

Omar Daniel

Erva-mate
Sistema de produção e
processamento industrial

Editora UFGD
DOURADOS-MS, 2009

Universidade Federal da Grande Dourados

Reitor: Damião Duque de Farias

Vice-Reitor: Wedson Desidério Fernandes

COED

Coordenador Editorial da UFGD: Edvaldo Cesar Moretti

Técnico de Apoio: Givaldo Ramos da Silva Filho

Conselho Editorial da UFGD

Adáuto de Oliveira Souza

Edvaldo Cesar Moretti

Lisandra Pereira Lamoso

Reinaldo dos Santos

Rita de Cássia Pacheco Limberti

Wedson Desidério Fernandes

Fábio Edir dos Santos Costa

Capa: Flor masculina da erva-mate (Foto: G.K. Linney. Acervo: Prof. Gerald D. Carr, Oregon State University - USA)

Ficha elaborada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal da Grande Dourados

633.77

Daniel, Omar.

D184e

Erva-mate: sistema de produção e processamento industrial / Omar Daniel. Dourados, MS : UFGD ; UEMS, 2009.
288p.

Bibliografia.

ISBN 978-85-61228-52-1

1.Erva-mate – Cultivo. 2. Erva-mate – Industrialização. 3. Erva-mate – Sistema de produção. I. Título.

Direitos reservados à
Editora da Universidade Federal da Grande Dourados
Rua João Rosa Goes, 1761
Vila Progresso – Caixa Postal 322
CEP – 79825-070 Dourados-MS
Fone: (67) 3411-3622
editora@ufgd.edu.br
www.ufgd.edu.br

Para
Maria do Carmo

Agradecimentos

Meus sinceros agradecimentos:

Aos revisores dos capítulos deste livro, que dedicaram parte de seu tempo para oferecer valiosas sugestões.

Aos colegas que cederam imagens para comporem as figuras, cujos créditos foram registrados nas legendas.

Revisores dos capítulos

Capítulo 2 - Etimologia e evolução histórica

Maria do Carmo Brazil, Historiadora, Dr^a. em História, Universidade Federal da Grande Dourados - MS.

Sergio Dante Prat Kricun, Eng. Agrônomo, MS em Ciências, E.E.A. INTA Cerro Azul, Cerro Azul, Misiones, Argentina.

Capítulo 3 - Taxonomia, descrição, ecologia e distribuição geográfica

Paulo Ernani Ramalho Carvalho, Eng. Florestal, Dr. Silvicultura, EMBRAPA/CNPQ, Colombo – PR, Brasil.

Capítulo 5 - Propagação sexuada

Dorli Mario da Croce, Eng. Florestal, MS Engenharia Agrícola, CPPP/EPAGRI, Chapecó – SC, Brasil.

Capítulo 6 - Propagação vegetativa

Mario Angel Kryvenki, Eng. Agrônomo, E.E.A. INTA Cerro Azul, Cerro Azul, Misiones, Argentina.

Capítulo 10 - Pragas

Paulo Eduardo Degrande, Eng. Agrônomo, Dr. Entomologia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados - MS, Brasil.

Susete do Rocio Chiarello Penteado, Bióloga, Dr^a. Entomologia, EMBRAPA/CNPQ, Colombo – PR, Brasil.

Capítulo 11 - Doenças

Albino Grogoletti Júnior, Eng. Agrônomo, Dr. Fitopatologia, EMBRAPA/CNPQ, Colombo – PR, Brasil.

Walber Luiz Gavassoni, Eng. Agrônomo, PhD Fitopatologia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados - MS, Brasil.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO 1	19
Etimologia e evolução histórica	19
1. Etimologia	19
2. Evolução histórica	19
3. A erva-mate nas diferentes regiões produtoras	25
3.1. A erva-mate na Argentina	25
3.2. A erva-mate no Brasil	27
3.2.1. Santa Catarina	29
3.2.2. Paraná	30
3.2.3. Rio Grande do Sul	31
3.2.4. Mato Grosso do Sul	32
3.3. A erva-mate no Paraguai	34
3.4. A erva-mate no Chile e Uruguai	35
CAPÍTULO 2	37
Taxonomia, descrição, ecologia e distribuição geográfica	37
1. O gênero <i>Ilex</i>.	37
2. Histórico sobre a classificação de <i>I. paraguariensis</i>	40
3. Sobre as variedades de erva-mate	41
4. Descrição botânica	42
4.1. Árvore	42
4.2. Casca	43
4.3. Folhas	43
4.4. Flores	43
4.5. Inflorescência	43
4.6. Fruto	44
4.7. Semente	44
4.7.1. Estrutura e desenvolvimento da semente e embrião	44
5. Ecologia	46
5.1. Áreas de ocorrência natural	46

5.2. Clima das áreas de ocorrência natural	48
5.3. Solos das áreas de ocorrência natural	51
CAPÍTULO 3	55
Usos e composição química	55
1. Uso como chimarrão e tereré	55
2. Características químicas e seus efeitos sobre a saúde humana .	56
2.1. Efeitos genéricos	56
2.2. Vitaminas	58
2.3. Composição geral e minerais	59
2.4. As saponinas	65
3. Outros produtos e usos	67
3.1. Extratos secos nebulizados	67
3.2. Usos não alimentares	69
CAPÍTULO 4	71
Propagação sexuada	71
1. Propagação por sementes	71
1.1. Seleção de árvores porta-sementes	71
1.1.1. Parâmetros para seleção de matrizes	72
1.1.2. Testes de progênie e procedências	73
1.2. Floração e frutificação	75
1.3. Colheita e beneficiamento	76
1.3.1. Colheita dos frutos	76
1.3.2. Beneficiamento dos frutos e sementes	77
1.4. Produção de mudas a partir de sementes	78
1.4.1. Estratificação das sementes	78
1.4.2. Método da lata	80
1.4.3. Método da sementeira	81
1.4.3.1. Modelo do canteiro	81
1.4.3.2. Modelo da caixa	81
1.4.4. Métodos da alternância de luz e temperatura e adição de estimulantes químicos	82
1.4.5. Métodos empíricos	83
1.4.6. A sementeira e seu substrato	83
1.4.7. Quantidade de sementes necessária	85

1.4.8. A semeadura e o sombreamento dos canteiros de sementeiras	86
1.4.9. Preparação para a repicagem	87
1.4.9.1. Tipos de embalagens	87
1.4.9.1.1. Sacos de polietileno	88
1.4.9.1.2. Tubetes de polietileno	88
1.4.9.2. Substrato e adubação de base	89
1.4.9.2.1. Substrato	89
a) Para sacos de polietileno (plásticos):	89
b) Para tubetes:	90
1.4.9.2.2. Adubação de base	91
a) Para sacos de polietileno	91
b) Para tubetes	92
1.4.10. A repicagem para embalagens	93
1.4.11. A semeadura direta na embalagem	95
1.4.12. O sombreamento das mudas	96
1.5. Mudas de regeneração natural	96
1.6. Pseudoestacas	97
1.7. Estrutura do viveiro	97
1.7.1. Tipos de viveiros	97
1.7.2. Localização	98
1.7.3. Preparo do terreno	99
1.7.4. Implantação de quebra-ventos	99
1.7.5. Drenagem	101
1.7.6. Locação dos canteiros	102
1.7.7. Irrigação	102
1.7.8. Estruturas especiais para o sistema de produção de mudas em tubetes	103
1.8. Condução das mudas	104
1.8.1. A irrigação	104
1.8.2. A adubação de manutenção	105
1.9. Deficiências minerais em mudas	106
1.9.1. Deficiência de ferro	106
1.9.2. Deficiência de magnésio	106
1.9.3. Deficiência de cálcio	106
1.9.4. Deficiência de nitrogênio	107
1.9.5. Deficiência de zinco	107
1.9.6. Deficiência de cobre	107

1.9.7. Deficiência de fósforo e potássio	107
1.9.8. Efeito das deficiências minerais sobre a produção de matéria seca	107
1.10. Preparação das mudas para plantio	108
1.11. Poda de formação no viveiro	109
2. Cultivo <i>in vitro</i> de embriões, ou embriogênese tardia	110
CAPÍTULO 5	117
Propagação assexuada	117
1. Substâncias promotoras e inibidoras do crescimento	118
2. Métodos de propagação assexuada da erva-mate	119
2.1. Estaquia	120
2.1.1. Procedimentos preparatórios	121
2.1.1.1. Seleção de plantas matrizes	122
2.1.1.2. Rejuvenescimento das plantas matrizes	122
2.1.1.3. Retirada dos ramos das matrizes	122
2.1.1.4. Condições ambientais para os trabalhos com enraizamento	123
2.1.1.5. Substrato	123
2.1.1.6. Preparação e cuidados com as estacas	124
2.1.2. Tratamento das estacas	124
2.1.2.1. Base auxínica pura	124
2.1.2.2. Base auxínica comercial	125
2.2. A micropropagação	127
2.2.1. Cultivo <i>in vitro</i> de segmentos nodais	127
2.2.2. Operações de laboratório	127
2.2.3. Fonte de explante	129
2.2.4. Cultivo <i>in vitro</i> de microenxertos	130
2.2.5. Embriogênese somática	131
2.2.6. Aclimação <i>ex vitro</i>	131
CAPÍTULO 6	133
Implantação	133
1. Preparo de área	133
2. Coveamento	134
3. Correção e adubação dos solos no plantio	136
4. Plantio e cuidados com as mudas	137

5. Replantio	139
CAPÍTULO 7	141
Manejo	141
1. Manejo de plantações	141
1.1. Tratos culturais	141
1.2. Adubação de manutenção	142
1.3. Plantas de cobertura e adubação verde	145
1.4. Podas de formação no campo	153
1.5. Recuperação de ervais plantados degradados	155
2. Manejo de populações nativas	157
2.1. Recuperação de ervais nativos degradados	157
2.2. Decepa total do tronco	157
2.3. Rebaixamento gradual ou rejuvenescimento	158
2.4. Adensamento	159
2.5. Manejo da regeneração natural	160
2.6. Enriquecimento	161
CAPÍTULO 8	163
A erva-mate em sistemas agroflorestais	163
1. Conceitos básicos	163
2. A erva-mate em sistemas agrissilviculturais	166
2.1. Erva-mate consorciada com feijão	166
2.2. Erva-mate consorciada com milho e soja	168
2.3. Erva-mate consorciada com milho	170
2.4. Erva-mate consorciada com feijão e milho	171
2.5. Erva-mate consorciada com espécies florestais madeireiras ...	172
2.6. Erva-mate em cordões vegetados	173
CAPÍTULO 9	175
Pragas	175
CAPÍTULO 10	203
Doenças	203
CAPÍTULO 11	225
Processamento industrial para erva cancheada	225
1. Fases da transformação primária	225

1.1. Colheita	225
1.1.1. Colheita manual	226
1.1.2. Colheita mecanizada	227
1.2. Sapeco	227
1.2.1. Sapeco manual	228
1.2.2. Sapeco mecânico	229
1.3. Desidratação	230
1.3.1. Processo do carijo	230
1.3.2. Processo da fuma	230
1.3.3. Processo do barbacú	231
1.3.4. Processo do desidratador rotativo	231
1.4. Fragmentação	232
1.4.1. Fragmentação manual	232
1.4.2. Fragmentação animal	233
1.4.3. Fragmentação mecânica	233
2. Secagem industrial da erva-mate em planta moderna	234
3. Operações em nível de indústria	234
3.1. Planta industrial básica de moagem	236
3.2. Planta industrial moderna de moagem	236
4. Os adulterantes da erva-mate	237
5. Classificação e padronização da erva-mate	239
GLOSSÁRIO	247
LEGISLAÇÃO	251
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	253
ÍNDICE DE FIGURAS	283

INTRODUÇÃO

A erva-mate é uma planta nativa do Brasil e Paraguai, produtora de folhas multiuso. Delas, além do consumo praticamente *in natura* como chimarrão e tereré, também são extraídos vários produtos utilizados na indústria alimentícia e química.

Na forma de chimarrão e tereré, o consumo da erva-mate tem aumentado muito nos últimos anos, especialmente em função da entrada dos jovens no rol dos usuários destes produtos. Como chás de mate, já tradicionais no mercado do sudeste e sul do Brasil, a erva-mate tem atingido novas fronteiras, como os EUA, Europa e Oriente Médio.

Dentre os produtos extraídos das folhas desta árvore e que gradativamente têm ocupado seu espaço, destaca-se a potencialidade do extrato nebulizado, com aplicação como componente intermediário na indústria farmacêutica e alimentícia.

O uso tradicional em vários países da América do Sul, aliado às suas propriedades químicas, fizeram da Argentina o primeiro produtor mundial de erva-mate. Em segundo lugar encontra-se o Brasil, cuja produção se concentra principalmente nos estados do sul e no Mato Grosso do Sul.

No Brasil, 90% da erva-mate produzida é proveniente de árvores nativas. Em geral estas colheitas são mal conduzidas, sem a aplicação de técnicas de poda e de recuperação adequadas, resultando em decadência dos ervais e, em muitos casos na morte da maioria das plantas.

Nos plantios de erva-mate também se percebe o empirismo como prática geral de trabalho. Aperfeiçoamentos na produção de mudas por sementes ou por propagação vegetativa, no plantio, no manejo da cultura, nas técnicas de poda, na adubação, na colheita e no processamento, podem acarretar alterações positivas na produtividade e consequentemente na redução dos custos, além da melhoria da qualidade do produto final.

Os produtores ainda trabalham sem muita tecnologia tais como: a seleção de clones mais produtivos e voltados a exigências específicas do mercado consumidor; espaçamentos adequados ao tipo de solo ou de manejo da cultura; níveis corretos de adubação; uso dos benefícios das

culturas consorciadas; técnicas de poda apropriadas; sistemas de colheita adaptados às suas condições e necessidades de mercado; inovações no sistema de processamento e outras.

Pode-se também salientar que a erva-mate é uma planta com potencial de adaptação a outras regiões que não as áreas onde é nativa, podendo se expandir no Brasil, por São Paulo, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Tocantins, Rio de Janeiro, Região Nordeste e talvez Amazônia. Há de se desenvolver pesquisas neste sentido e, para isso, a atenção das Universidades e Embrapa, além da iniciativa privada, são essenciais.

Todas estas questões são tratadas nas próximas páginas. Este livro tem como objetivo principal, reunir em uma única fonte de informação, a maioria dos resultados de pesquisa e experiência prática de técnicos e pesquisadores, no Brasil e no exterior, a respeito da cultura da erva-mate. Embora sem grande detalhamento, neste trabalho ousou-se também tratar do processamento da erva-mate no que se refere aos principais produtos utilizados na América do Sul, o chimarrão e o tereré.

O trabalho está disposto em capítulos que tratam da evolução história, da taxonomia e da descrição botânica, dos usos e da composição química, da propagação sexuada e vegetativa, da implantação e manejo dos ervais, dos sistemas agroflorestais, das pragas e doenças e do processamento. Um apêndice também apresenta um glossário de termos utilizados pelos produtores e técnicos, dados estatísticos sobre a erva-mate e as principais referências à legislação pertinente.

Não se pretendeu abranger a totalidade dos trabalhos desenvolvidos com a erva-mate, mas sim revisar o que de mais importante foi feito até o momento, resultando em um material bibliográfico que pode ser útil tanto ao produtor, quanto ao técnico e o cientista. Pode se tornar uma fonte de consulta básica para alguns, ou uma referência para outros que necessitam de literatura para dar início a atividades mais complexas.

Etimologia e evolução histórica

1. Etimologia

A erva-mate, *Ilex paraguariensis* (Aquifoliácea), é uma planta nativa da flora sul-americana que, segundo o Instituto Euvaldo Lodi, possui as seguintes denominações: *matin* ou *mati* na língua quéchua; *erva mate*, *chá-de-Paraguai*, *chá dos jesuítas*, *erva do diabo*, *yerba-santa* assim chamada pelos uruguaioes e *ka'a* em idioma guarani (INSTITUTO EUVALDO LODI, 1986, p.32). O vocábulo *mati* de origem quéchua significa cabaça, cuja ou porongo e caracteriza-se como um recipiente feito do fruto maduro da cucurbitácea *Legenaria vulgaris*. Entretanto, os conquistadores espanhóis aplicaram o termo para referirem-se ao que o nativo guarani denominou “caiguá” (*káa* = erva, *y* = água, *gua* = sufixo de procedência), ou seja, “o que pertence à água”, ou “o da água” (RAU, 1997).

2. Evolução histórica

A origem do uso da erva mate se remete às populações pré-colombianas, e se difundiu por praticamente todo o mundo. Por suas propriedades naturais, desde cedo a erva despertou grande admiração tanto da parte dos povos nativos quanto dos colonizadores europeus que alcançaram o Brasil a partir do século XVI. Segundo o Instituto Euvaldo Lodi (1986, p.30), a planta apresentava as seguintes características:

Essa variedade arbórea, segundo atestavam alguns estudiosos da época, possuía, inegavelmente, inúmeras propriedades, tais como: descanso total para os músculos, atenuadora da fome, rica em alcaloides, diurética, levantadora das forças alquebradas e... até de alto poder afrodisíaco. Também essa ‘folha’ tornava o índio ‘dono da floresta’ de espírito, altamente belicoso....

Embora haja poucos vestígios arqueológicos que indiquem a utilização da erva-mate em tempos pré-colombianos (MAZUCHOWSKI, 1989), alguns estudos dão conta de que foram os nativos guarani que ensinaram seu uso aos espanhóis durante a ocupação castelhana no Paraguai.

Alguns escritores afirmam que por volta de 1670, os jesuítas deram início ao cultivo da erva-mate e, como consequência, ao longo do tempo o ameríndio guarani, convertido ao Cristianismo, tornou-se economicamente dependente do produto..

A expulsão dos jesuítas em 1767 representou um atraso para a história da erva-mate, enquanto produto de mercado. Foi o retorno à atividade baseada na extração, na qual as populações nativas dessa espécie de plantas voltaram a ser exploradas de forma exclusiva e inadequada. O uso da erva persistiu, espalhando-se extensivamente, incluindo a região do Vice-reinado do Peru, onde existia outro estimulante a base de metil xantinas, a *Ilex guayusa* (Loes) Shemluck, também comercializada pelos religiosos da região de Quito.

O enfraquecimento do cultivo da erva-mate nos agrupamentos de nativos cristianizados, por volta de 1820, e a política de isolamento e controle do mercado internacional, mantida pelo primeiro governador do Paraguai independente, levou o Brasil, na mesma época, a iniciar a exploração de populações nativas de erva.

No início do século 19, o naturalista francês August de Saint-Hilaire empreendeu várias viagens ao Brasil. Em 1820 Saint-Hilaire esteve no Rio Grande do Sul, Curitiba e litoral e, ao retornar à França, em 1823, apresentou um relatório descritivo dos ervaais sulinos brasileiros à Academia de Ciências do Instituto da França, onde propôs a designação de *Ilex paraguariensis* ou *I. mate* (SAINT-HILAIRE, 1939). Vale lembrar que no final do século XIX, as limitações à exploração intensiva dos recursos florestais estimularam esforços para a implantação de grandes plantios.

Durante o século XIX o comércio de erva-mate se manteve ativo e foi generalizadamente utilizado na região onde são hoje Peru e Equador, embora após a independência das colônias espanholas e com a adoção do livre comércio, o chá inglês tenha começado a ser introduzido nessas regiões. O resultando dessa expansão comercial foi a perda gradual do mercado da erva-mate nos Andes.

O manejo florestal do tipo extensivo, estendeu-se até as primeiras décadas do século XX, embora desde 1897 os ervais de Nueva Germania (Paraguai) e Santa Ana (Argentina), e San Ignacio (Argentina) em 1903, já vinham sofrendo algum processo de implementação.

No Brasil, nas proximidades de Curitiba-PR foram instaladas as primeiras áreas de exploração da erva. Exaurida lentamente, a região foi sendo abandonada, cedendo lugar a espaços circunvizinhos, de potencialidades reconhecidas, sobretudo localidades mais a oeste do Estado.

Corrêa Filho na obra *Ervais do Brasil e Ervateiros*, salienta que a erva mate era geralmente encontrada em lugares onde estavam presentes as araucárias. Entretanto isso não era uma regra que determinava sua localização, pois a planta era encontrada também nas regiões de cerrado:

Embora coexistam, frequentemente, não há, todavia, interdependência infalível entre as duas referidas espécies. Nem todas as araucárias, em comunidade mais ou menos densas, denunciam a presença da *Ilex*, que, por sua vez também viça fora do *habitat* das primeiras. Assim, em Mato Grosso, onde a extração da erva já começou mais tarde, do rio Ivinhema para a fronteira meridional, quando já prosperava no rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, E. Kuhlmann encontrou-a, em área de vegetação natural, no *caatinga*, designação regional de certo tipo de cerrado. (CORRÊA FILHO, 1957, p.9).

O mesmo autor observou ainda o destaque dado por alguns estudiosos quanto à extensão e a localização dos ervais:

Mais ampla área atribuiu-lhe W. Bello, em *Exploração do Mate*, ao afirmar: Habita a região temperada ou semifria, entre 20° e 30° de latitude sul, exclusivamente na América, e quase toda no Brasil. Aí prefere as altitudes de 500 a 1000 metros, com exclusão das partes úmidas e dos altos das serras. No Brasil, seu *habitat* compreende os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso, São Paulo, Goiás e Minas, com uma área considerável, que ainda não foi toda determinada, mas que, só no Estado do Paraná, é de 140000 quilômetros quadrados. (CORRÊA FILHO, 1957, p.9).

O produto brasileiro, conhecido nos mercados como “mate paranaguá”, foi considerado então como sendo de qualidade inferior ao do

Paraguai. No entanto, ao longo do tempo especialmente após a Guerra da Tríplice Aliança (1864-1870), o produto paraguaio foi sendo substituído.

A erva-mate passou a ser chamada de “ouro verde”, pois grande parte da economia brasileira era movida por esse produto, ensejando a criação de várias empresas de extração, sendo a de maior valor e domínio a Companhia Mate Laranjeira que atuou fortemente no sul do Estado de Mato Grosso.

A origem da Companhia Matte Larangeira remonta ao pós guerra Brasil – Paraguai. Logo após o término da Guerra, Francisco Mendes e Thomaz Larangeira se propuseram a desenvolver um empreendimento comercial com o intuito de explorar o “intercambio de produtos agrícolas e extrativos entre o Brasil, o Paraguai e a Argentina.” (COMPANHIA MATTE LARANGEIRA, 1941).

A extração da Erva Mate em escala comercial, no sul do Estado de Mato Grosso teve origem em 1882, quando o Império Brasileiro fez a primeira concessão a Thomas Larangeira. Um documento histórico da Companhia Matte Larangeira (1941) evidencia o início do processo de exploração dos ervais nativos da região:

A erva-mate que era o principal desses produtos ia, no começo somente do Paraguai. Mais tarde, o Sr. Thomaz Larangeira tendo participado, como fornecedor, da Comissão Demarcadora de Limites entre o Paraguai e o Brasil, conheceu então os ervais do Planalto do Amambay; e obtendo em 1882 a primeira concessão imperial para explorá-los, passou a remeter a Buenos Aires o produto Brasileiro, em pesadas carretas de bois, através de regiões mato-grossenses e paraguaias, desertas ainda, para ser embarcado com destino ao Prata em portos do rio Paraguai.

A demarcação de limites na fronteira Brasil-Paraguai teria ensejado a expansão da indústria ervateira em terras mato-grossenses, conforme ressaltou Correa Filho (1925) na obra *À sombra dos ervais mato-grossenses*:

[dos trabalhos demarcatórios] participaram o coronel Enéas Galvão, mais tarde Barão de Maracaju, que os chefiou; o capitão Antonio Maria Coelho, comandante do destacamento militar, incumbido de evitar qualquer agressão indígena; e Thomas Laranjeira, como interessado nos fornecimentos à

expedição. Aos outros cabia devassar os sertões, que o último examinava como industrial, procurando conhecer-lhe as possibilidades econômicas e explorá-las.

Em 15 de dezembro de 1902, na cidade de Buenos Aires, os sócios Francisco Mendes e Thomaz Laranjeira firmaram um contrato social com os novos sócios Joaquim Duarte Murtinho, Francisco Murtinho e Hugo Heijn com a finalidade de expandir a companhia e de promover a extração dos ervais naturais em terras mato-grossenses. No artigo 3º do referido contrato, especificou-se os valores monetários investidos por parte dos sócios proprietários (CONVÊNIOS...1902):

Art. 3º - El Capital de la Sociedad será de (750,000) setecientos cincuenta mil pesos oro sellado apostado en la forma siguiente:

Francisco Mendes y Compañia Oro – 300,000 .

Thomas Laranjeira, Doctor Francisco Murtinho – 300,000.

Francisco Mendes Gonçalves – 100,000

Hugo Heijn 50,000

Este capital devengará El interés de 8% al año y será llevado al final de cada Balance á una cuenta especial de cada socio, em la proporción que le corresponda, pudiendo cada uno disponer desde luego de dichos intereses.

No mesmo documento, no artigo 5º especificava-se a finalidade do contrato social entre as partes.

El principal negocio de esta Sociedad, es la exploracion de los yerbaes del Estado de Mato Grosso, Brasil, segun el Contrato celebrado entre dicho Estado y la Compañia Matte Laranjeira em fecha 2 de Agosto de 1894 y que vence em Junio de 1916, el cual pasa a pertenecer á esta Sociedade, de acuerdo com lo establecido em el convenio de que trata el artículo 1º, asi como la exploración de los yerbaes de su propiedad em el Paraguai y otros que se puedan y haja conveniência em adquirir, fábricas para preparar y acondicionar sus productos de yerba matte y haciendas de su propiedad, como lo hacia la Compañia Matte Larangeira...

Com a expansão e o fortalecimento da empresa, a Companhia Matte Larangeira, tornou-se a detentora da extração da erva mate no sul do Estado e foi a responsável pela fundação de cidades, vilas e até escolas.

A indústria extrativa empregada no Paraguai foi deslocada pela

Companhia que lançou mão do exclusivismo dos ervais, impedindo o ingresso de usuários que não fossem autorizados pelo Governo. Entretanto, conforme salientou Corrêa Filho (1957, p.50), a firma monopolizadora dependia da mão de obra paraguaia, cuja técnica de extração da planta era inegável:

[O empreendimento] necessitava dos trabalhadores paraguaios acostumados à penosa extração, a quem confiou o encargo de efetuá-la. E, quando, bem assegurados os seus privilégios, empreendeu intensificá-la, inesperada ocorrência contribuiria para engrossar a corrente povoadora naquelas paragens.

Além dos trabalhadores paraguaios a indústria extrativa do mate em Mato Grosso também fez uso da mão de obra guarani, evidenciado no uso corrente do dialeto guarani entre paraguaios e dos nativos guaranis brasileiros¹. Mas cumpre salientar que a extração dos ervais mato-grossenses não se fez sem a superexploração dessa mão-de-obra disponível na região.

Na década de 1920 o Brasil já era considerado o maior exportador de erva-mate para a Argentina, país que industrializava 100% da planta importada. A partir daí iniciou-se a implantação dos primeiros ervais, o que seriam os primórdios da forte concorrência que hoje é feita com o Brasil.

Em função da importância socioeconômica da erva-mate, cujo objetivo do governo brasileiro era aperfeiçoar, divulgar e defender o produto no país e no exterior, em dois de dezembro de 1927 foi criado o Instituto do Mate. Com sede em Joinville-SC, o Instituto foi transferido em 1938 para o Rio de Janeiro, Estado brasileiro que nada tinha a ver com o cultivo do mate.

Ao mesmo tempo em que crescia a produção de erva-mate na Argentina, houve extraordinária expansão das fronteiras agrícolas nos estados brasileiros onde tradicionalmente essa erva era produzida (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul). Em consequência, houve o desaparecimento de grandes áreas de florestas naturais, fenômeno que gerou a necessidade da conservação da riqueza genética da erva-mate.

1 Sobre a Companhia Mate Laranjeira consultar os seguintes trabalhos: ARRUDA, G. *Frutos da terra*: os trabalhadores da Matte-Laranjeira. Londrina-PR: UEL, 1997, e GUILLEN, I. C. M. *O imaginário do sertão*: lutas e resistências ao domínio da Companhia Matte Laranjeira. Campinas: UNICAMP/ IFCH, 1991. (Dissertação, mestrado em História).

A cultura da erva-mate continuou seu trajeto de importante valor econômico e social, porém de limitada disseminação para regiões além da América do Sul. A complexa história econômica dessa cultura caracterizou-se por: a) períodos de escassez de produto alternados por períodos de excessiva demanda; b) fases durante as quais a erva-mate era adulterada com outras plantas e, c) método de consumo generalizado na forma de tereré ou chimarrão, considerado por muitos como anti-higiênico, contribuíram para restringir sua expansão a outros continentes.

Essa breve resenha a respeito da evolução história da erva-mate foi extraída das revisões de ALENCAR (1960), GIBERTI (1994), ARTAZA (1995), TORMEN (1995) e DA CROCE e FLOSS (1999), além da contribuição pessoal de Prat Kricun², e não pretendeu mostrar detalhes, mas apresentar um panorama evolutivo.

3. A erva-mate nas diferentes regiões produtoras

3.1. A erva-mate na Argentina

Qualquer referência à evolução histórica da erva-mate não pode dispensar informações relacionadas à Argentina, que hoje é o maior produtor.

Como já foi citado, até a década de 1920 a Argentina importava 100% da erva-mate que consumia, dedicando-se a recebê-la cancheada e transformá-la no produto acabado para comercialização. Isso se transformou radicalmente com a criação em 1914 da Estação Experimental de Loreto, subordinada ao Ministério da Agricultura, que foi substituída em 1957 pela Estação Experimental Agropecuária de Cerro Azul – EEA Cerro Azul. Esta estação ficou sob a administração do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária - INTA, que já havia sido criado um ano antes, e que passou a concentrar a experimentação, a distribuição de sementes e a difusão de tecnologia sobre a erva-mate.

Outros momentos significativos na produção ervateira argentina ocorreram na década de 1980 com a autorização de novo plantios e em 1991, com a extinção da Comisión Reguladora de la Producción y Comercio

2 Sérgio Dante Prat Kricun é Eng. Agrônomo, E.E.Cerro Azul/INTA/Argentina.

de la Yerba Mate (CRYM). Este processo de desregulamentação permitiu a aplicação de todas as tecnologias desenvolvidas pela EEA Cerro Azul/INTA (KRICUN, 1999).

Na Argentina só existem atualmente ervais plantados, a maioria cultivados intensivamente e com regime de poda que mantêm as plantas com tamanhos reduzidos, de forma que as colheitas tornaram-se mais simples e até mesmo mecanizadas, como resultado dos investimentos em pesquisa e extensão rural. Embora as estatísticas variem bastante segundo a fonte de informação, pode-se considerar que a área de plantio deve estar entre 150.000 e 216.000 ha aproximadamente, 90% dos quais encontram-se na Província de Misiones e o restante no nordeste da Província de Corrientes. A produção de erva cancheada é estimada como sendo de 140.000 t a 300.000 t anuais (FRANCO, 1992; FLORES, 1997; KRICUN, 1999; FAOSTAT, 2009), exploradas por aproximadamente 20.000 produtores (FLORES, 1997).

Apesar de parte dos produtores estarem agregados a cooperativas de ciclo completo, a maioria é autônoma, fornecendo matéria-prima para posterior processamento. O setor gera 500 milhões de dólares por ano, mantêm 80.000 empregos diretos e indiretos e apresenta 70% dos produtores operando com menos de 10 ha de ervais, enquanto o restante cultiva entre 10 e 50 ha (FRANCO, 1992).

Conforme se pode observar na Tabela 1, a área plantada com erva-mate na Argentina cresceu bastante entre 1992 e 1993, mantendo-se estabilizada. No entanto, a produção total de erva cancheada continuou crescendo, não só em função da entrada em produção dos novos ervais, mas também pela evolução das técnicas e o uso de espaçamentos mais adensados. Nota-se também que ao mesmo tempo em que as importações começaram a diminuir, tornando-se insignificantes em relação à produção do país, a partir de 1991 as exportações cresceram entre três e quase quatro vezes, tornando a Argentina o maior exportador do produto. Antes, consumia quase que exclusivamente o produto brasileiro, para quem, pelas estatísticas pode perder o posto de maior exportador.

Tabela 1 – Exportação, importação, área explorada e produção de erva-mate cancheada, na Argentina

Ano	Exportação		Importação		Área explorada (ha)	Produção (t)
	Quantidade (t)	Valor (1000 US\$)	Quantidade (t)	Valor (1000 US\$)		
1990	12.030	13.763	980	1.088	101.842	155.830
1991	13.570	15.265	200	153	106.487	160.761
1992	16.540	17.653	350	240	108.820	172.455
1993	19.550	21.634	90	138	158.373	221.321
1994	21.390	21.919	200	352	153.980	240.414
1995	40.630	34.009	200	391	149.960	260.718
1996	33.700	25.642	280	548	163.450	269.970
1997	44.860	32.878	360	701	144.650	281.573
1998	37.400	26.350	420	784	154.600	286.770
1999	33.830	23.543	420	705	150.000	310.000
2000	40.280	24.888	960	794	155.000	285.000
2001	36.420	23.332	440	613	150.000	310.000
2002	38.543	19.209	77	89	152.000	285.000
2003	39.002	18.510	62	90	152.000	285.000
2004	30.141	18.546	83	74	152.000	251.922
2005	28.600	20.560	120	147	152.000	265.181
2006*	30.813	25.346	280	433	150.000	260.000
2007*	-	-	-	-	160.000	270.000

Fonte: FAOSTAT (2009); * estimativa

As expectativas futuras são a eliminação ou reconversão de 50.000 ha obsoletas e a substituição das plantas por pelo menos dois cultivares de alto rendimento e qualidade já desenvolvidos pela pesquisa argentina, a um ritmo de 4.000 ha anuais (KRICUN, 1999).

3.2. A erva-mate no Brasil

O setor ervateiro do Brasil encontra-se em expansão, porém ainda sem organização em toda a cadeia produtiva. É composto por mais de 700 empresas processadoras distribuídas em 486 municípios, tendo a participação de mais de 700.000 trabalhadores diretos e indiretos (DA CROCE e FLOSS, 1999). Somente os estados de Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul são produtores, sobre os quais serão citadas algumas informações sobre a situação da erva-mate.

Como consumidores de erva-mate para chimarrão e tereré e chá-mate, destacam-se em ordem decrescente os estados de: Rio Grande do

Sul, Paraná, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul, Rondônia, São Paulo e Rio de Janeiro (TORMEN, 1995).

A área plantada com erva-mate no Brasil sofreu um incremento de mais de oito vezes a partir de 1990 (Tabela 2), passando de pouco mais de oito mil ha para quase 75.000 ha. No mesmo período, a produção de erva cancheada quadruplicou.

As importações aumentaram de 53 t no início da década de 1990 para 20.000 t em 1996, experimentando queda acentuada até 2004 (Tabela 2). Com as exportações, no entanto, houve tendência à estabilização a partir de 1993, em um patamar próximo de 26.000 t ao ano.

As exportações do produto brasileiro (Tabela 2) perderam espaço para o produto argentino (Tabela 1), que possui incentivo governamental e privado permanente, embora não muito significativo, para a pesquisa, cultivo e abertura de novos mercados para a erva-mate (contribuição pessoal de Prat Kricun).

