores ecológicos. Angelina (SC), 2018.

1.2- Objetivos e eixos do SPDH

É no contexto da agricultura convencional e do plantio direto agroquímico que o SPDH desenvolve-se, dando ênfase na produção de tecnologias para a **transição** da agricultura familiar dependente para outro modelo com bases ecológicas, de maior autonomia. Atualmente, trabalha-se em dois eixos interdependentes: o político pedagógico e o técnico-científico. Dentro da concepção metodológica assumida na construção do SPDH, o início das atividades com indivíduos e coletivos de agricultores familiares, estudantes e técnicos é pactuado um compromisso mediante **contrato de trabalho** entre os agricultores e a Assistência Técnica e Extensão Rural – ATER, quando são escolhidas LE nas propriedades rurais, que são áreas de lavouras comerciais a serem conduzidas no SPDH. Para ajudar na construção do contrato tem-se utilizado de fotos, viagem de estudo, depoimento de lavoureiros e da figura da “vaquinha” (Boletim Didático, 132). Há diversas

interpretações desta figura, porém a mais utilizada é do desafio em retirar gradativamente as “teteiras” que simbolizam os princípios e perspectivas propostas pelo SPDH em construir uma maneira de produzir alimentos de verdade para a classe trabalhadora, junto com os agricultores familiares e demais sujeitos e organizações afins. Em outras palavras, é diminuir até eliminar o uso de agrotóxicos e adubos altamente solúveis, manter ou aumentar a produtividade dos cultivos, minimizar ao máximo a dependência da Agricultura Familiar (AF) a insumos externos e melhorar sua articulação com entidades e pessoas comprometidas com as possibilidades de superação coletiva da exploração e dominação.

Nesse contrato ficam registradas em uma linha de tempo as atividades programadas para um ano, como as datas das discussões e cursos técnicos, de implantação das LE, da periodicidade de visitas de técnicos aos lavoureiros, dos encontros de lavoureiros nas LE, das visitas dos agricultores às LE, de viagens de estudo e do encontro para socialização dos resultados e, por fim, a renovação ou não do contrato para mais um ano de trabalho. A importância do estabelecimento desse compromisso mútuo gerado a partir do contrato de trabalho, o qual pode ser alterado e/ou enriquecido através do diálogo entre as partes envolvidas, vai muito além da orientação para a execução das ações e atividades planejadas; ele exerce principalmente o papel de um instrumento político pedagógico que permite mediar conhecimentos técnico-científicos e populares, realizar avaliações constantes bem como facilitar a visualização para novos participantes dos passos já trilhados. Portanto, é fundamental que em todas as etapas coletivas do processo o contrato esteja visível aos participantes, melhorando o nível de transparência, conscientização e reflexão sobre o mesmo, tanto individual como coletivamente.

A lavoura de estudo constitui-se em verdadeiro local de mediação dos conhecimentos popular e científico onde os lavoureiros e os técnicos se capacitam ao interpretar e praticar os passos para a construção do novo sistema de produção e de relacionamento entre os envolvidos no processo. Para dar conta da demanda formalizada no contrato de trabalho, **é fundamental que o agente de ATER também seja um pesquisador**, fazendo experimentos junto às LE e nas Estações Experimentais. Desta forma, a pesquisa tradicional realizada nas estações experimentais desempenha o papel de ferramenta complementar a outra forma de pesquisa fortemente imbricada na realidade, na qual lavoureiros, extensionistas, professores, pesquisadores e estudantes interagem e estudam nas áreas experimentais e LE. Essas áreas se transformam em locais de produção, adaptação e aplicação de tecnologias para construção do SPDH. A meta é que o lavoureiro cultive e crie tudo dentro dos princípios do sistema para que a propriedade passe a ser denominada de **Unidade Familiar de Estudo**, possibilitando sua multiplicação como **Comunidade de Estudo**. Portanto, do mesmo modo que as Unidades Familiares de Estudo são disponibilizadas a técnicos e pesquisadores, é fundamental que a estrutura das Estações Experimentais da EPAGRI como equipamentos, laboratórios, pessoal de campo e área experimental, bem como a estrutura das universidades também deverão estar acessíveis aos agentes

de ATER, que ao estarem conectados à realidade dos sistemas de produção de alimentos da agricultura familiar, poderão atender as demandas de pesquisa, tais como: o controle biológico, o desenvolvimento de máquinas e equipamentos, a produção de sementes de adubos verdes, a rotação de culturas e de criações no sistema de Pastoreio Racional Voisin (PRV), a nutrição de plantas, a fisiologia da produção, entre outras.

Contudo o desafio está na sua organização como movimento estratégico que busca a afirmação da agricultura familiar na produção de alimentos de verdade numa relação positiva com o meio ambiente. Essa transição processual deve atingir a todos os envolvidos nos seus comportamentos relacionais baseados na solidariedade, altruísmo e cooperação (Figura 3).



Figura 3. Encontro entre técnicos, lavoureiros e estudantes em experimento instalado em lavoura de estudo de mandioquinha-salsa. Angelina (SC), 2012.

“UMA DAS METAS DO PLANO DE ROTAÇÃO DE CULTURAS E ADUBOS VERDES É PRODUZIR NO MÍNIMO 10 TONELADAS DE MATÉRIA SECA POR HECTARE E POR ANO.”



No eixo técnico-científico, umbilicalmente conectado ao eixo político-pedagógico, o princípio central é a promoção da **saúde de planta**, tendo como base:

- A promoção do conforto da planta orientada pela minimização dos estresses nutricionais, de salinidade, disponibilidade de água, temperatura, luminosidade, de pH e de velocidade de difusão do oxigênio;
- A promoção do conforto das plantas utilizando arranjos espaciais associados à arquitetura do sistema radicular, ao tamanho da planta e à quantidade de frutos, conforme as necessidades de cada cultura, como a exemplo da poda em cucurbitáceas e verticalização do sistema de condução no tomate; ao uso de indutores de resistência e da calda bordalesa 0,3%, entre outros;
- Nutrição da planta com base nas Taxas Diárias de Absorção de Nutrientes (TDA), adequando-a às condições ambientais, às reservas nutricionais do solo e aos sinais apresentados pela própria planta;
- Rotação de culturas e de adubos verdes (cultivados e espontâneos), evoluindo para a rotação com animais manejados no sistema PRV, caracterizando um sistema de integração lavoura-pecuária;
- Adição superior a 10 (dez) toneladas de fitomassa (Massa Seca) por hectare e por ano nos planos de rotação;
- Revolvimento do solo restrito às linhas de plantio ou berços de semeadura;
- Manejo dos adubos verdes espontâneos de forma que possam melhorar o sistema, com plantas mais adaptadas às condições locais e sem prejudicar a produção da cultura econômica, evoluindo para o **plantio direto no verde** (objetivando eliminar o uso dos herbicidas);
- Diminuição, até a eliminação, do uso de adubos altamente solúveis e de agrotóxicos;
- Amostragem estratificada do solo para análise química e acompanhamento evolutivo de seus atributos através do perfil cultural do solo;
- Diminuição do custo de produção e ambiental, sem diminuir a produtividade das culturas.

2- A MANDIOQUINHA-SALSA (*Arracacia xanthorrhiza*, Bancroft)

Nativa dos países andinos, essa espécie tem por centro de origem primário a região que vai do centro-norte do Peru ao Sul da Colômbia, onde se encontra a maior diversidade de plantas do gênero *Arracacia*

em estado silvestre (HERMANN, 1997). A região tem por característica o clima constante, praticamente sem distinção entre inverno e verão, o que promove crescimento contínuo à planta, observando-se a oportunidade de plantio e de colheita em qualquer época do ano, sem que seja necessária nenhuma alteração no manejo adotado. Isso traz grande implicação na fisiologia da planta e no sistema produtivo adotado no Brasil.

Em algumas regiões dos Andes, em especial no Peru, além das raízes consomem-se as folhas. Na Colômbia é corriqueiro utilizar as coroas (parte aérea) na alimentação animal, principalmente de mulas, que são usadas no transporte da produção. No Brasil, é comum em algumas regiões as coroas serem fornecidas como alimentação ao gado, havendo inclusive relatos de aumento na produção de leite, sugerindo-se que não passe de 25% da dieta dos animais (Nuno Rodrigo Madeira, informação pessoal). Também há relatos de consumo humano de partes do caule central e dos perfilhos da coroa, por vezes chamado de toco, prática que ocorre esporadicamente no Brasil, mas que é muito comum em Porto Rico, por exemplo (GIRALDO-ZAPATA, 2017).

Câmara (1984) evidencia que a coroa (folhas e propágulos) tem maiores quantidades de nutrientes que as raízes de reserva e um melhor balanço de aminoácidos, indicando que esta parte da planta também pode ser utilizada na alimentação, apesar de ser mais fibroso pelo maior teor de celulose quando comparada às raízes.

Entretanto as raízes tuberosas são o nosso principal alimento pelo aspecto visual e facilidade de manuseio, sendo muito valorizado por seu paladar característico, suave e saboroso. É considerado um alimento de função energética, com altos teores de carboidratos (amidos) de fácil digestibilidade (Tabela 1), com níveis consideráveis de nutrientes minerais e uma fonte importante de vitaminas (SEDIYAMA, et al., 2005). Segundo Añes et al. (2002), a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) considera a mandioca-salsa como uma planta de elevado valor nutritivo, com características medicinais e com potencial econômico e produtivo.

A mandioca-salsa é um alimento essencialmente energético, fonte de vitaminas e minerais como o zinco, manganês, cálcio, potássio, fósforo e ferro (Tabela 2) e, entre as vitaminas presentes, ressalta-se as vitaminas A e do complexo B (LUENGO, 2000).

Tabela 1. Composição da raiz de mandioquinha-salsa em base úmida.

Componente	Média	Senador Amaral	Variação
Umidade (%)	78	77,91	76,06 - 81,97
g 100g⁻¹ de raiz			
Cinzas	1,05	1,13	0,93 - 1,16
Matéria graxa	0,15	0,11	0,10 - 0,22
Fibra bruta	0,64	0,47	0,47 - 0,89
Proteína Bruta	0,53	0,67	0,39 - 0,68
Açúcares redutores	0,72	0,30	0,30 - 1,17
Açúcares totais	1,63	0,73	0,73 - 2,48
Amido	18,48	16,86	14,96 - 21,41

Fonte: Carmo & Leonel, 2012. (Adaptado).

Tabela 2. Principais vitaminas e minerais encontrados na raiz de mandioquinha-salsa.