Tabela 2 - Área plantada com erva-mate, produção, importação e exportação de erva cancheada, no Brasil

Ano	Exportação*		Importação*		Área plantada (ha)**	Produção (t)**
	Quantidade (t)	Valor (1000 US\$)	Quantidade (t)	Valor (1000 US\$)		
1990	14.778	22.407	53	35	8.515	150.823
1991	15.900	26.523	123	97	10.226	209.327
1992	20.647	30.171	1.839	1.086	13.454	208.298
1993	25.192	35.444	3.733	2.872	22.355	243.690
1994	26.034	34.362	4.479	3.421	27.358	207.980
1995	26.382	39.695	16.085	10.893	34.412	204.065
1996	26.639	39.774	20.058	10.536	44.125	169.031
1997	25.190	34.608	18.601	9.257	53.047	189.469
1998	25.433	34.077	14.839	6.170	71.664	183.504
1999	25.409	30.174	9.775	3.135	76.674	176.922
2000	26.555	28.178	13.184	3.826	81.794	174.481
2001	26.697	27.729	12.486	3.563	96.903	182.177
2002	25.484	20.990	11.680	1.583	95.872	229.701
2003	25.689	15.947	7.606	883	106.653	220.189
2004	28.552	18.104	2.789	778	85.537	246.837
2005	31.441	25.674	2.224	802	98.804	238.869
2006	31.619	32.276	3.802	1679	91.178	233.360
2007	-	-	-	-	89.874	225.957

Fonte: FAOSTAT (2009)*; IBGE (2009)**

3.2.1. Santa Catarina

Existem em Santa Catarina ao redor de 118 empresas processadoras distribuídas em 140 municípios, abrangendo aproximadamente 19.000 propriedades rurais que têm na erva-mate significativa colaboração para sua sustentabilidade. O setor emprega mais de 66.000 trabalhadores de forma direta e indireta. A produção estimada ultrapassa 112.000 t ano⁻¹ de erva-mate cancheada e beneficiada (DA CROCE e FLOSS, 1999).

Essas características dão ao estado o título de primeiro produtor brasileiro de erva-mate, cuja produção é sustentada por 80% de ervais nativos e 20% cultivados, distribuindo-se desde a Serra do Mar até a divisa com a Argentina (FRANCO, 1992).

A cultura da erva-mate em Santa Catarina encontra na EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural, todo o suporte para o seu desenvolvimento. A empresa dedica-se à pesquisa e extensão, e possui informações que podem contribuir em muito para o aumento da produtividade da erva-mate no estado e vizinhanças.

Por intermédio da EPAGRI em Santa Catarina foram iniciados os primeiros trabalhos de recuperação de ervais decrépitos por meio da decepa e os estudos sobre sistemas agroflorestais, consorciando erva-mate com feijão, milho e soja.

Apesar dos esforços, pois a área de plantio no Estado de Santa Catarina quintuplicou de 1995 para 1996 (Tabela 3), a produção total caiu de um auge de 121.000 t em 1993 para menos da metade em 1996, mantendo-se assim até 2004.

Essa grande queda tirou o posto de maior produtor brasileiro de erva-mate mantido por Santa Catarina dando-o ao Estado do Paraná, considerando as informações mais recentes.

Tabela 3 - Área plantada e colhida com erva-mate, produção de folha verde e erva cancheada e seus valores, no Estado de Santa Catarina-Brasil

Ano	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Erva cancheada	
			Produção (t)	Valor (x 1000)*
1990	293	293	49.959	Cr\$ 2.035.508
1991	1.470	1.462	109.724	Cr\$ 18.935.702
1992	794	757	111.665	Cr\$ 309.920.387
1993	1.148	1.132	121.203	CR\$ 4.415.875
1994	1.524	1.349	75.857	R\$ 29.879
1995	2.845	2.311	79.350	R\$ 41.294
1996	10.636	10.636	53.468	R\$ 27.589
1997	10.556	9.448	53.525	R\$ 25.780
1998	10.797	10.000	51.403	R\$ 25.398
1999	12.598	12.035	45.057	R\$ 24.626
2000	12.884	11.104	39.967	R\$ 24.289
2001	13.022	10.453	33.506	R\$ 25.156
2002	11.281	8.872	71.642	R\$ 151.826
2003	13.025	10.293	68.393	R\$ 15.996
2004	12.531	9.751	66.078	R\$ 16.122
2005	12.274	9.674	61.635	R\$ 16.411
2006	11.697	9.760	41.833	R\$ 12.110
2007	11.349	10.213	40.559	R\$ 14.264

Fonte: IBGE (2009); * R\$ - Real; Cr\$ - Cruzeiro; CR\$ - Cruzeiro Real.

3.2.2. Paraná

Até 19 de dezembro de 1853 o atual Estado do Paraná era uma comarca do Estado de São Paulo. A sua emancipação político-administrativa se deu em função da economia do ciclo ervateiro, que serviu de justificativa para as lideranças políticas pleitearem junto à corte, o direito à autonomia do Paraná como província-nova (MAZUCHOWSKI, 1989).

Entre 1873 e 1890, a indústria do mate absorvia praticamente todas atividades paranaenses, monopolizando capital e trabalho, tornando-se o principal produto de exportação.

Essa sustentabilidade do Paraná baseada na economia da erva-mate, persistiu até o início da primeira guerra mundial, quando então começou a concorrência com a madeira. Na ocasião havia mais de 90 engenhos de erva-mate, e as exportações eram feitas para o mercado platino.

O Estado do Paraná sempre foi considerado o segundo produtor

brasileiro de erva-mate, abaixo de Santa Catarina, até 1995. No entanto, as informações estatísticas do IBGE, dão conta de que o Paraná passou à frente a partir de 1996 (Tabela 3 e Tabela 4). A grande diferença de tendências entre os dois estados é que no Paraná o crescimento na década de 1990 foi constante, enquanto que em Santa Catarina houve grande redução na produção de erva cancheada a partir de 1994, até 2001.

Mesmo que se leve em conta a fragilidade e o atraso na divulgação de informações estatísticas no Brasil, há que se respeitar o crescimento da produção de erva-mate do Estado do Paraná que com menor área plantada tem obtido maior produção, obviamente proveniente em sua maior parte de ervais nativos, assim como em Santa Catarina.

Tabela 4 - Área plantada e colhida com erva-mate, produção de folha verde e erva cancheada e seus valores, no Estado do Paraná-Brasil

Ano	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Erva cancheada	
			Produção (t)	Valor (x 1000)*
1990	881	881	51.695	Cr\$ 2.820.718
1991	892	885	49.229	Cr\$ 11.823.502
1992	1.200	1.200	48.524	Cr\$ 178.235.830
1993	2.000	1.138	64.016	CR\$ 3.115.061
1994	3.831	2.713	61.875	R\$ 27.191
1995	4.402	2.907	59.022	R\$ 34.279
1996	5.822	4.712	77.052	R\$ 51.564
1997	6.497	5.610	100.640	R\$ 40.697
1998	23.507	23.507	104.811	R\$ 43.952
1999	23.507	23.507	106.978	R\$ 46.932
2000	28.944	28.944	109.575	R\$ 52.134
2001	42.658	42.658	122.695	R\$ 65.624
2002	39.260	39.260	109.798	R\$ 62.655
2003	50.306	43.038	105.867	R\$ 37.636
2004	44.773	37.023	137.809	R\$ 49.985
2005	44.836	38.654	139.657	R\$ 50.002
2006	39.092	39.092	152.971	R\$ 61.890
2007	38.380	33.573	156.444	R\$ 63.731

Fonte: IBGE (2009);* R\$ - Real; Cr\$ - Cruzeiro; CR\$ - Cruzeiro Real.

3.2.3. Rio Grande do Sul

O Rio Grande do Sul foi talvez o estado que mais devastou áreas

com ervais nativos para a implantação das culturas de grãos, seguido do Mato Grosso do Sul.

Apesar disso, considerando os dados disponíveis de 2006, embora o Estado do Rio Grande do Sul possua a maior área de ervais entre os quatro estados brasileiros produtores, ocupa a terceira posição na produção de erva-mate (Tabela 3, 4, 5 e 6). Somente o uso de técnicas modernas de adensamento, podas e recuperação de ervais degradados pode reverter esse quadro, potencializando esse estado para assumir a vanguarda da produção de erva no Brasil.

Tabela 5 - Área plantada e colhida com erva-mate, produção de folha verde e erva cancheada e seus valores, no Estado do Rio Grande do Sul-Brasil

Ano	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Erva cancheada	
			Produção (t)	Valor (x 1000)*
1990	7.341	7.320	44.404	Cr\$ 1.315.036
1991	7.864	7.864	45.735	Cr\$ 7.870.767
1992	11.458	8.885	44.727	Cr\$ 139.642.200
1993	19.204	16.568	54.835	CR\$ 3.391.305
1994	21.998	12.390	67.402	R\$ 32.534
1995	27.160	17.531	63.412	R\$ 36.827
1996	27.667	17.488	36.369	R\$ 20.020
1997	34.977	23.948	32.822	R\$ 18.531
1998	36.338	23.542	25.622	R\$ 14.069
1999	39.459	26.205	23.095	R\$ 13.613
2000	38.773	28.384	23.234	R\$ 15.085
2001	40.045	30.525	24.001	R\$ 17.108
2002	44.910	31.063	44.974	R\$ 10.752
2003	42.688	30.519	43.646	R\$ 9.642
2004	27.579	27.397	42.350	R\$ 10.192
2005	40.812	27.185	37.173	R\$ 10.249
2006	39.787	29.448	38.127	R\$ 12.883
2007	39.623	30.375	28.603	R\$ 9.630

Fonte: IBGE (2009); * R\$ - Real; Cr\$ - Cruzeiro; CR\$ - Cruzeiro Real.

3.2.4. Mato Grosso do Sul

O IBGE não apresenta informações sobre a área de ervais em produção no Estado do Mato Grosso do Sul até 1996. Mesmo assim, pode-se afirmar que nesse aspecto e na produção de erva cancheada, o estado ocupa a quarta posição entre os estados brasileiros produtores.

A produção caiu para menos da metade, desde o início da década de 1990 (Tabela 6) e as causas devem ser melhor estudadas, podendo-se incluir entre elas, o desmatamento de áreas com ervais nativos e as dificuldades dos agricultores, gerada pelo Plano Real.

Embora não se tenha um levantamento preciso, é certo que no Mato Grosso do Sul a área cultivada é muito pequena com relação à área de ervais nativos, que ainda hoje sustentam as atividades no setor ervateiro da região.

O regime de colheita dos ervais nativos é extrativista, sem levar em conta a recuperação das árvores esgotadas, nem as técnicas de poda mais modernas. Os plantios adensados e a redução do tamanho das ervaíças ainda não são atividades corriqueiras nesse estado, que apresenta grande potencial para incremento de sua produção.

Dos quatro estados produtores de erva-mate no Brasil, Mato Grosso do Sul é o que menos investe em pesquisa, se é que não se pode dizer que nenhum esforço aplica no desenvolvimento da cultura da erva-mate.

Tabela 6 - Área plantada e colhida com erva-mate, produção de folha verde e erva cancheada e seus valores, no Estado do Mato Grosso do Sul-Brasil

Ano	Área plantada (ha)	Área em produção (ha)	Erva cancheada	
			Produção (t)	Valor (x 1000)*
1990	-	-	4.765	Cr\$ 110.673
1991	-	-	4.639	Cr\$ 519.309
1992	-	-	3.382	Cr\$ 7.434.349
1993	-	-	3.636	CR\$ 165.650
1994	-	-	2.845	R\$ 317
1995	-	-	2.281	R\$ 1.266
1996	-	-	2.142	R\$ 982
1997	1.017	373	2.482	R\$ 1.120
1998	1.022	380	1.667	R\$ 860
1999	1.110	407	1.791	R\$ 844
2000	1.193	597	1.706	R\$ 1.000
2001	1.178	393	1.975	R\$ 1.291
2002	421	421	3.288	R\$ 290
2003	634	588	2.283	R\$ 274
2004	654	629	600	R\$ 63
2005	882	588	404	R\$ 50
2006	602	333	429	R\$ 50
2007	522	365	352	R\$ 41

Fonte: IBGE (2009); * R\$ - Real; Cr\$ - Cruzeiro; CR\$ - Cruzeiro Real.

3.3. A erva-mate no Paraguai

São poucas as informações estatísticas disponíveis e de fácil acesso sobre a erva-mate no Paraguai. No entanto, pode-se avaliar, mesmo que sem maiores aprofundamentos, a evolução histórica da cultura por meio das informações da FAO (FAOSTAT, 2009).

O Paraguai ocupa a terceira posição como plantador e produtor de erva-mate, entre os países produtores, contando com quase 30.000 ha de área plantada (Tabela 7). Sua produção tem sido estável durante toda a década de 1990, com ligeiro aumento na primeira metade da década de 2000 e é totalmente consumida internamente, conforme se pode verificar pela ínfima quantidade exportada.

Tabela 7 - Área explorada com erva-mate, produção, exportação e importação de erva cancheada, no Paraguai

Ano	Exportação		Importação		Área explorada (ha)	Produção (t)
	Quantidade (t)	Valor (1000 US\$)	Quantidade (t)	Valor (1000 US\$)		
1990	2.455	2.191	0	0	14.339	57.812
1991	1.281	1.098	0	0	19.792	62.553
1992	223	282	0	0	21.000	63.040
1993	157	131	3	4	21.400	64.151
1994	186	199	500	74	21.100	63.361
1995	157	133	47	70	28.466	63.864
1996	72	114	461	177	28.852	64.531
1997	124	181	906	211	29.226	65.901
1998	130	265	551	238	29.280	66.470
1999	330	351	74	45	32.194	67.173
2000	381	297	43	64	31.609	58.743
2001	524	436	78	78	32.804	68.910
2002	185	150	21	19	34.713	136.589
2003	1.048	778	47	36	31.118	89.042
2004	310	340	43	33	28.006	76.723
2005	358	435	1.050	363	27.350	74.000
2006	473	632	96	98	30.480	86.080
2007*	-	-	-	-	31.000	87.500

Fonte: FAOSTAT (2009); * estimativa

3.4. A erva-mate no Chile e Uruguai

Nesses dois países, a erva-mate é importada e uma pequena parte dela é processada e exportada, não existindo lá áreas com ervais nativos ou plantados com importância suficiente para figurar nos compêndios estatísticos (FAOSTAT, 2009).

Segundo FAOSTAT (2009), o Chile importa uma média bastante estável de 5.920 t ano⁻¹ de erva cancheada, exportando pequena quantidade, que varia entre 4 e 7 t entre nos últimos anos (Tabela 8).

O Uruguai importa próximo de 27.000 t ao ano, das quais exporta ao redor de 1% a 1,5% apenas (Tabela 9).

Chile e Uruguai são dois consumidores dos produtos argentino e brasileiro, sendo que o usuário de erva-mate uruguaio tem preferência pelo sabor do mate brasileiro.

Tabela 8 - Exportação e importação de erva-mate cancheada, no Chile

Ano	Exportação		Importação	
	Quantidade (t)	Valor (1000 US\$)	Quantidade (t)	Valor (1000 US\$)
1990	0	0	5.784	9.797
1991	35	69	6.471	11.179
1992	8	24	6.206	10.842
1993	23	43	6.130	10.508
1994	6	24	5.654	9.397
1995	8	18	6.514	9.400
1996	1	5	5.985	9.151
1997	5	12	5.936	8.355
1998	10	20	5.927	7.809
1999	4	10	5.576	6.428
2000	5	10	5.850	6.389
2001	11	21	4.729	5.222
2002	18	41	6.247	5.041
2003	4	11	5.830	4.479
2004	7	20	5.957	4.656
2005	9	23	6.057	5.387
2006	7	21	5.604	5.733

Fonte: FAOSTAT (2009)

Tabela 9 - Exportação e importação de erva-mate cancheada, no Uruguai

Ano	Exportação		Importação	
	Quantidade (t)	Valor (1000 US\$)	Quantidade (t)	Valor (1000 US\$)
1990	13	28	14.100	21.416
1991	7	19	14.981	21.244
1992	259	363	23.958	30.619
1993	189	268	19.542	24.957
1994	170	256	22.995	28.415
1995	263	492	23.747	33.836
1996	323	587	25.304	34.286
1997	279	544	25.222	31.610
1998	316	604	25.585	31.174
1999	298	484	25.117	28.022
2000	232	419	25.823	26.058
2001	248	388	26.237	25.912
2002	191	277	26.116	19.517
2003	412	545	27.545	15.186
2004	369	496	27.242	16.757
2005	341	519	28.746	23.449
2006	238	412	29.842	30.295

Fonte: FAOSTAT (2009)

CAPÍTULO 2

Taxonomia, descrição, ecologia e distribuição geográfica

Nome científico: *Ilex paraguariensis* St. Hil.

Autor: August de Saint Hilaire, 1822, em memórias do Museu de História Natural de Paris.

Sinonímia: *I. domestica* Reissek, *I. mate* St. Hil.

Divisão: Anthophyta

Classe: Magnoliopsida

Subclasse: Rosidae

Ordem: Celastrales

Família: Aquifoliaceae.

Nome popular e seus sinônimos: erva-mate, caaguaçu, orelha-de-burro, caá, erva-mate-de-talo-branco, erva-piriquita, carvalho-branco, mate, erva. Em espanhol, yerba-mate; em Inglês, maté; no Paraguai ka'a. Durante os séculos 17 e 18, chá dos Jesuítas (PECKOLT, 1943). Outros sinônimos de nomes populares são citados em Carvalho (1994).

1. O gênero *Ilex*.

As plantas deste gênero encontram-se largamente distribuídas, habitando regiões tropicais, subtropicais e temperadas em todo o globo (Figura 1), dividindo-se entre mais de 700 espécies (GIBERTI, 1995b).

Apesar do gênero *Ilex* poder ser considerado cosmopolita, nota-se que é um táxon melhor representado nas regiões quentes e úmidas, do que nas de climas temperados e frios. Enquanto apenas três espécies vivem na Europa (WEBB, 1968), mais de 200 ocorrem na China e no sudeste asiático, e acima de 300 nas três Américas. Especificamente na América do Sul, 218 taxa já foram registrados (GIBERTI, 1995b).

A Figura 2 indica o número de espécies até hoje registradas, para cada país ou região da América do Sul onde existe o gênero. Observa-se que o Brasil e Venezuela apresentam maior diversidade, com respectivamente,

68 e 64 taxa. Na posição oposta encontra-se o Uruguai, com somente uma espécie confirmada.

Esta comparação é apenas ilustrativa da conjuntura atual, pois o Brasil, a Bolívia, o Peru, o Equador, a Venezuela e a Colômbia, apresentam uma flora relativamente pouco estudada. Somente neste último país, nos últimos 40 anos, foram descritas várias novas espécies. Estes locais podem, portanto, possuir mais espécies de *Ilex* do que se conhece até o momento. O mesmo não se pode esperar de Argentina, Uruguai e Paraguai, que são países marginais para este gênero (GIBERTI, 1995b).



Figura 1 - Distribuição do gênero *Ilex* L. (adaptado de Loesener, 1908, por GIBERTI, 1995b).

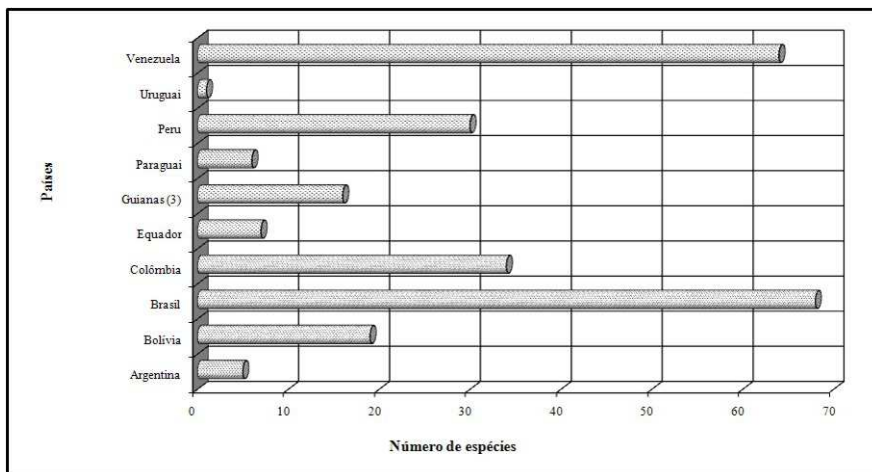


Figura 2 - Número de espécies do gênero *Ilex* em cada país ou região sul-americana onde existe o gênero (adaptado de GIBERTI, 1995b).

A relação provisória de espécies dos países sul-americanos pode ser encontrada em Giberti (1995b), que apresenta ampla revisão sobre este gênero. As 68 espécies de *Ilex* que ocorrem no Brasil, que como já foi citado, engloba a área de ocorrência natural com maior diversidade, são:

I. affinis, *I. amara*, *I. angustissima*, *I. ardisiaefrons*, *I. asperula*, *I. attenuata*, *I. auricula*, *I. biserrulata*, *I. blanchetii*, *I. brasiliensis*, *I. brevicuspis*, *I. buxifolia*, *I. casiquiarensis*, *I. cerasifolia*, *I. chamaedryfolia*, *I. cognata*, *I. congonhinha*, *I. conocarpa*, *I. cuiabensis*, *I. daphnoides*, *I. diospyroides*, *I. diuretica*, *I. divaricata*, *I. dumosa*, *I. euryiformis*, *I. floribunda*, *I. friburgensis*, *I. glazioviana*, *I. grandis*, *I. hypopsile*, *I. integerrima*, *I. inundata*, *I. longipetiolata*, *I. loranthoides*, *I. lundii*, *I. martii*, *I. microdonta*, *I. nummularia*, *I. oligoneura*, *I. organensis*, *I. paltorioides*, *I. paraguariensis*, *I. petiolaris*, *I. phillyreaefolia*, *I. pierrana*, *I. psammophila*, *I. pseudobuxus*, *I. pseudothea*, *I. pseudotheezans*, *I. pseudovaccinium*, *I. rugulosa*, *I. sapiiformis*, *I. sapotifolia*, *I. schwackeana*, *I. scutiaeformis*, *I. sellowii*, *I. subcordata*, *I. suber*, *I. symplociformis*, *I. taubertiana*, *I. theezans*, *I. trichothyrsa*, *I. uleana*, *I. virgata*, *I. vismiaefolia*, *I. vitisidaea*, *I. sp.*

A ampla distribuição geográfica deste gênero, que evoluiu provavelmente a mais de 100 milhões de anos (MARTIN, 1977), configura-se em um grande patrimônio genético, reservado nas florestas de praticamente todo o mundo. Muitas das espécies de *Ilex* poderão um dia ser úteis ao melhoramento genético de *I. paraguariensis*. Vários dos materiais considerados como adulterantes da erva-mate apresentam características favoráveis, tais como a resistência a algumas pragas e doenças, que poderiam ser transmitidos à erva verdadeira.

Entretanto, a gradual destruição das florestas, especialmente as neotropicais, nas quais provavelmente encontram-se as espécies mais próximas da erva-mate, pode significar a anulação do esforço evolucionista de milhões de anos, por meio da perda de genes importantes.

Não é de conhecimento público nenhum projeto que tenha como objetivo recolher material genético do gênero *Ilex*, a partir de toda sua área de ocorrência natural. Isto ocorre em função dos elevados custos com viagens e manutenção de bancos de germoplasma. Para reduzir tais custos, uma alternativa seria a amostragem da diversidade destes taxa em uma área bastante dispersa, em particular nas regiões neotropicais, enquanto

que, paralelamente, a ciência continuaria estudando *I. paraguariensis* (GIBERTI, 1995b).

Embora tímidas, iniciativas de implantação de bancos de germoplasma para *Ilex* já tem sido tomadas. No final da década de 1980 e início de 1990, pesquisadores do Centro de Investigación de Recursos Naturales/INTA/Argentina, começaram a coleta de material genético, que envolveu as províncias de Misiones e Tucumán na Argentina e Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul no Brasil. Recolheram sementes de 10 espécies, incluindo *I. paraguariensis* (KRICUN e BELINGHERI, 1995b).

Aguarda-se que os órgãos encarregados da pesquisa com a erva-mate, especialmente dos países onde a erva-mate é nativa, passem a dedicar agora maior esforço na manutenção de bancos de germoplasma deste importante gênero, para que se possa dispor de variabilidade genética suficiente para superar os problemas que certamente virão, no futuro, em função da intensificação do cultivo.

2. Histórico sobre a classificação de *I. paraguariensis*

De 1816 a 1824, o naturalista francês August de Saint Hilaire, em viagem de estudos ao Brasil, coletou o material tipo de *I. paraguariensis* nos arredores de Curitiba, Paraná, que até 1853 pertencia à Província de São Paulo.

O nome “paraguariensis” foi dado pelo autor, por acreditar que era o mesmo material encontrado no Paraguai. Porém, dois anos depois ele mesmo cria a sinonímia *I. mate* St. Hil., e quase quatro décadas mais tarde, Miers (1861) *apud* Parodi e Grondona (1949), revisando as exicatas do Museu de Paris, considera diferentes os exemplares de Curitiba e do Paraguai. Assim, propõe que o material curitibano seja denominado *I. curitibensis* Miers.

Neste espaço de tempo, outros autores publicaram a mesma espécie com vários nomes, como *I. paraguayensis*, *I. paraguensis*, *I. domestica*, *I. sorbilis*, *I. vestita*, com algumas classificações de variedades. Um levantamento detalhado sobre este assunto pode ser encontrado em Mattos (1985).

Para este autor, em uma simples análise da morfologia de um pé de erva-mate pode-se notar a grande variedade morfológica desta espécie,

o que provavelmente, segundo a sua opinião, pode ter sido o principal motivo de tanta discordância na classificação botânica. Deve-se levar em conta também que naquela época era precária a divulgação de resultados de pesquisa entre os cientistas. Isto certamente também contribuiu para as discrepâncias verificadas, ensejada pela dificuldade de se tomar conhecimento do que uns faziam ao mesmo tempo que outros.

Praticamente encerrando a discussão sobre a classificação da erva-mate, Parodi e Grondona (1949), quando estudaram o material original de Paris, concluíram que realmente tratava-se do tipo da espécie, *I. paraguariensis* St. Hil.

3. Sobre as variedades de erva-mate

Os ervateiros costumam fazer diferenciação entre alguns tipos de erva-mate, de forma empírica, o que sempre põe em dúvida os resultados deste tipo de classificação de variedades. O que é periquita para um, pode não ser para outro.

Vários autores citados por Mattos (1985) relatam as variedades de erva-mate utilizadas pelos ervateiros, e as resume da seguinte forma:

- Ervateiros argentinos:
 - variedades de folhas largas: *yerba caá blanca*, *yerba caá amarilla*, *yerba caá colorada*; variedade de folhas pequenas: *yerba caá mini*;
- Ervateiros de Santa Catarina:
 - erva-mate de folhas pequenas, coriáceas e talo branco; erva-mate de folhas pequenas, coriáceas e talo roxo; erva-mate de folhas grandes, membranáceas e talo roxo; erva-mate de folhas grandes, membranáceas e talo branco.
- Ervateiros do Rio Grande do Sul:
 - erva de talo roxo: folhas obovado-oblongas com ápice obtuso ou agudo, ou folhas oblanceadas com ápice agudo; erva de talo branco: o mesmo que na anterior; erva piriquita: folhas obovado-oblongas com ápice subarredondado ou obtuso.

A característica da cor do talo é tomada nos ramos terminais, e é mais nítida nas plantas adultas. Porém, alguns produtores conhecedores do chimarrão, chegam a rejeitar as mudas de talo roxo, por considerarem esta variedade mais forte e amarga, segundo Mattos (1985). Estas afirmações necessitam de comprovações experimentais para que realmente passem a servir de orientação na classificação do produto final.

Do ponto de vista botânico, Mattos (1985) apresenta a seguinte revisão para a chave de classificação de variedades para *I. paraguariensis*:

1. Folhas glabras ou levemente pubérulas:

I. paraguariensis var. *typica*

1'. Folhas pubescentes, velutinas ou hirtelas

I. paraguariensis var. *vestita* = a

I. paraguariensis St. Hil. var. *vestita* (Reiss.) Loes, ou os sinônimos:

I. vestita Reiss.; *I. domestica* Reiss. var. *pubescens* Reiss; *I. paraguariensis* var. *genuina* forma *pubescens* (Reiss.) Loes.

Apesar das variedades citadas serem as que mais se apresentam na literatura pertinente, é possível também observar que alguns autores consideram ainda *I. paraguariensis* var. *paraguariensis*, como a genuína erva-mate (GIBERTI, 1995a).

4. Descrição botânica

Segundo Mello (1980), Reitz et al. (1983), Mazuchowski (1989); Carvalho (1994) e Da Croce e Floss (1999).

4.1. Árvore

Arvoretas até árvore perenifólia de 10 a 15 m de altura, de tronco reto e de coloração acinzentada e bastante curto, com DAP de 20 a 40 cm de diâmetro; na floresta pode atingir até 25 m de altura e 70 cm de diâmetro; os ramos são cilíndricos ou subcilíndricos, também cinzentos, sendo que os terminais são densamente tomados por pequenas lenticelas. Em cultivo, sua altura pode variar de 3 a 5 m.

4.2. Casca

Sua casca pode atingir 2 cm, em árvores adultas, velhas e em estado nativo; coloração cinza-claro a acastanhada, persistente, áspera e rugosa; lenticelas abundantes, formando às vezes linhas longitudinais; cicatrizes transversais. A casca interna é de textura arenosa e cor branca-amarelada, que após incisão escurece rapidamente em contato com o ar.

4.3. Folhas

As folhas são alternadas, simples, geralmente estipuladas, glabras, de 5 a 10 cm de comprimento e 3 a 5 cm de largura, variando de subcoriáceas a coriáceas, de formato obovado até largamente obovado e ligeiramente obtusas no vértice ou mesmo arredondadas; folhas de plantas que crescem em sub-bosque podem alcançar 18 cm de comprimento; coloração verde-escura na face superior e verde-clara na inferior; as bordas são levemente serreadas-crenadas, visíveis principalmente da metade do limbo para a extremidade; nervuras laterais pouco impressas na face superior e salientes na inferior; o pecíolo mede entre 7 e 15 mm, e é um tanto retorcido.

4.4. Flores

As flores são hermafroditas, pequenas, brancas e pouco vistosas; são unissexuais por aborto, ou seja, nas flores femininas os estames são inoperantes e nas masculinas (Figura 3), logo após a fecundação, os pistilos se deprimem e a flor aborta; o cálice é gamossépalo com 4 sépalas de cor verde-clara e uma corola branca formada por 4 pétalas; aparece entre as pétalas, 4 estames largos.

4.5. Inflorescência

A erva-mate é uma espécie dioica; as inflorescências femininas apresentam-se em pequenos fascículos pedicelados, com 3 a 5 flores, raramente 6, e pedúnculo curto; as masculinas possuem de 3 a 5 pedicelos e flores, e às vezes com pedúnculo longo; nascem sobre lenho velho em ramos totalmente florais, axilares nas folhas.

4.6. Fruto

O fruto pode ser chamado de baga-drupa globular ou ovoide-globular, ou ainda drupa globosa, pequena, medindo entre 4 e 8 mm de diâmetro, tetralocular; a coloração é verde quando novo, tornando-se vermelho-arroxeadado na maturidade (Figura 4); uma polpa mucilaginosa o envolve; mais de 90% dos frutos apresentam 4 sementes que apresentam tegumento áspero e duro.

Vários autores apresentam distintas denominações para os frutos: drupa carnosa, baga-drupa, nuculanídeo, nukulâneo e drupoide (DA CROCE e FLOSS,1999).

4.7. Semente

A semente é dura, definida como sendo um pirênio trigonal, com tegumento fino de coloração amarelo-clara ou parda (Figura 5), que apresenta três saliências no dorso convexo; o endosperma é rico em proteínas e lipídios; o embrião é rudimentar, apresentando desenvolvimento incompleto quando da maturação dos frutos (FERREIRA, 1995), encontrando-se em estágio de coração.

Detalhes sobre a estrutura e desenvolvimento das sementes e do embrião da erva-mate encontram-se a seguir.

4.7.1. Estrutura e desenvolvimento da semente e embrião

As informações aqui relatadas foram integralmente extraídas do trabalho de Ferreira (1997). Maiores detalhes a respeito da biologia reprodutiva da erva-mate são encontrados em Mariath et al. (1997).

Ilex paraguariensis é uma espécie dioica, havendo indivíduos masculinos (androesporângiados) e femininos (ginosporângiados) por aborto de um ou outro esporângio (estames ou pistilos), de forma que só uma observação cuidadosa permite verificar se a planta é “feminina” ou “masculina”.

Todas as flores num mesmo indivíduo portarão o mesmo tipo de esporângio. A geração produtora de gametas (gametófitos) é constituída pelo grão de pólen (andrófito) e pelo saco embrionário (ginófito). Estas

duas estruturas são as verdadeiras produtoras de gametas haploides, cuja união, através da polinização, formará o zigoto $2n$ e o desenvolvimento deste origina novo esporófito, ou seja, uma planta. Assim, para a efetiva reprodução da espécie, há necessidade de haver duas plantas, no mínimo, sendo uma portadora de estames e outra de pistilos.

Os agentes de polinização são insetos (FERREIRA et al., 1983) que transportam o pólen ou andrófito, com número de cromossomos n , da flor estaminada até a flor pistilada, onde está a oosfera igualmente com número n de cromossomos.

Havendo polinização, o grão de pólen agora já com 2 núcleos, sendo um vegetativo e outro generativo, germina sobre o estigma, progride através do estilete formando o microprotalo, atingindo o rudimento seminal, onde se encontra o megaprotalo.

Há então a fusão de gametas masculinos, um com a oosfera gerando uma planta $2n$ (embrião) e outro com os dois núcleos médios do megaprotalo, gerando um tecido $3n$, o qual dará origem ao endosperma. (COCUCCI e MARIATH, 1995).

Na fusão da oosfera com o gameta masculino forma-se o zigoto que gera por mitose, dois tipos de células: uma superior que após algumas divisões forma o suspensor e outra inferior, que segue dividindo-se geometricamente, formando uma massa de células muito pequenas, assumindo este pequeno embrião uma forma globular, ligado a planta mãe através deste suspensor (HEUSER et al., 1993). Na continuação do desenvolvimento há diferenciação dos primórdios cotiledonares, e o embrião toma forma de coração ou cordiforme. Esta é a forma do embrião da maioria das sementes de *I. paraguariensis* quando o fruto encontra-se maduro.

A planta de erva mate é uma dicotiledônea e, portanto, este embrião deveria ter seguido a fase de torpedo onde os cotilédones e o eixo embrionário se alongariam até chegar à forma de embrião completamente desenvolvido. No entanto, por causas ainda pouco conhecidas, na época da maturidade morfológica do fruto desta espécie o embrião ainda não está maduro, caracterizando-se como embrião rudimentar (HU e FERREIRA, 1984; 1989).

5. Ecologia

A **floração** da erva-mate ocorre entre os meses de setembro e dezembro, dependendo da região, predominando em outubro; a **frutificação** ocorre em geral de dezembro a abril, sendo que em altitudes maiores do que 800 m, foram encontrados frutos maduros desde o final de abril até maio. A **reprodução** inicia gradativamente a partir dos dois anos, em plantas propagadas vegetativamente e, dos 5 anos em árvores provenientes de sementes.

A **dispersão** é zoocórica; quando maduros, os frutos são consumidos por pássaros, especialmente sabiás, os quais disseminam as sementes por meio de suas fezes.

A espécie pertence ao **grupo sucessional** clímax, é esciófita, ou seja, aceita sombreamento em qualquer etapa de seu desenvolvimento, tolerando mais luz na fase adulta, e seletiva higrófita. Embora seja umbrófila, se desenvolve bem sob a luz direta do sol, excetuando-se a fase de muda.

Quanto ao **habitat**, nos estados do sul do Brasil, cresce espontaneamente nas associações mais evoluídas dos pinhais, onde, além da *Araucária angustifolia*, predomina *Ocotea pulchella* e *Slonea lasiocoma*. Penetra na Floresta Estacional semidecidual do noroeste do Paraná. Prefere os terrenos compactos e pouco íngremes, onde às vezes forma agrupamentos densos. Mais raramente pode ser encontrada ao longo dos rios na Mata Atlântica (REITZ et al., 1983). No Mato Grosso do Sul, a espécie é encontrada desde a Floresta Estacional semidecidual aberta, o cerrado, até a Floresta Estacional semidecidual fechada, o cerradão, mesmo em solos mais secos.

5.1. Áreas de ocorrência natural

A erva-mate ocorre em regiões subtropicais e temperadas da América do Sul, estendendo-se desde a latitude de 21° até 30° S, e longitude 48°30' até 56°10' O (Figura 6). (OLIVEIRA e ROTTA, 1985).

A área de distribuição da erva-mate no Brasil compreende a região centro-norte e depressão central do Rio Grande do Sul, passando por quase todo o Estado de Santa Catarina. Continua avançando pelo centro-sul do Estado do Paraná, estendendo-se a nordeste para o Estado de São Paulo, limitando-se aí a uma pequena área situada na região sudeste. A partir

do oeste do Paraná, segue para o sul do Mato Grosso do Sul, parte da Província de Misiones na Argentina e a região oriental do Paraguai.

Estima-se em 450.000 km² a área de abrangência da erva-mate no Brasil, o que equivale a 5% do território brasileiro e 3% do sul-americano. Na Argentina esta espécie concentra-se na província de Misiones, onde ocupa 60% do território, o que equivale a uma área de 18.000 km² ou 1% da superfície do país. No Paraguai, sua maior concentração situa-se entre os Rios Paraguai e Paraná (OLIVEIRA e ROTTA, 1985; ARANDA, 1986; DA CROCE e FLOSS, 1999).

Conforme se pode observar na Figura 6, alguns pontos isolados de ocorrência da erva-mate se dão a leste e sul de São Paulo, em Campos do Jordão e na região sudeste de Minas Gerais, além do sul do Rio Grande do Sul. Carvalho (1994) cita também a ocorrência em Itatiaia, no Rio de Janeiro e esclarece que neste estado, em Minas Gerais e em São Paulo, a presença da erva-mate se dá em reduzidos nichos onde se mistura com *Araucaria angustifolia*.



Figura 3 - Flor masculina de erva-mate (Foto: G.K. Linney. Acervo: Prof. Gerald D. Carr, Oregon State University - USA), que também é capa desta obra.



Figura 4 – Frutificação madura de erva-mate (imagem parcial de DA CROCE e FLOSS, 1999) .



Figura 5 - Sementes de erva-mate beneficiadas (imagem parcial de DA CROCE e FLOSS, 1999) .

Dentro da área geográfica definida na Figura 6 como de ocorrência natural da erva-mate, são encontradas regiões cobertas por campos onde a espécie não ocorre. O mesmo sucede com as “matas brancas” na bacia do Rio Uruguai (OLIVEIRA e ROTTA, 1985).

Embora haja citações da ocorrência natural da erva-mate em Santa Cruz de la Sierra, na Bolívia e em Nocena, no Uruguai, parece que são apenas materiais introduzidos (DA CROCE e FLOSS, 1999).

5.2. Clima das áreas de ocorrência natural

Como no Brasil não há um sistema de classificação climática considerado definitivo para caracterizar as regiões, para fins agrícolas, serão citadas as duas mais aplicadas, a de Köeppen e a de Golfari (1978).

Segundo a classificação de Köeppen (Figura 7), a erva-mate se desenvolve em climas predominantemente pluviais temperados, simbolizados pela letra C. O clima Cfa é caracterizado por ser sempre-úmido, com chuvas regulares durante todo o ano (f) e variações de temperatura do mês mais quente superiores a 22 °C (a). O clima Cfb diferencia-se do anterior apenas pela variação de temperatura citada ser superior a 22 °C (b). Oliveira e Rotta (1985) citam que o clima Cfb abrange maior área do

que o Cfa, provavelmente por incluírem áreas fora da região de ocorrência da erva-mate. Na Figura 7 constam apenas os climas onde realmente esta espécie ocorre.

O clima Cfb abrange a região nordeste do Rio Grande do Sul, quase todo o Estado de Santa Catarina e o sul do Paraná, enquanto que o Cfa cobre a maioria do restante da área de ocorrência natural da erva-mate no Brasil, estendendo-se até a Argentina e Paraguai. Exceção é feita ao Mato Grosso do Sul e um pequeno trecho do Paraná, onde ocorrem os climas temperado ou subtropical com período seco no inverno (Cwa) e tropical com período seco no inverno (Aw).

Na Figura 6 foi indicada a existência de duas áreas isoladas de ocorrência da erva-mate, ou seja, no sul do Rio Grande do Sul, e na região de Campos do Jordão, estendendo-se a Minas Gerais. No sul o clima é o Cfa e em São Paulo/Minas, é o Cwb. Este diferencia-se do Cwa, por apresentar um período de inverno mais úmido.

Golfari (1978) propôs a classificação bioclimática do Brasil, baseando-se na altitude, tipo de clima e vegetação, temperatura e precipitação médias anuais e o regime de distribuição desta, presença ou não de deficiência hídrica, e ocorrência ou não de geadas.

Esta classificação encontra-se na Figura 8, na qual se observa a predominância das regiões bioclimáticas 1 e 2, na área de ocorrência natural da erva-mate. Como se pode notar, há uma grande coincidência geográfica com a classificação de Köppen.



Figura 6 - Área de ocorrência natural da erva-mate (OLIVEIRA e ROTTA, 1985).

Estas regiões caracterizam-se pela distribuição uniforme das precipitações ao longo do ano, que variam de 1250 a 2500 mm anuais, além da ausência de deficiência hídrica. Tais características climáticas têm sido essenciais para o sucesso da cultura da erva-mate no sul do Brasil e provavelmente nos países vizinhos, para onde a região bioclimática 2 se estende, embora não tenha sido determinada por Golfari.

Na Tabela 10 pode-se observar as características de todas as regiões bioclimáticas na área de ocorrência natural da erva-mate. Verifica-se que nas regiões 4, 6 e 12, as precipitações são mais baixas, em média, além de terem distribuição periódica. Ocorre alguma deficiência hídrica e o clima é seco no inverno. As regiões mais secas são a 6 e a 12, e ocorrem no Mato Grosso do Sul.

Esta variação de climas e bioclimas, ao invés de concorrer negativamente, é um fator que permite boa abrangência de condições

adaptativas, que podem ser utilizadas em experiências de introdução de *I. paraguariensis* em outras regiões. Várias localidades do Brasil central e sudeste apresentam climas comparáveis com as áreas de ocorrência natural da erva-mate.

5.3. Solos das áreas de ocorrência natural

A ocorrência natural da erva-mate se dá, em geral, em solos bem drenados, sem restrição ao sistema radicular, com horizontes A, B e C ácidos, elevado teor de alumínio trocável e de matéria orgânica, e baixa saturação de bases (OLIVEIRA e ROTA, 1985; DA CROCE e FLOSS, 1999).

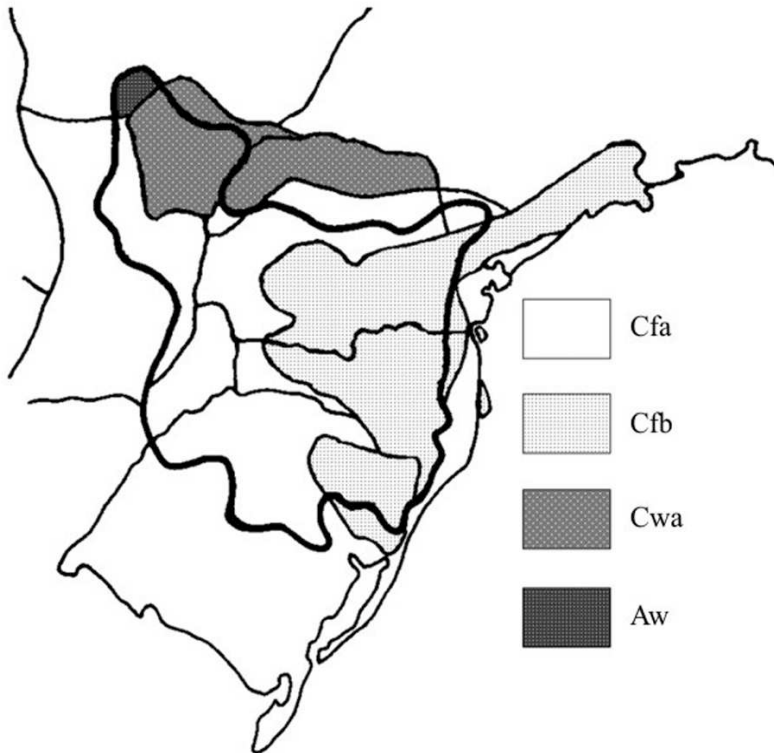


Figura 7 - Tipos climáticos de Köppen definidos dentro da área de ocorrência natural da erva-mate (adaptado de OLIVEIRA e ROTA, 1985).

Tabela 10 - Características das regiões bioclimáticas na área de ocorrência natural da erva-mate

Região	Altitude (m)	Temperatura média anual (°C)	Geadas	Precipitação média anual (mm)	Regime de precipitação	Deficiência hídrica
1	500 a 1500	12 a 18	Frequentes no inverno	1250 a 1500	Uniforme	Nula
2	0 a 500	18 a 21	Raras ou pouco frequentes	1250 a 2000	Uniforme	Nula
4	600 a 1100	16 a 19	Pouco frequentes	1100 a 1400	Uniforme	Nula
6	300 a 600	19 a 23	Raras	1300 a 1600	Periódicas	Pequena (no inverno)
12	250 a 500	21 a 24	Raras	1100 a 1500	Periódicas	Moderada (no inverno)

Fonte: Golfari (1978).

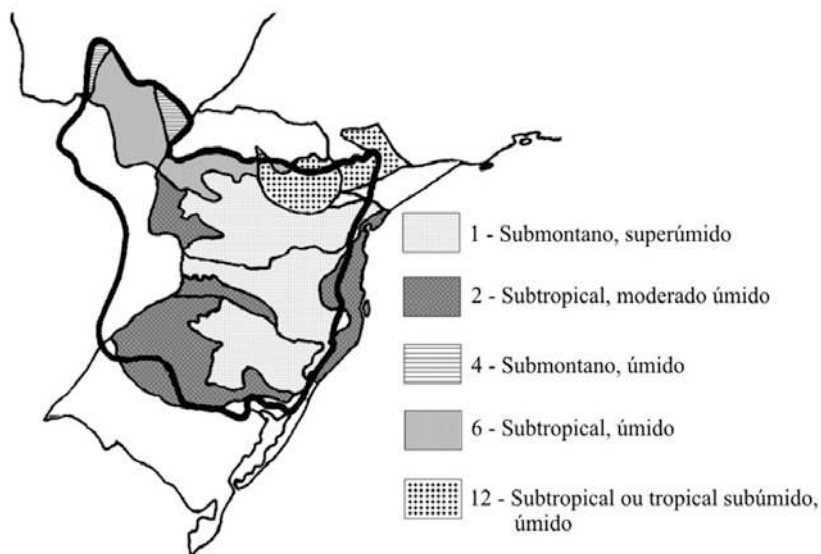


Figura 8 - Regiões bioclimáticas de Golfari (1971) definidas dentro da área de ocorrência natural da erva-mate (adaptado de Oliveira e Rotta, 1985).

Com relação à textura do solo, observa-se que a espécie é mais frequente onde o teor de argila é alto (> 35%), embora seja encontrada em locais com textura média (15 a 35% de argila). Em solos constituídos por

areias quartzosas (< 15% de argila), a erva-mate é raramente encontrada. Na maioria das regiões de ocorrência, os solos são de formação basáltica, com predominância de latossolos.

Embora vários autores concordem que esta espécie vegeta preferencialmente em solos úmidos e permeáveis (IBDF, 1975; REITZ et al., 1978), comuns em regiões de clima Cfb (Figura 8) onde não há deficiência hídrica (Tabela 10), é importante notar que ela não é observada em solos hidromórficos. Segundo EMBRAPA (1983) *apud* Oliveira e Rotta (1985), a erva-mate é resistente a solos degradados.

CAPÍTULO 3

Usos e composição química

A erva-mate é utilizada na América do Sul, principalmente como bebida tônica e estimulante desde o período pré-colombiano. Em túmulos do Peru, foram encontradas folhas junto com outros alimentos e objetos, comprovando seu uso entre os Incas (REITZ et al., 1983). Porém, outros usos também são dados a esta planta, os quais serão descritos neste capítulo, juntamente com as qualidades de composição química.

1. Uso como chimarrão e tereré

O chimarrão e o tereré são os usos mais comuns dados à erva-mate e, em função disso, alguns detalhes da prática de consumo serão dados:

- o chimarrão: a erva-mate é a base desta bebida; aquece-se água sem que atinja a fervura e derrama-se sobre a erva-mate, que pode ser misturada com outras ervas aromáticas ou medicinais, como a canela, a erva-doce e o boldo; faz parte dos usos e costumes do gaúcho, um dos habitantes mais típicos do Rio Grande do Sul no Brasil, e do pampa argentino e uruguaio; a palavra tem origem no castelhano *cimarron*, que significa selvagem.
- o tereré: prepara-se água gelada, quando possível, que é vertida sobre a erva-mate; algumas vezes mistura-se suco de limão, o que não faz parte da bebida tradicional, que é pura; é consumida no Mato Grosso do Sul e no Paraguai.

Com a migração dos habitantes do sul do Brasil, este hábito pode ser encontrado até na região amazônica, ou mesmo nos Estados Unidos e Europa.

Para o consumo do chimarrão e do tereré, dois equipamentos são necessários:

- a cuia ou poronga, que é o recipiente, e que recebe este nome quando é feito de partes vegetais como a cabaça ou poronga, ou

o colmo de bambu, ou ainda guampa, quando é feito de chifre de bovinos;

- a bomba, ou *bombilla* em castelhano, que atualmente é o instrumento metálico por meio do qual se succiona o líquido e que apresenta uma peneira filtrante na extremidade inferior.

Ao conjunto da cuia e da bomba, os indígenas denominavam *caamati*, derivada da junção das palavras de origem guaraní, *caa* = erva e *mati* = porongo ou cabaça. Para sorver o líquido, eles utilizavam um canudo de bambu.

A cuia e a bomba, atualmente, podem ser encontradas ricamente adornadas, com entalhes, enfeites de couro ou pedras semi-preciosas ou suas imitações e com suportes de sustentação para o recipiente.

Este conjunto, como estratégia de comercialização das empresas, pode ser encontrado acompanhado da garrafa térmica, onde tudo leva o timbre da indústria da erva, embalados em uma sacola de couro com alça.

2. Características químicas e seus efeitos sobre a saúde humana

2.1. Efeitos genéricos

Considera-se que esta bebida aumenta a força muscular, estimula o sistema nervoso central e as funções cardíacas e respiratórias, facilita a digestão e causa uma sensação de bem-estar e vigor (vários autores citados por BASSANI e CAMPOS, 1997). Muitas destas propriedades, atribuídas ao mate, são também comuns a outras bebidas que contêm cafeína, como o café, o guaraná e o chá preto (TYLER et al., 1979). No mate, o teor deste composto é da ordem de 1% (FERREIRA, 1995).

A ação estimulante sobre o sistema nervoso central, depurativa e diurética talvez sejam os motivos principais de seu uso. Esta estimulação ocorre em função de bases xânticas, ou púricas (BALTASSAT et al., 1984). O componente responsável pelas ações no sistema nervoso é a cafeína (vários autores, citados por RICCO et al., 1995).

A ação farmacológica da cafeína é complexa e abrange vários órgãos. No sistema cardiovascular, doses elevadas provocam a estimulação da musculatura cardíaca e relaxação da musculatura lisa das artérias

coronárias, contendo a sua dilatação, bem como a dos vasos periféricos e pulmonares. No sistema nervoso central, ao contrário, a cafeína causa vaso-constricção de capilares cerebrais e por isso tem sido usada no tratamento de certos tipos de dor de cabeça por vaso-dilatação (enxaquecas). Além disso, produz estimulação cortical, o que se relaciona com o aumento da atividade de alerta e redução da sensação de fadiga. Outras ações importantes são a relaxação da musculatura dos brônquios, o aumento da diurese e da secreção de ácido no estômago, o que explica o hábito gaúcho de tomar o chimarrão após o churrasco (FERREIRA, 1995).

Outra ação da erva-mate também citada na literatura, mas que necessita de maiores estudos, é como inibidor do apetite (WICHTL, 1994, BASSANI e CAMPOS, 1997). Há referências também à potencialidade de alguns agentes antidiabéticos (SWANSTON-FLATT, 1989) e as propriedades antioxidantes demonstradas em dois estudos clínicos (GUGLIUCCI, 1995 e 1996).

Quando se fala do costume de se tomar erva-mate, especialmente na forma de chimarrão, vale a pena citar algumas informações sobre alguns mitos que tem surgido ultimamente, a respeito dos possíveis efeitos negativos desta bebida à saúde humana.

O alto consumo da erva-mate induziu pesquisas sobre seus efeitos toxicológicos. Gimmler-Luz e Andrade (1992) analisou o efeito mutagênico em camundongos, por meio do teste de micronúcleos e concluiu que a erva-mate não exerceu nenhum efeito da ciclofosfamida sobre a medula óssea. No entanto, Leitão e Braga (1994) avaliaram estes efeitos, utilizando soluções aquosas de mate em pó instantâneo em células bacterianas e registraram ação mutagênica máxima com a concentração de 20 a 50 mg de extrato de mate/placa de meio de cultura, além de ação genotóxica com 10 a 20 mg. Os autores recomendam estudos mais aprofundados, especialmente no modo de beneficiar a erva, como por exemplo quanto ao teor de hidrocarbonetos policíclicos resultantes dos métodos onde há exposição direta à fumaça.

A respeito da possível relação entre a evolução de câncer esofágico, que apresenta alta incidência na região sul do Brasil, mais do que em outros locais (Ministério da Saúde *apud* LEITÃO e BRAGA, 1994) e o hábito da ingestão de chimarrão, Kruehl et al. (1992) investigou alguns casos-controles, não conseguindo, porém, resultados conclusivos. Entretanto, em função da importância do tema, as investigações não devem diminuir o ritmo, pois

recentemente, Fonseca (1997) e Fonseca et al. (2000) observaram em sua pesquisas com culturas de linfócitos humanos, tratadas com extratos de erva-mate, atividade clastogênica potencialmente carcinogênica para a região orofaríngea.

Vários autores citados por Fonseca (1997) relatam como risco da ocorrência de câncer esofágico, a quantidade de chimarrão consumido diariamente e sua frequência e a injúria térmica que pode potencializar a ação de substâncias carcinogênicas. Entretanto, há que considerar, segundo Victora et al. (1987), que outras bebidas ingeridas quentes, como o café, os chás e o café com leite não são causadores de lesões no esôfago. Estas questões não devem ser motivo para a displicência quanto ao assunto, mas um incentivo à busca de respostas definitivas.

No entanto, outras alternativas podem ser pesquisadas, de forma a reduzir ao máximo os riscos da ingestão de substâncias carcinogênicas, que podem estar mais relacionadas à presença de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos gerados no processo de sapeco e secagem, quando se utiliza madeira como comburente. Pereira et al. (1999) concluíram que é possível encontrar de 15 a 90% a mais desses compostos no chimarrão, do que o permitido pela legislação brasileira ($1,0 \mu\text{g kg}^{-1}$). Os autores estudaram como alternativa o gás liquefeito de petróleo, e nesse caso a concentração dos hidrocarbonetos citados foi de apenas 0,1 a $0,3 \mu\text{g kg}^{-1}$.

2.2. Vitaminas

As vitaminas são sensíveis a diversos fatores ambientais, tais como a temperatura, a disponibilidade de luz e de água, a manipulação pós-colheita e os processos industriais.

A erva-mate, em seu processamento industrial, sofre severas elevações de temperatura. Espera-se, portanto, que durante este processo as vitaminas sofram importante degradação. Por outro lado, durante o uso, especialmente na forma de chimarrão, a extração parcial das vitaminas por meio da água quente também pode provocar alguma deterioração das vitaminas, especialmente a C.

Ramallo et al. (1997a) obtiveram dados que se encontram na Tabela 11 e que demonstram os níveis de degradação do ácido ascórbico, precursor da vitamina C, desde a colheita da folha até o armazenamento.

Tabela 11 – Proporção de ácido ascórbico restante na erva-mate, após cada fase de beneficiamento e consumo

Fases	Ácido ascórbico mantido após cada fase
Folhas/palitos frescos	100% (104,3 mg/100 g de erva seca)
Produto cancheado	21,2%
Após o armazenamento (descanso)	7,2%
Após o consumo como chimarrão	5,6%

Fonte: Ramallo et al. (1997a).

É notável a quantidade de vitamina C perdida durante todas as fases, principalmente durante a secagem até o cancheamento, provavelmente em função das elevadas temperaturas utilizadas. Há campo para pesquisas neste ponto, procurando investigar procedimentos que possam reduzir esta extraordinária perda de uma vitamina tão importante.

Da vitamina C extraída pela água quente do chimarrão, Ramallo et al. (1997a) não informam a quantidade útil ao consumidor desta forma de mate, embora tenham concluído que até 38% dela pode ser extraída durante o consumo desta bebida quente.

2.3. Composição geral e minerais

Ramallo et al. (1997b) consideraram a composição do extrato aquoso, simulando o consumo de chimarrão, ou seja, utilizando marcas comerciais argentinas, misturou-se mate e água a 70 °C na proporção de 100 g por litro. Os resultados constam na Tabela 12, e incluem a vitamina C e do complexo B, além dos principais minerais.

Tabela 12 – Composição de extrato aquoso de erva-mate, simulando-se o consumo de chimarrão

Composição geral	Média (%)
Glicose	0,0590
Sacarose	0,2770
Proteínas	0,2140
Cafeína	0,0850
Cinzas totais	0,3230
Vitamina C	0,5110
Tiamina (vitamina B1)	0,1480
Niacinamida ou niacina	0,1270
Piridoxina (vitamina B6)	0,0940
Cálcio	0,0081
Fósforo	0,0046
Ferro	0,0002
Magnésio	0,0059
Potássio	0,0101
Sódio	0,0014

Fonte: modificado de Ramallo et al. (1997b).

Alguns destes minerais podem ser comparados aos da Tabela 13, como o P, K, Ca, Mg e Fe, podendo-se verificar a mínima quantidade que é extraída pela água quente do chimarrão. Tomando como exemplo o Ca, nota-se que este mineral pode alcançar de 0,24 a 0,85% (Tabela 13) do conteúdo de folhas jovens de erva-mate, ou seja, cada 100 g de folhas secas pode conter de 0,24 a 0,85 g deste elemento. Considerando-se que em média, são utilizadas 100 g de erva-mate para se tomar um litro de chimarrão (RAMALLO et al., 1997b), e que são extraídos dessa maneira, 0,0081% de Ca, ou 0,0081 g (Tabela 12), depreende-se que 98,5% permanece na erva-mate que é descartada após o uso. Esta enorme ineficiência na extração ocorre para todos os outros elementos. Não há informações desta perda para o uso como tereré, porém pode-se imaginar as dimensões, em função do uso da água fria ou gelada, cuja capacidade de extração é muito menor do que a água quente.

Tabela 13 – Composição de sais e minerais em 100 g de folhas secas de erva-mate, coletadas na primavera, com um ano de idade em diferentes solos

Tipo de solo	N	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
RADOMSKI et al. (1992)										
A	3,93	0,26	3,11	0,25	0,30	0,0204	0,0068	0,0513	0,00153	0,0063
B	3,85	0,23	2,88	0,38	0,29	0,0783	0,0079	0,0591	0,0023	0,0040
C	0,64	0,28	2,58	0,30	0,32	0,0347	0,0025	0,0500	0,0032	0,0062
REISSMANN e PREVEDELLO (1992)										
C	2,92	0,07	1,61	0,32	0,25	-	0,0058	0,1087	0,0008	0,0138
REISSMANN et al. (1994)										
Solo não citado	-	-	0,99 a	0,24 a	0,36 a	-	0,0040 a	0,0350 a	0,0008 a	0,0006 a
			2,60	0,81	0,85		0,0183	0,3250	0,0016	0,0075

A - Cambissolo álico; B - Litólico húmico álico; C - Podzólico Vermelho-amarelo álico.

No entanto, a variação na quantidade hidrossolúvel dos elementos pode ocorrer tanto em função das grandes alterações na composição foliar entre plantas, sítios, clones, e local de coleta das amostras na planta, quanto devido a métodos de extração. Avaliando o teor hidrossolúvel de alguns minerais em extratos aquosos de folhas de erva-mate, Reissmann et al. (1994) concluíram que a fração correspondente ao Ca foi de 10,9% em média, variando entre 5,0 e 19%. Para outros elementos os valores foram: K = 74,4% (61,0 a 89,0%); Cu = 42,4% (28,0 a 65%); Zn = 36,0% (17,0 a 83%); Mg = 32,0% (20,0 a 53,0%); Mn = 25,0% (13,0 a 51%); Al = 20,5% (4 a 38%); Fe = 4,9% (1,6 a 7,4%).

Em seu artigo, Reissmann et al. (1994) apresentam as causas ou hipóteses da maior ou menor hidrossolubilidade de cada elemento analisado por eles, ou seja:

- K: alta permeabilidade nas membranas celulares, com alta taxa de efluxo, especialmente quando a atividade celular é suprimida; a sua concentração no citoplasma e no floema é alta e maior do que nos vacúolos; não entra da composição do protoplasma, gorduras e celulose; é muito lavável; é um cátion monovalente livre; existem em maior quantidade em tecidos jovens;
- Al: encontra-se em alta quantidade nas plantas de erva-mate, especialmente no inverno; é uma planta acumuladora de Al, e

talvez por isso, tolerante a ele; pode formar complexos altamente estáveis de Al-fosfatos; supõe-se que forme ligações relativamente estáveis em sítios orgânicos, o que o leva a ser menos extraído com água quente do que outros elementos;

- Cu: com este elemento, o trabalho de Reissmann et al. (1994) contradizem a literatura, que mostra o Cu como sendo pouco hidrossolúvel; está ligado fortemente a componentes do protoplasma; se complexa a aminoácidos no xilema em função de sua alta afinidade com N; esta contradição pode estar ligada aos métodos de extração;
- Mn: aqui também houve contradição entre os resultados de Reissmann et al. (1994) e a literatura, que cita o Mn como um elemento facilmente lavável; era de se esperar uma maior extração com relação ao Zn e ao Cu;
- Fe: é um elemento fortemente ligado às estruturas orgânicas nas plantas, especialmente as Fe-enzimas, mitocôndrios e cloroplastos, fazendo com que frações de mais de 80% sejam não hidrossolúveis;
- Ca: é tido como elemento altamente imóvel na planta; pode estar fortemente ligado às estruturas orgânicas;
- Mg: bastante móvel no floema; sua maior parte é encontrada na forma iônica livre no suco celular ou sorbido ao citoplasma;
- Zn: é um elemento fortemente fixado, em folhas mais velhas; no trabalho citado, as folhas eram novas.

Pode-se, com estes dados, fazer algumas inferências sobre o valor nutritivo da erva-mate para o consumidor. Comparando-se a quantidade de minerais e vitaminas existentes na água do chimarrão (Tabela 12) com os valores necessários para a manutenção diária de um organismo saudável (Tabela 14), pode-se notar que o valor nutricional da erva-mate, considerando-se este hábito de consumo, não está focalizado nos sais e minerais, mas sim nas vitaminas.

*Tabela 14 - Necessidades mínimas médias diárias de vitaminas, sais e minerais, para um indivíduo de ambos os sexos, com idade acima de nove anos**

Sais e minerais						Vitaminas			
P	K	Ca	Mg	Fe	Na	Niacina (B3)	Tiamina (B1)	Piridoxina (B6)	C
700	4500	1000	240	8	1200	12	0,9	1,0	45
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
1250	5100	1300	420	27	1500	18	1,5	2,0	120

Fonte: National Academy of Sciences (2004); * - os limites variam para mulheres (se estão em lactação ou não) e homens e por grupos de idades (consultar tabela original para detalhamento).

Tomando-se por base que uma pessoa consuma um litro de chimarrão diariamente e que a proporção de erva e de água seja de 100 g para um litro, tem-se os seguintes cálculos aproximados, baseados nas informações contidas nas Tabelas 12 e 14, para a ingestão dos elementos que fazem parte do produto líquido consumido: P = 4,6 mg; K = 10,1 mg; Ca = 8,1 mg; Mg = 5,9 mg; Fe = 0,2 mg e Na = 1,4 mg. Pode-se considerar um aproveitamento irrisório destes componentes nutricionais neste hábito de consumo.

Particularmente para o caso do ferro, além de apresentar uma quantidade muito baixa na água de erva consumida, ainda apresenta capacidade de unir-se a moléculas de polifenóis, como o tanino, impedindo sua absorção.

Os polifenóis, dos quais fazem parte o tanino, são substâncias abundantes na erva-mate, podendo atingir 11% do peso da matéria seca. A erva-mate encontra-se no topo da quantidade de tanino em suas folhas, comparando-se com todas as ervas de consumo humano (PIZARRO et al., 1994)

Embora não haja dados sobre os prejuízos que a erva-mate pode causar à absorção de ferro no organismo humano, pode-se fazer simples comparação com o que já foi relatado para o chá de *Camelia sinensis*: redução de 64% da absorção quando ingerido por mulheres adultas; inibição de 40% da absorção do ferro de pães enriquecidos, quando estes são consumidos com este chá; inibição da absorção em lactentes ao redor de 50%. Parece que ervas com conteúdo de tanino abaixo de 1% não causam problemas na absorção de ferro, o que não é o caso da erva-mate. (PIZARRO et al., 1994).

Apesar destas informações não muito alentadoras a favor da quantidade de minerais e sais realmente disponíveis ao organismo humano, autores como Garcia et al. (1997) referem-se à maior energia para o trabalho, demonstrada por pessoas que consomem o tereré, cuja extração dos nutrientes seria feita por água fria, que sabe-se ser menos eficiente do que a água quente. Também relatam a possibilidade da redução das deficiências de cálcio do povo paraguaio, em função do consumo do tereré. Apesar dos avanços da pesquisa com erva-mate, ainda há controvérsias a respeito da verdadeira atuação nutricional da erva-mate no organismo humano, especialmente no que se refere aos minerais.

Porém, quando se analisa as vitaminas contidas na erva-mate, passa a ocorrer excesso de consumo. A necessidade destes elementos nutricionais é bastante inferior ao conteúdo da água de chimarrão das doses e proporções citadas acima: tiamina = 148 mg; C = 511 mg. A erva-mate, portanto, deveria ser considerada fonte importante de vitaminas do complexo B e vitamina C e ser divulgada como tal após análises químicas mais específicas e apropriadas, para que estas vantagens pudessem constar dos rótulos das embalagens. Poderia inclusive, receber divulgação mais intensa como produto capaz de atuar na redução dos radicais livres (SCHINELLA et al., 2000), tão em moda nos dias de hoje, em função da grande quantidade de vitamina C, possível de ser extraída.

Quando se fala em análises químicas mais apropriadas e padronizadas, isto é motivado pelas diversas formas de apresentação dos dados que se observa entre os autores. Franco (1995), por exemplo, cita valores para 100 g de folhas secas, o que pode confundir bastante o consumidor, pois na realidade o que é extraído pela água quente ou fria é muito menor do que na condição praticamente in natura da erva-mate, como foi demonstrado por Ramallo et al. (1997b) (Tabela 12).

Existem outros fatores que interferem nas dificuldades de padronização. A quantidade de minerais principalmente, é influenciada grandemente por ações de manejo da cultura, o que pode dificultar a padronização dos rótulos das embalagens, conduzindo à necessidade de se particularizar as informações ao consumidor, dependendo das condições de produção.

Como exemplo, pode-se citar um fator que pode interferir na quantidade de minerais como componentes das folhas, que é a calagem.

Reissmann e Prevedello (1992) testaram diversas doses de calcário, alterando a saturação de bases (V%) desde o nível natural do solo até 100%. Observaram que para elementos como o P, K, Ca, Mg, Fe e Mn, a elevação do nível natural de V%, de 9,8 para 40% resultou em aumento direto nos teores destes minerais, e que para Cu e Zn o efeito foi contrário. Pelos dados mostrados pelos autores, verifica-se também que V% maiores do que 40% não provocaram elevações ou reduções significativas nos elementos analisados, exceto para Ca, como era de se esperar em função do uso de calcário calcítico, tendo ele aumentado de 0,32% para 1,12% com V=100%.

A idade das folhas também é outro fator significativo de interferência na quantidade de nutrientes das folhas, podendo determinar a qualidade do produto final obtido da erva-mate. Radomski et al. (1992) analisaram teores de macro e micronutrientes em folhas jovens (do ano) e velhas (1 a 2 anos) e concluíram que, em geral, para diversos tipos de solos, nas folhas mais velhas os níveis de N, P, K, Cu e Zn são menores do que nas jovens, ocorrendo o contrário com Ca, Mg, Fe, Mn e Al. Analisando estes dados, facilmente se verifica o menor valor nutritivo das bebidas originadas da erva-mate proveniente de ervais nativos, onde os cortes são feitos em intervalos de dois anos, significando a exploração de folhas velhas. Os números obtidos por Radomski et al. (1992), com relação às folhas velhas, apontam para valores semelhantes aos obtidos por Reissmann et al. (1983) que analisaram folhas de ervais nativos coletadas durante o inverno.

Estes dados corroboram a necessidade de melhor estudar os fatores que influenciam a composição química das folhas da erva-mate e também de trabalhar no melhoramento genético, não só com relação à produtividade, sabor, resistência a pragas, doenças e adversidades climáticas, mas até mesmo a nível de facilidade de extração de elementos minerais, seja por meio quente ou frio. Uma evolução neste aspecto, permitiria tornar o consumo destas bebida muito mais nutritiva, permitindo um apelo de marketing muito mais competitivo, especialmente a nível internacional.

2.4. As saponinas

As saponinas são substâncias glicosídicas que apresentam a propriedade de produzir espumas em soluções aquosas. Devido à redução

da tensão superficial, apresentam ação detergente e emulsificante. Schenkel et al. (1995) citam outras propriedades físicas e biológicas das saponinas.

Do ponto de vista químico, trata-se de substâncias compostas por uma parte de açúcar e outra não açúcar, esta denominada aglicona. Segundo a estrutura da aglicona, as saponinas podem ser classificadas em esteroidais e triterpênicas, sendo esta última mais frequente em dicotiledôneas (SCHENKEL et al., 1995).

Em *I. paraguariensis* foram constatadas 10 saponinas, tendo como aglicona o ácido ursólico ou o ácido oleanólico, dos quais elas derivam e como açúcares a arabinose, a glicose e a ramnose. As saponinas provenientes do ácido ursólico são predominantes (SCHENKEL et al., 1995).

Outra classificação importante das saponinas refere-se ao número de cadeias de açúcares para cada aglicona, originando as saponinas monodesmosídicas, bidesmosídicas e tridesmosídicas. No gênero *Ilex*, já foram encontradas as saponinas triperpênicas pentacíclicas dos dois primeiros tipos.

As saponinas apresentam uma propriedade que pode ser negativa do ponto de vista da saúde humana e que é marcante nas estruturas monodesmosídicas com grupamento ácido livre (ROMUSSI et al., 1980): a possibilidade de causarem desorganização das membranas das células sanguíneas, ou seja, ação hemolítica (SCHENKEL et al., 1995).

Em *I. paraguariensis* (Schenkel et al., 1995), os testes de ação hemolítica com a fração purificada de saponinas, tanto em tubos de ensaio quanto em cromatogramas, resultaram negativos. Isto ocorreu, provavelmente, em função de que nessa espécie, a maioria das estruturas das saponinas são bidesmosídicas.

Em sentido contrário, parece que as saponinas da erva-mate apresentam propriedades terapêuticas, havendo na literatura, referência à atividade antiedematogênica. Observou-se redução de edema em pata de ratos, 4 h após a administração de 1g kg^{-1} do extrato bruto de erva-mate por via oral, que parece estar relacionada com as saponinas. A mesma tendência foi observada utilizando-se de 150 a 300 g kg^{-1} da fração purificada de saponinas, por via oral ou intraperitonal (MONTANHA, 1990).

Recentemente, Ferreira et al. (1997) demonstraram o efeito inibitório de saponinas de erva-mate sobre a difusão do ácido cólico, sugerindo um

potencial efeito antihipercolesterolêmico da fração saponosídica, através do aumento da excreção de esteróis. No entanto, uma vitamina do complexo B, a niacina ou nicotinamida, existente na erva-mate também apresenta, além da redução do plasma de ácidos graxos livres, diminuição de triglicerídeos e do colesterol (FRANCO, 1995).

Na prática, a presença das saponinas em erva-mate pode ser notada pelo tomador de chimarrão e de tereré. Os cevadores, que são as pessoas encarregadas de servir o mate durante a degustação, consideram o mate “lavado”, ou fraco para continuar sendo sorvido, a partir do desaparecimento da espuma que aparece quando a cuia é abastecida.