Mandioquinha-salsa (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>), sem casca	
Vitamina A retinol (µg)	20
Vitamina B tiamina (µg)	60
Vitamina B2 riboflavina (µg)	40
Vitamina B5 niacina (mg)	3,4
Vitamina C ácido ascórbico (mg)	28
Cobre (mg)	0,59
Manganês (mg)	2,8
Zinco (mg)	1,8
Potássio (mg)	586,6
Sódio (mg)	61,5
Cálcio (mg)	45
Ferro (mg)	0,67
Fósforo (mg)	101

Fonte: Luengo, 2000. (Adaptado).

2.1- Cultivares

As cultivares de melhor aceitação pelo consumidor são de coloração amarela. A primeira variedade comercial no Brasil foi a Amarela Comum, introduzida da Colômbia, em 1907, por uma missão comercial colombiana em visita ao Rio de Janeiro. Ela foi inicialmente cultivada na região serrana do Rio de Janeiro, difundindo-se pelas regiões de clima ameno do Sudeste e do Sul do Brasil. A partir dos anos 1990, expandiu-se para o Planalto Central, já no bioma Cerrado, em regiões com altitude superior a 1000m.

Atualmente, existem três cultivares registradas no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA desenvolvidas por meio de melhoramento genético tradicional e lançadas pela Embrapa. A cultivar Amarela de Senador Amaral, lançada em 1998, é cultivada atualmente em cerca de 90% da área de produção. Recentemente, foram lançadas as cultivares BRS Rubia 41 ou simplesmente Rubia e BRS Catarina 64 ou simplesmente Catarina. Observa-se tendência de crescimento da área de plantio dessas cultivares em função da superioridade produtiva nas regiões produtoras em que foram testadas, especialmente no Sul de Minas Gerais e no Distrito Federal e Goiás (região do entorno do DF). Outro clone novo, o EH-56, comumente chamado de “Carijó”, de grande porte, alta produtividade e voltado para nichos de mercado, em especial para processamento e para manejo orgânico, está em fase final de desenvolvimento e registro (Madeira e Carvalho, 2016). Existem, pelo menos, outras duas variedades não registradas. Uma de raízes brancas, aparentemente introduzida junto com a Amarela Comum da Colômbia em 1907, de grande vigor e produtividade, pecíolos e folhas verde-claro, porém com sabor e odor bem menos pronunciados e outra de folhagem roxa, raízes de coloração creme e cônicas e perfilhos duros e pouco numerosos. Observam-se alguns poucos campos cultivados com essas duas variedades ou sua manutenção de forma pontual em meio a campos das cultivares melhoradas nas regiões produtoras.

Merece destaque citar que nos últimos anos foi identificado e multiplicado em campos comerciais de Angelina (SC) e região um clone diferenciado, de elevado vigor, grande porte e produtividade muito alta, coloração dos pecíolos bem avermelhada, raízes amarelas, entretanto este clone tem apresentado esporadicamente uma indesejada ocorrência de pigmentação rosada externa das raízes, especialmente quando novas e de arroxamento do anel interno, tanto nos propágulos na parte aérea como nas raízes,

o que leva a uma coloração indesejada no cozimento. Isso tem limitado sua comercialização quando há disponibilidade de outras variedades deste alimento que não apresentam esse problema.

Ainda existe uma variedade que foi mantida nos bancos de germoplasma da Epagri, coletada no município de Agronômica (SC), chamada de Epagri-Agronômica, muito produtiva. Aparentemente, pode ser a Amarela Comum devido à grande similaridade de características morfológicas.

A seguir, as variedades cultivadas no Brasil são apresentadas na Tabela 3 e na Figura 4 e 5.

Tabela 3. Variedades de mandioquinha-salsa cultivadas no Brasil e suas principais características agronômicas.

Variedade	Características de raízes	Ciclo (meses)	Empresa (ano)	Outras características
Amarela Comum	Amarela intensa: cônico-cilíndricas	10-12	- (1907)	Elevado teor de matéria seca
Branca	Branca: cilíndricas e muito alongadas	10-12	- (1907)	Grande porte da planta; sabor e odor muito suaves.
Folhagem Roxa	Amarela clara: cônicas e alongadas	10-12	- (?)	Poucos propágulos e duros de destacar
Amarela de Senador Amaral	Amarela intensa: uniformes e cilíndricas	7-10	Embrapa (1998)	Tolerância média a Nematóide das galhas
BRS Rubia 41	Amarela intensa: uniformes e cilíndricas	8-10	Embrapa (2014)	Alta produção de propágulos
BRS Catarina 64	Amarela intensa: uniformes e cilíndricas	9-10	Embrapa (2015)	Vigorosa e com mudas graúdas de fácil preparo
Gigante Angelina	Amarela intensa: muito alongadas e cilíndricas	9-10	- (?)	Vigorosa e com arroxamento esporádico nas raízes

Fonte: Madeira e Carvalho (2016).



Figura 4. Seis cultivares provenientes de três plantas colhidas da unidade de observação, em Angelina (SC), entre elas: Amarela de Senador Amaral (ASA), Catarina (64), Rúbia (41), Epagri-Agronômica e os clones Carijó ou EH-56 (56) e a EH-48 Roxinha (48).



Figura 5. Plantas do clone Gigante Angelina (A) e cv. Amarela Senador Amaral (B) colhidas aos 10 meses de idade, na comunidade de Rio Fortuna em Angelina (SC).

3- ECOFISIOLOGIA

São poucos os estudos que tratam da fisiologia da mandiocinha-salsa e sua interação com os fatores ambientais e o manejo cultural empregado. Geralmente, é considerada uma olerícola rústica por responder pouco à adubação e ser tolerante a condições estressantes. Possui um mecanismo fisiológico complexo e ainda pouco estudado, respondendo de forma diferenciada às condições de manejo, podendo acumular quantidades consideráveis de nutrientes, quando disponibilizados no solo (ORTIZ & ACIN, 1997; ORTIZ et al., 1998).

Entretanto esse acúmulo nem sempre se reflete em maior produtividade de raízes comerciais. É comum observar lavouras exuberantes que apresentam baixa produtividade. De fato, o que parece ocorrer é que as plantas que recebem grande aporte de nutrientes e que não sofrem estresse climático por frio e/ou seca tendem a reagir, apresentando vigor excessivo da parte aérea e não acumulando reservas nas raízes.

O curioso é que no Brasil observa-se comportamento distinto do que ocorre nos países de origem, com maior acúmulo de nutrientes nas raízes pela melhor distribuição de fotoassimilados ocasionado pelas condições climáticas definidas em duas estações: verão e inverno. Nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, o inverno é ameno a frio e seco e na região Sul, apesar de úmido, o inverno é mais frio que o ideal para a cultura. Assim, em resposta a esse estresse, seja pelo frio ou pela seca, as plantas reagem translocando nutrientes da parte aérea para as raízes de reserva, aumentando sua produtividade (Figura 6).

No Brasil, é comum observar-se na colheita, a proporção de 1:1 entre raízes e parte aérea, muitas vezes até menos parte aérea, quando as folhas chegam a secar completamente. Nos países de origem, observa-se na colheita distribuição em peso de 1:3 a 1:5 entre raízes e parte aérea (Informação pessoal de Nuno Madeira).



Figura 6. Observa-se intensa realocação de nutrientes minerais e fotoassimilados ocasionados por baixa temperatura e déficit hídrico. Dependendo do momento, da intensidade e da duração, esse estresse é benéfico para a produtividade.

3.1- O clima

Planta de clima ameno, sendo tradicionalmente cultivada em regiões com altitude superior a 800m na região Sudeste e 650m na região Sul, com temperatura média anual variando entre 15°C e 18°C, entretanto verifica-se seu cultivo em áreas mais baixas na Zona da Mata mineira e em baixadas litorâneas de Santa Catarina, assim como sua expansão para o Planalto Central, no Distrito Federal e Goiás, onde a temperatura média anual supera os 20°C.

Os plantios realizados em locais ou em épocas muito quentes, com temperaturas frequentemente acima dos 30°C, apresentam elevado índice de apodrecimento de mudas, devido à ação de bactérias e fungos associada à exposição do córtex das mudas pela ação do corte realizado no ato do plantio. Em consequência disso, verifica-se a redução da taxa de pegamento e, conseqüentemente, da produtividade (MADEIRA et al., 2017).

É uma planta tolerante a geadas brandas, mas pode haver esgotamento das reservas e morte das plantas no caso da ocorrência de geadas fortes e consecutivas, especialmente no estágio inicial, quando ainda não possui grande quantidade de reservas. Na região Sudeste, entretanto, raramente as geadas são limitantes ao desenvolvimento das plantas, a não ser em microclimas acima dos 1500m de altitude como em Senador Amaral, município tradicional na produção de mandioquinha-salsa.

Esses fatores, calor e geadas, definem a época de plantio. Ocorre predominância de plantios de março a junho no Sudeste em função do maior risco de perdas em épocas quentes e chuvosas e de junho a agosto na região Sul, evitando que as geadas de junho-julho prejudiquem o plantio, visto que as mudas ainda estão protegidas sob o solo, mas com o plantio usando pré-enraizamento ou pré-brotação de mudas, reduz-se o risco de perdas e pode-se realizar plantios fora de época (MADEIRA e CARVALHO, 2016).

3.2- A produção e a alocação de biomassa

As principais informações deste capítulo são os resultados dos trabalhos experimentais realizados na Estação Experimental de Ituporanga – EEITU, em Lavouras de Estudos e discutidos levando em conta outras pesquisas e observações de campo.

Foram conduzidos dois experimentos na EEITU nos anos de 2012 e 2013 para determinar o acúmulo de matéria seca e sua partição, onde a planta produziu em média um total de 636 g, distribuídos 165 g nas folhas, 255 g nos perfilhos e 216 g na raiz (Tabela 4 e Figura 7). O total de raízes comercializáveis chegou a 927 g.planta⁻¹, aos doze meses de idade.

As taxas máximas de crescimento (R) da planta de mandioquinha-salsa ocorreram na passagem do nono para o décimo mês após o plantio com ganho de 257,9 g.planta⁻¹ mês⁻¹. Nas folhas, as maiores taxas ocorreram com dois picos, sendo o maior do sétimo para o oitavo mês com 39,5 g.planta⁻¹mês⁻¹ e do oitavo para o nono mês com 33,6 g.planta⁻¹mês⁻¹. Para as raízes, os ganhos decisivos ocorreram entre o nono e o décimo segundo mês com 127 g.planta⁻¹, perfazendo 59% do total acumulado. Neste mesmo período houve intenso acúmulo nos perfilhos, de 172 g.planta⁻¹, o que corresponde a 68% do total acumulado de matéria seca.