Embora esta característica seja mais destacada quando se toma o chimarrão, em função do uso da água quente, também está presente no tereré. A diferença é que no primeiro caso a espuma aparece na água e no tereré aparece na forma de retorno na bomba, podendo causar espanto e repulsa no iniciante na arte de tomar tereré, por imaginar ser esta característica, resultado de resíduos de saliva do último participante da roda.

Considerando-se os efeitos benéficos das saponinas, estas podem ser consideradas importante aspecto do controle de qualidade da erva-mate produzida. Entre vários fatores de qualidade apreciados pelo consumidor de erva-mate, a produção de espuma constitui-se em um deles (KÄNZIG, 1995). Entretanto, ainda não existem padrões de qualidade do mate, que possam ser utilizados em exigências legais para classificar os tipos de produto final existentes no mercado.

3. Outros produtos e usos

3.1. Extratos secos nebulizados

Os extratos secos nebulizados em geral, apresentam vantagens importantes, especialmente de cunho prático, quando são utilizados como produtos intermediários, tais como: manipulação mais simples com melhor estabilidade, quando comparados a extratos moles; melhoria na homogeneidade de distribuição dos constituintes na preparação; facilidade e precisão na pesagem, conferindo ao produto final maior garantia da dose empregada (SOERTANO, 1980 *apud* BASSANI e CAMPOS, 1997; GAUDY et al., 1991)

Na indústria farmacêutica os extratos nebulizados podem ser utilizados como produtos intermediários, na preparação de comprimidos, cápsulas, granulados, pomadas e outras formas. Na indústria alimentícia, salienta-se a preparação de produtos de diluição instantânea como o leite, sopas, cafés, de fácil utilização e com a manutenção das qualidades dos constituintes nutritivos, sem perda das características organolépticas. (BASSANI e CAMPOS, 1997)

O procedimento de secagem de líquido aqui tratado é a nebulização, ou *spray drying* e é uma técnica bastante difundida na indústria farmacêutica e alimentícia, e tem sido bastante relatada no desenvolvimento de extratos secos, por ser de baixo custo e baixo risco de degradação dos constituintes de interesse durante as operações.

Procurando desenvolver procedimentos de produção de extratos secos de erva-mate, Bassani e Campos (1997) testaram erva-mate sapecada e submetida à desidratação forçada e também com secagem ao ar livre sob sombra. Além disso, experimentaram a adição ou não de adjuvantes, que no caso foi o dióxido de silício coloidal.

Suas conclusões foram importantes para o avanço na obtenção de informações a respeito dos procedimentos a serem adotados na produção de extratos secos de erva-mate. Concluíram em seu trabalho, que os extratos obtidos com os dois tipos de erva, sem adjuvante, a partir do quarto dia apresentaram-se com intensa alteração de cor, transformando-se em uma massa compacta e úmida. Estas observações eliminam completamente a possibilidade de se utilizar industrialmente, o extrato seco produzido sem adjuvante.

No entanto, os extratos produzidos a partir dos dois tipos de ervas com adjuvante, mantiveram-se aparentemente inalterados até o oitavo dia, quando foi observada uma leve alteração de cor, mais pronunciada no extrato oriundo da secagem natural, que se intensificou ao longo do ensaio.

Os dados de Bassani e Campos (1997) permitem concluir que os teores de flavonoides totais, de cafeína e teobromina, são bastante inferiores nos extratos secos nebulizados, se comparados à erva cancheada. Ocorreu o contrário apenas com os polifenóis totais.

Apesar da necessidade de se experimentar outros adjuvantes em diferentes concentrações e de aperfeiçoar procedimentos de secagem da

erva-mate, mantendo as mesmas ou melhores características farmacológicas e organolépticas, os resultados de pesquisa demonstram o alto potencial para a produção de extratos secos, que serão extremamente úteis à saúde e consequentemente à ampliação do mercado de consumo.

3.2. Usos não alimentares

A madeira da erva-mate apresenta massa específica aparente de 0,60 g cm⁻³ a 15% de umidade; massa específica básica de 0,50 g cm⁻³; alborno branco com estrias características e cerne creme com marcas alveolares. A superfície é lisa ao tato e lustrável; a grã pode ser direita ou irregular; textura fina. Sabor e odor indistintos (CARVALHO, 1994).

O crescimento para produção de madeira é lento, podendo apresentar uma taxa anual inicial de 1 m, em condições ótimas de solo e competição. A forma tende a ser boa em plantios com algum sombreamento. Há registros de produtividade de 2,30 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, em 10 anos, no sudoeste do Paraná. A rotação ocorre a partir dos 50 anos. A erva-mate produz lâmina de excelente qualidade, porém, como lenha é inferior, sendo inadequada para a produção de celulose e papel (CARVALHO, 1994). Como planta ornamental, é uma espécie altamente recomendável para arborização e ajardinamento, por apresentar belo porte.

No reflorestamento com finalidade ambiental, a espécie pode ser utilizada na recuperação de ecossistemas degradados, em função de sua adaptação a solos de baixa fertilidade e para reposição de matas ciliares em locais livres de inundação

CAPÍTULO 4

Propagação sexuada

A propagação sexuada da erva-mate por meio de sementes é a mais utilizada, em função do menor custo, maior facilidade de treinamento, equipamentos e utensílios mais simples e menos onerosos e abundância de informações técnicas seguras, comparando-se com a propagação vegetativa. No entanto, uma nova técnica de propagação sexuada, a cultura *in vitro*, tem sido praticada em nível de laboratório.

Na propagação sexuada a variação genética entre as plantas é maior. Isto traz algumas vantagens sobre a propagação vegetativa, e algumas delas são:

- maior capacidade de reação da população de plantas contra o ataque de pragas, doenças e alterações do meio;
- em função disso, há redução do risco de perda total dos povoamentos;
- permite a manutenção da variabilidade genética das matrizes dentro do próprio plantio, ampliando assim a quantidade de árvores porta-sementes

1. Propagação por sementes

Para o sucesso da propagação por sementes, torna-se necessário a observação de alguns fatores essenciais, os quais serão descritos a seguir.

1.1. Seleção de árvores porta-sementes

A seleção das plantas produtoras de sementes deve ser orientada por determinados parâmetros, de modo a que o material sexuado coletado resulte em sucesso nos ervaais a serem plantados.

1.1.1. Parâmetros para seleção de matrizes

Segundo Mazuchowski (1989), Zanon (1988) e Da Croce e Floss (1999), os seguintes parâmetros devem ser observados na seleção das erveiras matrizes:

a) Estado fitossanitário

Árvores que apresentem danos provocados por doenças ou pragas, ou que apresentem deficiências nutricionais devem ser evitadas.

b) Queda de folhas

As erveiras que apresentem sintomas de quedas anormais de folhas não devem ser selecionadas.

c) Idade

Preferencialmente deverão ser árvores adultas, de meia idade, ou seja, entre cinco e sete anos. Evitar plantas muito velhas, pois produzem sementes de baixa capacidade de germinação.

d) Produtividade de massa foliar

Deve-se dar preferência às árvores que não tenham tendência acentuada à dominância apical, ou seja, àquelas com ramificações laterais de 45° em relação ao tronco e bom número de ramos finos e folhas por unidade de área.

e) Frutificação

As erveiras que produzam relativamente mais frutos do que folhas não deverão ser selecionadas. A maturação dos frutos deve ser uniforme.

f) Dispersão das árvores

As matrizes selecionadas não devem estar isoladas, devendo apresentar blocos ou capões entre 5 e 10 árvores, com a proporção entre sexos, já recomendada no item 2. *Floração e frutificação*.

g) Tipo de bebida

As matrizes podem ser selecionadas de acordo com o tipo de bebida pretendido, ou seja, de sabor forte ou suave, produzindo-se mudas dirigidas diretamente a determinados tipos de mercados consumidores.

h) Desenvolvimento

Este critério só é possível de ser aplicado em ervais plantados, em função de se poder observar o desenvolvimento das plantas desde o

plantio. Após a poda de formação, é possível também anotar as árvores que apresentem melhor brotação e desenvolvimento com relação às demais.

Como ilustração, observa-se na Figura 9A um exemplo de uma boa árvore matriz para produção de sementes de erva-mate, comparativamente as plantas que foram podadas na mesma época e apresentam a mesma idade (Figura 9B). Nota-se na Figura 9A a angulação dos ramos e a densidade da copa das árvores.

1.1.2. Testes de progênies e procedências

Estes testes consistem na instalação de um experimento com bases estatísticas e acompanhamento técnico especializado, permitindo a comprovação de que as características morfológicas observadas na planta escolhida para ser uma matriz, realmente serão transmitidas, via sexual, aos seus descendentes.

Este tipo de avaliação não tem sido muito comum, em função da crença do longo tempo consumido para obter resultados satisfatórios em testes de progênie. Além disso, o produtor poderá não dispor de recursos financeiros e técnicos para a instalação dos testes.

Entretanto, experimentos têm demonstrado que para os testes de progênies, o progresso genético anual se otimiza aos dois anos e, que para clones este período pode chegar a quatro (SCHERER, 1997). Embora, segundo o autor, os dados que levaram a estas conclusões devem ainda ser melhor avaliados com novas experimentações, eles já são um indicativo de que o período necessário para se obter informações seguras a respeito das matrizes selecionadas não é tão longo.

Por outro lado, o produtor pode optar por um melhoramento genético prático, utilizando os parâmetros de seleção já citados, em árvores ainda não podadas ou que não tenham sido a pelo menos dois anos. O objetivo de se utilizar árvores não podadas é a facilidade de se avaliar as condições morfológicas das plantas candidatas a matrizes e, ao mesmo tempo, dispor de grande área de produção de frutos por planta. Produzem-se, então, as mudas separadamente para cada planta e, no plantio, identificam-se os lotes por matriz selecionada. Com o tempo, as observações práticas definirão quais as matrizes são mais adequadas à produção comercial.

Não só os testes de progênies são importantes para o melhoramento genético dos plantios de erva-mate, mas também os testes de procedência.

A variação genética tanto ocorre entre plantas (as progênies), como também entre populações de diferentes sítios ou regiões (as procedências).

Exemplo disso são as diferenças entre as procedências dos Estados do Paraná, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul. Segundo Alcalay et al. (1997), as procedências de Mato Grosso do Sul tendem a apresentar sementes com maior viabilidade do que nos outros dois estados. Para as outras características, tais como a produtividade e qualidade da erva, ainda não há comprovação desta diferença.

Observações feitas por Winge et al. (1995), indicaram que as sementes de árvores coletadas no Estado do Paraná germinaram primeiro do que aquelas de Santa Catarina e estas do que as sementes do Rio Grande do Sul. Segundo os autores, os resultados obtidos em seus trabalhos apontam para uma correlação entre os estágios máximos de desenvolvimento dos embriões e a velocidade do início da germinação dessas sementes.

Porém, mais uma diferença marcante existe entre os ervais de Mato Grosso do Sul e dos outros estados do Brasil. Sementes dos ervais nativos do centro-oeste germinam em tempo menor do que o material do sul. Além disso, neste estado da região do cerrado, não há necessidade da estratificação³ para a germinação das sementes.

Este melhor desempenho da germinação em procedências de Mato Grosso do Sul, pode estar relacionado com o estágio de maturidade do embrião. Azzarini et al. (1997), ao avaliarem o grau de desenvolvimento das sementes provenientes dos quatro estados brasileiros onde a erva-mate é nativa, observaram que no material de Mato Grosso do Sul, a proporção de embriões que se encontravam além do estágio de coração foi de 5,5%, enquanto para os estados do sul foi de 2,5% (também comprovado por FERREIRA, 1997). Se este gradiente de redução da velocidade de germinação no sentido norte-sul dos estados produtores brasileiros, significar um componente genético, como sugerem Winge et al. (1995), a hipótese da influência climática deverá ser descartada, já que o clima entre os dois estados do sul do Brasil são muito semelhantes e mesmo assim, nota-se diferença na velocidade de germinação.

Esta hipótese levantada por Winge et al. (1995) não deve ser interpretada como germinabilidade. Quando os autores citam velocidade

³ Este assunto é tratado no item *Estratificação das sementes*, neste capítulo.

de germinação, estão informando da possibilidade de que ao norte das regiões de ocorrência natural da erva-mate, o maior número de embriões em estágios mais avançados de desenvolvimento, poderia explicar o menor tempo necessário para a superação da dormência. Isso pode não significar maior porcentagem de germinação. Aliás, Ferreira (1997), apesar de alguns problemas de metodologia levantados por ele próprio, verificou que as sementes de Mato Grosso do Sul apresentaram menor germinabilidade do que aquelas provenientes dos estados do sul.

Este é um estudo que deveria merecer mais atenção por parte da pesquisa, tendo em vista que, procedências implantadas em regiões diferentes de sua origem podem resultar em material mais produtivo ou de melhor qualidade. Isso já ocorreu com o gênero *Eucalyptus*, que se adaptou muito bem fora da Austrália e Indonésia, tornando-se mais produtivo e precoce do que em seus sítios originais.

1.2. Floração e frutificação

A fenologia da erva-mate é tratada no capítulo sobre *Taxonomia, ecologia, descrição e distribuição geográfica*.

No entanto, além da época de coleta de frutos, alguns aspectos devem ser observados para a melhor eficiência de produção de material reprodutivo das árvores selecionadas como matrizes.

A proporção entre sexos masculino e feminino é um fator dos mais relevantes, e deve ser de 1:3 (DA CROCE, 1992).

Embora a taxa de fertilidade das árvores masculinas da erva-mate seja considerada alta, de aproximadamente 93% (WINGE et al., 1995), na prática, os polens viáveis podem não chegar até as flores femininas. Para que o processo de fertilização seja efetivo, é importante a presença de insetos e abelhas para a polinização, recomendando-se para tanto, a instalação de colméias de *Apis melífera*.

Outra prática que pode ser utilizada para atrair insetos polinizadores, é o plantio de árvores de sombra ao redor dos blocos ou talhões onde se encontram as plantas matrizes. De preferência, devem ser plantadas espécies com floração abundante e fixadoras de nitrogênio, como as acácias e cássias, a bracatinga, as eritrinas e a caliandra, que além do fornecimento de algum sombreamento, que é benéfico à erva-mate, em função de sua

autoecologia, atraem abelhas para a polinização da erva-mate e permitem a produção de mel.

Quanto às características dos frutos para coleta, deve-se observar a mudança da coloração, de verde-claro para violácea a roxa, quando então são avidamente procurados por pássaros. Há controvérsias com respeito à maior viabilidade de sementes provenientes de frutos morfologicamente mais maduros. FONTANA et al. (1990) demonstraram que não há diferença significativa do número de plântulas emergidas, em função dos diferentes estágios de maturação dos frutos. Frutos com coloração violácea ou mais escura apresentam maior facilidade de retirada da polpa e apenas por isso devem ser utilizados.

É notável a grande desuniformidade de maturação dos frutos dentro dos ramos, da árvore e entre árvores. Este fato interfere profundamente na qualidade da semente obtida, principalmente quando é necessária grande quantidade e a separação dos frutos por coloração torna-se inviável. A mistura de frutos verdes com os intermediários e maduros, resulta em maior número de sementes com restos de polpa aderidas, aumentando a possibilidade da ação de microorganismos patogênicos.

1.3. Colheita e beneficiamento

1.3.1. Colheita dos frutos

Os frutos da erva-mate amadurecem entre os meses de dezembro e abril, dependendo da região, ocorrendo predominância em janeiro e fevereiro.

A colheita dos frutos é manual, derriçando-os como no café, sobre caixas ou lona estendida sob a copa, ou ainda cortando-se os galhos e procedendo-se a derriça em seguida.

Pode-se também aguardar a queda natural sobre lonas ou caixas dispostas sob as árvores, coletando-se periodicamente os frutos acumulados.

Observa-se em algumas situações, produtores derriçando os frutos sobre o solo previamente limpo, o que não é recomendável, em função

da possibilidade da contaminação com microorganismos patogênicos ou insetos, tais como as brocas das sementes⁴.

É possível a colheita de 10 kg de frutos por árvore, quando estas são cultivadas a pleno sol, e 5 kg em sub-bosque (ZANON, 1988).

1.3.2 Beneficiamento dos frutos e sementes

A etapa de beneficiamento pode ser dividida em cinco operações:

a) Tratamento prévio: se a maceração for feita imediatamente após a colheita, as recomendações deste item podem ser ignoradas. No entanto, frutos com mais de três dias após colheita ou queda natural, iniciam o processo de fermentação e secagem da polpa e esta se torna mais difícil de ser retirada. Para facilitar a sua extração, os frutos devem ser submergidos em água por um período que pode variar de 24 a 72 horas. O processo de fermentação deixa a polpa amolecida e de fácil extração.

b) Maceração dos frutos: retira-se os frutos da água e macera-se com um rolete de madeira ou um pilão, com cuidado para não danificar as sementes.

c) Lavagem: o macerado é lavado sob água corrente, com auxílio de uma peneira de malha menor do que as sementes. Sementes sobrenadantes devem ser descartadas.

d) Secagem das sementes: a secagem é feita sobre uma lona, em local sombreado e ventilado.

e) Limpeza e classificação: mesmo após o processo de lavagem, as sementes podem conter impurezas que devem ser eliminadas, resultando em maior uniformização e facilidade de manuseio na semeadura. A proporção, peso a peso, de frutos e sementes classificadas é de aproximadamente 8:1, e a quantidade que se pode obter é em média de 106.000 kg⁻¹ (KRICUN e BELINGHERI, 1997b) como na Argentina, ou de 140.000 kg⁻¹ registrado em Santa Catarina (DA CROCE e FLOSS, 1999; ZANON, 1988).

f) Armazenamento: o armazenamento das sementes de erva-mate deve ser feito em câmara fria com 90% de umidade e 3 a 5 °C de temperatura (MAZUCHOWSKI, 1989). Há referência da manutenção de 30% do poder germinativo até os 9 meses, quando as sementes foram armazenadas em

4 Ver capítulo *Pragas*.

câmara seca (temperatura de 15 °C e umidade relativa de 40%), embaladas em saco de papel Kraft (CARVALHO, 1994). FONTANA et al. (1990) citam que o melhor tratamento para armazenar as sementes da erva-mate, foi a manutenção em sacos de polietileno, em câmara com temperatura de 5 °C, obtendo nessas condições, o prolongamento da viabilidade até 150 dias, com máximo podere germinativo entre 30 e 90 dias. Se não for possível, pelo menos deve-se mantê-las em ambiente fresco, de temperatura estável e pouca luminosidade, não havendo, entretanto, garantia de viabilidade além dos 4 meses. As altas temperaturas durante esta fase, aceleram a senescência e podem prejudicar a maturação dos embriões (HARRINGTON, 1973) e a atmosfera com baixa umidade leva rapidamente à perda da capacidade germinativa (Hu, *apud* CUNHA e FERREIRA, 1987).

As sementes encontram-se então prontas para serem utilizadas na produção de mudas.

1.4. Produção de mudas a partir de sementes

A produção de mudas de erva-mate é uma operação demorada, em função da necessidade de superação da dormência das sementes.

O período aproximado para que as mudas estejam prontas para o plantio pode durar até 18 meses, a partir do início do processo de estratificação. Nos estados do sul, a estratificação pode durar até seis meses. Já no Mato Grosso do Sul, pelo menos quando se utiliza sementes de procedências da própria região, em geral não há necessidade da estratificação e as sementes germinam em média aos 120 dias após a sementeira. Neste caso, as mudas estarão prontas entre 8 e 12 meses.

As operações sequenciais desta fase serão descritas a seguir.

1.4.1. Estratificação das sementes

O processo de estratificação das sementes de erva-mate é feito com a finalidade de dar continuidade ao desenvolvimento do embrião, que encontra-se imaturo e rudimentar na época em que os frutos estão maduros. Esta imaturidade é uma característica intrínseca de várias espécies do gênero *Ilex* (HU, 1975).

Vale ressaltar a ineficiência de outros métodos de superação da dormência, já aplicados para as sementes de erva-mate, voltados para a redução da resistência mecânica da testa, ou à penetração de gases, como ácido clorídrico e ácido sulfúrico, água oxigenada, papel de lixa e água quente. A inutilidade desses tratamentos foi comprovada por Fontana et al. (1990), que verificaram não haver influência sobre o início e porcentagem da germinação final.

Em vários trabalhos publicados, como os de Alencar (1960) e Mazuchowski (1989), são encontradas referências à dureza das sementes como a causa primordial que levaria à necessidade de estratificação. No entanto, atualmente, aceita-se que o motivo é a imaturidade dos embriões⁵. Mello (1980) demonstrou que as sementes absorvem umidade. Portanto, a dureza da casca parece não ser problema para a germinação e o período de estratificação nada mais é do que o tempo que se dá para que o embrião se desenvolva (FERREIRA, 1997).

A explicação mais coerente para o uso da estratificação nos formatos tradicionais em areia, está relacionada com as tensões de oxigênio, umidade e temperatura.

A estocagem sob baixas temperaturas, aliada a baixas tensões de oxigênio, é capaz de retardar os processos degenerativos, prolongando a viabilidade das sementes. Nos processos de estratificação mais utilizados na prática e que serão detalhados adiante, evita-se o dessecamento das sementes, ao mesmo tempo que se abaixa a tensão de oxigênio e eleva-se a de CO₂. Estas condições ambientais permitem que haja tempo para que se complete a maturação ou superação dos bloqueios ao desenvolvimento integral do embrião (CUNHA e FERREIRA, 1987).

Apesar destas explicações, há autores que levantam novas hipóteses, como é o caso de Medeiros et al. (1997). Esses autores acreditam haver relação entre a presença de fungos lignocelulíticos em sementes de erva-mate e a quebra da estrutura lenhosa do endocarpo, facilitando a germinação. Ainda são estudos iniciais.

Embora haja possibilidade de se produzir mudas sem a estratificação, ou seja, semeando-se diretamente em canteiros de sementeira, este processo direto não é recomendado, em função da desuniformidade de germinação, que pode iniciar-se aos 90 dias e durar até 240 dias. Este grande

⁵ Ver detalhes no capítulo Taxonomia, descrição, ecologia e distribuição geográfica.

período de germinação dos lotes de sementes expõe as plântulas ao ataque de pragas e doenças, especialmente ao tombamento e podem resultar em problemas no desenvolvimento do sistema radicular, por ser uma sementeira com solo mais compactado devido à necessidades de irrigação mais frequentes (DA CROCE e FLOSS, 1999).

No entanto, com a estratificação, o início da germinação pode ocorrer entre 32 e 78 dias após a semeadura, dependendo do local e altitude de origem das sementes (DA CROCE e FLOSS, 1999). Segundo os mesmos autores, testes feitos com material do sul do Brasil e testados na mesma região, demonstraram que a germinação por meio do sistema direto na sementeira pode variar de 12 a 35%, enquanto que após a estratificação, pode ultrapassar 40%. Esses valores de germinação não podem ser generalizados, pois outros autores (CUQUEL et al., 1994) demonstraram que há procedências nas quais a germinação pode ser muito próxima de zero, quando se utiliza o método convencional de estratificação.

Alguns autores hipotetizam a possibilidade de que compostos fenólicos existentes nas sementes de erva-mate, sejam os responsáveis pela lentidão e desuniformidade na germinação. Medeiros et al. (1997) encontraram diferenças significativas entres os conteúdos fenólicos de procedências de Iguatemi (MS) e Guarapuava (PR). Entretanto, não houve diferença entre os tratamentos estratificados ou não, indicando que este processo de superação de dormência não influencia os teores de fenóis das sementes.

Embora haja variadas opiniões sobre os efeitos da estratificação, é certo que essa técnica é necessária para melhorar a velocidade da germinação e a sua uniformização.

Os dois procedimentos mais comuns para a estratificação são o método da lata e o da sementeira. Embora menos utilizados, são eficientes também a alternância de temperatura e luz e a aplicação de nitrato de potássio. Outras práticas muito empíricas, por alguns produtores, sem comprovação técnico-científica, serão também citadas.

1.4.2. Método da lata

Apesar de ser popular, este método leva à perda de muitas sementes por apodrecimento nas camadas inferiores, ou por ressecamento das

camadas superiores. Parece que o controle de umidade é essencial neste processo de amadurecimento das sementes.

Utiliza-se uma lata de 20 litros, com pequenos furos nas laterais, a qual é enchida com camadas alternadas de 3 cm de areia e 3 cm de sementes.

Enterra-se o recipiente em local sombreado, com as bordas rentes à superfície do solo, para que se possa fazer a irrigação sempre que falte chuvas por um período de mais de 20 dias. Deve-se evitar o encharcamento, tanto por rega, quanto por chuvas e neste caso, pode-se proteger os recipientes com algum tipo de cobertura. Após cinco a seis meses desenterra-se a lata, peneira-se o conteúdo, separando-se as sementes.

1.4.3. Método da sementeira

Este método é mais aperfeiçoado do que o da lata e resulta em menores perdas de sementes. A estrutura é constituída de madeira ou alvenaria semelhante a canteiro definitivos, ou simplesmente caixas de madeira se fundo.

1.4.3.1. Modelo do canteiro

Este método constitui-se em uma estrutura de madeira ou alvenaria, de um metro de largura e 40 cm de altura e comprimento variável, construída sobre o solo, em local sombreado.

O enchimento dos canteiros é feito em camadas, da seguinte maneira: 10 cm de brita ou cascalho para facilitar a drenagem; 10 cm de areia; 5 cm de areia misturada com as sementes; 10 cm de areia; por fim, uma cobertura de acículas de pinus, palha de arroz, capim ou outro material que possa auxiliar na manutenção da umidade. Segundo Da Croce e Floss (1999), a mistura de areia com sementes evita a formação de bolores e proporciona maior uniformidade à estratificação.

1.4.3.2. Modelo da caixa

É confeccionada em madeira, com largura de 30 cm e altura na mesma dimensão, sendo que o comprimento é variável, em função da quantidade de sementes. Por exemplo, para 3 kg de sementes, o comprimento será de

30 cm e para 5 kg, de 50 cm (MAZUCHOWSKI, 1989). Então, abre-se no solo, em local sombreado, uma cavidade de dimensões iguais à da caixa, que deve ser preenchido com materiais de fácil drenagem, como aqueles já citados. Deposita-se a caixa sobre este dreno. O enchimento pode ser feito de modo semelhante ao modelo do canteiro, anteriormente detalhado, podendo variar da seguinte forma: uso de 5 cm nas camadas de drenagem e areia e também na camada de semente, onde estas podem ser semeadas sobre a areia sem mistura, na espessura de 1 cm. As sementes podem ainda serem distribuídas em duas camadas alternadas com uma de areia. Por último, sobre as sementes, espalha-se uma camada de 5 cm de areia.

1.4.4. Métodos da alternância de luz e temperatura e adição de estimulantes químicos

Estes métodos são mais sofisticados e mais onerosos do que os outros, por necessitarem de equipamentos especiais e foram testados por Cuquel et al. (1994).

Utiliza-se nesse caso um germinador de laboratório, onde as caixas contendo duas camadas de areia umedecida alternadas com uma de sementes, possam receber 8 h de iluminação a 35 °C mais 16 h de luz a 15 °C.

A base teórica que explica a importância da alternância de temperatura foi citada por Cícero (1986), segundo o qual, nessas condições, o tegumento pode tornar-se mais permeável à água e ao oxigênio, além de influenciar o equilíbrio entre as substâncias promotoras e inibidoras da germinação. Por outro lado, Malavasi (1988) entende que a exposição diária das sementes a esses ciclos de alternância pode aumentar a velocidade de germinação em muitas espécies.

Com relação à luz, sabe-se de seu importante papel na superação da dormência. Segundo Carvalho e Nakagawa (1987), a sua ação é a de modificar o fitocromo de sua forma inativa (P660) à ativa (P730), liberando ou ativando as citocininas que passam a agir antagonicamente à vários inibidores, permitindo que as giberelinas desempenhem sua função no processo germinativo.

Naturalmente, essas são apenas simplificações do processo de ação da luz e da temperatura, considerando a complexidade do assunto.

Cuquel et al. (1994) testaram também o nitrato de potássio (KNO_3) e o ácido giberélico (GA_3) como estimulantes da germinação, associados à alternância de temperatura e luz e obtiveram resultados estatisticamente semelhantes à alternância simplesmente, embora numericamente o KNO_3 tenha sido superior. Quanto ao GA_3 , os efeitos não foram melhores do que o método convencional de estratificação.

Estes métodos devem ser melhor investigados, comparando-se os custos e curvas de velocidade de germinação completas, com maior número de lotes de sementes de distintas procedências e progênes, de modo a conhecer seus efeitos em variadas condições de origem das sementes. Enquanto isso não ocorrer os métodos de estratificação na areia, seja em canteiro ou em latas, continuarão sendo os mais populares.

1.4.5. Métodos empíricos

Alguns produtores utilizam métodos que não são comprovados tecnicamente (MAZUCHOWSKI, 1989). Parecem ser de uso muito restrito, e que necessitam maiores estudos. Serão apenas citados, como função didática.

- mini-estufa, coberta de plástico, com irrigação diária e que possibilitam germinação entre 30 e 40 dias;
- água oxigenada 10 volumes, com germinação entre 30 e 40 dias;
- cinza fresca de fogão, com germinação em 40 dias;
- refrigerante de cola, com germinação entre 40 e 60 dias

1.4.6. A sementeira e seu substrato

Em virtude da baixa porcentagem de germinação das sementes de erva mate, que situa-se entre 5 e 40%, mesmo após a superação da dormência por meio da estratificação, é inviável a semeadura direta na embalagem.

O uso de sementeiras apresenta algumas vantagens sobre a semeadura nas embalagens, dentre elas:

- melhor aproveitamento das sementes;
- melhor aproveitamento das embalagens, em função da certeza de se obter uma muda por recipiente;

- economia com mão-de-obra e insumos, que seriam desperdiçados em embalagens nas quais não houvesse germinação;
- aproveitamento do espaço.

O canteiro de sementeira é constituído por bordas de alvenaria ou de madeira, tal como troncos de eucalipto, com largura de 1,0 m para facilitar os tratos culturais de ambos os lados. A sua altura pode variar de 10 a 20 cm, pois as mudas de erva-mate permanecerão aí por um pequeno período, não havendo tempo para que o sistema radicular atinja o solo abaixo do canteiro. O fundo do canteiro pode ser constituído por uma camada de até 10 cm de brita (DA CROCE e FLOSS, 1999, p. 35). O comprimento deve estar de acordo com as necessidades.

Os substratos para enchimento dos canteiros de sementeira de erva-mate são variados, segundo os materiais à disposição do produtor, como se pode observar nos exemplos a seguir:

- duas partes de terra estrumada (material coletado no piso dos currais) e uma de areia (ACAR, 1983)
- 10 cm de terra de mata, recoberta com 5 cm da mesma terra peneirada (LESSING, 1985);
- duas partes de areia para uma de terra fértil (SCHNEIDER e PETRY, 1985);
- solo com 5% de esterco de bovinos ou aves bem curtido e aplicação de 6 a 8 kg de calcário por m³ de terra (MAZUCHOWSKI, 1989).
- terra de sub-solo e areia (1:1), com adubação química segundo a análise de solo, ou terra de sub-solo, areia e esterco bovino ou suíno curtido (1:1:1). A primeira opção não necessita de tratamento fumigante, enquanto que a segunda, em função da possibilidade de contaminação prévia dos compostos orgânicos, necessita (DA CROCE e FLOSS, 1999).

Alguns produtores aplicam cinza na mistura de substrato para a sementeira, o que não é recomendável, em função de facilitar a formação de uma crosta que prejudica o rompimento do solo pela plântula em germinação.

Qualquer que seja o material ou a mistura utilizada, deve ser peneirado (malha 4) para evitar os torrões, os quais, além de dificultar o trabalho de desinfestação, ainda podem provocar defeitos nos sistemas radiculares

das plântulas, ou até mesmo prejudicar a germinação das sementes.

O substrato das sementeiras, antes ou depois do enchimento dos canteiros pode ser desinfestado⁶. Esta operação será obrigatória sempre que for utilizado o mesmo substrato em produções consecutivas, o que não é recomendável e também quando se utiliza esterco como componentes da mistura. Embora seja considerada uma operação cara, a desinfestação é o único tratamento eficiente contra *Fusarium* spp e *Cylindrocladium* spp., pois estes microorganismos são resistentes à maioria dos fungicidas (KRÜGNER, 1980). Se forem tomadas as medidas que dificultem o desenvolvimento destes patógenos, ou se não houver histórico de problemas com estas doenças no viveiro, a desinfestação não será necessária.

Além da ação sobre fungos e bactérias, a desinfestação, de acordo com o produto escolhido, atua sobre nematoides, insetos, plantas daninhas, rizomas e tubérculos.

As doses e cuidados com a aplicação de produtos tóxicos, especialmente os fumigantes, devem ser rigorosamente observados nos rótulos das embalagens e a aplicação deve ser sempre acompanhada da orientação de um profissional habilitado.

1.4.7. Quantidade de sementes necessária

Para se obter a quantidade total de sementes necessárias na produção de mudas em geral, pode-se utilizar a fórmula abaixo:

$$K = \frac{n}{G \times N \times P \times (1 - f)} \quad \text{onde:}$$

K - quantidade total em kg de sementes.

n - número de mudas a serem produzidas.

N - número de sementes por kg.

G - % de germinação em decimais.

P - % de pureza em decimais.

f - fator de segurança.

Para efeito de segurança na produção, pode-se considerar perdas na germinação, na repicagem, na seleção da repicagem e no campo. Estas perdas podem estar contidas na margem oferecida pelo fator de segurança

⁶ Ver capítulo Doenças: tombamento ou *damping off*.

f da fórmula acima, que em geral situa-se ao redor de 0,10 (o mesmo que 10%).

1.4.8. A semeadura e o sombreamento dos canteiros de sementeiras

A semeadura pode ser feita a lanço, de preferência logo que tiver sido encerrado o período de estratificação utilizando-se de 150 a 250 g de sementes por m², quando a qualidade das sementes é inferior, e de 350 a 400 sementes para materiais de melhor qualidade (LESSING, 1985; MAZUCHOWSKI, 1989; DA CROCE e FLOSS, 1999), podendo atingir até 500 sementes por m² (INTA, 2000).

Antes, porém, a superfície do canteiro deve ser nivelada e levemente compactada com uma tábua, para que as sementes sejam mantidas todas no mesmo nível, auxiliando desta forma a uniformização da germinação. Deve-se irrigar abundantemente e então procede-se à semeadura. Novamente, pode-se utilizar uma tábua e fazer leve pressão sobre as sementes para que o contato com o substrato seja melhor. Em seguida, as sementes devem ser cobertas com uma camada de terra fina peneirada, de no máximo 1 cm. Espessura superior poderá prejudicar bastante a germinação, em função da dificuldade de rompimento da camada de terra. Se houver disponibilidade de acículas de pinus ou algum tipo de palha seca, estas podem ser utilizadas como cobertura morta até que se inicie a germinação, facilitando a manutenção da umidade e evitando o impacto das gotas de irrigação sobre o solo.

Os canteiros devem estar sombreados e devem ser irrigados diariamente, ou à medida das necessidades, utilizando-se regador de furos bem finos para evitar a movimentação das sementes e a compactação da terra da superfície.

No entanto, segundo (MAZUCHOWSKI, 1989), nos três primeiros dias pode ser utilizada uma cobertura de plástico sobre os canteiros, com a finalidade de mantê-lo aquecido e antecipar a germinação.

A proteção contra o sol pode ser fornecida por meio de cobertura de esteira de bambu, ripas, folhas de palmeiras, ou sacos de aniagem, dispostos 30 a 60 cm de altura sobre os canteiros individualmente, ou em cobertura de 2 m de altura em todo o viveiro de sementeira (Figura 10A e 10B). O

uso de telas de polietileno tem sido frequentes e podem ser utilizadas as de malhas 50% a 70% (LESSING, 1985).

A cobertura com sacos de aniagem oferece um sombreamento menor, e neste caso, as limpezas das plantas invasoras e as irrigações são mais frequentes.

À medida que as sementes começam a germinar, pode-se reduzir o sombreamento para níveis ao redor de 40%

O tipo e altura da cobertura é função das condições financeiras do produtor, do tamanho do viveiro e do volume de operações dos tratamentos culturais.