No trabalho de Portz et al. (2006), a raiz se comportou como o órgão preferencial de reserva na planta,

diferindo desse trabalho onde a coroa foi o órgão que mais acumulou massa seca seguido pelas raízes. Este fato pode ser explicado, possivelmente, pelo experimento da EEITU ter sido realizado em SPDH, onde se espera que o maior aporte de matéria orgânica e a maior capacidade de retenção de água no solo tenham favorecido o desenvolvimento vegetativo e induzido a uma menor necessidade de acúmulo de reservas nas raízes. Segundo Câmara (1984), a planta é estruturada de modo a ter suas reservas na parte subterrânea, menos sujeitas a variações climáticas e ao ataque de insetos, garantindo energia para sua fase reprodutiva, a partir do segundo ciclo de desenvolvimento. Cabe lembrar que em sua região de origem, como não ocorre estresse climático, verifica-se um único ciclo de desenvolvimento contínuo, sendo raríssima a indução ao florescimento (Hermann, 1997; Rivera Varón et al., 2015), havendo inclusive citações de se tratar de planta que aparentemente não floresce (Hodge, 1949).

Tabela 4. Acúmulo de matéria seca ao longo do ciclo cultural da mandioquinha salsa, cv. Senador Amaral (2004).

Tratamento	FOLHA (g.planta ⁻¹)	COROA (g.planta ⁻¹)	RAIZ (g.planta ⁻¹)	Total (g.planta ⁻¹)
T0 (plantio)	0,00	4,96	0,00	4,96
T1 (30 DAP)	0,12	1,18	0,00	1,30
T2 (60 DAP)	2,14	0,84	0,00	2,98
T3 (90 DAP)	12,01	1,92	0,87	14,80
T4 (120 DAP)	19,93	3,32	6,36	29,61
T5 (150 DAP)	56,92	8,05	27,27	86,07
T6 (180 DAP)	69,43	12,48	23,42	109,71
T7 (210 DAP)	94,15	23,26	35,00	152,35
T8 (240 DAP)	133,61	60,96	45,84	240,41
T9 (270 DAP)	142,88	82,70	88,84	314,42
T10 (300 DAP)	176,47	250,80	145,05	572,32
T11 (330 DAP)	174,08	204,37	134,14	597,59
T12 (360DAP)	165,10	254,92	215,90	635,92

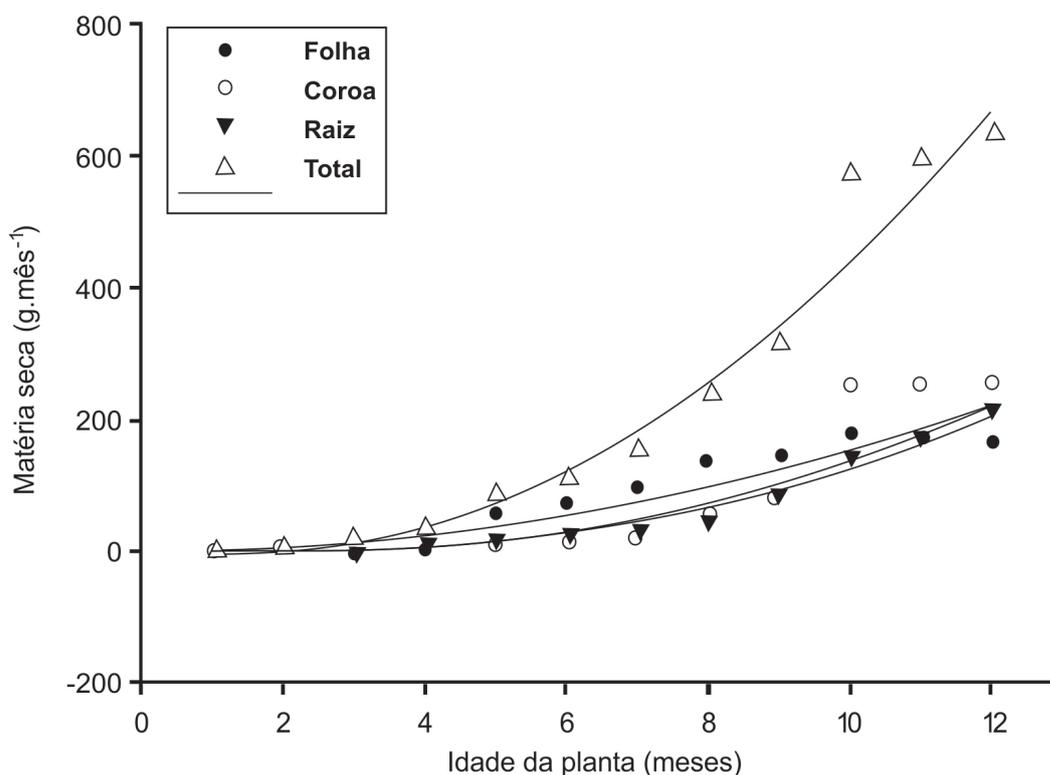


Figura 7. Acúmulo de matéria seca ao longo do ciclo cultural da mandiquinha salsa, cv Senador Amaral (2004).

4- PROPAGAÇÃO E PRODUÇÃO DE MUDAS

A multiplicação da mandiquinha-salsa para formação de lavouras comerciais é feita via vegetativa através dos rebentos, filhotes ou propágulos produzidos na parte superior e lateral da coroa. O ideal é fazer classificação da muda, rebento ou filhote por tamanho (idade fisiológica dos rebentos), no mínimo em três classes, sempre eliminando o rebento do centro da touceira que gerou toda a nova touceira (Figura 9). O objetivo desse procedimento é a uniformidade de brotação e crescimento, diminuindo o risco de falhas na lavoura, sendo recomendado plantá-las em áreas separadas por idade fisiológica. Estas mudas possuem as características do clone que as originou. As mudas devem ser cortadas com o objetivo de aumentar a área de exposição vascular, onde serão formados os calos para emissão das novas raízes (Câmara, 1990) (Figura 10). Segundo Casali & Sediya (1997), o preparo dos propágulos tem diversas variações que determinam diferenças na velocidade de enraizamento, crescimento e que, por sua vez, influem na produção e ciclo vegetativo.

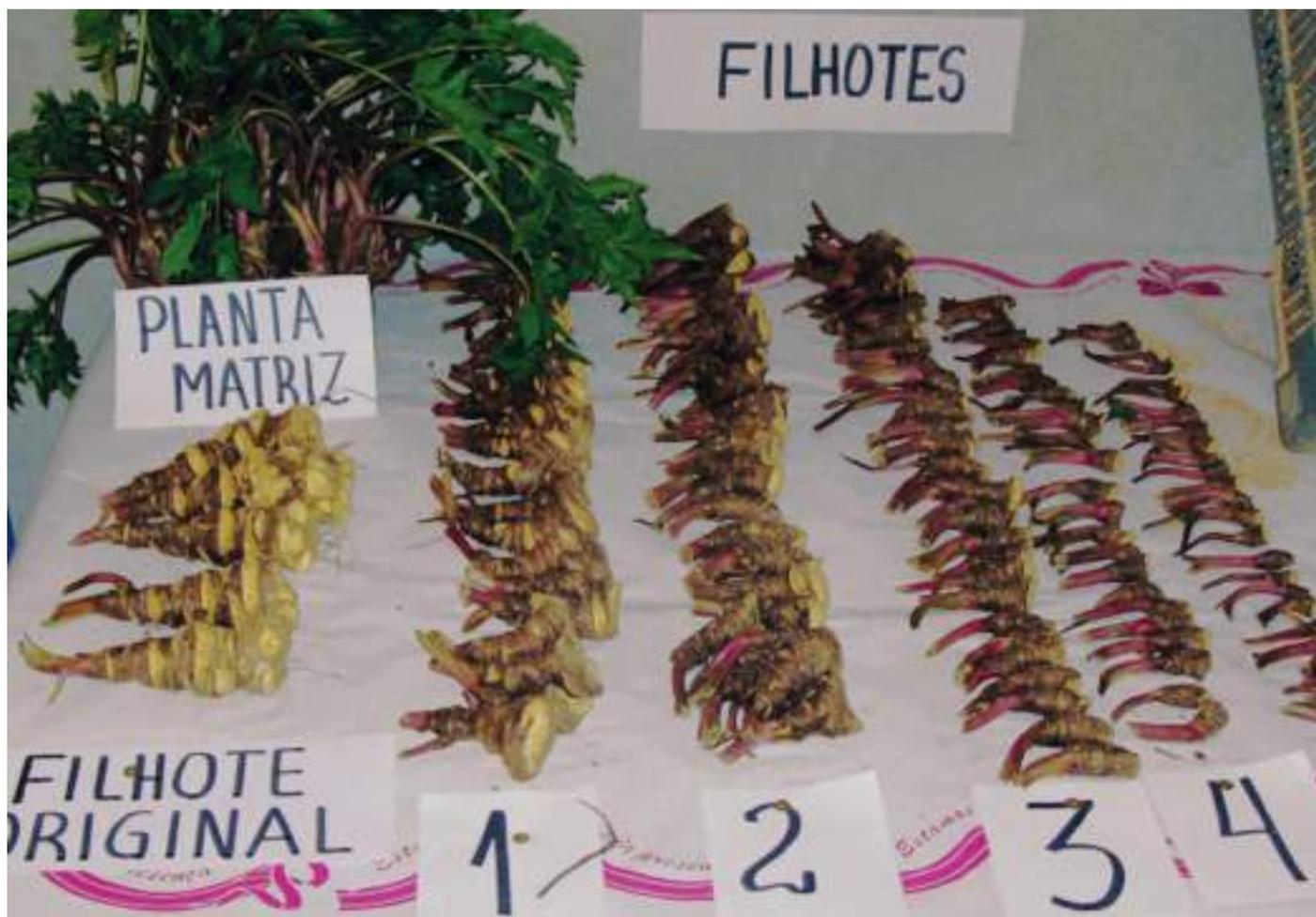


Figura 8. Separação dos rebentos conforme sua posição na coroa, referente a sua idade fisiológica. O filhote original, que possui a maior idade, é para descarte. A idade diminui do 1 ao 4, que são separados para o preparo das mudas e plantio.

Madeira e Carvalho (2016) apresentam sistema de produção de mudas com destaque para a desinfestação com cloro ativo e para as técnicas de pré-enraizamento em canteiros e pré-brotação em água, serragem (Figura 11) ou areia. Essas técnicas asseguram maior taxa de pegamento, economia em irrigação na fase inicial e proteção às intempéries, em especial geadas nas primeiras semanas de desenvolvimento, assegurando maior estande e produtividade (Figura 12 e 13).

Madeira et al., (2017) apresentam uma proposição de sistema de produção de mudas certificadas, inclusive com uma primeira proposta de limites máximos de insetos e doenças causadoras de danos como alguns nematoides, broca, mofo-branco, entre outros, visando reduzir sua disseminação.



Figura 9. Exposição da área vascularizada aumentada pelo corte em bisel do propágulo e o início da formação dos calos (A). Muda pré-brotada no sistema de serragem e pronta para o plantio (B).



Figura 10. Produção de muda no sistema de pré-brotação na serragem (A e B).



Figura 11. O desenvolvimento da planta com saúde está diretamente relacionado com a qualidade da muda.



Figura 12. O número ideal (estande) e a uniformidade das plantas na área mantêm alta a produtividade, sendo um dos fatores que influem na qualidade das mudas.

5- CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DO MANEJO DA CULTURA

A escolha do manejo a ser empregado, a começar pelo sistema de plantio, método de propagação e espaçamento de um campo de mandioquinha-salsa vai depender da época, das características da área como o tipo de solo e topografia, da variedade, da diversidade de culturas que o produtor normalmente cultiva e da estrutura de equipamentos de que o produtor dispõe.

Nas áreas sistematizadas em camalhões distanciados para rotacionar com culturas exigentes em espaçamentos maiores é possível plantar duas linhas de mandioquinha-salsa (Figura 13). Em áreas que estão no SPDH há muito tempo, é possível plantar as mudas de mandioquinha-salsa no “liso”, isto é, sem leira ou camalhões (Figura 14 e 15). O espaçamento vai depender, em especial, da variedade e do sistema. É comum no SPDH a utilização dos mochões preparados para o fumo, seguido do plantio da aveia ou centeio e então a mandioquinha-salsa, vindo depois o milho e finalmente o fumo novamente. Assim, os mochões têm aproximadamente 1,2 m de espaçamento entre si, de centro a centro. Pode-se, nesse caso, plantar a mandioquinha-salsa em linhas duplas nas laterais dos mochões, distando as plantas 50 cm entre as linhas e 30 a 40 cm entre plantas nas linhas. A disposição nos mochões deve ser feita em ziguezague, no caso das variedades de porte normal - ‘Amarela de Senador Amaral’, ‘Rúbia’ ou ‘Catarina’.

No caso de variedades de maior porte como a Gigante Angelina e a Carijó, sugere-se o plantio em linhas simples, no meio dos mochões e distando 50 cm entre plantas.



Figura 13. Plantio em leira larga com duas linhas de plantio espaçadas entre si por 50 cm e entre leira de 120 cm.



Figura 14. Colheita da mandioquinha-salsa cultivada sem moção em área de SPDH com mais de 10 anos.

Considerando que a época de plantio em Santa Catarina ocorre do final de maio até início de agosto, período com ocorrência de geadas, os agricultores têm optado pelo sistema de produção de muda pré-brotada na serragem e em galpão arejado.



Figura 15. Colheita da mandioquinha-salsa cultivada sem mochão (A-B) em área de SPDH com mais de 10 anos.

6- MECANIZAÇÃO PARA O SPDH

Os equipamentos para o SPDH dentro da realidade da agricultura familiar têm se desenvolvido sem agregar os conhecimentos produzidos pela engenharia aplicada às lavouras das grandes propriedades. Por sua vez, não estão adaptadas para atender os princípios do SPDH e à pequena propriedade, portanto há necessidade de desenvolver e adaptar tecnologias para sair dos arranjos artesanais e evoluir no desenvolvimento de máquinas e equipamentos para trabalhar com diferentes culturas, topografias, tamanho de áreas cultivadas e quantidades de palha acima de 10 toneladas de Matéria Seca (MS) ha⁻¹ano⁻¹. Há algumas alternativas construídas em conjunto com os agricultores, extensionistas e pesquisadores em estações experimentais (Figuras 16, 17, 18 e 19).



Figura 16. Rolo-faca de tubo oco de metal para ser preenchido com água (A e C), e de tubo maciço de concreto (B). Todos esses equipamentos são eficientes para acamar as plantas de cobertura, porém o A e o C realizam cortes na palhada promovendo a morte rápida das plantas de cobertura, acelerando a degradação da palhada, e reduzindo o tempo e a eficiência da cobertura do solo. O rolo-faca B realiza o acamamento sem corte, prolongando o efeito da cobertura do solo, mantendo as plantas acamadas vivas por um período maior.



Figura 17. Equipamentos tração animal para agricultura de montanha sendo que ambas realizam corte das plantas de cobertura e preparo do berçário (A e B), a diferença está na alocação de fertilizante feita pelo equipamento B. É um equipamento de alto rendimento de trabalho sem o custo adicional de máquinas para tração e gasto de combustível, além de apresentar baixo índice de compactação do solo.



Figura 18. Equipamentos com tração micro trator (A e B) desenvolvidos para cortar plantas de cobertura e preparar o berçário em linha. O equipamento A, com apenas uma linha de trabalho que realiza distribuição de fertilizantes e utiliza disco corrugado com 17” e sulcador; e o outro (B) de duas linhas de trabalho com 80 cm entre elas, roda de ferro e disco de corte com 32” que substitui o pneu, também com sulcador. São equipamentos que pouco expõem o solo e quando usados em condição de umidade do solo adequada não promove seu espelhamento.



Figura 19. Detalhes de corte de palha, (A e B) onde o equipamento A apresenta disco de corte corrugado e sulcador com terminal dedo de ema de 2cm de largura, que ocasiona fraturas no solo de baixo para cima como um “mochão invertido”, com a vantagem de evitar a exposição do solo desde que utilizado na velocidade de trabalho e umidade do solo corretas. O outro (B) com disco de corte liso e rodas que firmam a palha para facilitar o corte.

É recomendado rolar o material de cobertura, realizar o corte, preparar berçário e plantar as mudas de mandioquinha-salsa no mesmo dia, objetivando manter as plantas de cobertura verde por período maior para alimentar a microbiota do sistema, principalmente insetos que podem se alimentar das plantas cultivadas e também para facilitar o corte do material de cobertura; pois, do contrário, ocorrerá a murcha que dificultará seu corte. Nesse caso, é necessário esperar que a palha seque, o que ocorre aproximadamente em 30 dias, já com o início do aparecimento de plantas espontâneas, necessitando aplicação de herbicida. Na primeira situação, as mudas de hortaliças desenvolvem-se antes das espontâneas, não havendo necessidade do herbicida. Alguns produtores, que estão no SPDH avançado, realizam a rolagem do material e o plantio das mudas sem fazer o corte da palhada e sem revolvimento do solo na linha de plantio (Figura 20).



Figura 20. Plantio de mudas de mandioquinha-salsa sem fazer o corte da palhada e sem revolvimento do solo na linha de plantio em Angelina (SC), 2018.

7- PREPARO DA AREA PARA PLANTIO

Para iniciar o SPDH é recomendado levantar e realizar algumas tarefas, como:

- I) amostragem do solo para análise química;
- II) identificar a existência de camada compactada no perfil do solo;
- III) sistematizar o terreno se necessário e
- IV) semear o coquetel de adubos verdes para posteriormente rolagem e plantio.

A amostragem estratificada do solo deve ser entre 0-10 cm e 10-20 cm para análise química e efetuar as correções necessárias de pH, seguidas pelas correções dos teores de fósforo e potássio. Também é necessária a avaliação da estrutura do solo para identificação e eliminação de possíveis camadas compactadas. Recomenda-se a abertura de trincheira de 50 x 40 x 40 cm e uso de faca com ponta fina para avaliar a compactação (Figura 21). A avaliação também pode ser seguida da observação da presença de camada que dificulte e/ou impeça o enraizamento das culturas em profundidade. Para eliminação da camada compactada é recomendado o uso do subsolador ou equipamento que atinja adequadamente a camada a ser rompida. Quando necessário, partir para a sistematização do terreno que atenda o plantio, tratos culturais e colheita das culturas e adubos verdes contidas no plano de rotação, sendo mais utilizado na forma de camalhão (Figura 22). Sempre que possível, sistematizar o terreno no “liso” por facilitar o manejo do adubo verde com o rolo-faca, das plantas espontâneas com a roçadeira costal e a rotação de culturas e adubos verdes com animais manejados no PRV. Na sequência, deve-se realizar a semeadura das plantas de cobertura solteiras ou consorciadas para produzir o tapete de palha sobre a superfície gerar todos os benefícios do sistema radicular em sanfonar o solo e melhorar a atividade macro e microbiana e a estrutura, injetando carbono no perfil do solo.

Os adubos verdes devem ser manejados com rolo-faca no momento próximo ao de grão pastoso. Para algumas culturas que requerem maior movimentação de pessoas e máquinas na área de cultivo, o ponto de rolagem do adubo verde pode passar desta recomendação, tornando o material mais fibroso e, conseqüentemente, aumentando o tempo de cobertura do solo, então, está tudo preparado para confeccionar o berçário das mudas.



Figura 21. Abertura de trincheira no solo para identificação da sua situação para cultivo.



Figura 22. Lavoura de estudo de mandioquinha-salsa sistematizada em camalhões, cultivada com aveia preta como planta de cobertura de inverno.

8- FERTILIDADE DO SOLO

A variação na quantidade da Matéria Orgânica do Solo (MOS) nos diversos sistemas de produção agrícola depende diretamente dos fluxos de entrada e saída de carbono, através dos processos da fotossíntese e respiração. As práticas de manejo do solo adotado, incluindo sistemas de cultura e preparo do solo, afetam a taxa de decomposição da biomassa e da MOS. Parte da biomassa permanece no solo após processo microbiano de decomposição, principalmente como substância húmica que mantém e melhora os atributos do solo como na agregação e a Capacidade de Troca de Cátions – CTC, sendo que as substâncias húmicas podem ser responsáveis por até 80% da CTC do solo.

O cultivo da mandioquinha-salsa está associado ao uso intensivo do solo e água, ao plantio sucessivo da mesma cultura na área, às elevadas quantidades de adubos na base e em cobertura. Pensar o solo como um *habitat* permanente das comunidades de raízes das plantas e de macro e microrganismos, mas também como reservatório de água, matéria orgânica e nutriente, o torna um meio heterogêneo e complexo. O manejo adequado deste componente do agroecossistema manterá o seu equilíbrio dinâmico evitando explosões estressantes da biota, água, nutriente, temperatura e atmosfera do solo (Moreira e Siqueira, 2006), fazendo deste *habitat* um colaborador da promoção da saúde das plantas e animais. Assim, por um lado, o solo deve fornecer as condições necessárias ao sistema radicular poder minerar e beber água na quantidade e na época relacionada com a taxa de crescimento da planta, através de uma estrutura grumosa que permita aos macro e micro poros drenar o excesso e armazenar água, manter adequada velocidade de difusão do O₂ usado na respiração.