Em geral, para qualquer dos sistemas de sombreamento citados, a germinação das sementes estratificadas ocorre de 40 a 120 dias após a semeadura.

Com sementes não estratificadas, este período pode chegar a seis meses no sul do Brasil, porém, em Santa Catarina, segundo Da Croce⁷, a germinação das sementes nessas condições pode ocorrer entre 90 e 150 dias, enquanto no Mato Grosso do Sul a média é de 120 dias.

1.4.9. Preparação para a repicagem

Esta fase corresponde à transferência das plântulas dos canteiros de semeadura para as embalagens definitivas. Porém, antes de entrar na repicagem propriamente dita, há necessidade de se fazer alguns comentários sobre as embalagens, substratos e adubações.

1.4.9.1. Tipos de embalagens

São duas as embalagens atualmente recomendadas para a produção de mudas de erva-mate: o saco de polietileno e o tubete. No entanto, em termos de embalagens, ainda não foram esgotadas as opções existentes no mercado, tendo em vista serem incipientes as pesquisas com erva-mate nesta área.

A seguir serão citadas as vantagens e desvantagens destas duas modalidades de embalagens, (DANIEL, 2008), visando auxiliar na escolha do tipo que melhor se adapte às condições do produtor.

7 Informação pessoal de Dorli Mario Da Croce/EPAGRI-Santa Catarina.

1.4.9.1.1. Sacos de polietileno

As sacolas de polietileno utilizadas na produção de mudas de erva-mate apresentam variações que vão de 7 a 12 cm de diâmetro por 13 a 21 cm de altura, perfuradas para escoamento do excesso de água. Uma das mais utilizadas no Brasil é a de 11 x 18 cm e a recomendada pelo INTA (Argentina) é de 8 a 10 x 15 cm (INTA, 2000), neste caso resultando em 200 a 250 plantas por m².

Suas vantagens são: facilidade de manuseio, disponibilidade em várias dimensões, baixo custo da embalagem e baixo custo inicial de implantação da estrutura de viveiro

Como desvantagens podem ser citadas: possibilidade de espiralamento do sistema radicular, resultando em falhas pós-plantio; o peso dificulta o transporte e manuseio no campo; queda no rendimento da operação de plantio mecanizado, devido à necessidade de retirar o plástico.

1.4.9.1.2. Tubetes de polietileno

Embora o uso de tubetes tenha sido utilizado pela primeira vez no Brasil em 1977 pela Aracruz Florestal no Espírito Santo, na produção de mudas de eucalipto, a sua aplicação em mudas de erva-mate é recente.

As dimensões utilizadas são de 30 a 40 mm de diâmetro por 140 mm de comprimento, de formato cônico, com seis estrias convexas no sentido longitudinal do interior das embalagens, que tem a finalidade de evitar o enovelamento das raízes, direcionando-as para a base da embalagem. Na extremidade inferior existe uma abertura, por onde as raízes são naturalmente podadas quando entram em contato com o ar. Os tubetes têm como suporte, bandejas de isopor, de metal ou mesmo de polietileno.

Segundo observações de campo realizadas por Ferron (1997), o tubete de 40 mm x 140 mm é o mais indicado, por evitar o entrelaçamento das raízes secundárias. O mesmo trabalho cita que mudas produzidas por este sistema propiciam maior índice de sobrevivência imediata pós-plantio, comparado com os sacos de polietileno. No entanto, dados experimentais e análise econômica são necessários para melhor definição das dimensões ideais dos tubetes.

Na Argentina são utilizados tubetes com 19,5 cm de comprimento, 5 cm de diâmetro na parte superior e oito estrias internas e longitudinais,

denominados tubetes grandes, com os quais são produzidas mudas para replantio. Os tubetes menores apresentam 2,8 cm de diâmetro superior, por 12 cm de comprimento (ACARDI, 1997).

Este tipo de embalagem apresenta as seguintes vantagens: possibilidade de mecanização da semeadura; redução da frequência do enovelamento das raízes; possibilidade de mecanização no plantio; maior quantidade de mudas transportadas do viveiro para o campo em cada viagem; melhor aproveitamento da área do viveiro; redução drástica dos prejuízos causados por grilos, paquinhos e formigas; em caso da contaminação de doenças de parte aérea, é fácil a remoção de mudas doentes, evitando-se a propagação; aumento na produção de mudas/homem/dia na fase de plantio; redução da mão-de-obra no viveiro, a qual representa em média, de 60 a 70% dos custos de produção de mudas (FERRON, 1997; DANIEL, 2008).

Talvez a única desvantagem que se pode relatar sobre o uso de tubetes como embalagem, seja o maior custo inicial com estruturas necessárias para a implantação do sistema. Bandejas de suporte, estruturas de sustentação destas bandejas, os próprios tubetes e substratos especiais, encarecem o sistema. Entretanto, este custo normalmente é diluído ao longo do tempo, tendo em vista a maior durabilidade das embalagens e a produção de mudas de melhor qualidade.

1.4.9.2. Substrato e adubação de base

1.4.9.2.1. Substrato

O substrato para o enchimento das embalagens, assim como para a sementeira, pode ser bastante variável, em função do material disponível e das condições financeiras do produtor.

As pesquisas nesta área não são muitas, especialmente no sistema de produção em tubetes, onde pode evoluir bastante. Mesmo assim, algumas recomendações podem ser feitas:

- a) Para sacos de polietileno (plásticos):
 - terra de sub-solo e esterco bovino curtido ou terra de mata e esterco bovino curtido (1:1);
 - terra de sub-solo e se esta contiver teor de argila maior do que 40%, misturar de 15 a 20% de areia;

- terra de mata e esterco de suínos curtido (2:1) (LOURENÇO et al., 1997). Nesse trabalho, os autores concluíram também que em qualquer tratamento, mesmo naqueles onde foi feita a adubação química do substrato, as misturas com terra de mata apresentaram-se como melhor alternativa do que a terra de sub-solo, na produção de mudas de erva-mate.

b) Para tubetes:

- várias composições de substrato para enchimento de tubetes são encontradas no Rio Grande do Sul, capazes de produzir mudas de boa qualidade, indicadas na Tabela 15;
- mistura de 1 parte de húmus, 1,3 parte de terra e 1 parte de vermiculita (DA CROCE e FLOSS, 1999).

Especialmente no uso de tubetes, as opções de substratos que podem ser testadas são muitas e as pesquisas realizadas para o sistema de produção de mudas de eucalipto neste tipo de embalagem é uma importante fonte de referência.

Uma revisão sobre tipos de embalagens foi feita por Aguiar (1997) e como trabalhos referenciais, pode-se citar os de Gomes et al. (1977), Gomes et al. (1985) e Fonseca (1988). Estas literaturas podem servir de fonte para a introdução de melhorias na produção de mudas de erva-mate com tubetes.

Tabela 15 – Composições de substratos para enchimento de tubetes, utilizados por mateicultores do Rio Grande do Sul

Componentes	Situações encontradas (dimensões dos tubetes)							
	1(a) 2(b)	3(a)	4(a)	5(a)	6(a)	7(a)	8(b) 9(a)	10(b)
	Partes do componente utilizado							
Vermiculita	0,5	1,0	1,0	1,5	0,5	-	5,0	-
Húmus de minhoca	5,0	2,0	2,0	-	9,5	6,0	2,5	-
Terra de sub-solo	-	3,0	2,0	-	-	-	-	-
Turfa	-	-	-	3,5	-	-	2,5	-
Terra de mata	5,0	-	-	-	-	-	-	-
Areia	-	-	-	-	-	1,0	-	-
Palha de feijão seca e triturada	-	-	-	-	-	0,1	-	-
Casca de arroz carbonizada	-	-	-	-	-	-	-	1,0

Fonte: Ferron (1997). Dimensões dos tubetes, em cm: (a) 4,0 cm x 14,0 cm e (b) 3,0 cm x 12,5 cm.

1.4.9.2.2. Adubação de base

A adubação de base é aquela utilizada em mistura com o substrato que vai ser utilizado no enchimento das embalagens. É diferente para sacolas e tubetes.

A seguir serão listadas as práticas utilizadas pelos produtores de mudas e que apresentam vasto campo para melhoramento, caracterizando-se como oportunidade de pesquisa, visando otimizar a produção de plântulas de qualidade superior.

Resultados científicos podem definir os melhores níveis para cada composição de substrato, evitando-se o desperdício e resultando em melhor desenvolvimento das mudas do que já se tem obtido.

a) Para sacos de polietileno

Esta parte da produção de mudas de erva-mate também não conta com suficiente esclarecimento. Os dados são escassos quanto a doses e nutrientes necessários ao desenvolvimento de mudas vigorosas. Informações práticas são o que se pode obter, como as recomendações abaixo:

- para a primeira recomendação de substrato para sacos de polietileno feita anteriormente, 2,8 kg de NPK 6-15-6 por m³, produziu mudas de 14 cm de altura em cinco meses após a semeadura com sementes estratificadas (STURION, 1988);
- para a segunda recomendação Da Croce e Floss (1999) referem-se à necessidade de se lançar mão dos resultados de uma análise de solo;
- para substrato composto de Latossolo Roxo distrófico, Pintro et al. (1998) testaram várias doses de N, P e K e esterco de galinha e obtiveram os resultados constantes na Tabela 16. Concluíram que o N foi o principal elemento durante o processo de formação das mudas, confirmando resultados obtidos em solução nutritiva (BELLOTE e STURION, 1985). Segundo os resultados, neste tipo de solo podem ser utilizados os tratamentos 6 e 8.

Fazer a análise de solo é a recomendação para se praticar a adubação básica em todos os tipos de substrato. Algumas dificuldades serão encontradas para definir os níveis mínimos dos nutrientes a serem

aplicados, tendo em vista não existirem informações sobre os níveis críticos para mudas de erva-mate. As análises servirão apenas como uma orientação geral e não específica para a espécie.

b) Para tubetes

Entre as várias observações feitas por Ferron (1997), em viveiros de produção de mudas por este sistema, foram encontradas as seguintes variações nas fórmulas e doses de adubos aplicados no substrato, antes do enchimento das embalagens. Tais aplicações estão relacionadas a diversas misturas de substratos e estão conectadas com algumas das situações listadas na Tabela 15. Aquelas situações onde não for feita referência à Tabela 15 é porque os produtores não utilizam adubação de base ou não informaram:

situações 1 e 2: 2 kg de NPK 2-20-30 ou 5-25-25, para cada 105 kg de substrato;

situações 5 e 9: 2 kg de NPK 5-25-25 por m³ de substrato;

situação 6: 3 kg de NPK 5-25-25 por m³ de substrato;

situação 7: 5 kg de NPK 5-25-25 moído por m³ de substrato;

situação 8: 3 kg de NPK 5-30-15 por m³ de substrato;

Tabela 16 – Crescimento das mudas de erva-mate, cultivadas por 120 dias após a repicagem, em embalagens plásticas de 6 dm³, tendo como substrato básico o Latossolo Roxo distrófico

Tratamentos	Altura (cm)*	Número de folhas*	Área foliar (dm ²)*	Matéria seca de folhas (g)*	Matéria seca de raízes (g)	Matéria seca da parte aérea (g)*
1 (solo sem tratamento)	29,3 b	26 c	7,4 bc	8,1 bc	6,3**	2,2 b
2 (solo corrigido com calcário e NPK)	58,1a	48 ^a	14,7a	14,5 ab	6,9	5,5ab
3 (solo corrigido e PK)	34,8 b	31 bc	7,0 bc	8,6 abc	4,8	2,7 b
4 (solo corrigido e NK)	57,1a	51 ^a	13,3ab	14,0 abc	8,5	6,9a
5 (solo corrigido e NP)	57,6a	51 ^a	12,7abc	15,5 a	8,3	8,2a
6 (solo não corrigido e NPK)	57,5a	41ab	8,3abc	10,5 abc	8,6	8,3a
7 (solo corrigido menos NPK)	30,9 b	27 bc	4,9 c	6,9 c	5,7	2,5 b
8 (solo não corrigido e esterco de galinha)	58,4a	42ab	10,7abc	11,9 abc	5,3	7,3a

Fonte: Pintro et al. (1998). Nutrientes, fontes e quantidades utilizadas, em g por vaso: N (uréia, 0,7), P (superfosfato simples, 3,8), K (cloreto de potássio, 1,5), Ca (carbonato de cálcio, 8,7), Mg (carbonato de magnésio, 2,8), C orgânico (esterco de galinha, 161,0). * médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ** não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos.

1.4.10. A repicagem para embalagens

A repicagem é a operação de transferência da plântula, da sementeira para a embalagem. Também pode ser assim chamada se as mudas forem de raízes nuas e, neste caso, a transferência se dá para um canteiro. Para a erva-mate, a repicagem é realizada quando a muda atinge de 3 a 5 cm de altura, ou possua de 6 a 8 folhas, cerca de 4 a 5 meses após a semeadura da semente estratificada (SCHNEIDER e PETRY, 1985), ou seja, de 10 a 11 meses após o início do processo.

No sistema de raízes nuas, as mudas são transplantadas para canteiros previamente preparados e tratados, com terra de textura leve, esterco curtido e areia (3:1:1), profundos e fertilizados (Figura 11). O espaçamento é de 20 cm entre linhas e 15 cm entre plantas. O sombreamento inicial é de 70% durante aproximadamente seis meses. Por mais seis meses deve ser reduzido para 30 a 35% (SCHNEIDER e PETRY, 1985). Experimentos

de Kaspary (1985) demonstraram que as mudas de erva-mate sujeitas a elevados níveis de sombreamento, apresentaram maior área foliar, altura e peso de matéria seca, mas também menos ramificações.

Quando ocorre sobra de mudas no canteiro de sementeira, pode-se aproveitá-las sob a forma de mudas de raízes nuas, procurando manter uma área para cada plântula, semelhante ao espaçamento recomendado para este sistema de produção de mudas.

As mudas de raízes nuas não são comuns, pois só podem ser utilizadas sob condições favoráveis de clima, em dias de temperaturas amenas e de preferência chuvosos e em certas regiões (DANIEL, 1999).

No sistema de embalagens, as recomendações são semelhantes ao sistema de raízes nuas.

É uma operação que deve ser feita com cuidado, pois a erva-mate é bastante sensível à movimentação provocada no sistema radicular. Nesta fase pode-se também provocar defeitos no sistema radicular, que levarão ao mal desenvolvimento no campo ou até mesmo à morte. Os cuidados são:

- não fazer a irrigação antecipada das embalagens cheias, mantendo-as protegidas da chuva, para evitar a formação de crosta que pode dificultar a repicagem e prejudicar o pegamento da muda. Deve-se portanto, irrigar somente no momento da operação;
- molhar abundantemente o canteiro da sementeira, visando facilitar o arrancamento das mudas;
- o arrancamento deve ser feito com colher de jardim, juntamente com o solo no sistema radicular. É comum que algumas pessoas tenham mais habilidade do que outras, para esta etapa;
- se a repicagem para as embalagens não puder ser feita imediatamente após o arrancamento das mudas do canteiro de sementeira, estas devem ser mantidas com um pouco de terra no sistema radicular, em um recipiente com água;
- utilizar um gabarito para fazer os furos nas embalagens ou nos canteiros previamente molhados, que receberão as plântulas, devendo-se observar que a profundidade do furo deverá ser rigorosamente igual ao comprimento da raiz principal das mudas.
- se houver muita diferença entre a profundidade dos furos preparados e o comprimento das raízes, com uma tesoura ou lâmina bem afiada, podar a raiz conforme necessário;

- na colocação da muda no orifício, observar para que a raiz pivotante não se dobre; mudas com raízes dobradas (Figura 12) resultarão em árvores com desenvolvimento retardado, podendo levar à morte. Para se evitar o cachimbamento da raiz da muda, após a sua introdução no orifício do substrato da embalagem, ela deve ser puxada um pouco para cima e, em seguida a abertura pode ser enchida com terra seca;
- os cotilédones, ou seja, as primeiras “folhas” emitidas deverão ficar acima do nível do solo;
- se não foi utilizada a prática de encher o furo que recebeu a muda com terra seca, deve-se chegar o substrato com os dedos e inserir uma lâmina na lateral do orifício, movimentando-a contra o sistema radicular, para evitar a formação de bolha de ar, que pode matar toda ou parte das raízes (Figura 13);
- irrigar suavemente as mudas, imediatamente após a repicagem;
- toda a operação deve ser feita preferencialmente nas horas de temperaturas mais amenas, ou em dias chuvosos e nublados.

1.4.11. A semeadura direta na embalagem

Esta operação não é muito utilizada, mas pode ser feita de duas maneiras: semeando-se com ou sem estratificação. Embora desta forma se possa, aparentemente economizar mão-de-obra e recursos financeiros devido à eliminação de várias etapas de trabalho, estes benefícios só poderão ser alcançados se as sementes forem de boa qualidade, para que não ocorra falha de germinação em muitas embalagens.

Este método apresenta algumas desvantagens: a) a necessidade de cuidados durante a fase anterior à germinação, quando se tem que manter áreas maiores de canteiros do que se tiverem sido feitas as sementeiras; b) a compactação provocada pelas constantes irrigações podem dificultar a germinação, pois o substrato não é tão leve quanto o de uma sementeira; c) os cuidados com as plantas invasoras são exigidos por um período maior de tempo, em área também maior; d) os trabalhos com a retirada das plantas invasoras são mais demorados e cuidadosos para evitar arrancar as sementes, o que não ocorre nas sementeiras, principalmente se foi usado algum produto fumigante; e) necessidade de movimentação das embalagens, em

função da desuniformidade na germinação, natural da espécie, geradora da falta de padronização de idade e tamanho das mudas.

A grande vantagem é a produção de mudas com sistema radicular perfeito, sem os defeitos que podem ocorrer na operação de repicagem. Se a mão-de-obra disponível não apresenta qualificação adequada para repicar mudas, talvez a semeadura direta torne-se a única opção.

1.4.12. O sombreamento das mudas

As mudas devem ser conduzidas sob 50 a 70% de sombra nos primeiros 20 dias após a repicagem. A partir de então, incrementa-se uma hora por dia até consumir todo o período da manhã, mantendo-a à tarde. Depois de três meses, quando as mudas deverão ter de 10 a 15 cm de altura, é possível a retirada total do sombreamento (CARVALHO, 1994).

1.5. Mudas de regeneração natural

Especialmente, nos estados do sul, é comum a regeneração natural da erva-mate, tanto na vegetação nativa, quanto em talhões de reflorestamento de outras espécies.

Nas áreas de exploração de ervais nativos, a regeneração só ocorre se o sistema de manejo empregado permitir a manutenção de árvores para frutificação.

Em geral, a resistência destas mudas ao transplante direto às áreas de cultivo é bastante grande, se a operação for feita sob condições de clima favorável, ou seja, alta umidade e baixa insolação, de preferência em períodos chuvosos.

Na prática, tem sido realizado o transplante com mudas de 70 cm de altura. Estas devem ser mantidas com um torrão cujo tamanho varia segundo as condições de mão-de-obra e tempo disponível, devendo ser o maior possível, para conter o máximo de sistema radicular.

Para as mudas maiores, existe a possibilidade de aproveitamento como pseudoestacas, cujos procedimentos serão melhor detalhados no item seguinte.

Ocorre, em geral, queda das folhas após o transplante, com recuperação na primavera, se a operação tiver sido realizada no inverno, como é recomendado.

1.6. Pseudoestacas

Não é raro que o produtor se depare com dificuldades para o plantio, em função de condições climáticas adversas, ou com a sobra de mudas no viveiro.

É possível o aproveitamento deste material com sucesso, pois tem sido observado que a sobrevivência das pseudoestacas e seu crescimento apresentam tendência de superioridade com relação às mudas normais (SCHREINER e BAGGIO, 1983).

Para a transformação das mudas em pseudoestacas, estas devem atingir 1 cm de diâmetro de colo, para que seja conferida maior capacidade de sobrevivência no campo (LESSING, 1985).

Na sementeira, nas embalagens ou nas matas naturais, poda-se as mudas entre 5 e 10 cm acima e abaixo do colo e se houverem condições climáticas favoráveis, o plantio pode ser feito diretamente no campo. Caso contrário, pode-se transplantá-las para as embalagens, estando prontas para o plantio quando atingirem 15 a 20 cm de altura.

Este sistema só é recomendável e viável para atender eventualidades ocorridas nos trabalhos do viveiro de produção de mudas, ou para aproveitar plantas da regeneração natural. Como vantagem adicional, têm-se a eliminação da operação de poda de formação no campo (STURION, 1988).

1.7. Estrutura do viveiro

A estrutura de um viveiro padrão para produção de mudas será descrita a seguir, devendo o produtor adaptá-la às suas condições financeiras e à necessidade de produção.

1.7.1. Tipos de viveiros

Os viveiros podem ser divididos em dois tipos, de acordo com o tempo de duração da produção das mudas:

- **Permanentes:** são aqueles destinados à produção de mudas permanentemente e por isso possuem características próprias,

como boa localização, com construções definitivas de casas, galpões, depósitos, canteiros e sistema de irrigação, devendo-se ter o cuidado no planejamento, com a rede viária e elétrica, além de se observar a disponibilidade de mão-de-obra.

- **Temporários:** nesse caso, a produção é por tempo limitado, em área geralmente menor, sendo instalados próximos às áreas de plantio para diminuir custos de transporte, sendo esse seu principal objetivo. Suas instalações são rústicas, com canteiros simplesmente elevados com relação ao solo, irrigação com regadores ou aspersores se possuir conjunto mecanizado.

1.7.2. Localização

O local deve fornecer as facilidades necessárias ao sucesso dessa atividade, devendo-se, pois, observar os seguintes aspectos:

- Disponibilidade de água

Devido ao alto consumo do viveiro, a água deve estar disponível em quantidade e qualidade, de preferência com a fonte situada à montante.

- Tipo de solo

O solo deve ter boas propriedades físicas e profundidade suficiente para permitir a drenagem adequada. Os solos argilosos devem ser evitados devido à dificuldade de cultivo e limpeza, além de ficarem pegajosos quando molhados e duros quando secos.

Observar este fator é relevante quando se utiliza o próprio solo do viveiro para preparação de mudas de raízes nuas.

Para mudas embaladas, o transtorno focaliza-se apenas nos problemas com drenagem do excesso de água de irrigação no fundo dos canteiros e nas áreas de trânsito. Neste caso, as dificuldades podem ser superadas forrando-se o fundo dos canteiros e carregadores com materiais permeáveis como brita ou cascalho.

- Exposição da face do terreno

No hemisfério sul deve ser evitada a face sul, por ser menos iluminada e mais sujeita aos ventos frios. As mudas são susceptíveis a danos físicos provocados por ventos frios, que podem provocar queimaduras em plântulas muito novas.

- **Facilidade de acesso**

A retirada das mudas geralmente é feita na época chuvosa, sendo portanto necessário que haja boas estradas para a saída e entrada de pessoal e material.

- **Declividade**

Nos terrenos levemente inclinados, há facilidade de escoamento das águas das chuvas, sendo, portanto os preferidos.

- **Área**

A superfície a ser utilizada depende de vários fatores, dentre eles o programa anual de produção de mudas, o sistema de produção, e outros. O terreno deve estar previamente limpo e desocupado, de modo a permitir a divisão da área, locações e construções. Se a irrigação for por aspersão, a área deve ser subdividida em quadras de 15 a 16 m de largura.

1.7.3. Preparo do terreno

Deve-se desmatar, se for o caso, retirando todos os resíduos, raízes e pedras, recomendando-se um rigoroso controle de formigas dentro e fora da área e se estiver programado o sistema de produção de mudas de raízes nuas, deve-se efetuar a aração e gradagem e as correções de solo necessárias.

1.7.4. Implantação de quebra-ventos

Os quebra-ventos são constituídos de faixas com multi-linhas de árvores e arbustos, dispostos ao redor de áreas a serem protegidas contra a ação dos ventos.

Estas faixas apresentam sua efetividade de ação na redução da velocidade dos ventos, em função da quantidade de linhas de plantas utilizadas e da densidade, mas principalmente da sua altura.

A Figura 14 ilustra as zonas de redução de vento, relacionadas com a altura do quebra-vento (QUANN et al., sd). Por exemplo: um quebra-ventos de 10 m de altura é capaz de reduzir a velocidade de um vento de 30 km h⁻¹,

para em média 9 km h^{-1} (zona cinza claro, em média reduz para 30%), que compreende a distância de 50 m antes, até 100 m após a faixa de proteção (ex: $10 \text{ m} \times 5H = 50\text{m}$ antes; $10 \text{ m} \times 10H = 100\text{m}$ depois; $30 \text{ km h}^{-1} \times 30\% = 9 \text{ km h}^{-1}$).

Observa-se na Figura 14 que a altura de ação do quebra-ventos é reduzida nas extremidades da zona em questão. Para culturas que se desenvolvem praticamente a nível do solo este fato não é relevante. Porém, para culturas mais altas, como a erva-mate, no planejamento dos quebra-ventos essa deficiência deve ser considerada.

Além da proteção contra as injúrias físicas que os ventos podem causar às mudas em um viveiro, existem inúmeras outras vantagens. Para exemplificar somente no que se refere à proteção de plantas e ao ambiente no entorno das áreas protegidas, podem ser citadas algumas outras funções destas faixas de proteção:

- a perda de água por evaporação do solo e evapotranspiração das plantas é reduzida;
- no verão, fornece sombra e direciona brisas, minimizando o estresse de calor;
- no inverno, reduzem a perda de calor, bloqueando ventos frios;
- filtra poeiras provenientes das áreas vizinhas e reduz ruídos de estradas e maquinários externos;
- pode absorver odores desagradáveis e produzir odores de flores;
- geram uma paisagem agradável próximo à área protegida;
- servem de habitat para pássaros e pequenos animais, que além de produzirem um ambiente agradavelmente silvestre, podem auxiliar no controle de insetos;
- reduzem a derivação proveniente da aplicação de produtos químicos em pulverização ou polvilhamento;

Inúmeras outras vantagens podem ser creditadas aos quebra-ventos, que não são especificamente relacionadas com a produção de mudas em viveiro e que podem ser encontradas em Prinsley (1992), Quann et al. (sd), Johnson et al. (sd) e Wight et al. (sd). Outros folhetos de extensão da Universidade do Nebraska – EUA, também detalham este tema.

Outra questão que suscita dúvidas na implantação é o formato do quebra-vento. Em primeiro lugar deve-se buscar informações a respeito da

direção predominante dos ventos que se quer reduzir a velocidade, o que pode ser obtido por meio de dados das estações meteorológicas próximas ou a partir da informação dos moradores locais.

Determinada a ou as direções predominantes dos ventos, parte-se para a seleção do melhor formato para as faixas de proteção. Alguns modelos são sugeridos na Figura 15. As formas indicadas na figura, por si, já indicam que nem sempre é necessário o cercamento total da área a ser protegida.

Além da forma e da distância, é relevante o espaçamento e a disposição das plantas. O espaçamento será o mais apertado possível, levando-se em conta as espécies escolhidas e as necessidades de tratos culturais.

Em geral, utilizam-se três linhas de árvores, sendo a central com espécies de maior altura do que as laterais. Se houver necessidade de se implantar quebra-ventos que se formem rapidamente, a linha central poderá ser de eucalipto ou coníferas e as laterais com folhosas nativas. Optando-se por espaçamento regular, este deve ser em forma triangular, fazendo-se coincidir as plantas da linha central com o centro do espaço entre plantas das linhas laterais (Figura 16B)

No entanto, uma barreira ótima, com densidade lateral que possa atingir até 80%, deve ser composta por 5 linhas, sendo as três centrais de árvores e as duas externas de arbustos ou pequenas árvores, como a leucena e hibiscos, ou plantas nativas. As plantas podem ser espalhadas na faixa de quebra-ventos, procurando-se preencher, lateralmente, todos os espaços entre plantas (Figura 16A), ou serem dispostas regularmente (Figura 16C).

1.7.5. Drenagem

Dependendo do sistema de irrigação e do solo da área onde o viveiro foi instalado, haverá necessidade da implantação de uma rede de drenagem, visando escoar o excedente hídrico.

Os drenos podem ter largura de 40 a 60 cm de fundo, com inclinação suave para evitar riscos de erosão. Dentre as alternativas, podem ser citadas quatro, segundo Picheth (1987), e que estão ilustradas na Figura 17:

- vala cega (A): dreno cheio de pedras, que permite o trânsito sobre os canais;

- vala revestida (B): dreno revestido com argamassa, tijolos, brita, e outros;
- vala comum (C): dreno aberto;
- canalização (D): dreno constituído de canos, perfurados ou não.

1.7.6. Locação dos canteiros

A forma mais comum em canteiros florestais é a retangular, com 1,0 a 1,2 m de largura e comprimento variável, separados 0,5 m entre si, ou 0,6 m onde passarão os canos de irrigação, recomendando-se que sejam construídos no sentido perpendicular ao declive do terreno. Devem ser previstos caminhos e viradas para a movimentação de veículos.

1.7.7. Irrigação

A irrigação mais comum é feita por aspersão, pelas seguintes razões:

- dispensa o preparo do terreno;
- permite melhor distribuição de água;
- permite melhor aproveitamento do terreno;
- diminui os riscos de erosão;
- propicia maior economia de água;
- menor utilização de mão-de-obra;
- permite a irrigação noturna e a dosagem rigorosa de água;
- torna possível a fertirrigação;

Apresenta no entanto alguns inconvenientes:

- elevado custo de instalação;
- distribuição irregular da água nos dias de ventos fortes;
- possibilidade de compactação do solo em função do constante impacto das gotas com o solo.

Para evitar os problemas com compactação do solo, pode-se utilizar mini aspersores, cujas gotas e quantidade de água consumidas serão menores do que nos aparelhos de maior vazão e amplitude de raio de aspersão.

Experimentos desenvolvidos por Kasparly (1985) demonstraram a

influência que a disponibilidade hídrica exerce sobre o desenvolvimento de mudas de erva-mate. Foram testados os níveis de 65, 80 e 100% de disponibilidade, durante um ano, concluindo-se que 80% de deficiência foi benéfica às mudas, considerando-se as variáveis altura, número de folhas e área foliar. Estas variáveis apresentaram valores inferiores e iguais estatisticamente, nos níveis de 65 e 100% de disponibilidade de água.

É certo, portanto, que algum grau de déficit hídrico deve ser dado às mudas de erva-mate, para se ter melhor eficiência de crescimento durante o período de viveiro. Assim, o sistema de irrigação deve permitir algum tipo de controle no fornecimento de água.

1.7.8. Estruturas especiais para o sistema de produção de mudas em tubetes

A principal diferença entre os sistemas de produção em sacos de polietileno e em tubetes, é que neste, os canteiros são suspensos, suportando bandejas de isopor ou de plástico, ou ainda estruturas metálicas confeccionadas em forma de grades, para conterem as embalagens.

A armação do suporte dos canteiros pode ser feita de concreto, madeira ou metal galvanizado. Sobre elas, as bandejas podem ser móveis manualmente, ou por deslizamento em trilhos que estejam conectados à área de enchimento das embalagens.

Para o caso de se optar pelo sistema de trilhos, pode-se utilizar um carrinho com tanque de distribuição de fertilizantes, o que facilita e torna mais eficiente esta operação. Na Figura 18 observa-se um exemplo deste fertilizador, comumente utilizado em viveiros de produção de mudas de eucalipto.

Outra vantagem do sistema de trilhos é a facilidade de movimentação das mudas de áreas sombreadas para áreas abertas, no processo de adaptação das plântulas a condições mais adversas, às vésperas do plantio.

Dois outros equipamentos tem sido utilizado em viveiros de grande escala de produção de mudas em tubetes:

- **mesa de enchimento de embalagens:** constitui-se de uma mesa com trilhos laterais, por onde corre um carrinho com bandejas e tubetes; suspenso e fixo é instalado um depósito de substrato com

tantas saídas quantos foram a largura das bandejas; o substrato, sempre seco, é colocado no depósito e as embalagens são enchidas; é feito o nivelamento do substrato excedente sobre os tubetes (Figura 19A);

- **mesa vibratória:** as bandejas seguem para esta mesa, que vibra intensamente, até que o substrato esteja assentado (Figura 19B).

Após esta operação as embalagens estarão prontas para receberem as sementes, para o caso da semeadura direta, ou as plântulas, para o sistema de repicagem.

No sistema de repicagem, o produtor pode dispor de um gabarito coletivo, isto é, uma chapa com gabaritos fixados, de acordo com as distâncias dos tubetes nas bandejas, para realizar mais rapidamente os furos que receberão as mudas (Figura 20).

Entretanto, toda esta estrutura citada e o próprio sistema de produção de mudas em tubetes exigem um investimento inicial superior ao sistema de produção em sacos de polietileno.

A opção por um ou outro sistema depende da capacidade de consumo de mudas por parte do produtor, ou se este produz para terceiros, ou ainda se é uma cooperativa que atende a diversos associados. Nestes casos, a viabilidade econômica e técnica deste sistema está suficientemente comprovada.

1.8. Condução das mudas

Após o pegamento das mudas repicadas, ou a partir da germinação no sistema de semeadura direta, inicia-se a fase de condução das mudas, visando obter um produto de qualidade, que possa ter bons níveis de sobrevivência no campo, com rápido crescimento inicial, de modo a apresentar condições de fácil adaptação ao ambiente pós-plantio.

1.8.1. A irrigação

A irrigação é um dos fatores determinantes para o bom desenvolvimento das mudas e a sua falta ou excesso são prejudiciais.

O excesso de água pode resultar na redução da circulação de ar no substrato, levando à falta de oxigênio, a hipoxia; à lixiviação anormal de

substâncias nutritivas naturais do substrato ou aplicadas; propicia ao ataque de microorganismos patogênicos; é anti-econômico; dificulta a circulação no viveiro em locais de solos com alto grau de impermeabilidade.

Segundo Mazuchowski (1989), durante a fase de sementeira e nos canteiros em germinação, a irrigação deve ser frequente, até que as mudas atinjam aproximadamente 5 cm de altura. A partir daí, é recomendável o uso de regas mais intensas a intervalos maiores, do que aplicações diárias e pouco intensas.

Às vésperas do plantio, em geral nos últimos 30 dias, a irrigação deve ser reduzida ao máximo, de modo a imprimir às mudas, o estresse hídrico que ela receberá a partir da sua instalação no campo.

1.8.2. A adubação de manutenção

A adubação das mudas deve ser bem controlada, evitando-se o excesso de nitrogênio, que pode levar as mudas ao crescimento excessivo, tornando-as tenras e, como consequência, de fácil tombamento, susceptíveis à manifestação de doenças, e com alta taxa de mortalidade no plantio no campo.

As informações sobre formulações e doses, quando existem, são de cunho prático ou inconclusivas.

Da Croce e Floss (1999), recomendam aplicações de NPK 10-20-10, na proporção de 300 g para 100 L de água, em irrigação sobre as mudas. Para o caso das mudas apresentarem deficiência de nitrogênio, os autores indicam a aplicação de uréia na proporção de 100 g para 100 L de água, aplicados em dias nublados, chuvosos ou final de tarde. Para os dois casos, utiliza-se 10 L da solução para cada 6 m² de canteiro.

A respeito da aplicação de nitrogênio, Sturion (1988) testou várias doses de sulfato de amônio na produção de mudas com terra de sub-solo, e concluiu que 4 g do produto por embalagem teve influência negativa na sobrevivência das mudas.

Segundo o mesmo autor, as mudas que receberam 4 g de NPK 6-15-6 ou 14-10-5 por embalagem, apresentaram incremento de desenvolvimento.

Nas observações feitas por Ferron (1997) em diversos produtores de mudas no Rio Grande do Sul, foram detectadas variadas formas de

adubações em cobertura. Tais aplicações estavam relacionadas a diversas misturas de substratos e estavam conectadas a algumas das situações listadas na Tabela 15. Aquelas situações onde não for feita referência à Tabela 15, é porque os produtores não utilizam adubação de base ou não informaram:

- situações 1 a 4: via foliar com Quimifol, Nitrofosca ou Yogen, quinzenalmente;
- situações 5 a 7 e 9: 20 g de uréia por 10 L de água, em três aplicações anuais, na forma de irrigação normal;

1.9. Deficiências minerais em mudas

Desde 1985 não aparecem na literatura, trabalhos considerando os sintomas de deficiências minerais em mudas de erva-mate. O trabalho que serviu de base para as descrições abaixo, foi o de Bellote e Sturion (1985), que trabalharam com omissão de nutrientes para obter as informações.