A realização da calagem e de adubações, especialmente a fosfatagem, podem melhorar o ambiente para o desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, para a absorção de nutrientes na quantidade adequada à comunidade vegetal. Além disso, a adubação de base e de cobertura alocada segundo o estoque de nutrientes no solo e das taxas diárias de absorção de nutrientes pode melhorar os fatores de crescimento e desenvolvimento das plantas. Para melhorar a estrutura do solo e gerar equilíbrio biológico é necessário associar às práticas de plantio direto o uso de adubos verdes e consorciar as plantas cultivadas com as espontâneas. À medida que aumentamos a diversidade vegetal e a biota do solo, aumenta-se sua complexidade do sistema e, conseqüentemente, seu equilíbrio dinâmico. Nesse caso, é necessário pensar a prática da “adubação de sistema” em detrimento da “adubação do vaso”, também conhecido como adubação localizada, visando fornecer condições nutricionais para que todos os componentes do sistema possam apresentar desempenho satisfatório, contribuindo para uma maior eficiência do mesmo.

8.1- Adequação da acidez e da quantidade de fósforo e potássio

A recomendação de correção da acidez e do conteúdo de fósforo e de potássio no solo deve ser orientado com base nos resultados da análise química, tendo como objetivo manter o pH entre 5,5 e 5,8 e elevar os estoques de P_2O_5 e K_2O acima do nível crítico, conforme doses apresentadas na Tabela 5. As operações de incorporação do calcário, fósforo e potássio devem ser realizadas antes do plantio do adubo verde e da mandioquinha-salsa. No caso da calagem, quando necessário, deve ser feita aplicando-se a metade da dose recomendada antes da lavração e a outra metade antes da gradagem, com antecedência mínima de 90 dias do plantio, porém, os agricultores têm incorporado o calcário usando o escarificador, grade ou rotativa. Esta prática tem ocasionado uma super-calagem na profundidade de 0-10 cm e sub-calagem de 10-20 cm, concentrando superficialmente as raízes das culturas de adubação verde, das hortaliças e de importantes plantas espontâneas. Fato que deixa a planta mais suscetível ao estresse de água e de nutrientes, principalmente naqueles momentos em que a planta mais precisa fornecer alimentos às suas raízes de reserva da mandioquinha-salsa, diminuindo a produtividade e a sua qualidade. Corrigir este erro faz com que o sistema radicular, responsável pela absorção de água e nutrientes, aumente sua capacidade de suprir a necessidade vegetativa e reprodutiva que, diga-se de passagem, é alta. Portanto, é necessário que o sistema radicular seja profundo e extenso para aumentar sua capacidade exploratória.

Tabela 5. Quantidade de fósforo e de potássio incorporado ao solo para correção total.

Teor de P e K no solo	Kg P_2O_5 /ha	Kg de K_2O /ha
Muito baixo	160	120
Baixo	80	60
Médio	40	30

Fonte: CQFS (2016).

Também temos observado, através da análise química do solo e das condições de saúde das plantas, que há altas quantidades de fósforo e potássio nos solos, acumulados, principalmente, pela sucessiva e excessiva utilização da cama de aves e adubo químico formulado. Fato que tem refletido na baixa produtividade, no uso de mais adubo, principalmente foliar, e de elevada quantidade de pulverização com inseticida e fungicida.

8.2- Adubos verdes

A utilização de herbicidas no manejo das culturas simplifica o sistema, já que, elimina ou diminui a diversidade de adubos verdes cultivados e espontâneos, a adição de matéria seca aérea e radicular e conseqüentemente da comunidade da biota do solo. As raízes e hifas são importantes agentes agregantes com ação física e biológica e sua simplificação torna o solo vulnerável à compactação, a erosão favorece os estresses das plantas por deficiência e excesso de nutrientes e água e por variações excessivas de temperaturas. Para diminuir estes efeitos negativos e promover gradativamente um ambiente que aumente o conforto das plantas é necessário diminuir as causas dos estresses. Assim, é recomendado reduzir ao máximo a movimentação do solo e cultivar os adubos verdes e as plantas espontâneas naquelas épocas em que a hortaliça está na entre safra. No período de inverno, é recomendado cultivar aveia-preta (*Avena strigosa*), centeio (*Secale cereale*), tremoço azul (*Lupinus angustifolius*) ou branco (*Lupinus albus*), ervilhaca comum (*Vicia sativa*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) ou um coquetel de plantas (com três ou mais espécies), sendo a opção mais aceita e utilizada a composição com aveia preta + ervilhaca comum + nabo forrageiro (Figura 23). No período de verão são indicados o cultivo de milho (*Zea mays*), milheto (*Penisetum americanum*), mucuna (*Strizolobium aterrimum*), crotalária (*Crotalaria juncea*), girassol (*Helianthus annuus*) e papuã (*Brachiaria plantaginea*) (Figura 24), sendo o coquetel o mais indicado.



Figura 23. Adubação verde de inverno composto por aveia, ervilhaca e nabo forrageiro. A aveia esta na fase de enchimento do grão, o nabo em floração e a ervilhaca iniciando a floração.



Figura 24. Área contendo coquetel de plantas espontâneas com predomínio do papuã em final de ciclo pronta para o plantio.

O manejo das plantas de cobertura mais apropriado é com rolo-faca por manter um colchão de palha sobre o solo, tardando o aparecimento de plantas espontâneas que devem ser manejadas com roçadeira no período da safra.

Esta prática objetiva a construção progressiva da biodiversidade na área de cultivo e evita o estresse nutricional, diminui fontes de inóculo de oportunistas, aumenta o potencial criatório de inimigos naturais e contribui com a melhora da estrutura do solo. Seu planejamento em longo prazo objetiva estabilizar a produção e diminuir manchas de fertilidade horizontal e vertical do solo na área cultivada. É importante conhecer quais as plantas de cobertura ou seus coquetéis podem contribuir com a quebra de ciclos de “patógenos”, com a melhor relação C/N, com sistemas radiculares diversificados, com a quantidade de deposição de matéria seca, com abafamento de plantas espontâneas, com a criação de inimigos naturais, com a rizodeposição, entre outros benefícios. O monitoramento do solo com a abertura de um perfil cultural é uma prática recomendada para fazer uma avaliação da evolução e complexidade do sistema frente ao manejo efetuado ao longo do tempo.

9- NUTRINDO AS PLANTAS COM BASE NAS TAXAS DE CRESCIMENTO E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES, AJUSTADA PELO CONTEÚDO DE NUTRIENTES NO SOLO, SINAIS DE PLANTA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

As principais informações deste capítulo resultam dos trabalhos experimentais realizados na EEITU/ Epagri, em Lavouras de Estudos e levando em conta outras pesquisas e observações de campo.

A mandioquinha-salsa é acidófila, exigente em quantidades de micronutrientes e pouco responsiva a altas quantidade de macronutrientes, desenvolvendo-se com mais saúde em pH mais ácidos numa faixa de 5,5 a 5,8. Relatam-se boas produções associadas à saúde das plantas em pH menores que essa recomendação e, por outro lado, constatações de pH acima de 6,2 associado ao subdesenvolvimento da planta, apresentando clorose e morte de folhas, com prejuízos significativos na produção de raízes (Figura 25). É um cultivo que apresenta melhor desempenho em áreas novas, onde não se pratica a olericultura intensiva. Tem mostrado boa adaptação em SPDH maduro, portanto em sistema mais complexo por se associar com outros organismos, principalmente na rizosfera facilitando a disponibilidade e absorção de nutrientes.

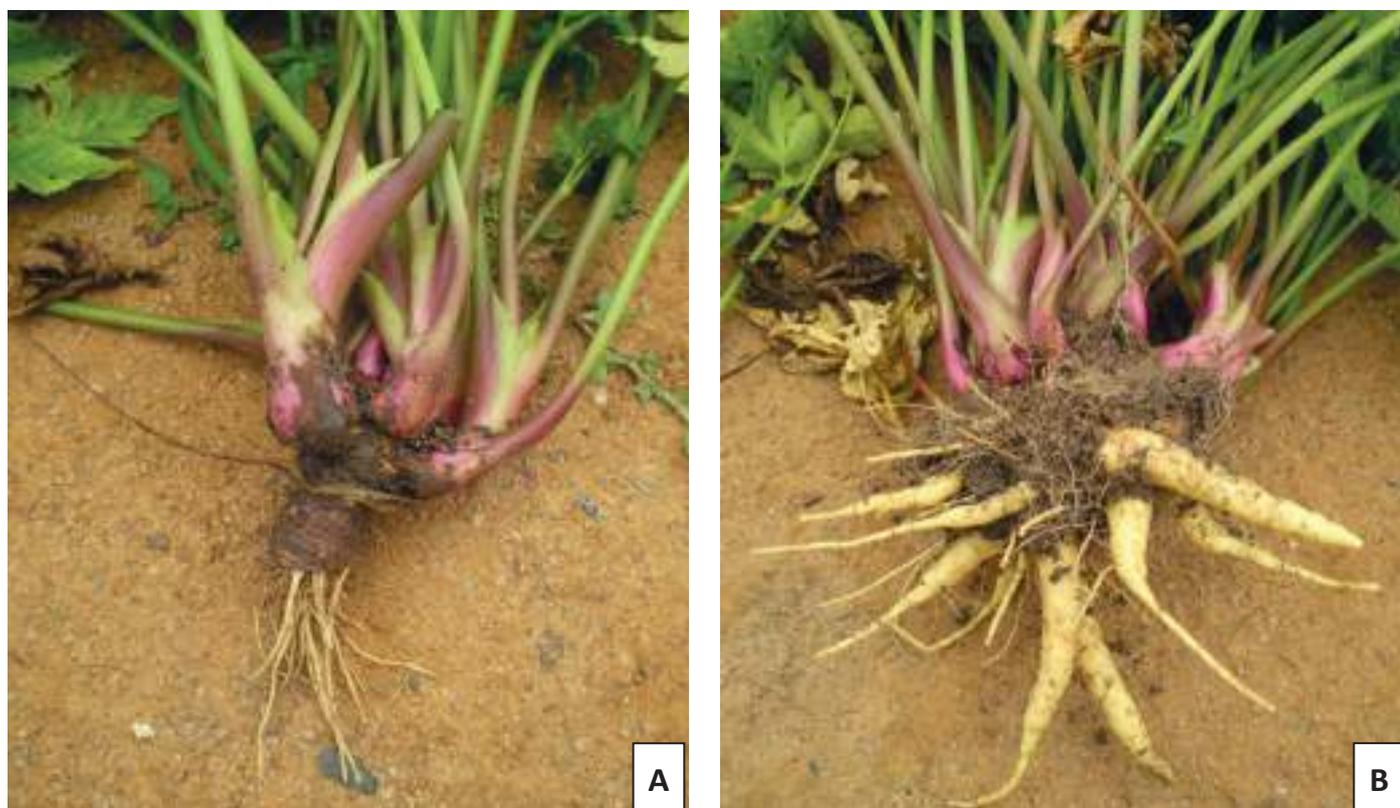


Figura 25. Plantas de mandioquinha-salsa cultivadas na mesma lavoura. Planta com sistema radicular pouco desenvolvido, cultivada em solo com pH 6,5 (A). Na figura (B) planta com sistema radicular desenvolvido em solo com pH 5,6.