1.9.1. Deficiência de ferro

Os sintomas se manifestam através de clorose internerval nas folhas mais novas, dirigindo-se gradativamente em direção às folhas medianas; estas folhas tornam-se totalmente esbranquiçadas com a evolução da deficiência. A erva-mate apresentou-se como uma excelente planta indicadora de falta de ferro.

1.9.2. Deficiência de magnésio

Os sintomas, inicialmente, caracterizam-se pelo aparecimento de manchas cloróticas na região do limbo foliar das folhas mais velhas. Em estágio mais avançado, esta clorose transformava-se em pequenas manchas necróticas, que progressivamente se estendem para a região do pecíolo, ocorrendo a queda da folha antes de atingi-lo.

1.9.3. Deficiência de cálcio

Os sintomas caracterizam-se pelo aparecimento, nas folhas, de manchas necróticas arredondadas, de coloração preta com um halo

marrom claro e amarelado que as contornam. Essas necroses, isoladas ou confluentes, inicialmente marginais, desenvolvem-se para a região da nervura principal, ocasionando a queda da folha ao atingi-la.

1.9.4. Deficiência de nitrogênio

Os sintomas de deficiência desse nutriente, inicialmente, caracterizam-se pelo aparecimento, nas folhas mais velhas, de uma clorose generalizada e que, com o desenvolvimento dos sintomas, atinge todas as folhas. Paralelamente, observa-se uma paralisação no desenvolvimento da muda.

1.9.5. Deficiência de zinco

Os sintomas iniciam-se nas folhas mais novas, que passam a apresentar uma consistência coriácea, com os bordos bastante ondulados e um recurvamento acentuado.

1.9.6. Deficiência de cobre

As mudas submetidas a este tratamento apresentam, nas folhas mais novas, encarquilhamento, ou crestamento, na região do limbo, entre as nervuras secundárias, fazendo com que as folhas apresentem a superfície dorsal convexa.

1.9.7. Deficiência de fósforo e potássio

Durante o transcorrer do ensaio os autores não observaram sintomas visuais de carência destes nutrientes, embora a produção de matéria seca tenha sido bastante afetada (Figura 21).

1.9.8. Efeito das deficiências minerais sobre a produção de matéria seca

A matéria seca das mudas foi sensivelmente afetada pela omissão de diversos nutrientes, conforme consta da Figura 21.

Pode-se notar, entretanto, que a omissão de alguns nutrientes, como o nitrogênio, o cálcio, o fósforo, o potássio, o magnésio e o zinco, apresentou maior efeito na produção de matéria seca, do que o cobre e

o ferro, dando um indicativo da menor importância destes dois últimos para o desenvolvimento das mudas de erva-mate. Mais pesquisas devem ser feitas para avaliar o nível crítico de cada elemento, no solo e nas plantas, principalmente aqueles identificados como maiores responsáveis pela produção de matéria seca de mudas de erva-mate.

Estes estudos devem levar em conta o período de permanência das plantas em viveiro, que pode atingir oito meses. Esta marcha seria útil no controle da aplicação de fertilizantes em cobertura, para a produção de mudas vigorosas, de alta qualidade e boa sobrevivência e arranque inicial no campo.

1.10. Preparação das mudas para plantio

Na etapa final da preparação das mudas em viveiro, realiza-se a seleção das mudas para o plantio, utilizando-se práticas que tornam as plantas mais resistentes às adversidades que vão encontrar no campo, especialmente no período inicial, imediatamente pós-plantio.

As mudas estão prontas para o plantio quando apresentam de 15 a 20 cm de altura, ou com 10 a 12 pares de folhas e acima de 2,5 mm de diâmetro de colo. O tempo para que estejam preparadas é variável, em função dos tratos culturais, fertilização e clima.

A preparação das mudas consiste em rustificá-las, ou aclimatá-las, seguindo-se estas recomendações:

- elevado sombreamento inicial, às vezes maior do que 50%, como já foi relatado, reduz-se gradualmente durante o período de permanência das mudas no viveiro, atingindo 30%, até aproximadamente dois meses antes da ida para o campo; neste último bimestre, continua-se a redução, a intervalos quinzenais, até que a sombra seja de no máximo 15 a 20%;
- a redução não deve começar antes de serem passados 40 dias da repicagem;
- qualquer variação que o produtor resolva implementar, deve-se considerar que o sombreamento deve ser mantido entre as 11 e as 14 horas;
- reduzir a irrigação no último mês, até níveis mínimos, suficiente apenas para a manutenção das plantas;

- evitar adubações nitrogenadas nos últimos dois meses.

Estas recomendações são apenas linhas gerais do sistema de aclimatação. Cada produtor, geralmente possui sua própria prática para preparar as mudas antes do plantio, para que estas possam alcançar os maiores níveis de sobrevivência.

1.11. Poda de formação no viveiro

Esta operação, embora ainda necessite de mais experimentação, apresenta potencial para redução do tempo necessário para o primeiro corte economicamente viável, que pode passar de três para dois anos, e é recomendada pela EPAGRI-SC (DA CROCE, 1997). Outra grande vantagem de se realizar esse trabalho em viveiro, é a facilidade e os menores custos com aplicações de produtos para prevenir doenças. A nível de campo, esses cuidados podem tornar-se inviáveis.

A poda consiste no seccionamento das mudas a 10 cm de altura e deve ser feita quando faltam de 30 a 45 dias para o plantio, com a altura total variando de 15 a 20 cm e, em alguns casos, 30 cm.

Aguarda-se o mesmo prazo previsto para completar o ciclo de viveiro (30 a 45 dias), quando então as mudas deverão apresentar de dois a três brotos laterais, emitidos a partir das gemas axilares mais próximas à área seccionada.

Para as mudas produzidas em embalagens esse prazo não deve ser excedido, em função da falta de espaço para o desenvolvimento dos brotos. Se houver necessidade de que as mudas fiquem mais tempo no viveiro, estas devem ser produzidas em embalagens maiores. Em mudas produzidas em tubetes o manejo é mais fácil, podendo-se simplesmente alternar cada embalagem com um espaço.

Todos os cuidados com as mudas podadas, a nível de campo, são os mesmos já recomendados para as mudas normais. Assim, em ervais bem cuidados, dois anos após o plantio poderá ser feita a primeira colheita, deixando-se de três a cinco ramos bem distribuídos e vigorosos. Nessa ocasião, é possível obter uma produção de mais de 2,5 kg por planta (DA CROCE, 1997).

Sobre as podas de formação a nível de campo, os detalhes constam do capítulo *Manejo de áreas plantadas*.

2. Cultivo *in vitro* de embriões, ou embriogênese tardia

No trabalho *Cultura de embriões*, Hu e Ferreira (1998) fazem uma revisão sobre a cultura *in vitro* de embriões, onde os autores tratam do tema genericamente. Embora não seja específico da erva-mate, o resumo serve de importante direcionamento para as operações deste tipo de propagação. Reunindo informações deste e de outros trabalhos, destacam-se as informações a seguir a respeito de *I. paraguariensis*.

As dicotiledôneas apresentam o desenvolvimento embrionário que passa por diversas transformações morfológicas, assim denominadas: globular, coração ou cordiforme, pós-coração, torpedo e maduro. No gênero *Ilex*, a fase de desenvolvimento embrionário que vai de pós-coração até a maturidade é denominada embriogênese tardia (FERREIRA et al., 1995). A denominação “cultura de embrião” é especificamente utilizada para descrever os processos de crescimento e desenvolvimento de embriões zigóticos.

Entretanto, convém ressaltar que no estudo da embriogênese *in vitro*, são incluídos também, embriões de outras origens, não só a zigótica (HU e FERREIRA, 1998). Uma destas formas é tratada mais adiante, no item *Embriogênese somática*.

Dois dos estágios citados podem ser observados na Figura 22. Destacam-se um corte do pireno de erva-mate, salientando o embrião imaturo (A) e a fase final da embriogênese tardia, quando este encontra-se plenamente desenvolvido (C). Detalhes sobre a anatomia da embriogênese tardia são encontrados em Heuser (1990).

Neste método tem sido utilizado o meio LS (LINSMAIER e SKOOG, 1965). Segundo Ferreira et al. (1991) e Ferreira et al. (1995), a temperatura deve ser de 25 °C, meio líquido, pH 5,5 a 6,5, sacarose 1,5%, 1 g L⁻¹ de hidrolisado de caseína para o fornecimento de nitrogênio, e fotoperíodo de 12 h, sendo os primeiros 12 dias divididos em 7 dias no escuro e 5 sob luz.

Utilizando o meio de cultura citado para o desenvolvimento de embriões zigóticos, obtêm-se novas plantas geradas diretamente do embrião. No entanto, a adição de reguladores de crescimento, como as auxinas e citocininas, poderá resultar na formação de calos. Estes calos são proliferação de células de forma mais ou menos desorganizada, nos

quais poderão aparecer centros de diferenciação meristemáticas também desorganizados (FERREIRA, 1995).

Segundo esse autor, tais centros podem gerar estruturas bipolares (os embriões), ou unipolares (as gemas). Estas poderão ser do tipo radicular ou do tipo brotos aéreos, duas situações indesejáveis. No entanto, a partir das gemas com brotos aéreos, pode-se trabalhar a redução de citocininas e aumento de auxinas, possibilitando a formação de raízes.

Para tornar a técnica da cultura de embriões mais eficiente, outros aspectos também devem ser levados em consideração. Um deles é a coloração, ou ponto de coleta dos frutos, dos quais são extraídos os pirenos⁸. Segundo Ferreira et al. (1991), os embriões provindos de frutos brancos (na realidade verde claros) respondem melhor à cultura *in vitro* (Tabela 17). Neles, a embriogênese avança mais rapidamente e em taxas maiores. Os frutos cujo estágio de amadurecimento aproxima-se do vermelho e, daí em diante, apresentam menor rendimento no desenvolvimento e reduzido comprimento final.

Tabela 17 – Efeitos do grau do amadurecimento dos frutos e condições de luz na incubação *in vitro* de embriões rudimentares de *Ilex paraguariensis*

Estágio de amadurecimento dos frutos	Condição de incubação	% de embriões desenvolvidos*	Comprimento final ***+ $\bar{s}\bar{x}$ (mm)
Branco	Luz	91,3	1,22 + 0,06 b
	Escuro	88,2	1,23 + 0,05 b
Vermelhos	Luz	41,5	0,59 + 0,01 a
	Escuro	76,9	0,81 + 0,01 a
Pretos	Luz	42,2	0,58 + 0,02 a
	Escuro	60,4	0,72 + 0,02 a

Fonte: Ferreira et al., (1991); * % dos embriões que cresceram além do índice I; ** comprimento médio do embrião após 10 dias de incubação e médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível $P < 0,05$.

O índice I citado na Tabela 17, proposto por Cunha (1990) *apud* Ferreira et al. (1991) é largamente utilizado como patamar de comparação para se determinar se o embrião cresceu ou não. Aqueles que ultrapassam

8 Nome dado à semente de erva-mate, em função desta apresentar embrião imaturo.

I, são considerados crescidos:

$$I = \bar{x} + \sigma \times t(\alpha \times gl), \text{ onde:}$$

$\bar{x}$ - média do comprimento inicial do embrião na dissecação

σ - desvio padrão

$t(\alpha \times gl)$ - t de Student a $\alpha = 0,05$ e n graus de liberdade (gl)

Na Tabela 17 também é possível observar o efeito da luz na inibição parcial do desenvolvimento dos embriões provenientes de frutos vermelhos e pretos, enquanto que os brancos demonstram serem fotoinsensíveis. Este aspecto da fisiologia da erva-mate deve, portanto, ser observado nos trabalhos de laboratório com embriogênese tardia.



A



B

Figura 9 – Aspecto de uma boa planta matriz para produção de sementes (A), e de plantas inadequadas (B)



A



B

Figura 10 – Sementeiras de erva-mate, cobertas com folhas de palmeiras (A) e com sacos de aniagem (B).



Figura 11 – Canteiro de mudas de erva-mate, no sistema de raízes nuas (imagem de DA CROCE e FLOSS, 1999).



Figura 12 – Muda com má formação do sistema radicular, em função de imperícia na operação de repicagem (imagem de DA CROCE e FLOSS, 1999).

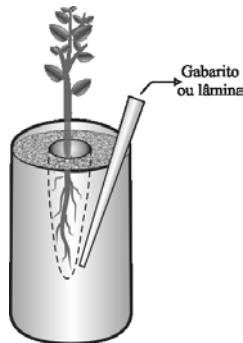


Figura 13 – Operação de eliminação da bolha de ar, na repicagem de mudas.

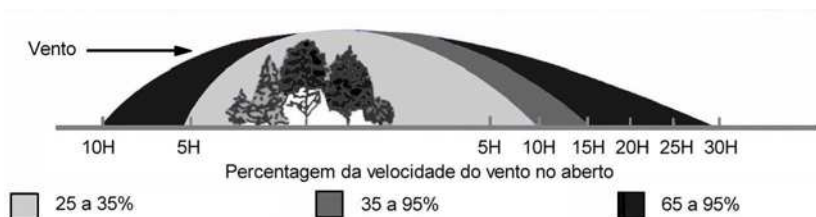


Figura 14 – Zonas de redução de vento em quebra-ventos: H – altura do quebra-vento; Densidade do quebra-vento = 60 a 80% (QUANN et al., sd).



Figura 15 – Modelos de quebra-ventos.

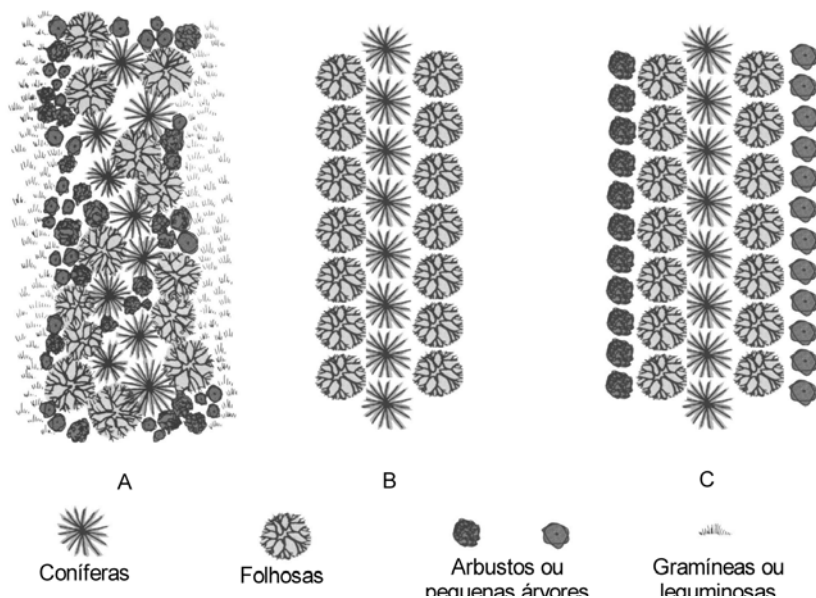


Figura 16 – Exemplo da disposição das plantas em quebra-ventos: disperso (A); regular com três linhas (B); regular com cinco linhas (C).

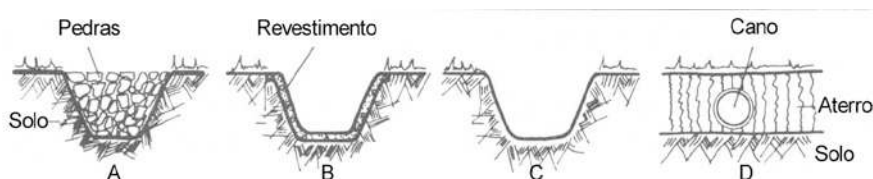


Figura 17 – Modelos de canais de drenagem (PICHET, 1987).



Figura 18 – Sistema de fertilização de mudas produzidas em tubetes, sobre trilhos (exemplo em viveiro de eucalipto).



A



B

Figura 19 – Nivelamento de substrato (A) e mesa vibratória para compactação (B)



Figura 20 – Gabarito coletivo para preparação dos tubetes para repicagem de mudas.

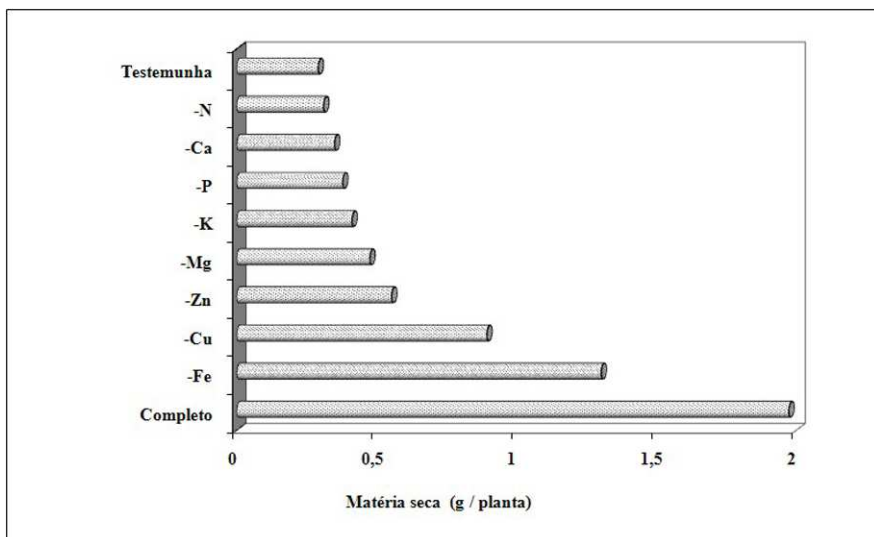


Figura 21 – Produção de matéria seca total média por plântula de erva-mate, aos sete meses de idade após a repicagem, em função de diferentes tratamentos com solução nutritiva (BELLOTE e STURION, 1985).

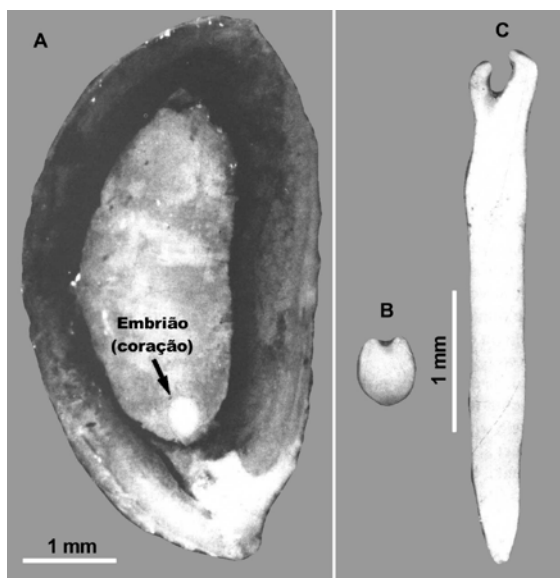


Figura 22 – (A) Corte transversal do pireno (semente) de erva-mate, indicando o embrião estágio de coração; (B) destaque do embrião em estágio de coração, antes do cultivo in vitro; (C) embrião completamente desenvolvido após o cultivo in vitro (modificado de FERREIRA et al., 1995).

Propagação assexuada

Na propagação de plantas por meio de sementes, nem sempre se tem certeza de que o indivíduo formado vai manter as mesmas características selecionadas das plantas matrizes, em função da recombinação gênica, o que não acontece na propagação assexuada (ONO, 1992). Cada planta, individualmente produzida, é na maioria das vezes, geneticamente idêntica à planta-mãe, sendo este o maior motivo de sua aplicação (PAIVA e GOMES, 1995).

A reprodução assexuada consiste na produção de novos indivíduos, usando partes ou órgãos da planta matriz, tais como ramos, gemas, estacas, folhas, células, raízes e outras. Envolve técnicas capazes de reproduzir em massa genótipos previamente selecionados, frequentemente utilizadas na floricultura, fruticultura e na silvicultura.

O uso econômico dessas formas de propagação é justificado quando o suprimento de genótipos de alta produtividade e/ou sementes são insumos limitados. Nestas condições, o uso da reprodução assexuada pode distribuir com maior rapidez e eficiência os resultados dos programas de melhoramento genético, reduzindo seus custos finais (MALAVASI, 1994).

Por meio dessas modalidades de propagação é possível capturar o componente aditivo e o não-aditivo, resultando em maiores ganhos dentro de uma mesma geração de seleção, bem como obter maior uniformidade de crescimento, forma, qualidades tecnológicas e uma série de outras características desejáveis Assis (1996).

Na cultura da erva-mate, a propagação assexuada tem tido grande avanço e dedicação da pesquisa, em virtude do seu potencial para reduzir o período de produção de mudas de 1,5 a 2 anos do sistema de produção por sementes, para apenas 6 meses (CARVALHO, 1994).

Apesar dos avanços, até o momento a maioria dessas técnicas não está disponível para aplicação comercial, encontrando-se em fase de experimentação, ajuste de metodologias e adaptação das etapas de laboratório às condições dos viveiros.

1. Substâncias promotoras e inibidoras do crescimento

As substâncias promotoras e inibidoras do desenvolvimento são muito importantes na propagação de plantas, principalmente quando esta é feita por métodos que não utilizam sementes. Apresenta, porém, maior destaque na estaquia, mergulhía e cultura de tecidos.

As substâncias promotoras do crescimento são aplicadas em estacas com o intuito de aumentar a eficiência de enraizamento, acelerar a formação das raízes, aumentar o número e melhorar a qualidade das raízes e melhorar a uniformidade do enraizamento (BOLIANI, 1986). Estes mesmos objetivos podem ser alcançados com a aplicação de substâncias promotoras do crescimento no método de mergulhía e cultura de tecidos, entre outros.

Segundo Hartmann e Kester (1994) o balanço entre as substâncias promotoras e inibidoras irá determinar a maior ou menor capacidade de enraizamento de uma estaca, o que é muito variável entre as espécies.

Os hormônios são as substâncias consideradas como promotoras ou inibidoras do crescimento. São produtos endógenos complexos que atuam no metabolismo da célula, no crescimento e na diferenciação, estando presentes em baixas concentrações.

Sua ação não se restringe à região onde foram produzidos, atuando também nas partes mais distantes da planta. Embora cada hormônio tenha alguma função característica, não existe especificidade absoluta de ação. Alguns efeitos são comuns a mais de um hormônio. Atualmente os hormônios são produzidos também sinteticamente e, com sua aplicação na planta, pode-se induzir determinadas reações (LOPES e BARBOSA, 1988). Os hormônios mais importantes são:

- Auxinas: regulam o crescimento da planta como um todo; mantêm a dominância apical e a polaridade dos tecidos; controlam a abscisão; induzem o enraizamento; exercem importante ação nos tropismos; apresentam algum efeito inibidor sobre o crescimento das raízes. Como exemplos de auxinas indutoras do enraizamento têm-se: ácido indol-3-butírico (AIB), ácido naftalenoacético (ANA), ácido indol-3-acético (AIA) e ácido 2-4-diclorofenoxiacético (2-4-D).
- Giberelinas: são sintetizados nas regiões de crescimento e encontrados em elevadas concentrações em exsudatos de raízes.

Atuam na alongação celular e no crescimento geral da planta, em maior intensidade do que as auxinas. Em algumas plantas, a aplicação de giberelina pode gerar o enraizamento, e em outras pode inibir a formação de raízes adventícias. Mais de 30 giberelinas são conhecidas pela sigla GAn. A mais frequente em plantas é o ácido giberélico (GA3).

- **Citocininas:** são importantes na divisão celular e diferenciação das gemas, podendo agir na superação de alguns tipos de dormência de sementes, e na inibição do enraizamento. Em laboratório, o balanço entre auxinas e citocininas pode induzir ou impedir o processo de enraizamento e a regeneração de plantas a partir de tecidos vegetativos. Dentre as citocininas mais conhecidas, destacam-se a adenina, a zeatina (ZEA), a cinetina ou quinetina, a benzilaminopurina e a benziladenina.
- **Etileno:** regula diversos processos, tais como a iniciação de raízes adventícias em diversas espécies, promove abscisão, induz o florescimento, supera dormência de gemas e sementes, acelera a maturação, estimula a liberação de latex. O seu efeito na formação de raízes é muito variável, e tem sido mais frequentemente reportado em sua ação sobre plantas intactas e herbáceas, do que em estacas lenhosas.

Qualquer hormônio pode apresentar efeito positivo na promoção do crescimento e diferenciação. No entanto, acima de determinadas doses, podem provocar efeito contrário, como é muito comum ocorrer com as auxinas e o etileno.

Maiores detalhes sobre os hormônios e suas ações podem ser encontrados em Hartman e Kerster (1968), Ferri (1986), Lopes e Barbosa (1988), Malavasi (1994).

2. Métodos de propagação assexuada da erva-mate

A propagação assexuada de plantas em geral, pode ser feita por meio da estaquia, da microestaquia, da enxertia, da mergulhía e da cultura de tecidos. A definição de qual método deverá ser usado é feita caso a caso, de acordo com os objetivos, as espécies envolvidas, a época do ano, a habilidade do executor, o tipo e quantidade de material vegetal disponível e as condições ambientais.

Para a erva-mate, a estaquia, a microestaquia, a cultura *in vitro* de segmentos nodais, a microenxertia e a embriogênese somática, têm sido as formas mais comuns desse tipo de propagação.

2.1. Estaquia

A estaquia é uma técnica de propagação vegetativa, que consiste em promover o enraizamento de partes da planta, podendo ser ramos, raízes e folhas.

Dentre os métodos de propagação vegetativa, a estaquia ainda é a técnica de maior viabilidade econômica para o estabelecimento de plantios clonais (PAIVA e GOMES, 1995).

O enraizamento de estacas envolve a regeneração de meristemas radiculares diretamente a partir dos tecidos associados com o tecido vascular, ou a partir do tecido caloso formado na base da estaca (MALAVASI, 1994).

Durante a regeneração das raízes, as auxinas (endógenas ou exógenas) e os fatores do ambiente como água, luz e temperatura são de fundamental importância (Greenwood et al., 1980 *apud* MALAVASI, 1994). Entretanto, ainda não se sabe se as auxinas atuam isoladamente ou em conjunto com outras substâncias. Sabe-se, porém, que elas são transportadas ativamente para a base da planta (transporte polar), mesmo que a planta seja invertida por longos períodos (Jarvis e Shaheed, 1986, *apud* MALAVASI, 1994).

O enraizamento de estacas também é controlado por fatores intrínsecos ao genótipo, pois a variabilidade intraespecífica na habilidade das estacas em formar raízes é significativa. A existência de grandes variações na eficiência do enraizamento de clone para clone já foi comprovada (MALAVASI, 1994).

Além da espécie, do genótipo e da estação do ano, a indução da regeneração radicular nas estacas também depende do grau de maturação da planta doadora (MALAVASI, 1994). Isto ocorre principalmente em vegetais arbóreos, cujo desenvolvimento é usualmente acompanhado do decréscimo na formação de raízes (Hackett, 1985, *apud* MALAVASI, 1994).

Estudos demonstraram (Bower e Buijtenen *apud* MALAVASI,

1994) que estacas de plantas cultivadas em casa de vegetação apresentaram maior facilidade de enraizamento do que estacas de plantas estabelecidas. Outros fatores citados que influenciam a performance do enraizamento das estacas são:

- a posição dentro da copa e os tratamentos culturais;
- a coleta deve ser feita pela manhã, quando há maior turgescência do material e menor quantidade de fenômenos prejudiciais ao enraizamento;
- os ramos devem ser herbáceos;
- devem ser utilizadas apenas as porções

A estaquia da erva-mate tem sido utilizada com maior intensidade em programas de melhoramento da espécie, e um dos fatores que tem limitado o seu uso em escala comercial, é a grande variação que se tem obtido nos experimentos realizados, tornando inconclusivos os resultados.

Por exemplo, Iritani (1981) verificou que o tratamento hormonal das estacas provenientes de ramos de um a dois anos de idade, resultou em 75% de enraizamento em apenas algumas matrizes. Resultados similares foram obtidos por Oliveira et al. (1985) utilizando ramos do ano. Entretanto, a percentagem média foi de apenas 17%. Quando utilizou estacas de mudas, Higa (1985) obteve 60% de enraizamento, demonstrando a superioridade do material juvenil.

Esta técnica apresenta algumas vantagens, tais como: maior uniformidade dos plantios; rapidez nos programas de melhoramento genético; possibilidade de gerar clones mais produtivos e com qualidades dirigidas às necessidades do mercado consumidor; maior número de plantas por matriz. Apesar disso, o seu uso em plantios comerciais deve ser limitado, em função das desvantagens da redução da variabilidade genética, oposta à reprodução sexuada⁹.

As fases do enraizamento por estacas são descritas a seguir.

2.1.1. Procedimentos preparatórios

Os procedimentos preparatórios para o enraizamento de estacas de erva-mate são os seguintes (HIGA, 1985; MAZUCHOWSKI, 1989):

⁹ ver capítulo Propagação sexuada.

2.1.1.1. Seleção de plantas matrizes

A seleção de árvores para doação de estacas é fundamental, considerando que as plantas resultantes apresentam as mesmas características da planta-mãe. Este trabalho, portanto, deve ser criterioso, e deve levar em conta principalmente: a produtividade individual de biomassa foliar, a resistência a pragas e doenças, a forma apropriada ao sistema de poda específico, e a alta porcentagem de enraizamento das estacas. A observação das mesmas recomendações feitas para a seleção de matrizes porta-sementes também é importante.

2.1.1.2. Rejuvenescimento das plantas matrizes

Já foi citado o fato de que em plantas lenhosas, à medida que avança a maturidade, as dificuldades de enraizamento de estacas aumenta, provavelmente em função da maior concentração de fênis¹⁰. Isto afeta diretamente os procedimentos de estaquia da erva-mate, se as plantas matrizes forem de plantios comerciais em idade avançada ou em povoamentos naturais.

Nestes casos, há necessidade do rejuvenescimento do material parental. Isto pode ser feito por meio da poda radical da planta mãe, a aproximadamente 20 a 30 cm do solo, no final do inverno e logo serão formados os novos brotos, os quais podem ser utilizados com maior eficiência de enraizamento, por serem considerados materiais juvenis. Se a seleção for feita em plantios jovens, isto é, com menos de dois anos de idade, não é necessário o procedimento de rejuvenescimento.

Para o caso de já existirem mudas dos clones selecionados, pode-se também optar pelo uso da microestaquia, técnica que utiliza o material mais jovem possível, a própria muda.

2.1.1.3. Retirada dos ramos das matrizes

A posição dos ramos nas plantas com copas já formadas é de fundamental importância no sucesso do enraizamento. A preferência deve ser dada àqueles que estejam sombreados, pois experimentos já

¹⁰ maiores detalhes no item *Tratamento das estacas*.

demonstraram que partes sombreadas artificialmente de plantas lenhosas, tendem a enraizar melhor (HOWARD, 1994), em função da redução de fenóis, que são prejudiciais à formação de raízes.

Deve-se preferir ramos do ano (IRITANI, 1981), evitando-se a coleta na fase de crescimento reprodutivo. Ensaio com enraizamento de erva-mate detectaram menor eficiência com material coletado neste período (CASO e DOTTA, 1997).

Em cada ramo herbáceo e não os semi-lenhosos, a parte a ser estaqueada deve pertencer à porção basal e intermediária, empregando-se as ramificações de primeira ordem. A coleta deve ser feita pela manhã, quando há maior turgescência do material e menor quantidade de fenóis prejudiciais ao enraizamento (KRICUN, 1995).

2.1.1.4. Condições ambientais para os trabalhos com enraizamento

O local deve apresentar características específicas, visando otimizar o enraizamento das estacas.

O ideal é uma casa de vegetação com temperatura ambiente entre 25 e 30 °C, umidade relativa de 95%, e luminosidade equivalente a 1000 lux (MAZUCHOWSKI, 1988).

A irrigação deve ser por nebulização intermitente, que além de manter a umidade relativa do ar elevada, propicia a formação de microgotículas de água na superfície das folhas e no corpo das estacas, reduzindo a temperatura superficial e minimizando a transpiração.

Como a temperatura ambiental é um fator controlador da formação de raízes adventícias, esta deve ser controlada para evitar que a sua elevação possa estimular a brotação de gemas na parte aérea, antes das raízes.

As estacas com folhas, que é a modalidade mais comum e eficiente de estaqueamento da erva-mate, necessitam de luz para a realização da fotossíntese, que é essencial para o início do processo de enraizamento. A casa de vegetação deve estar equipada com luz artificial suficiente para suprir a sua falta em dias de iluminação natural reduzida.

2.1.1.5. Substrato

O substrato deve sustentar as estacas, proporcionar suficiente

retenção de umidade e nutrientes, e permitir a aeração adequada. Deve estar livre de organismos patogênicos, o que pode ser feito por processos físicos ou químicos¹¹. Kricun (1995) recomenda o uso de areia fina.

2.1.1.6. Preparação e cuidados com as estacas

Caso a coleta das estacas seja feita de material parental que se encontra no campo, os cuidados com o transporte do material devem ser maiores, principalmente a longas distâncias. Pode-se armazenar os ramos coletados em caixas de isopor para o transporte, contendo serragem e gelo.

Todos os utensílios utilizados na preparação das estacas, tais como facas, tesouras, vasilhames, devem ser previamente esterilizados. Os instrumentos cortantes, frequentemente devem passar por álcool e pela solução fúngica que é utilizada para tratamento das estacas. A propagação da erva-mate por este sistema é muito sensível à manifestação de doenças, como a podridão-de-estacas causada por *Colletotrichum* sp. e *Fusarium* sp¹², que pode tornar-se motivo do insucesso total do enraizamento.

O tamanho das estacas de ramos deve ser de aproximadamente 12 cm (GRAÇA et al., 1988), mas não há inconveniente de serem menores, se dispuserem de pelo menos um par de folhas, as quais devem ser seccionadas à metade, para evitar o excesso de transpiração, porém o suficiente para auxiliar na fotossíntese.

2.1.2. Tratamento das estacas

Dois procedimentos básicos podem ser utilizados para o tratamento das estacas de erva-mate, visando o enraizamento, os quais, para efeito didático, serão denominados: base auxínica pura e base auxínica comercial.

2.1.2.1. Base auxínica pura

O nome dado representa a mistura de solução alcóolica e auxina (s), utilizado frequentemente para o enraizamento de estacas de erva-mate,

¹¹ ver mais detalhes no capítulo Doenças: Tombamento ou damping off.

¹² ver capítulo Doenças: Podridão de estacas.

tanto em nível de pesquisa, quanto nas recomendações para propagação vegetativa a nível comercial da espécie.

Para o tratamento hormonal, o melhor desempenho tem sido obtido com o uso da solução de água (50%) e álcool (50%), mais ácido indol-3-butírico (AIB) em concentração entre 5 a 8 g de AIB para cada litro da solução de água e álcool), aplicado na base das estacas (GRAÇA et al., 1988). Porém, concentrações de até 12,5 g L⁻¹ podem resultar em aumento crescente no desenvolvimento radicular (BELINGHERI et al., 2003).

No entanto, recentemente têm sido feitos testes com a mistura de mais de um regulador de crescimento. Kulchetschi et al. (1997) testaram misturas de AIA, AIB e ANA, em diversas concentrações, em estacas de erva-mate dispostas em substrato constituído de solo de textura leve, e concluíram que os tratamentos com 8 g L⁻¹ de AIB + 2 g L⁻¹ de ANA, e 8 g L⁻¹ de AIB + 4 g L⁻¹ de ANA, apresentaram tendência de superioridade quanto à emissão de raízes, retenção foliar e sobrevivência das estacas.

As estacas tratadas são então mantidas em casa de vegetação, nas condições já citadas. A porcentagem de enraizamento pode variar até 62%, conforme demonstraram Graça et al. (1988). Os autores compararam o uso de areia e vermiculita como substratos, concluindo que este resultou em maior porcentagem de enraizamento.

Quando se utiliza mudas para a extração das estacas, os tratamentos são idênticos aos utilizados para estacas de ramos, procurando-se manter a concentração de AIB próximo de 8 g L⁻¹, pois nesta concentração, há tendência de respostas semelhantes por parte das estacas retiradas de qualquer porção da plântula (GRAÇA et al., 1988).