Com a determinação da dinâmica do acúmulo de nutrientes (Figura 26) foi possível quantificar o potássio e o nitrogênio com 23.346 e $10.097 \text{ mg.planta}^{-1}$, respectivamente, porém, ao alocar esta quantidade via adubação de cobertura, a resposta é o aumento da parte vegetativa e do ciclo da planta em detrimento da produção de raízes. Possivelmente, a planta possui mecanismo fisiológico complexo, capaz de mobilizar nutrientes de forma específica, exigindo estudos mais detalhados com o objetivo de contribuir com a saúde e a expressão máxima do potencial produtivo desta planta.



Figura 26. Preparo de material para análise de acúmulo de nutrientes e matéria seca em mandioquinha-salsa, EITU.

9.1- Absorção de nutrientes

Foram conduzidos dois experimentos na EEluporanga nos anos de 2012 e 2013 para determinar o acúmulo de nutrientes e sua partição na folha, na coroa e na raiz. Determinou-se a taxa mensal de absorção (TMA) e suas máximas (TMA_{max}) para os dez nutrientes essenciais de interesse no trabalho experimental. O

total absorvido de N, P, K, Ca e Mg foi de 10.097; 1.638; 23.346; 1.914 e 641 mg.planta⁻¹, respectivamente. Para Fe, Mn, Zn, Cu e B foi de 82.767; 3.762; 11.528; 5.863 e 5.137 µg.planta⁻¹, respectivamente (Figura 27).

As TMA acompanharam as taxas de crescimento mensais (R) e, conseqüentemente, as TMAmax também coincidiram com as máximas de acúmulo mensal de matéria seca que ocorreram no décimo mês após o plantio da muda com 257,9 g.mês⁻¹.planta⁻¹. Para o N, P, K e Mg também ocorreu no décimo e para Ca no nono mês com os valores 3.861; 500; 7.484; 641 e 604 mg.mês⁻¹.planta⁻¹, respectivamente. Para Fe, Mn, Zn, Cu e B as TMAmax foram no décimo mês, sendo para o Fe o décimo primeiro mês, nos valores de 39.477; 1.387; 5.135; 2930 e 2.087 µg.mês.planta⁻¹, respectivamente.

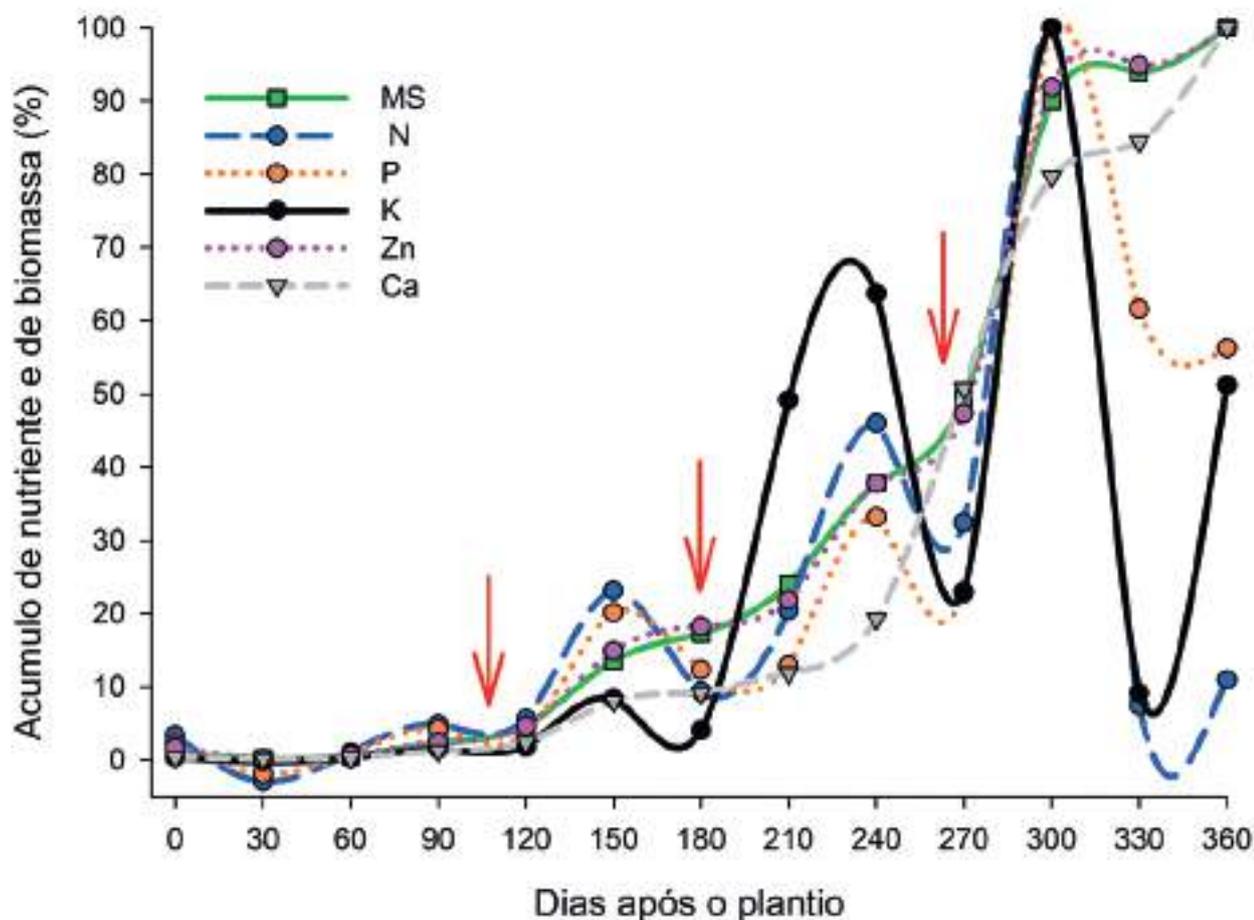


Figura 27. Absorção de nutrientes e acúmulo de matéria seca (%), pela mandiquinha-salsa ao longo do ciclo de produção, com a indicação das épocas de aplicação das adubações de cobertura que estão representadas pelas flechas vermelhas.

Portanto, a planta possui mecanismo de acúmulo de nutrientes e matéria seca ao longo do ciclo cultural, seguindo proporcionalidade na quantidade deste acúmulo e, conseqüentemente, da sua respectiva taxa mensal. Este fato indica que andam juntas a absorção de nutrientes e a produção de fotoassimilados, residindo aí uma das possibilidades em promover saúde vegetal. Observa-se, como exemplo, aos 300 DAP que o percentual mensal de acúmulo de matéria seca foi de 40,6% em relação ao total, seguido por semelhante dinâmica para quase todos os nutrientes. Outra observação simples é que alguns nutrientes não apresentam esta dinâmica aos 270 e 330 DAP. De outra forma, para cada taxa de crescimento absoluto (R) ocorre uma TDA proporcional (Tabela 6).

Tabela 6. Consumo de nutrientes e produção de matéria seca (%) em relação ao conteúdo total, ao longo do ciclo da mandiocinha salsa, cv. Senador Amaral (2004).

Nutrientes e Matéria Seca (%)											
DAP	M.S.	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
30	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
60	0,3	0,4	0,2	0,1	0,2	0,5	0,5	0,9	0,4	0,3	0,4
90	1,9	1,9	1,3	0,5	0,9	2,3	0,7	2,1	1,8	2,7	1,8
120	2,3	2,1	1,1	0,6	1,2	2,0	1,2	2,8	2,2	2,0	1,9
150	8,9	8,9	6,1	2,7	5,6	8,8	4,6	13,2	10,3	9,1	7,8
180	3,7	3,6	3,8	1,3	1,1	1,6	3,2	5,4	3,4	3,9	3,5
210	6,7	7,8	3,9	15,8	2,7	4,2	5,9	10,7	3,6	3,5	7,6
240	13,8	17,6	10,1	20,4	7,3	13,9	13,2	21,1	16,0	14,3	12,9
270	11,6	12,4	7,0	7,3	31,5	6,2	7,2	1,4	9,6	11,9	15,5
300	40,6	38,2	30,5	32,1	28,9	24,6	47,7	36,9	44,6	50,0	40,6
330	4,0	2,9	18,8	2,9	4,8	18,2	22,8	12,3	3,0	0,7	11,7
360	6,0	4,2	17,2	16,4	15,5	17,8	(7,2)	(6,9)	5,1	1,4	(4,1)

A dinâmica de absorção de nutrientes, em particular para nitrogênio e potássio, nos dá indícios que esses nutrientes devem ser fornecidos parceladamente. O acúmulo de nutrientes até os 90 DAP foi menor que 3% do total, dos 90 aos 210 DAP 24% do total e até 360 DAP aproximadamente 75%. A partir destes dados, podem-se construir programas de adubação de cobertura segundo as necessidades da planta nas suas diversas fases de desenvolvimento.

Ao iniciar o SPDH, em áreas cultivadas intensivamente e esgotadas pelo manejo do solo, é possível corrigir manchas de fertilidade adicionando adubos orgânicos no estágio inicial de desenvolvimento, sobre as plantas de cobertura. (Figura 28).



Figura 28. Neste estágio de desenvolvimento das plantas de cobertura é possível identificar manchas de fertilidade e corrigi-las com a ajuda de adubos orgânicos em cobertura, Angelina (SC), 2013.

9.2- Adubação de plantio com fósforo

Foram conduzidos dois experimentos para conhecer a dinâmica de absorção de fósforo pela mandioquinha-salsa em Lavouras de Estudos na comunidade de Rio Fortuna, município de Angelina (SC), encontrando-se baixa resposta da planta a níveis maiores que 25 ppm naquele solo. Recordando, o fósforo é suprido por difusão e sua mobilidade no solo é pequena, devendo ser disponibilizado na base das plantas, o que nos orienta, para que seu fornecimento deva ser todo na adubação da base. Mediante este resultado, associado aos dados de acúmulo do fósforo de $1,64 \text{ g.planta}^{-1}$ determinado nos experimentos na EEITU, equivalendo a 52,5 Kg de fósforo por hectare para uma produtividade total de raízes de $29.674 \text{ kg.ha}^{-1}$, é possível elaborar recomendações para a cultura, como exposto na Tabela 7. Indica-se a necessidade de adubação em P_2O_5 e sugere-se uma fonte exclusiva de fósforo, de alta concentração e de menor custo; daí a sugestão de superfosfato triplo. Sendo uma cultura de ciclo longo é possível utilizar termofosfato.

Tabela 7. Níveis de P (mg/dm^3) no solo e recomendação de adubação na linha de plantio com superfosfato triplo (SFT) por hectare.

Níveis de P (mg/dm^3)	Baixo < 10	Médio 10 – 20	Alto 20 - 40	Muito Alto > 40
P_2O_5 (kg/ha)	200	150	100	55
SFT (kg/ha)	450	350	225	120

9.3- Adubação de cobertura com nitrogênio e potássio

Nas condições experimentais, a mandioquinha-salsa acumulou 10.097 e $23.346 \text{ mg.planta}^{-1}$ de N e K o que equivale a 323 Kg.ha^{-1} e 746 Kg.ha^{-1} , respectivamente, porém, quando estas quantidades são adicionadas como adubação de cobertura, a planta responde aumentando a parte vegetativa e o ciclo cultural. Nestas condições de excesso, pode diminuir a produtividade, a qualidade de raízes e afetar a saúde da planta.

9.3.1- Potássio

O potássio é suprido em parte por difusão e em parte por fluxo de massa, ou seja, pelo transporte de água que a planta absorve do solo em seu fluxo de transpiração. Por sua alta mobilidade no solo sugere-se fornecer o potássio em cobertura, parceladamente à medida que a planta necessita, associada ao estoque do nutriente no solo (Tabela 8), às condições climáticas e sinais da planta.

Tabela 8. Níveis de potássio no solo e recomendação de K (mg/dm^3) e da adubação de cobertura com cloreto de potássio (KCl) em kg/ha.

Níveis de K (mg/dm^3)	Baixo < 60	Médio 61-90	Alto 91-120	Muito Alto > 120
K_2O (kg/ha)	390	300	210	150
KCl (kg/ha)	650	500	350	250

9.3.2- Nitrogênio

Deve-se tomar cuidado especial com o fornecimento de adubos nitrogenados, visto que o nitrogênio em excesso pode favorecer a formação da parte vegetativa em detrimento do acúmulo de reservas e consequente formação de raízes comerciais ou, no mínimo, atraso na produção pelo alongamento do ciclo da cultura, entretanto, uma planta com a parte aérea bem desenvolvida, assim que submetida a estresse, tem, em geral, maior potencial produtivo. A questão está relacionada ao ciclo da cultura e ao mercado, sendo comum colheitas precoces atingirem melhores cotações.

Relembrando, a fisiologia da planta em seu ambiente original nos Andes é distinta do que ocorre no Brasil. Lá, se verifica clima ameno semelhante o ano inteiro, sem estresse climático e com temperaturas constantes entre 15°C e 25°C, o que proporciona um ciclo de crescimento contínuo. No Brasil, as temperaturas e a intensidade e distribuição de chuvas variam entre e dentro das estações climáticas promovendo períodos de estresse nos cultivos, favorecendo a concentração de fotoassimilados nas raízes de forma diferenciada ao que acontece nos países andinos.

Assim, o que se tem como orientação básica para a determinação da quantidade a ser aplicada está relacionada ao teor de matéria orgânica do solo ajustado pelos sinais nas plantas e às condições climáticas. Desta forma, sugere-se o uso de nitrato de amônio por conter a forma nítrica e amoniacal do nitrogênio, podendo ser substituído pelo sulfato de amônio (Tabela 9).

Tabela 9. Níveis de matéria orgânica (%) no solo e recomendação da adubação de cobertura com nitrogênio, na forma de nitrato de amônio NH_4NO_3 ou sulfato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ao longo do ciclo cultural.

Matéria orgânica (%)	Baixo (<2,5 %)	Médio (2,6-4,0 %)	Alto (>4,0 %)
Nitrogênio (kg/ha)	150	100	50
Nitrato de amônio (kg/ha)	450	300	150
Sulfato de amônio (kg/ha)	750	500	250

9.4- Época de adubação de cobertura

As recomendações da época de aplicação de N e K em cobertura deve ser, preferencialmente, iniciada por volta de 80 DAP (Tabela 10) porque a planta já apresenta sistema radicular desenvolvido, proporcionando maior capacidade de absorção de nutrientes e água.

Tabela 10. Época da adubação de cobertura associada à quantidade de N e K.

Época (dias após plantio)	Quantidade de N e K	
	Adubo nitrogenado (Quadro 8)	Cloreto de Potássio (Quadro 7)
80 a 100	30% do recomendado	15% do recomendado
150 a 180	25% do recomendado	20% do recomendado
200 a 230	25% do recomendado	30% do recomendado
250 a 280	20% do recomendado	35% do recomendado

9.5- Ajustando a adubação de cobertura pelo manejo e sinais de planta

As adubações recomendadas de N e K em cobertura com os devidos ajustes tem como princípio a promoção da saúde da planta (Figura 29). É comum observarem-se folhas baixas amareladas em plantas oriundas de mudas preparadas no sistema de pré-brotação ou de pré-enraizamento, indicando retranslocação de nutrientes em massa para a região de crescimento vegetativo e radicular. Isto pode ocorrer no período compreendido entre o plantio e aproximadamente 50 dias após (Figura 30), porque o sistema radicular é pouco desenvolvido, limitando sua capacidade de absorver a quantidade de nutrientes e água requerida pela planta. Neste caso, sugere-se antecipar a primeira adubação de cobertura em aproximadamente 30 dias.



Figura 29. Planta de mandioquinha-salsa apresentando todas as folhas na cor verde claro, inclusive as baixeiros e uniformidade de tamanho. Isso indica que a correção da acidez e fertilidade e a adubação de base foram realizadas segundo as recomendações técnicas e a adubação de cobertura feita pela TDA, ajustada pelos sinais e condições climáticas.



Figura 30. Muda produzida no sistema de pré-brotção em serragem, aos 35 dias após plantio, apresentando sistema radicular pouco desenvolvido.

Sempre que a planta apresentar folhagem exuberante e verde escura e folíolos grandes, pode ser atrasada, reduzida ou até mesmo eliminada, conforme a intensidade desses sinais, a adubação nitrogenada em cobertura, principalmente a última que é recomendada aos 250 a 280 DAP.

A segunda e a terceira adubação de cobertura de N e K deve ser antecipada para 150 a 170 e 210 a 230 DAP, respectivamente, quando a colheita for realizada no nono mês de idade.

10- COLHEITA, CLASSIFICAÇÃO E ARMAZENAGEM

A colheita pode ser inteiramente manual, mais comum em pequenas áreas e em terrenos de topografia acidentada ou semi-mecanizada, usada em áreas maiores e onde a topografia permite.

A colheita manual consiste do arranquio das plantas, facilitado nas áreas com SPDH consolidado, e com auxílio de enxadão ou cavadeira quando as plantas estão mais presas ao solo, seguindo-se o destaque das raízes e acondicionamento em caixas para transporte (Figura 31).

Na colheita semi-mecanizada utiliza-se arado de aiveca, subsolador ou lâmina (chapa) abaixo das raízes para soltá-las, facilitando a colheita. Segue-se o destaque das raízes e seu acondicionamento em caixas para transporte.

O mais comum é usar no campo caixas plásticas retornáveis com capacidade para 30 ou até 40 kg para transporte até a unidade de lavagem e classificação, que pode ser feita na propriedade ou em lavadores especializados nesta atividade.

A lavagem das raízes pode ser feita em diferentes estruturas, conforme o volume de produção e os recursos disponíveis pelo proprietário, havendo variados mecanismos adaptados por produtores. O mais comum para mandioquinha-salsa são os lavadores pendulares com panos pendurados em um quadro movido por força motriz excêntrica (biela em uma roda ou mancal) que, por sua vez, é tocado por um motor, normalmente elétrico (Figura 32).

Os lavadores de cenoura e batata danificam as raízes de mandioquinha-salsa devido ao processo mecânico abrasivo de lavagem ou ao excessivo movimento, comprometendo a qualidade e levando a perdas por apodrecimento ou por quebra das raízes. Outras opções são adaptações utilizando banheiras ou tambores plásticos cortados ao meio. É importante ter a superfície lisa. Após a lavagem, deve-se dispor as raízes em bancadas ou girais para secagem, se necessário com ventiladores.



Figura 31. Acondicionamento da mandioca-salsa colhida em caixa plástica com aproximadamente 32 Kg de raízes preparada para limpeza e classificação.



Figura 32. Lavador pendular com panos pendurados em um quadro movido por força motriz excêntrica, acionado por motor elétrico em Senador Amaral (MG), 2018.

Já existem mercados comercializando mandioquinha-salsa sem lavar, o que certamente aumenta a vida útil do alimento nas prateleiras.

A classificação difere nos variados mercados, sendo feita basicamente em função do tamanho (comprimento e largura). A Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp) vem utilizando as classes comerciais Extra AAA, Extra AA e Extra A e disponibiliza uma cartilha que classifica a mandioquinha-salsa por classe, subclasse e tipos de defeitos (CEAGESP, 2002).

A embalagem mais utilizada pelo produtor é a caixa plástica que comporta aproximadamente 32 Kg. Mais recentemente, visando obter melhor acondicionamento e diferenciação do alimento, tem-se verificado tendência do uso de caixas de papelão ou caixas plásticas padronizadas, com cerca de 10 kg, e de bandejas de isopor com filme de polietileno (Figura 33), o que aumenta sua conservação pós-colheita.