Durante o período de enraizamento, deve-se fazer aplicações de adubos foliares, que estimulam a formação de raízes adventícias.

Outros tipos de substratos devem ser testados, em função do custo, e muitas vezes da dificuldade em se adquirir certos materiais.

2.1.2.2. Base auxínica comercial

Esta mistura apresenta grande potencial de aplicação, tendo em vista alguns resultados de pesquisa recentemente publicados.

Consta da mistura de 1% de AIB, 1% de PPZ (1-fenil-3-metil-pirazol-5-ona), 10% de Captan, 10% de açúcar comercial e talco até completar 100 g (CASO et al., 1993).

A presença de um produto antioxidante é relevante, e o PPZ é assim considerado. Em geral, materiais vegetativos separados de plantas lenhosas, apresentam um forte incremento de fenóis, como consequência dos danos celulares (HAISSIG, 1986). Isto resulta no enegrecimento das bases das estacas, em função da ação de polifenóis oxidases, levando à morte dos tecidos vegetais. Se bem que seja possível a redução destes fenóis, mantendo-se as plantas doadoras previamente no escuro (HOWARD, 1994), não parece que este procedimento seja viável a nível comercial.

Há resultados de pesquisa que demonstram o papel sinérgico dos polifenóis na ação das auxinas, mas também há outros contraditórios (HAISSIG, 1986; CASO e DOTTA, 1997).

As polifenóis oxidases (PFO) são enzimas que se encontram nos plastídeos, e tendem a se ativar em tecidos senescentes ou danificados (HAND, 1994). Com o aumento dos fenóis provocadas na confecção das estacas, em função da ruptura das células, as PFO poderiam atuar sobre a maior quantidade de fenóis, catalizando sua polimerização em complexos macromoleculares, insolúveis, que obstruiriam os vasos xilemáticos (BILES e ABELES, 1991). Isto provocaria um estresse hídrico fatal na etapa inicial de enraizamento.

Daí a necessidade de se utilizar algum tipo de anti-oxidante, como o PPZ já citado. No entanto, segundo (CASO e DOTTA, 1997), não há na literatura informações seguras sobre a ação deste composto.

Outro produto, o 4-clororesorcionol (4CIR) também apresenta boa eficiência como inibidor das enzimas PFO (GAD et al., 1987; GAD e BEN-EFRAIM, 1988), e ainda pode atuar na oxidação do ácido indolacético endógeno, permitindo a organização dos primórdios radiculares.

Quanto ao açúcar empregado na composição da mistura auxínica, justifica-se o seu uso em função do maior consumo energético requerido pelos tecidos onde se iniciam os primórdios radiculares. No entanto, há controvérsias quanto à sua eficiência, pois CASO et al. (1993) não encontraram diferenças entre tratamentos de estacas de erva-mate, com e sem açúcar.

Em ensaio realizado por Caso e Dotta (1997), os resultados de enraizamento de estacas de erva-mate extraídas de árvores adultas durante período vegetativo, utilizando-se a base auxínica comercial descrita acima, após o tratamento com 4CIR, foram significativamente superiores

ao tratamento exclusivamente com a base comercial. Eles avaliaram a porcentagem de estacas vivas após 45 dias (93%), número de raízes principais e secundárias, e o comprimento total do sistema radicular.

No entanto, os autores lembram que o material doador já era proveniente de enraizamento de estacas, não tinha idade conhecida e estava sendo mantido dentro de cada de vegetação. Em outra situação, os resultados são imprevisíveis.

Mais investigações devem ser feitas com esta base auxínica, considerando-se diferentes idades das plantas doadoras, clones, procedências, posição dos ramos, períodos de desenvolvimento reprodutivo ou vegetativo, e outras variáveis.

2.2. A micropropagação

Dentre as técnicas de cultura de tecidos, a micropropagação de plantas tem se constituído como a principal aplicação a nível comercial.

Em geral, os melhores resultados com a micropropagação da erva-mate, têm sido obtidos com explantes retirados de matrizes com até dois anos de idade (MROGINSKI et al., 1997; SANSBERRO et al., 1997b).

As estratégias mais utilizadas na micropropagação de erva-mate tem sido o cultivo *in vitro* de segmentos nodais, o microenxerto e a indução de embriogênese somática, os quais são descritos a seguir.

2.2.1. Cultivo *in vitro* de segmentos nodais

O segmentos nodais, ou uninodais, são partes dos ramos das plantas doadoras, que contenham uma gema axilar, ou mesmo os ápices caulinares (REY e MROGINSKI, 1988). A metodologia para estimular a sua brotação é descrita a seguir.

2.2.2. Operações de laboratório

Em laboratório, os ramos são lavados com água destilada, e em seguida esterilizados, primeiro durante um minuto em solução de etanol e água a 70%, e em seguida por 20 minutos em NaOCl 2,4%. Kraemer et al. (1999) observaram a formação de glucosídeos em meios de cultura

contendo etanol, concluindo não ser este componente um solvente inerte. Em função disso, seria interessante usar com cautela o etanol, mesmo que seja apenas como desinfestante, e até mesmo desenvolver estudos a esse respeito.

Os ramos são então levados a uma câmara de fluxo laminar de ar estéril, onde são lavados em água destilada estéril por diversas vezes, sendo em seguida seccionados em partes contendo uma gema.

O meio de cultivo pode ser aquele sugerido por Rey et al. (1991), que consiste dos sais minerais e vitaminas de Murashige e Skoog (1962), porém diluído quatro vezes, com 3% de sacarose e solidificado com 0,8% de agar, denominado ¼ MS. Antes de se juntar o agar, o pH deve ser ajustado para 5,7. Outros trabalhos têm demonstrado que há grande variação na eficiência do meio de cultivo em função dos genótipos de erva-mate utilizados. Kryvenki (1997) cita que esta variação pode se estender de ½ a 1/8 MS.

Após a colocação de 10 ml do meio de cultura nos tubos de 40 cc, estes são lacrados com papel alumínio e esterilizados em autoclave 1 atm, durante 20 minutos.

Os explantes, um para cada tubo, são introduzidos a uma profundidade de aproximadamente 2 mm da parte proximal no meio de cultivo.

Os tubos são lacrados e incubados a 27 °C em fotoperíodo de 14 h, utilizando-se 10 W por m², fornecidos por lâmpadas TLD 36 W/84.

Vale a pena registrar observações feitas por Mroginski et al. (1997), que relataram que meios com maior conteúdo de nitrogênio, especialmente quando a fonte é NH₄NO₃, resultam em maior quantidade de explantes enegrecidos.

Outras variações do meio ¼ MS foram utilizadas por Rey e Mroginski (1988) e Rouvier et al. (1993) *apud* Mroginski et al. (1997), com bons resultados, especialmente para a produção de múltiplas brotações por explante.

A brotação dos explantes é apenas uma parte do trabalho de propagação vegetativa via segmentação nodal. Há necessidade de se promover o enraizamento dos brotos.

Este enraizamento, considerando-se plantas adultas com 10 anos de idade é nulo ou ocorre em baixa frequência (MROGINSKI et al., 1997).

Para material proveniente de plantas enraizadas e cultivadas em

casa de vegetação, é possível obter algum nível de enraizamento, quando se trata as brotações surgidas a partir dos explantes com solução de 100 mg L⁻¹ de ANA durante 4 h (REY e MROGINSKI, 1988) e logo em seguida incuba-se em meio ¼ MS. Isso demonstra que a questão da propagação de erva-mate por esse método ainda não é assunto resolvido pela pesquisa.

No entanto, quando se trabalha com explantes retirados de árvores com até dois anos de idade, não se tem maiores dificuldades. O seu cultivo em ¼ MS + 0,1 mg L⁻¹ de ANA + 0,6% de agar + 3% de sacarose, e incubação a 27 °C com 14 h de fotoperíodo, como já foi citado, permite em uma só fase de cultivo, que 42% dos explantes de segmentos nodais produzam plantas (Sansberro et al., 1997a, *apud* MROGINSKI et al., 1997). Se a pretensão é cultivar as brotações resultantes em outra fase, ao novo meio ¼ MS acrescenta-se 1 mg L⁻¹ de AIB (Sansberro, inf. Pessoal *apud* MROGINSKI et al., 1997). Comparando material coletado de árvores de dois e 10 anos de idade, Sansberro et al. (2000) verificaram que o percentual de enraizamento de brotos provenientes de explantes nodais de plantas jovens pode atingir até o dobro, comparado com plantas mais velhas.

Segundo Panik (1995), trabalhos com explantes retirados de árvores jovens de até dois anos, ou de plantas cultivadas em casa de vegetação, podem obter taxas de contaminação e mortalidade menores do que 20%, o que permite enfrentar uma multiplicação massiva, desde que se disponha de material parental.

2.2.3. Fonte de explante

Vários trabalhos têm demonstrado ser inviável o uso de explantes provenientes diretamente de plantas doadoras que crescem no campo. Mesmo aplicando-se variados métodos de desinfestação, ou agregando-se fungicida ao meio de cultura, os resultados tem sido negativos, dando indicativos da existência de contaminantes endógenos (REY e MROGINSKI, 1988; MROGINSKI et al., 1997a).

No entanto, quando o material é extraído de plantas provenientes de enraizamento de estacas, e que são cultivadas em casa de vegetação, o sucesso na brotação pode atingir mais de 90% (MROGINSKI et al., 1997b). A explicação provável para o melhor desempenho do material retirado de estacas enraizadas, é o rejuvenescimento (CASO, 1993).

Em qualquer caso, sempre ocorre uma parte das estacas com

enegrecimento, aparentemente em função de oxidação, o que é comum em plantas lenhosas. Mesmo com o acréscimo de anti-oxidantes, este problema não é totalmente resolvido (MROGINSKI et al., 1997b).

Mroginski et al. (1997a) verificaram também que há diferença marcante na porcentagem de explantes brotados a partir de diferentes clones. Em seus testes, a variação foi de 48 a 94%.

Deve-se observar também que melhores resultados são obtidos quando são utilizados segmentos nodais com uma gema axilar, com comprimento de 1 a 1,5 cm de comprimento, provenientes de porções dos ramos correspondentes somente até a décima gema, contando-se a partir do ápice caulinar (BERNASCONI et al., 1996).

Se houver necessidade de induzir brotações nas plantas doadoras, cultivadas em casa de vegetação, recomenda mantê-las no escuro por oito dias. No entanto, esta prática não aumenta significativamente a porcentagem de brotação (MROGINSKI et al., 1997b).

A época do ano na qual se pretende obter os explantes é muito importante, pois nos meses de inverno a contaminação com bactérias e fungos é significativamente maior do que no verão, correndo-se o risco de inviabilizar completamente a brotação.

2.2.4. Cultivo in vitro de microenxertos

Para a geração de porta-enxertos *in vitro*, pode-se executar a metodologia descrita por Sansberro et al (1997a), procedendo-se da seguinte maneira: os embriões imaturos, em estado de “coração”, são extraídos de sementes previamente desinfestadas com solução de etanol a 70% durante 5 minutos, seguido de NaOCl a 1,8% mais duas gotas de Tritón®, durante 30 minutos. Finalmente são lavados por três vezes com água destiladas estéril.

O meio utilizado é o $\frac{1}{4}$ MS, com 3% de sacarose, 0,65% de agar e 0,1 mg L⁻¹ de ZEA (zeatina). Vários tratamentos foram testados pelos autores, incluindo auxinas, que não superaram o ZEA.

Coloca-se 4 ml do meio em tubos de 11cc, esterilizando-os em autoclave a 1,46 kg cm⁻² durante 20 minutos. A incubação é feita a 27 °C, no escuro durante os primeiros 30 dias, e em seguida em luz (116 μ m seg⁻¹ m⁻²) com um fotoperíodo de 14 h.

Mroginski et al. (1997a), nestas condições, conseguiram obter 65% dos embriões completando seu desenvolvimento, dos quais, 73% formaram plantas.

Esta técnica ainda necessita de aperfeiçoamento para a erva-mate, em especial a segunda etapa, na qual se pretende a execução da microenxertia com material proveniente de outros explantes desenvolvidos *in vitro*.

2.2.5. Embriogênese somática

Teoricamente, embriões podem ser obtidos *in vitro*, a partir de qualquer parte das plantas, graças à totipotência das células vegetais. Totipotência pode ser definida como a capacidade de uma célula regenerar o fenótipo do organismo completo e diferenciado, do qual ela é derivada. A metodologia que envolve o aproveitamento desta capacidade intrínseca às células é denominada embriogênese somática.

As pesquisas são relativamente recentes e não conclusivas, no campo da embriogênese somática em erva-mate, restando ainda o esclarecimento de muitas questões para que se possa chegar a algum uso prático.

No entanto, alguns resultados obtidos por Collavino et. al. (1997), *apud* MROGINSKI et al. (1997b), informam do êxito na obtenção de embriões somáticos a partir de embriões zigóticos imaturos. Este fato pode ser a abertura da oportunidade da micropropagação da erva-mate, mediante sementes artificiais.

Anteriormente, Rey et al. (1991) já havia descrito a indução, em calos e suspensões celulares de erva-mate, de estruturas semelhantes a embriões somáticos. No entanto, tais estruturas produziam raízes, mas não brotações, ou seja, eram gemas unipolares.

2.2.6. Aclimação *ex vitro*

Esta fase é crítica na propagação assexuada de plantas em geral, tendo em vista que os materiais resultantes dos trabalhos laboratoriais são produzidos em ambientes completamente distintos dos viveiros, com relação a temperatura, umidade, assepsia e nutrição.

As sugestões para aclimação que serão descritas foram feitas por Panick (1995). Segundo esse autor, as plântulas de erva-mate produzidas em laboratório devem ser completas, ou seja, com parte aérea medindo de 1,5 a 2 cm de comprimento, e raízes, mesmo que pequenas, para que se possa iniciar o processo de transferência para condições externas.

O endurecimento das plântulas pode ser feito dispondo-as sob um túnel de polietileno a meia sombra, em casa de vegetação, de modo a manter alta umidade relativa e temperatura inferior a 32 °C no interior do túnel. É fundamental utilizar um substrato com boa aeração e drenagem.

O processo de aclimação pode durar entre 30 e 40 dias. Em seguida devem ser fornecidas condições de umidade relativa normal, permanecendo em meia sombra por mais 30 dias. Mais 60 a 90 dias as plântulas estarão prontas para o plantio no campo.

CAPÍTULO 6

Implantação

A erva-mate é uma cultura permanente e como tal deve merecer especial atenção nas operações de implantação, as quais abrangem desde o preparo de área até o replantio.

1. Preparo de área

Em primeiro lugar deve-se selecionar locais adequados ao desenvolvimento da cultura. Embora se divulgue que a erva-mate se desenvolve bem até mesmo em solos considerados degradados, esta condição se restringe ao fator pH, que pode estar entre 4,5 e 5.

Deve-se evitar áreas pedregosas, assim como as mal drenadas. Solos profundos são os ideais, embora possam ser utilizados aqueles com pouca profundidade, desde que o produtor saiba que a vida útil e a produção do plantio pode ficar comprometida em menor tempo, em função das restrições ao desenvolvimento do sistema radicular, ou aplique técnicas adequadas de manejo do solo (DEDECEK, 1997).

Se o uso anterior da terra houver provocado drástica redução da matéria orgânica e das condições químicas do solo, é recomendável que se faça antes do plantio da erva-mate, um trabalho de recuperação utilizando-se adubação verde (DA CROCE e FLOSS, 1999).

Uma avaliação das condições físicas do solo pode determinar a necessidade ou não de descompactação. Neste caso, a subsolagem deve atingir pelo menos 30 cm, que deve ser executada mesmo em áreas desbravadas recentemente.

O preparo do solo é feito de modo convencional, em nível, procurando-se lavrar a profundidades maiores do que se usa para culturas agrícolas, ao redor de 30 a 40 cm, exceto em áreas declivosas. Neste caso as covas deverão merecer mais cuidados, em virtude de que muitas vezes torna-se impossível o preparo mecanizado.

Sob condições específicas de solo, avaliadas segundo padrões

técnicos, é possível evitar o revolvimento do solo por meio convencional, que só se justifica quando se faz necessária a recuperação da estrutura do solo em função da formação de camadas de solo adensadas, que impeçam a infiltração de água, a aeração e o desenvolvimento do sistema radicular (VENIALGO, 1995).

Com relação às características dos solos onde a erva-mate ocorre preferencialmente e que podem ser escolhidos para o cultivo da erva-mate, Kricun (1985) cita:

- solos muito intemperizados: roxos, profundos, lixiviados, argilosos, permeáveis com taxa de infiltração média de 1200 mm dia^{-1} , ácidos ou ligeiramente ácidos, medianamente férteis, derivados de basalto. São os mais indicados para o cultivo da erva-mate;
- solos jovens: ligeiramente ácidos, permeáveis com taxa de infiltração média de 800 mm dia^{-1} , férteis. São recomendados para o cultivo da erva-mate quando seu perfil até a rocha-mãe alcança pelo menos um metro de profundidade.

2. Coveamento

As covas para o plantio da erva-mate podem ser feitas de várias maneiras, inclusive em função da experiência do mateicultor, independente das recomendações feitas aqui.

Onde é possível a mecanização, recomenda-se o cultivo mínimo, ou seja, o preparo da área apenas nas linhas de plantio, evitando-se o revolvimento do solo em toda a área. O preparo em área total só deverá ser feito em função da existência de invasoras de difícil erradicação, ou em solos degradados que necessitam de recuperação química e biológica.

Para o cultivo mínimo pode-se passar um disco de arado a uma profundidade de 30 a 40 cm, ou então um subsolador. Para o caso do uso do subsolador, pode-se ainda optar por passa-lo duas vezes, sendo a segundo a 50 a 60 cm de profundidade. Poucos dias antes do plantio, passa-se uma enxada rotativa sobre as linhas formadas pelo subsolador ou arado, para desfazer torrões que porventura permaneceram.

As linhas preparadas pelo implemento já marcam a distância entre linhas de plantas, devendo-se apenas realizar a marcação entre linhas. Essa marcação não precisa ser feita antecipadamente ao plantio, podendo-se

simultaneamente adubar e preparar a cova, sem a necessidade de colocação de estacas. Neste capítulo, no item *Plantio e cuidados*, são dados detalhes da plantadeira, que evita operações manuais de marcação, distribuição e adubação.

Caso o coveamento seja manual em função da topografia do terreno, das condições do produtor ou da forma de preparo de área, elaboram-se as covas de 30 a 40 cm de profundidade e 25 cm de diâmetro.

As distâncias entre linhas e plantas estão relacionadas com o sistema de cultivo da erva-mate, que pode ser na forma tradicional, sistematizada ou em sistemas agroflorestais (KRICUN e BELINGHERI, 1997a):

- manejo tradicional: a densidade de plantas é em geral menor do que 2660 plantas ha⁻¹ e a colheita é feita da maneira tradicional, ou seja, a planta cresce e os cortes vão sendo feitos em intervalos de ano, ano e meio ou dois anos, nos galhos laterais, permitindo-se o livre crescimento em altura do tronco principal. Os espaçamentos mais recomendados são:

$$3,50 \times 1,50 \text{ m} = 1900 \text{ plantas ha}^{-1}$$

$$3,50 \times 1,25 \text{ m} = 2280 \text{ plantas ha}^{-1}$$

$$3,00 \times 1,50 \text{ m} = 2220 \text{ plantas ha}^{-1}$$

$$3,00 \times 1,25 \text{ m} = 2660 \text{ plantas ha}^{-1}$$

- manejo sistematizado: a densidade de plantas é em geral de 2660 a 4440 plantas ha⁻¹ e a colheita é feita cortando-se toda a planta a 40 cm de altura anualmente, aumentando-se essa altura em 5 a 15 cm a cada corte, até que a planta atinja 1,30 m. Neste ponto é feito o rebaixamento. Detalhes sobre esse sistema é dado no capítulo *Colheita*. Os espaçamentos mais recomendados são:

$$2,50 \times 1,50 \text{ m} = 2660 \text{ plantas ha}^{-1}$$

$$2,50 \times 1,25 \text{ m} = 3200 \text{ plantas ha}^{-1}$$

$$2,50 \times 1,00 \text{ m} = 4000 \text{ plantas ha}^{-1}$$

$$2,25 \times 1,50 \text{ m} = 2960 \text{ plantas ha}^{-1}$$

$$2,25 \times 1,25 \text{ m} = 3550 \text{ plantas ha}^{-1}$$

$$2,25 \times 1,00 \text{ m} = 4440 \text{ plantas ha}^{-1}$$

- sistemas agroflorestais: a densidade de plantas é em geral menor do que 2220 plantas ha⁻¹ e a colheita pode ser feita da maneira tradicional ou sistematizada. É o sistema de cultivos intercalares, que

é detalhado no capítulo *Sistemas agroflorestais*. Os espaçamentos mais recomendados são:

4,5 x 1,50 m = 1480 plantas ha⁻¹ (após o uso dos plantios com esse espaçamento em consórcios com culturas anuais, pode-se incluir mais uma linha, transformando-o em 2,0 x 1,5 m)

4,5 x 1,25 m = 1770 plantas ha⁻¹

4,5 x 1,00 m = 2220 plantas ha⁻¹

Outra questão que pode suscitar dúvidas do produtor é a disposição das linhas de plantio, ou seja, se em linha simples ou duplas. Kricun e Belingheri (1997a), após vários experimentos, concluíram que:

- as disposições em linhas simples apresentam em geral, melhores resultados do que em linhas duplas, com igual número de plantas. Esta modalidade implica em maiores dificuldades no plantio e maiores custos de limpeza, com menor rendimento por ha;
- para a disposição em linhas simples, a redução da distância de 4,5 m para 2,50 a 2,25 m entre linhas implica em geral em um incremento dos rendimentos, sem efeito de competição. Reduções da distância entre plantas de 2,0 m para 1,5 m também foram favoráveis, não podendo ser menor do que 1,0 m;

Estas conclusões não implicam em dizer que não há campo para experiências com diferentes disposições de linhas, especialmente em plantios de densidades mais baixas, em solos menos férteis.

3. Correção e adubação dos solos no plantio

A correção do solo visando o pH não é importante para a cultura da erva-mate, já que ela se desenvolve bem em solos ácidos. Esta deve ser feita apenas se houver necessidade da aplicação de Ca e Mg, ou se houver intenção de se trabalhar em consórcios com culturas anuais. Neste caso, a correção deve ser feita apenas nas entrelinhas da erva-mate. Deve-se estar atento para o fato de que pH acima de 6 provoca redução do crescimento e o aparecimento de sintomas de deficiências nutricionais (DA CROCE e FLOSS, 1999)

Embora não haja resultados de pesquisa conclusivos quanto à adubação da erva-mate, para as condições brasileiras, segundo Da Croce e Floss (1999), observações práticas permitem fazer a seguinte recomendação

que tem apresentado bons resultados em Latossolo Roxo distrófico: na cova, 60 g de NPK 10-20-10, ou 1 kg do composto formado por 3,5 kg dessa fórmula de NPK em 1 m³ de esterco curtido de bovinos ou suínos.

4. Plantio e cuidados com as mudas

Estando as covas adubadas, procede-se ao plantio. Nessa ocasião as mudas devem estar com alturas variando de 15 a 25 cm.

Embora não se tenha comprovação da influência da altura das mudas de erva-mate no desenvolvimento inicial das plantas no campo, para efeito de padronização pode-se optar por separá-las em classes de tamanho.

Se o plantio será feito a partir de mudas de raízes nuas ou em embalagens, isso depende das condições climáticas e dos solos onde serão plantadas as mudas, e já deverá ter sido previsto desde o início da fase de viveiro. O sistema mais comum é a produção em embalagens.

Quanto à época de plantio, deve-se preferivelmente escolher o início da época das chuvas, a não ser que se proceda à irrigação individual das mudas durante os períodos de estiagem, ou seja, mais de 20 dias sem chuva, segundo Scheneider e Petry (1985). Mesmo que se opte pela irrigação, deve ser evitado o plantio durante os meses do meio do ano, para o caso da região centro-oeste brasileira. Nas regiões ervateiras da Argentina e em algumas áreas do sul do Brasil, o plantio no sistema de embalagens pode ser feito de abril a setembro, enquanto que com raízes nuas a época se reduz a junho e julho, devendo-se evitar o período de dezembro a fevereiro, segundo Da Croce e Floss (1999). Independente da recomendação dos meses mais adequados, deve-se optar sempre pela época das chuvas quando se utiliza este último sistema, o que significa épocas diferentes para diferentes regiões.

O plantio propriamente dito pode ser manual, em covas já adubadas, ou por meio de plantadeiras.

No plantio manual, dispõe-se de um instrumento auxiliar aplicável para mudas produzidas em tubetes, e que tem sido largamente utilizado em plantios de eucalipto e pinus, ilustrado na Figura 23. Em alguns casos, este instrumento de plantio assemelha-se à antiga matraca de semeadura de grãos.

Se as embalagens forem as sacolas de polietileno, deve-se tomar alguns cuidados no momento do plantio:

- retirar as embalagens e recolhe-las, evitando a contaminação ambiental e possíveis danos a animais domésticos e silvestres;
- se o período correto de permanência das mudas nas embalagens foi ultrapassado, verificar a ocorrência de enovelamento do sistema radicular, e se necessário, proceder à poda de raízes, cortando aproximadamente 2 cm do fundo das embalagens. Se houverem raízes grossas aparecendo nas laterais do torrão, após a retirada da embalagem, provenientes da brotação da raiz pivotante, poda-las rente ao ponto de saída do torrão.

A plantadeira utilizada por alguns produtores do sul do Brasil e Argentina, não é um equipamento de uso generalizado, e necessita de mudas produzidas em tubetes. É constituída a partir de algumas adaptações da plantadeira de pinus norte-americana. É acoplada ao sistema hidráulico de três pontos de um trator. Possui uma espécie de subsolador oco que vai abrindo um sulco na terra, dentro do qual passam palhetas que transportam as mudas, as quais são dispostas perpendicularmente ao terreno. Lateralmente ao subsolador seguem duas rodas em ângulo de 40°, que fazem pressão nas laterais das mudas. O equipamento possui acentos para dois operadores, os quais alimentam as palhetas com as mudas, que já devem ter sido afrouxadas nos tubetes, a partir do viveiro. Além disso, dispõe de um depósito para as bandejas porta-tubetes. Possuem também duas calhas que depositam o fertilizante nas duas laterais das mudas, e que é automaticamente coberto por solo. Nesse sistema, a irrigação é obrigatória, independente da época do ano, para que haja melhores níveis de pagamento e para melhorar o contato do sistema radicular das mudas com o solo, e pode ser feita até os 6 meses.

A erva-mate é uma planta que pertence ao estágio sucessional clímax¹³, e por isso é originária de um ambiente sombreado, especialmente nos estágios iniciais de seu desenvolvimento. Por isso, terminado o plantio, o produtor deve se preocupar com a proteção das mudas contra a forte insolação do meio dia e da tarde durante o verão e com o descongelamento provocado pela luz direta do sol em dias muito frios de inverno. A prática mais comum é a proteção para o verão.

Para isso são utilizadas várias formas de proteção, entre elas a palha de arroz, trigo ou capim e de palmeiras, resíduos de cerrarias tais como pedaços de tábuas e laminados (Figura 24). Em regiões onde há facilidade

13 ver capítulo Taxonomia, descrição, ecologia e distribuição geográfica.

de obter laminados de pinus, estes são vantajosos, mas devem ser tratados com solução fungicida para aumentar sua durabilidade. Laminados de outras espécies também podem ser utilizados.

A posição dos protetores deve ser inclinada, e disposto no lado ao qual se destina a proteção, em geral de oeste a noroeste, dependendo da latitude. Há produtores que preferem a proteção em todas as direções, ou em leste e oeste. A retirada desse material é feita com tempo variável, devendo-se observar o início das brotações, mas em geral é feita no máximo com um ano. Então, retira-se primeiramente a parte que protege contra o sol da manhã, e 30 dias depois, o restante.

Mais alguns cuidados são recomendados no plantio das mudas:

- se o sistema é de mudas de raízes nuas, evitar principalmente dobrar as raízes e a formação de bolsas de ar, resultantes da má compactação do solo no momento do plantio;
- se for por embalagens, evitar plantar a muda inclinada e com o colo abaixo ou acima do nível do solo;
- especialmente nas áreas ou em épocas de estagem, o nível do solo dentro da cova pode estar de 1 a 5 cm abaixo do nível fora da cova, para facilitar a retenção de água da chuva ou da irrigação individual.

5. Replântio

A operação de replântio é efetuada até o terceiro ano após o plantio, podendo ser feita mais de uma vez ao ano. A viabilidade do replântio está limitada a falhas de 10 a 15% no primeiro ano, de 5 a 10% no segundo e de menos de 5% no terceiro ano (KRICUN, 1993). A necessidade de replântio é verificada por levantamento 30 dias após o plantio.

As mudas devem ser muito bem rustificadas em viveiro, utilizando-se embalagens maiores do que as convencionais. A altura e diâmetro dessas plantas devem ser maiores do que as normais, de modo a garantir a sobrevivência, evitando-se repetição de replântio na mesma cova, e propiciando equiparação no desenvolvimento com as mudas plantadas.

Caso o replântio seja feito em período de estiagem de mais de 20 dias, sem irrigação na cova, as perdas podem ser da ordem de 20 a 30% (SCHENEIDER e PETRY, 1985).

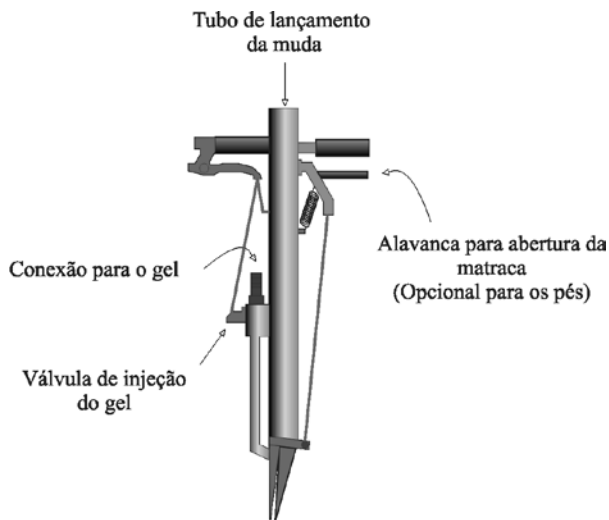


Figura 23 – Plantadeira de mudas produzidas em tubetes, com injetor de polímero hidrorretentor (gel) acoplado.

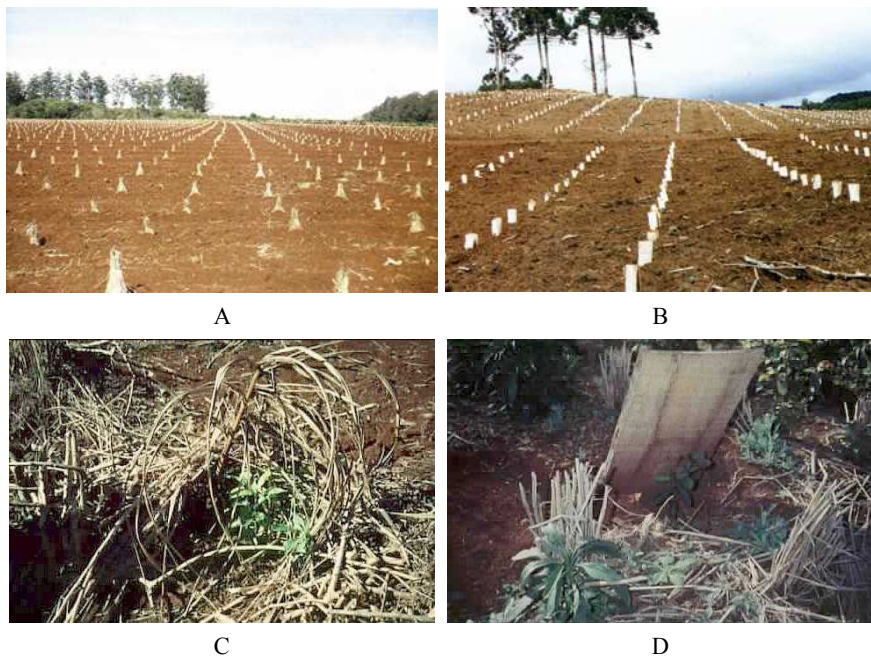


Figura 24 – Proteção das mudas de erva-mate no campo: Poncho de capim (A); Laminados em dupla face (B) (imagens de DA CROCE e FLOSS, 1999); Folhas de palmeiras (C); Tábua (D)

CAPÍTULO 7

Manejo

A fase de manejo da cultura da erva-mate inicia-se após o plantio das mudas, e se estende por todo o ciclo produtivo. Compreende os tratos culturais, as adubações de manutenção, a cobertura do solo e as adubações verdes, as podas de formação e a recuperação de ervais degradados. Na prática, o manejo inclui também o controle de pragas e doenças, que pela importância, são tratadas em dois capítulos à parte. Nesse capítulo será abordado também o manejo de populações nativas.

1. Manejo de plantações

1.1. Tratos culturais

Alguns autores da literatura concernente à erva-mate consideram a proteção às mudas, a irrigação de campo e o replantio como tratos culturais. No entanto, nesse livro essas operações foram dispostas no capítulo *Implantação*, onde nos pareceu mais adequado, pelo menos do ponto de vista didático. Os tratos mais importantes são:

- Limpezas: as capinas ou aplicações dirigidas de herbicidas serão feitas principalmente até o terceiro ano após o plantio, mas podem estender-se até o quinto ano, em plantações menos adensadas. Nas entrelinhas poderá ser feita roçada mecânica ou também o uso de herbicidas. Pode-se fazer uso de enxadas rotativas ou grades em distâncias de mais de 50 cm das linhas de plantio (DEDECEK, 1997). Em geral, nos meses de março e abril eliminam-se as invasoras de verão, e de novembro a janeiro, as de primavera/verão. Sempre que possível deve-se optar pelo plantio de culturas de cobertura ou adubos verdes, e nesse caso o controle se restringirá ao coroamento ou capinas nas linhas. Segundo INTA (2000) os herbicidas recomendados são: glifosato para folhas estreitas e largas herbáceas, 2,4-D para folhas largas lenhosas, picloram + triclopyr para arbustos;

- Controle de formigas: o controle às formigas saúvas e quem-quéns não foi citado no capítulo *Pragas*, em virtude da sua frequência ao longo de todo o ciclo produtivo do erva, podendo ser considerado um trato cultural. Essa prática do controle deve começar logo após a limpeza da área e antes do primeiro preparo do solo, em função da maior facilidade de se encontrar os ninhos, especialmente das formigas quem-quéns. A conjugação do uso de iscas formicidas e aplicações por termo-aplicadores é o ideal.
- Controle de pragas e doenças: ver os capítulos específicos sobre *Pragas e Doenças*.

1.2. Adubação de manutenção

A adubação química é essencial para a manutenção da produtividade. Porém, apesar das pesquisas que vêm sendo desenvolvidas pela EMBRAPA/CNPQ e EPAGRI/SC, ainda não se dispõe de resultados conclusivos.

Não há até o momento, uma receita específica para repor os nutrientes em culturas de erva-mate, seja por estado, tipo de solo ou agroecossistema. No entanto, análises de solo somadas a análises foliares, certamente fornecerão bases apropriadas para as tomadas de decisão com respeito à manutenção da sustentabilidade da exploração da cultura ao longo do tempo.

O que se sabe é que a erva-mate apresenta excelente capacidade de responder a adubações com NPK. Kricun (1985), por exemplo, cita um experimento na Argentina, onde foram aplicados 80 kg de N ha⁻¹, 75 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 80 kg K₂O ha⁻¹, elevando a produção de 5.390 kg ha⁻¹ para 9.479 kg ha⁻¹, ou seja, um acréscimo de 76%.

Nas operações de adubação, é importante que seja observada a época do ano na qual as plantas mais necessitam dos nutrientes. Esse trabalho foi feito por Reissmann et al. (1985), para macronutrientes, em povoamento nativo. Os autores verificaram que as maiores concentrações de N, P e K ocorreram na fase de brotação intensa e pico de floração, em outubro. O Mg se concentrou em junho e o Ca em julho e agosto. Essas informações podem auxiliar na decisão de fracionar a adubação, sugerindo que Ca e Mg seja aplicado em junho e o NPK em setembro, resultando em melhor aproveitamento dos fertilizantes. Para o caso argentino, as recomendações

definem os meses de agosto e setembro para as aplicações de fertilizantes orgânicos e químicos, respectivamente Sosa (1997).