Trata-se de raiz delicada e a conservação pós-colheita é bastante curta, de 2 a 4 dias. Deve-se efetuar manuseio cuidadoso e acondicionamento adequado, quanto a ambiente e embalagem. O acondicionamento em bandeja com filme de polietileno e com refrigeração da classificação até a gôndola nos pontos de venda, pode ampliar o prazo de validade do alimento em até 15 dias. Outra possibilidade de armazenamento por um período maior é dispor as raízes em água, em recipientes abertos em câmara fria ou geladeira, efetuandose a troca de água uma vez por semana. Botrel e Madeira (2012) mostraram que a mandioquinha-salsa preservou aspecto visual apto à comercialização por até 123 dias em recipientes abertos com água a 6°C.



Figura 33. Acondicionamento da mandioquinha-salsa em bandejas de isopor com filme de polietileno, o que aumenta sua conservação pós-colheita.

11 - AMBIENTE ESTRESSANTE

Em geral, os problemas fitossanitários relatados pelos produtores de mandiocinha-salsa têm uma relação direta com o desenvolvimento e crescimento da cultura em época adversa em que fatores externos, sobretudo geadas na fase inicial de desenvolvimento, disponibilidade irregular de água (lembrando que a grande maioria dos cultivos na região Sul não são irrigados), altas temperaturas no verão, assim como pouco conhecimento acerca do pH e nutrição ideais para a cultura, muitas vezes fora dos limites requeridos pela planta. Em consequência, ocorrem alterações fisiológicas, geralmente irreversíveis, originando anomalias ou desordens que podem comprometer significativamente o desempenho da cultura e, conseqüentemente, levar ao uso de agrotóxicos.

Alguns desses problemas podem ser evitados instalando a lavoura em local ensolarado, evitando baixadas, onde a temperatura, na estação fria será mais baixa, proximidade de açudes e sombra, principalmente, na parte da manhã, mesmo que em parte da lavoura. A importância destas recomendações práticas para esta cultura, altamente sensível aos estresses, visa evitar variações de umidade, melhorar a ventilação da plantação e reduzir a exposição a temperaturas extremas, além de diminuir o tempo de molhamento foliar e, conseqüentemente, evitar ambiente favorável ao desenvolvimento de doenças.

Adicionalmente, é fundamental entender o processo de propagação e a fase de preparo de mudas como ponto chave para o sucesso no estabelecimento do campo e nos resultados da colheita. Apesar de óbvio, ainda é bastante comum a obtenção de mudas a partir de plantas com problemas fitossanitários, baixo vigor, sem o devido tratamento e sem pré-brotação ou pré-enraizamento.

As informações sobre o efeito do N, P e K na resistência ou suscetibilidade das plantas a fungos foram adaptadas de Marschner (2012). Por exemplo, no caso do N, os efeitos sobre fungos são diferentes para parasitas obrigatórios e facultativos. Os parasitas obrigatórios dependem de assimilados fornecidos por células vivas, enquanto parasitas facultativos são semi saprófitos, preferem tecidos em senescência (tecidos velhos) ou liberam toxinas que danificam ou matam as células vegetais do hospedeiro. Assim, os fatores que suportam as atividades metabólicas do hospedeiro e atrasam a senescência, aumentam a resistência ou tolerância de plantas a parasitas facultativos. Este efeito geral do N sobre a susceptibilidade às doenças das plantas pode ser modificado por fatores adicionais, tais como a espécie de planta e condições de crescimento da planta.

O aumento da suscetibilidade da planta com o aumento da oferta de N é explicado pelas necessidades nutricionais do parasita e pelas alterações na anatomia e fisiologia da planta hospedeira. O N aumenta a taxa de crescimento, de modo que durante a fase de crescimento vegetativo, a proporção de tecidos jovens aumenta em relação àquela de tecidos maduros e o tecido jovem é mais susceptível ao ataque de parasitas. Além disso, um aumento na concentração de aminoácidos no apoplasto (espaço entre células) e na superfície da folha, induzido por aumento da concentração de N na planta, pode estimular a germinação e o crescimento dos conídios (esporos assexuados) do fungo. Também o aumento da concentração de N pode reduzir a atividade de certas enzimas-chave para o metabolismo e síntese de compostos fenólicos (com ação fungistática) e a deposição de lignina (que funciona como barreira física ao patógeno).

As alterações anatômicas e bioquímicas das células, juntamente com o aumento de compostos orgânicos de baixo peso molecular nos espaços entre células, que são substratos para os parasitas, são os principais fatores responsáveis para a correlação estreita entre o fornecimento de N e suscetibilidade da planta para parasitas obrigatórios. Este efeito do aumento do N é reforçado pelo aumento da permeabilidade da membrana celular, também induzida por deficiência de B, Ca e Zn.

O aumento da concentração de K na planta diminui a incidência de parasitas obrigatórios e facultativos, no entanto, além do suprimento ótimo de K para o crescimento, não existe aumento da resistência com o aumento do suprimento de K ou da sua concentração. A adição de K só é eficaz no controle de doenças se aliviar a deficiência do mesmo. A deficiência de K reduz a síntese de compostos de elevado peso molecular (proteínas, amido e celulose) e conduz a uma acumulação de compostos orgânicos de baixo peso molecular, que servem como fontes de nutrientes facilmente disponíveis para os parasitas. Em relação ao P, em geral, o suprimento ótimo aumenta a resistência a doenças em plantas.

12- BENEFICIAMENTO E INDUSTRIALIZAÇÃO

A comercialização mais frequente de mandioquinha-salsa é in natura, mas é crescente a demanda da raiz como matéria-prima para indústrias de alimentos processados na forma de sopas, cremes, pré-cozidos, alimentos infantis (“papinhas”), fritas (palha, fatiadas na forma de “chips”) e “purês”.

Tradicionalmente, o consumo mais frequente de mandioquinha-salsa dá-se na forma cozida pura ou em caldos ou sopas, o que a faz ser mais utilizada no inverno, entretanto, outras formas de preparo

são particularmente saborosas: fritas fatiadas ou em palitos, suflês, nhoques, cozida com carnes de sabor característico como frango caipira, rabada ou costela bovina, cremes especiais com catupiry ou requeijão, bolinhos empanados, pães doces ou salgados, entre outras receitas.

Atinge normalmente elevadas cotações e a oscilação de preços é relativamente pequena durante o ano, quando comparada a outras hortaliças, minimizando o risco de insucesso. Em geral, o mercado é muito satisfatório com a produção abaixo da demanda.

13- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AÑES, B.; ESPINOZA, W.; VÁSQUEZ, J. Producción de apio andino em respuesta al suministro de fertilizantes. Revista Forestal Venezolana, Mérida, v. 46, n.2, p. 39-45, 2002.
- BOTREL, N.; MADEIRA, N. R. Diferentes condições de embalagem para comercialização de mandioquinha-salsa. Horticultura Brasileira, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. S7574-S7580, jul. 2012.
- CÂMARA, F. L. A. 1984. Estudo de tecnologias objetivando precocidade de produção de batata-baroa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Viçosa: UFV. 50p. (Tese mestrado).
- CÂMARA, F. L. A. Sintomatologia de carências de macronutrientes e boro em mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Piracicaba: ESALQ, 1990. 66 p. (Tese – Doutorado em Fitotecnia).
- CARMO, E. L. & LEONEL, M. Composição físico-química e cor de clones de mandioquinha-salsa. Revista Energia na Agricultura, Botucatu, vol. 27, n.1, janeiro-março, 2012, p.62-81.
- CASALI, V. W. D.; SEDIYAMA, M. A. N. Origem e botânica da mandioquinha-salsa. Informe Agropecuário, v. 19, n. 190, p. 13-14, 1997.
- CEAGESP – CENTRO DE QUALIDADE EM HORTICULTURA Classificação da Mandioquinha salsa. Ceagesp: São Paulo, 2002. (Cartilha).
- GIRALDO-ZAPATA, M. C. Solving the Problem of Apio (*Arracacia xanthorrhiza*) Corm Rot Disease. Scientia Global, 2017.
- HERMANN, M. Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) Andean roots and tubers: Ahipa, arracacha, maca and yacon: Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 21. Gatersleben, Germany e Rome, Italy: IPGRI, 1997. p. 75-172.
- HODGE, W. H. La arracacha comestible Revista de la Facultad Nacional de Agronomia, Medellin, v.10, n. 35, p. 232-254, 1949.
- LUENGO, R. F. A. Tabela de composição nutricional das hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 4p. il.: Tabela. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 26)
- MADEIRA, N. R.; CARVALHO, A.D.F. Produção de mudas de mandioquinha-salsa. In: Hortaliças de propagação vegetativa: tecnologia de multiplicação. NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, R.B. (Eds.). Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2016. p. 129-150.
- MADEIRA, N. R.; CARVALHO, A.D.F.; SILVA, G.O.; PINHEIRO, J.B.; PEREIRA, R.B.; MICHEREFF FILHO, M.; FELDBERG, N.P.; MOREIRA, S.O.; SILVEIRA, G.S.R.; CÁSSIA, R.M. Proposição de um sistema de produção de mudas de mandioquinha-salsa. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2017. 24 p. (Circular Técnica 161).
- MARSCHNER, H.; MARSCHNER, P. Marscher's mineral nutrition of higher plants. 3 rd. Ed. Amsterdam: Elsevier, Academic Press, 2012, 651p.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e Bioquímica do Solo, Lavras: Editora UFLA, 2006. 729p.
- ORTIZ, C. E.; ACIN NM. 1997. Estimate of macronutrients uptake by arracacha at harvest. San Juan: University of Puerto Rico. 7p.

ORTIZ, C. E.; ORENGO-SANTIAGO E; ACIN NM. 1998. Dry weight accumulation and nutrient uptake by arracacha grown under controlled conditions. San Juan: University of Puerto Rico. 9p.

PORTZ, A. et al. Teores e acúmulo de nutrientes durante o ciclo da mandioquinha-salsa em função da aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio. Horticultura Brasileira, v.24, n.3, p.329-333, 2006.

RIVERA VARÓN, J. J.; GARNICA MONTAÑA, P. J.; RUBIO BONILLA, S. L.; LOZANO TOVAR, M. D.; ROSERO ERAZO, J. A.; TRUJILLO CALLEJAS, L. Y.; HERRERA SÁNCHEZ, Y. A. Recomendaciones tecnológicas para la producción de semilla de calidad de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft): manejo fitossanitario de la semilla vegetativa de araracacha. Bogotá (Colombia): Corpoica, 2015. 72 p.

SEDIYAMA, M. A. N. et al. Cultura da mandioquinha-salsa ou batata-baroa. Boletim Técnico da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Belo Horizonte, n.77, p. 1-28, 2005.