O trabalho de Reissmann et al. (1985) também demonstraram que as folhas de erva-mate coletadas na primavera apresentam maiores concentrações de N e P do que durante o inverno, e menores de P, Ca e Mg, o que também pode contribuir para melhorar a eficiência dos programas de colheita e adubação, pois deve-se levar em conta que mais de 70% do peso da copa são devidos às folhas, principal objeto de exploração.

Para melhor ilustrar a necessidade do acompanhamento dos teores de nutrientes exportados, através de análises foliares, de ramos e flores, pode-se observar o exemplo da Tabela 18. Embora seja recomendável que para cada caso se proceda essas análises, pode-se ter uma idéia da quantidade de alguns macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) retirados com a colheita. Os cálculos estão baseados na coleta de 9,5 kg de folhas e 3,0 kg de ramos por planta durante o mês de julho, e 9,0 kg e 3,3 kg respectivamente do mesmo material no mês de outubro, em um povoamento nativo sobre Cambissolo álico. Nota-se que as quantidades de NPK exportadas são menores em julho, comprovando que se forem levadas em consideração as quantidades desses nutrientes, as colheitas não devem atingir a primavera, enquanto que para Ca e Mg ocorre o contrário. É uma decisão técnica e econômica.

Tabela 18 – Quantidade de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) exportados de folhas e ramos em julho e mais as flores em outubro, em kg por ha e por safra, em povoamento nativo de erva-mate, sobre Cambissolo álico, em Mandirituba – PR

Nutrientes	Época	Exportações ¹	
		250 árvores/ha	700 árvores/ha
N	Julho	54	150
	Outubro	61	172
P	Julho	3	7
	Outubro	4	10
K	Julho	45	127
	Outubro	58	163
Ca	Julho	21	60
	Outubro	19	56
Mg	Julho	13	35
	Outubro	10	28

FONTE: Reissmann et al. (1985). ¹ Considerando 9,5 kg de folhas e 3,0 kg de ramos por planta durante o mês de julho, e 9,0 kg e 3,3 kg, respectivamente, para o mês de outubro.

É importante reforçar a necessidade de realizar as análises citadas antes de se tomar decisões a respeito de adubações em erva-mate, pois as quantidades de macronutrientes exportadas podem variar bastante em função do local, tipo e qualidade dos solos do ponto de vista químico e de matéria orgânica. Dados citados por Lourenço (1997) deixam clara a grande amplitude dos teores de N, P e K exportados nos estados do sul do Brasil: N – 9,30 a 242,72 kg ha⁻¹ ano⁻¹, P – 0,37 a 17,59 kg ha⁻¹ ano⁻¹, K – 0,68 a 194,24 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Nas tabelas apresentadas pelo autor, parece haver tendência de que as maiores exportações estejam relacionadas com as áreas onde a produtividade anual por planta é maior do 10 kg planta⁻¹ ano⁻¹. Entretanto, ocorrem inconsistências dessa tendência em áreas de produtividades menores e vice-versa.

Não há até ao momento, explicação conclusiva a respeito das causas das variações na quantidade de macronutrientes exportados pelas safras. Há autores, como Lourenço (1997), que não conseguiu obter correlações significativas entre vários fatores edáficos e a produtividade. Outros, no entanto, apresentam resultados que demonstram ser possível obter explicações das variações de produtividade por meio de fatores do solo (SATUR et al., 1997). Estes autores, avaliando as relações entre propriedades edáficas e níveis de rendimento em erva-mate nativa com 40 anos de idade, obtiveram correlação inversa e significativa com o Al trocável, e positiva com os conteúdos de K e matéria orgânica.

Um aspecto sobre o qual já se tem alguma informação na adubação da erva-mate, é a proporção entre os nutrientes a serem aplicados. Segundo Kricun (1985), a aplicação de N é mais eficiente do que P, e este do que K, sendo idêntico ao que ocorre também na fase de mudas (BELLOTE e STURION, 1985). Assim, Kricun (1985) demonstrou que ao manter a dose de N fixa em 100 kg ha⁻¹, em experimento de campo ao longo de quatro anos, variando apenas as proporções de P e K, não foram encontradas diferenças significativas entre as combinações, exceto com relação à testemunha, que não foi adubada. Um dado interessante do trabalho é que a menor combinação, ou seja, 4-1-1 apresentou a mesma resposta em produção, do que 4-3-3, indicando claramente a superioridade do N no incremento do rendimento da cultura. Segundo Lourenço (1997), esta é a proporção utilizada ainda hoje nos ervais argentinos.

No Brasil, ensaios com N foram realizados por Lourenço et al.

(1997a), no município de Fernando Pinheiro – PR, em Latossolo Vermelho Escuro álico de diferentes texturas, e as duas principais conclusões de três safras de ano e meio foram:

- a adubação nitrogenada foi recomendada somente no solo de textura média;
- foi indiferente a utilização de uréia ou de sulfato de amônio.

Na Argentina, em Latossolo Roxo, Kricun e Belingheri (1995a) não encontraram interação estatisticamente significativa entre diferentes densidades de plantio de erva-mate e níveis de aplicação de N. Entretanto, concluíram que em altas densidades (1900 a 4000 plantas por ha) os níveis de N até 300 kg ha⁻¹ resultaram em aumento linear dos rendimentos, enquanto que em baixas densidades (1100 a 1480 plantas por ha) esse incremento se observa até 100 kg ha⁻¹.

Apresentando conclusões preliminares sobre ensaios com K, Lourenço et al. (1997b) citam que após três safras, com doses anuais variando de 22,5 g a 90,0 g de KCl por planta, não houveram diferenças significativas entre os tratamentos, embora tenha sido detectada tendência de aumento na produtividade.

De qualquer modo, apesar das poucas conclusões a respeito do assunto, vale a pena citar recomendação prática de Da Croce e Floss (1999), que segundo eles, tem apresentado bons resultados em Latossolo Roxo distrófico: durante a fase de exploração, após cada colheita, aplicar 100 g de NPK 10-20-10 na área de projeção da copa de cada planta, ou 3 kg do composto formado por 3,5 kg dessa fórmula de NPK em 1 m³ de esterco curtido de bovinos ou suínos.

Existem também recomendações a respeito da disposição dos adubos em relação às plantas. Sosa (1997) recomenda que se faça a programação da seguinte forma: começar a distribuição dos fertilizantes em uma faixa de 0,50 a 0,75 m a partir das plantas; nas próximas vezes, aumentar essa faixa em 0,25 m, até que aproximadamente aos 5 anos, tenha sido coberta toda a área, e a adubação passe a ser feita a lanço.

1.3. Plantas de cobertura e adubação verde

A adubação verde consiste na prática de se incorporar ao solo a

massa vegetal não decomposta de plantas cultivadas no local ou importadas, com a finalidade de preservar e/ou restaurar a produtividade das terras agricultáveis (PHILIPPOVSKY et al., 1997).

A manutenção ou melhoria dessa produtividade está relacionada com as seguintes características (GRUPO..., 1997):

- físicas: os efeitos dos resíduos das coberturas ou adubos verdes nestas características do solo, estão em função da qualidade, quantidade e manejo dado a estes materiais, assim como a fatores climáticos e características intrínsecas do solo;
- químicas: merecem destaque o aumento dos teores de matéria orgânica, da CTC, dos macro e micronutrientes, redução do teor de Al, elevação do pH e a formação de ácidos orgânicos;
- biológicas: a presença de matéria orgânica no solo é determinante para a atividade dos microorganismos, como base física para sustentar a população e fonte de energia.

Nas regiões de declividade acentuada, ou onde as altas precipitações, em conjunto com preparos de solo inadequados produzem a rápida mineralização da matéria orgânica, às vezes com consequente perda por erosão hídrica, a melhor forma de diminuir os danos aos solos é o uso de práticas conservacionistas, incluindo a sistematização e a cobertura que amortecça o impacto das gotas de água e reduza seu escoamento (GRUPO..., 1997).

Não são muitos os trabalhos nessa área, para a erva-mate. No entanto, têm sido observados efeitos positivos nas características químicas e biológicas dos solos onde a adubação verde é utilizada.

Segundo os conceitos emitidos, em ervais as coberturas ou adubos verdes estão associadas a quatro pontos básicos no sistema (GRUPO..., 1997):

- cobertura e proteção do solo;
- manutenção e/ou melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo;
- preparo biológico do solo e introdução de microvida em partes mais profundas do solo;
- uso eventual da biomassa produzida na alimentação animal ou outras finalidades.

- Segundo os mesmos autores, de uma forma mais detalhada as principais funções da cobertura ou adubação verde no agroecossistema ervateiro são:
- proteger o solo das chuvas de alta intensidade;
- manter elevada infiltração de água, por efeito combinado do sistema radicular com a cobertura do solo;
- promover grande e contínuos aportes de biomassa;
- aumentar a capacidade de retenção de água do solo;
- atenuar as oscilações térmicas nos estratos superficiais do solo e diminuir a evaporação;
- recuperar solos degradados, através do efeito mecânico das raízes, sobre horizontes compactados;
- promover a mobilização e reciclagem mais eficiente de nutrientes;
- diminuir a lixiviação de nutrientes, especialmente do nitrogênio;
- promover o aporte de nitrogênio através da fixação biológica em função do uso de leguminosas;
- reduzir a população de plantas invasoras;
- melhorar a eficiência dos fertilizantes químicos;
- criar as condições ambientais favoráveis para o incremento da microflora e microfauna do solo.

A importância dos níveis de matéria orgânica (MO) no solo, foi considerada por Kricun (1997). Segundo o autor, baixos rendimentos de ervais plantados anteriormente à década de 1970 na Argentina, se deviam ao baixo conteúdo de matéria orgânica, que variavam entre 1,5 e 2,0%, em conjunto com o adensamento provocado por implementos. Satur et al. (1997) detectaram correlação positiva entre a interação matéria orgânica+alumínio e o rendimento dos ervais. Valores próximos a 3,5% de MO foram encontrados nas áreas com os maiores rendimentos, segundo os autores, provavelmente em função do efeito bloqueador da MO sobre o Al trocável.

Testando diferentes tipos de adubação verde contra a vegetação espontânea em plantios de erva-mate, PEREZ et al. (1997) verificaram após dois anos de cultivo, aumento significativo no pH, no teor de P e de Ca+Mg, na saturação de bases e na capacidade de troca de cátions, com redução nos

teores de Al, na acidez potencial e na saturação com Al trocável, no solo onde foi cultivada ervilhaca (*Vicia villosa* Roth) no inverno e milho e feijão no verão. Não observaram variação significativa na disponibilidade de N. Registraram maior atividade microbiana na camada superficial dos solos cultivados com adubos verdes.

A seleção de materiais para serem utilizados na adubação verde também ainda está por ser melhor estudada. As informações são mais frequentes para a região sul. Philipovsky et al. (1997), avaliando diferentes espécies na adubação verde da erva-mate, em três municípios do Rio Grande do Sul e Paraná, concluíram que a produção de matéria verde e seca dos tratamentos realizados superaram a vegetação espontânea. Também foi possível observar que a mistura de ervilhaca+nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.)+tremoço azul (*Lupinus angustifolius* L.), ou apenas o tremoço azul, ou o nabo forrageiro, apresentaram as maiores produções de matéria seca. As outras espécies testadas foram a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e o azevém comum (*Lolium multiflorum* Lam.).

Outro trabalho, conduzido por Geteski (1994) em Guarapuava-PR, concluiu que para as condições edafoclimáticas daquela região, bons resultados foram obtidos com ervilhaca comum no inverno e feijão-deporco no verão. Segundo o autor, as seguintes vantagens puderam ser observados com o uso da cobertura do solo: dispensa de três capinas anuais, cobertura do solo durante 70 dias, com redução da erosão e ganho extra na comercialização das sementes das coberturas verdes.

A redução da erosão no sistema de manejo com abubação verde é potencializada não só pela cobertura que evita a desagregação do solo e o escoamento superficial, mas também pelo aumento no teor de matéria orgânica do solo. Essa matéria orgânica contribui para a estabilidade dos agregados e para a formação e manutenção destes. Por conseguinte, o tamanho desses agregados influencia a susceptibilidade do solo à erosão, de forma direta, pois quanto maiores e mais estáveis forem os agregados, menores as chances de serem destruídos e transportados pelas enxurradas (DEDECEK, 1997). Este autor observou que o diâmetro médio dos agregados no solo sob cobertura verde foram maiores do que em áreas manejadas com herbicidas, que foram superiores às áreas capinadas somente no inverno, e que naturalmente, todos suplantaram as áreas totalmente descobertas.

É importante ressaltar que o uso de coberturas ou adubos verdes em ervais de alta densidade (mais de 3000 plantas ha⁻¹) só é possível durante

a fase de implantação, que pode ir até o 5º ano, pois a partir do 6º ano, só sobrevivem as coberturas verdes espontâneas. Nos ervais de baixa a média densidade (até 2200 plantas ha⁻¹) essa prática é conveniente durante todo o ciclo produtivo dos ervais (GRUPO..., 1997).

A época na qual a cobertura do solo é mais importante é assunto tratado por Christin (1988). O autor afirma que, no caso da erva-mate, a cobertura verde deve estar presente desde o outono até o final da primavera, em virtude da menor exigência das plantas em água e nutrientes quando estas encontram-se em repouso vegetativo. Em períodos de seca prolongada durante o verão é recomendado que se passe o rolo-faca para evitar a competição.

As recomendações de coberturas verdes de clima temperado devem ser feitas com cautela, pois nem todas as espécies de inverno se adaptam a quaisquer regiões. As experiências com coberturas verdes de inverno na Argentina foram um sucesso, mas em algumas tentativas no Brasil não foram obtidos os mesmos resultados. Na região do sul do Paraná, onde o inverno é mais seco do que na Argentina, Schneirer (1988) obteve resultados negativos durante um experimento de dois anos de duração. Além da limitação no crescimento inicial das leguminosas utilizadas, a disponibilidade adicional de N durante os meses mais chuvosos estimulou o crescimento de invasoras, as quais competiram com a erva-mate e dificultaram a perenização das plantas de cobertura impedindo a ressemeadura natural.

Seguem abaixo, as principais características das plantas e as recomendações de semeadura, comumente utilizadas como coberturas ou adubos verdes em ervais, segundo GRUPO... (1997). De a a h são plantas de inverno, e o restante de verão. Maiores detalhes sobre cada uma dessas espécies podem ser obtidos em Monegat (1991):

- Aveia branca (*Avena sativa* L.), aveia preta (*Avena strigosa*) – (avena blanca, avena negra): gramínea cespitosa que cobre muito bem o solo, não muito exigente em fertilidade, porém com muito boa resposta à fertilização fosfatada. Não ocorre a rebrota. A aveia preta é precoce, rústica, resistente a fungos e pulgões, sendo mais recomendável do que a aveia branca. Se consorciavam bem com azevém comum, tremoço e ervilhaca. A época ideal para sua semeadura se estende de março a maio-junho, efetuada a lanço na razão de 20 a 25 kg ha⁻¹. Seu ciclo é de 140 a 180 dias. Em ervais novos pode se tornar muito competitiva;

- Azevém comum (*Lolium multiflorum*) – (rye-grass): gramínea cespitosa, com crescimento de até 75 cm em altura. Rústica e agressiva. Requer níveis médios de fertilidade e responde bem à fertilização. Rebrotar e se consorcia. A semeadura é realizada entre março e início de julho, a lanço, na razão de 10 a 15 kg ha⁻¹. Seu ciclo abrange de 190 a 210 dias. Proporciona excelente cobertura do solo, competindo com plantas invasoras;
- Cevadilha (*Bromus unioloides* Kunth.) – (cebadilla criolla): gramínea cespitosa anual, que pode ser bianual e às vezes trianual se dispuser de boa fertilidade e umidade no verão. Mais exigente em fertilidade do que as duas anteriores, não sendo tão agressiva em consorciação. É planta que rebrotar. A semeadura é efetuada entre março e maio, a lanço na razão de 6 a 8 kg ha⁻¹. Proporciona uma cobertura média do solo. Seu ciclo pode estender-se a mais de 200 dias;
- Pasto romano (*Phalaris minor*): gramínea cespitosa anual, que produz bom volume em pleno inverno se dispuser de boa fertilidade. Se consorcia bem com ervilhaca, embora seu crescimento inicial seja muito lento. Rebrotar bem em solo não compactado. A semeadura é realizada entre março e maio. Seu ciclo é de 160 a 180 dias;
- Colza (*Brassica* sp): crucífera anual, ereta, com raiz pivotante. Forma boa cobertura verde porém esparsa, subordinada à fertilidade do solo. Se consorcia com gramíneas e leguminosas. Sua rebrotar é pobre. A semeadura é realizada entre março e maio, a lanço na razão de 5 a 10 kg ha⁻¹. A floração se inicia entre 70 e 80 dias, e alcança sua plenitude aos 120 dias, sendo que a maturação ocorre entre 150 a 200 dias. Seu crescimento é rápido com elevada capacidade de reciclar nutrientes. Em solos com problemas de acidez, apresenta um crescimento razoável;
- Tremoço branco (*Lupinus albus* L.), tremoço azul (*L. angustifolius*) – lupino blanco, lupino azul: leguminosa anual, herbácea de crescimento ereto (0,8 a 1,2 m), raiz pivotante que pode atingir 2 m de profundidade ou mais. Em geral forma excelente cobertura, porém é afetada pelo excesso de sombra da erva-mate. Não muito exigente em solos. Quando é semeada pela primeira vez, é

conveniente utilizar inoculante específico. Pode fixar até 150 kg ha⁻¹ de N. Não rebrota e pode ser afetada por enfermidades em folhas e raízes. A semeadura é feita entre março e abril em linhas espaçadas de 20 a 35 cm, na razão de 50 a 60 kg ha⁻¹, e seu ciclo alcança 180 dias;

- Ervilhaca (*Vicia villosa*) – vicia peluda: leguminosa anual, pilosa, trepadora. Seu rápido crescimento, competição com plantas invasoras, eficiente cobertura do solo, tolerância a solos com baixo pH e resistência à seca, fazem desta espécie uma das más utilizadas como cobertura verde em ervais. Apesar de adaptar-se a solos pobres, ácidos, com baixos teores de P e presença de Al, responde aos adubos químicos e orgânicos, produzindo maior biomassa. Rebrotas e se assilvestra com facilidade. Não obstante seu hábito rasteiro, se consorcia bem com aveia, tremoço, azevém, cevadilha, etc. É semeada de fevereiro a março, a lanço na razão de 15 a 20 kg ha⁻¹. Seu ciclo completo atinge de 200 a 240 dias. Suas principais limitações surgem em função de seu longo ciclo, que provoca problemas com a sucessão das coberturas de verão, assim como sua natural tendência de trepar nas erveiras resulta em custos adicionais de limpeza;
- Alfafa (*Medicago polymorpha* L.) – trébol de carretilla: leguminosa anual, rasteira, cobre perfeitamente o solo apesar do baixo volume de biomassa. Rebrotas e é agressiva com relação a outras espécies de porte ereto. Pode ter seu volume de biomassa triplicado com a adição de P. Na Argentina (Misiones), sua regeneração é feita distribuindo seus restolhos entre as linhas, de março a abril. Seu ciclo completo ocorre entre 160 e 180 dias;
- Feijão-de-porco (*Cannavalia ensiformis* (Jacq.) DC.) - poroto sable: leguminosa ereta, anual (85 cm) e hábito determinado. Muito rústica, anual ou bianual, resistente a altas temperaturas e à seca. Tolerante o sombreamento parcial, não suporta geadas. Se adapta a todo tipo de solo, inclusive aqueles muito pobres em fósforo. Cobre rapidamente o solo, com alto volume de biomassa. Excelente sanidade e boa produção de sementes. Não rebrotas. É semeada de fins de agosto a dezembro, em linhas distanciadas 50 cm na razão de 15 a 25 kg ha⁻¹, seu ciclo alcança entre 200 e 290 dias. Possui efeitos alelopáticos sobre plantas invasoras. Pode provocar

morte de plantas jovens de erva-mate, em função da competição em verões secos (dezembro a fevereiro). Seu custo de implantação é alto em função do tamanho de suas sementes;

- *Mucuna (Stizolobium deeringianum)* – mucuna: leguminosa anual, com estolões curtos bem definidos. Forma mantas densas de 60 a 70 cm de altura, não invasora. Resistente à seca e com razoável rusticidade, proporcionando boa cobertura. Se adapta melhor em solos de fertilidade mediana. Devido ao seu fraco vigor inicial, é necessário o controle de invasoras agressivas nesse período. Uma vez instalada passa a ser agressiva. Seus frutos maduram no solo, portanto, para colher sementes é necessário arrancar as plantas. É semeada entre setembro e dezembro, em linhas de 50 cm de distância na razão de 30 a 40 kg ha⁻¹, e seu ciclo é de 170 a 200 dias;
- *Caupí (Vigna sinensis)* – caupí: leguminosa anual, ereta e de hábito determinado. Raíz pivotante. Forma adequada cobertura, com sanidade muito boa. Se adapta a solos de fertilidade mediana. É conveniente utilizar inoculante na semeadura. É semeada entre setembro e outubro, a lanço o em linhas na razão de 20 kg ha⁻¹. Seu ciclo de 140 a 160 dias é sua principal limitação, já que deixa o solo do erval descoberto em pleno verão;
- *Capim elefante (Pennisetum purpureum Schumach.)* – pasto elefante: gramínea perene, de hábito ereto, de 2 a 4 m de altura, com colmos maciços de 1,5 a 2 cm de diâmetro. Não produz sementes viáveis na Argentina (Misiones), onde é regenerada por rizomas ou partes de colmos. Seu crescimento é paralisado quando a temperatura cai abaixo de 10 °C. É muito susceptível às geadas, que matam a parte aérea. No entanto, rebrota vigorosamente com as chuvas da primavera. É uma espécie empregada por excelência como cobertura/adubo verde, especialmente em solos degradados onde não prosperam outras espécies de cobertura verde. É plantada no período primavera-verão, por meio de pedaços de colmos com duas ou três gemas, em linhas distanciadas de 1 m. Chegam a produzir entre 10 e 30 t de matéria seca por ha ano⁻¹, com dois ou três cortes anuais. Além do incremento da matéria orgânica do solo, se observa melhoria em suas características físicas como percolação, estabilidade estrutural e resistência à penetração, e químicas como

N total, K, Ca e Mg. As variedades mais empregadas são a Comum e Paraná. Em aproximadamente três a quatro anos já recuperou o solo do erval, e deve ser esmeradamente eliminada por produtos químicos, pois a partir daí pode tornar-se agressiva às ervaírias, devido à sua fácil propagação.

Em função da semelhança entre as regiões ervateiras da Argentina e os estados do sul do Brasil, as mesmas espécies tem grande sucesso ao serem utilizadas em toda essa área. Porém, para o Mato Grosso do Sul, maiores estudos devem ser desenvolvidos, buscando definir melhor as espécies e combinações entre períodos de inverno e verão.

1.4. Podas de formação no campo

As plantas lenhosas arbóreas apresentam um ativo meristema apical que inibe a formação de gemas laterais, interferindo na formação da copa, denominado comumente de dominância apical. Esse mecanismo de inibição é bastante complexo, envolvendo fatores nutricionais e hormonais (KRAMER e KOZLOWSKY, 1979). As diferentes teorias que procuram explicar a dominância apical são descritas por Taiz e Zeiger (1991).

O principal objetivo da poda de formação é a quebra da dominância apical das ervaírias. Esta operação traz ainda outros objetivos (DA CROCE, 1997):

- aumentar a produção;
- melhorar a arquitetura da copa da árvore, proporcionando o crescimento de maior quantidade de ramos vegetativos;
- manter a planta com um porte conveniente ao seu manejo;
- modificar a tendência natural da árvore em produzir mais lenho, em detrimento dos ramos vegetativos;
- conduzir a copa da árvore a uma forma desejada;
- suprimir os ramos supérfluos, inconvenientes, doentes ou mortos;
- regular a alternância das safras, de modo a obter, com regularidade, colheitas com produções médias.

Se não foi feita a poda de formação no viveiro¹⁴, pode-se realizar a poda de formação no campo seccionando-se as plantas a 10 a 20 cm do

¹⁴ Detalhes no capítulo *Reprodução sexuada*.

solo, utilizando-se tesoura de poda, tendo-se o cuidado de não provocar rachaduras no ramo cortado. Esse trabalho pode ser feito no primeiro ou segundo ano após o plantio, dependendo do desenvolvimento do erval (DA CROCE e FLOSS, 1999). Para permitir que a planta esteja sempre protegida com folhagem, a poda de formação pode ser feita em duas etapas, retirando-se 50% da copa em um ano e o restante no ano seguinte.

Na Argentina há uma variação desses procedimentos, que pode ser assim descrita: a poda é realizada entre o segundo e terceiro ano após o plantio; a altura é de 40 cm; posteriormente, quando os ramos laterais já houverem brotado, é feito um repasse reduzindo-se a altura do eixo principal em 10 a 15 cm; elimina-se os ramos cruzados e em excesso (KRICUN, 1993). No entanto, mesmo lá, tem predominado a poda no primeiro e segundo ano, com altura de 20 a 30 cm, em uso por 70% dos produtores, segundo KURTZ (1997).

Como se observa, há controvérsias sobre a idade para iniciar a poda de formação. Segundo MAYOL (1997), trabalhos em andamento no Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária (INTA) da Argentina, considerando experimentação com podas no primeiro, segundo e terceiro anos, têm demonstrado que após cinco anos, o tratamento de terceiro ano superou estatisticamente os rendimentos dos outros tratamentos.

Quanto à questão da variação de altura de poda entre o sistema brasileiro e o argentino, isso parece ser de menor importância. Segundo FOSSATI et al. (1997), tratamentos que consideraram alturas de corte entre 15 e 35 cm em plantas com um ano de idade, e mais uma segunda poda de 40 cm aos dois anos, não apresentaram diferença significativa no número de brotos entre os tratamentos, exceto com relação à testemunha. Também não detectaram aumento de massa verde relacionada com o número de brotos, mas alertaram para possível efeito genético mascarando este resultado. Os resultados demonstram que a poda é importante para aumentar o número de brotos, mas a altura nem tanto.

A época ideal para a realização dessa poda é o final do período de repouso vegetativo, em geral nos meses de julho a setembro, dependendo da região. As plantas deverão ser mantidas livres de concorrência com plantas invasoras e se houver histórico de ocorrência de lagartas desfolhadoras, como a *Gyropsylla spegazziniana*, jamais se deve coincidir o período de poda, onde há novas brotações, com o pico de população dos insetos.

Se a brotação for muito intensa, um ano após a poda pode ser feito o raleamento da copa, mantendo-se de três a cinco ramos vigorosos, com tendência ao desenvolvimento lateral e que não se cruzem com os outros. Esse material pode ser aproveitado e dois anos após a poda as ervaíras estarão em condições de receberem o primeiro corte de exploração.

Essa operação deve ser executada também para as mudas replantadas.

1.5. Recuperação de ervaírs plantados degradados

Algumas das técnicas para recuperação de ervaírs nativos, que será visto adiante, podem ser aplicadas em ervaírs plantados, com a devida avaliação e recomendação de um técnico, pois há casos em que a melhor opção é a reforma total da área, e não a recuperação.

Os ervaírs plantados podem ser considerados degradados quando estão apresentando baixa produção em função da idade, do ataque de pragas e doenças, do excesso de plantas invasoras e da baixa densidade de plantio.

Alguns cuidados complementares podem ser tomados na recuperação desses ervaírs, de modo a possibilitar maior grau de sucesso na operação:

Controle de invasoras: essa operação é importante quando há excesso de gramíneas, que devem ser eliminadas com aplicações de herbicidas durante os meses de agosto a outubro, com repasse nas manchas em janeiro e fevereiro, ou com uma a três capinas manuais nas linhas, e duas a quatro roçadas mecanizadas nas entrelinhas. Se surgirem plantas de folha larga agressivas, como os cipós, estes devem ser controlados para evitar que trepem nas ervaíras.

Replante: para repor todas as falhas de plantio, deve-se eliminar os restos da planta velha e preparar uma cova de boas dimensões (50 cm de profundidade e 30 a 40 cm de diâmetro), misturar adubo orgânico ao solo na relação 1:1, e utilizar plantas bem rustificadas em viveiro, maiores do que as normais, e com poda de formação realizada. Pode-se acelerar o desenvolvimento dessas plantas aplicando-se anualmente 200 g planta⁻¹, de NPK 14:14:14 ou 15-15-15 (KRICUN, 1997);

Interplântio: é recomendado para plantios pouco adensados, em geral implantados a muito tempo. Para espaçamentos de 4,5 a 3 m entre linhas e 3,5 a 2 m entre plantas, pode-se duplicar a densidade de plantas, obtendo-se um incremento de 20 a 50% na produção (KRICUN, 1997).

Adubos verdes e/ou orgânicos: uma das causas da queda na produção dos ervais é o baixo nível de matéria orgânica no solo, associado com a compactação. Deve-se romper a camada compacta com o uso do subsolador ou cultivador, em pouca profundidade para não afetar o sistema radicular, de modo a favorecer a infiltração, diminuir o escoamento superficial e favorecer o desenvolvimento de raízes nas camadas superficiais. Se o uso desses implementos for feito a pelo menos 50 cm das linhas de plantas, os problemas ocasionados ao sistema radicular poderão ser insignificantes (DEDECEK, 1997). Em seguida pode-se cultivar plantas para adubação verde ou aplicar material orgânico *ex situ*:

Adubação verde: na primavera-verão pode-se plantar pasto-elefante (*Pennisetum purpureum*), por meio de pedaços de colmo com duas a três gemas, em linhas corridas distanciadas de 1m. No próximo ano, na mesma época, realizam-se dois a três cortes com roçadeira, a 30 cm do solo, o que resulta no aporte de 10 a 30 t ha⁻¹ de matéria seca, e no controle da agressividade dessa espécie. Para elevar os níveis de nitrogênio no solo, pode-se consorciar com leguminosas, embora apenas a gramínea citada seja suficiente para elevar os níveis de N (Foster, 1971, *apud* PÍCCOLO, 1995). Depois de 3 a 4 anos de cultivo, já se consegue níveis adequados de matéria orgânica no solo, e a eliminação do pasto-elefante deve ser feita com a aplicação de herbicidas. Detalhes sobre espécies para adubação verde já foram tratados neste capítulo;

Adubo orgânico: os materiais orgânicos produzidos *ex situ* mais empregados são a cama aviária, esterco de curral ou de confinamento, palitos de erva-mate (ou de té na Argentina) e serragem. Todos esses adubos devem ser previamente curtidos, de modo a reduzir a relação C/N para 25/40. Embora a quantidade a ser distribuída seja variável em função da disponibilidade, valores de 20 a 30 t ha⁻¹ são adequados. Recomenda-se não incorporar para propiciar proteção ao solo e reduzir a incidência de plantas invasoras (KRICUN, 1997). Nazralla e Martínez (1976) demonstraram que esta opção de aporte de matéria orgânica nos solos dos ervais, é menos vantajosa do ponto de vista econômico do que a produção *in situ*.

2. Manejo de populações nativas

O manejo de populações nativas é uma opção interessante, considerando o momento atual onde se busca o desenvolvimento sustentável, e que pode ser útil na divulgação da erva-mate, especialmente de produtos primários ou seus derivados para exportação.

Também é tratado nesse item, a potencialidade do enriquecimento da vegetação nativa com a erva-mate.

2.1. Recuperação de ervais nativos degradados

São considerados ervais degradados, aqueles que se encontram em decadência de produção, seja por falta de tratos adequados, por podas mal conduzidas, ou por idade.

A importância de se considerar a possibilidade de recuperar esses ervais reside no fato de que ainda hoje, aproximadamente 80% da produção de erva-mate no Brasil é mantida pela exploração de populações nativas. O fato se agrava quando se observa que o desbravamento de novas áreas para o cultivo agrícola extensivo, tem atingido também os ervais nativos, principalmente quando estes estão sendo considerados improdutivos.

Segundo Da Croce e Floss (1999), há duas técnicas que podem ser aplicadas na recuperação desses ervais, e que foram aprovadas no Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades, em Chapecó-SC.

Em qualquer dos casos, deve-se considerar que as plantas sofrem drástica intervenção, e algumas podem vir a morrer, enquanto que outras podem apresentar resposta apenas regular.

2.2. Decepa total do tronco

A recomendação dessa técnica é feita para os ervais decrepitos, ou seja, aqueles cuja produção esteja completamente comprometida, resultando no desinteresse do produtor, que acaba por abandonar a área.

A decepa total é definida como sendo o corte raso da parte aérea da erva, e deve ser executada durante o período de dormência vegetativa, entre os meses de junho a setembro. Deve ser feita da seguinte maneira:

a) utiliza-se motosserra para evitar rachaduras, atentando para que a lubrificação da corrente seja feita com óleo vegetal; b) o corte deve ser em bisel para que não haja acúmulo de água sobre a cepa, resultando no seu apodrecimento; c) a face de corte deve ser voltada para o sol poente reduzindo o aquecimento; d) coloca-se sobre a face de corte uma fatia retirada do mesmo tronco para evitar o ressecamento; e) sobre o corte aplica-se fungicida a base de oxicleto de cobre.

De acordo com a experimentação, pode-se adotar a altura de corte de até 30 cm do solo. Recomenda-se, entretanto, que o corte seja rente ao solo (2 cm), de modo que se possa juntar solo ao redor dos brotos logo que esses apareçam, possibilitando maior rapidez de enraizamento. Assim, no caso de apodrecimento do tronco antigo após a brotação, a nova planta poderá se manter independente da planta mãe (DA CROCE e FLOSS, 1996; DA CROCE et al., 1996).

Observações de campo permitem concluir que as decepas devem ser mais baixas possível, tendo em vista que quanto maiores os troncos, maior a facilidade destes apodrecerem, resultando na perda total da planta.

Aos dois anos após a operação deve ser feito o raleio e a poda de formação, da mesma forma recomendada para os ervaais de plantio.

Alguns testes com a aplicação de estimulantes de brotação comumente utilizados para estimular a brotação em fruteiras tropicais, como a cianamida hidrogenada e o thidiazuron, têm sido feitos com erva-mate. No entanto, não têm sido detectadas diferenças entre plantas tratadas e não tratadas, no tocante à uniformização da brotação (GALLOTTI e PETRI, 1997). Não é portanto, até o momento, uma técnica viável para a erva-mate.

2.3. Rebaixamento gradual ou rejuvenescimento

Essa opção é recomendada quando a degradação não é tão intensa, e que apresentem galhos atacados por doenças ou pragas. É necessário que a planta apresente-se ainda com vigor suficiente para responder às podas.

Numa primeira fase são retirados os ramos afetados por qualquer tipo de dano. Posteriormente, podam-se os ramos mal formados que possam estar interferindo na boa formação da copa, e aqueles com tendência à dominância apical. Após o rebaixamento, as plantas terão uma altura suficiente para que as podas de colheita possam ser feitas sem que haja a

necessidade de subir nas árvores. Concluída a operação de rebaixamento, segue-se com o plano normal de podas de exploração.

Uma variação desse processo é descrita por Kricun (1997), na Argentina: divide-se a planta em metades, terços ou quartos, dependendo da avaliação do vigor, e a cada ano poda-se uma parte.

2.4. Adensamento

Normalmente os ervais nativos em exploração, apresentam-se com baixa densidade populacional de erveiras, quando comparados com os plantios.

Para agravar a produtividade dessas áreas, em geral o sistema de exploração da erva-mate é extrativista, sem técnicas apropriadas de poda, adubação e tratamentos culturais, ausência de reposição de plantas decréptas e a presença de animais.

Alguns experimentos de adensamento de faxinais têm sido realizados na região sul do Brasil. Faxinal, nessa região, é o nome dado aos ervais nativos formados em floresta ombrófila mista alterada por raleio, enquanto que no Mato Grosso do sul é constituído por floresta estacional e savana arbórea (o cerrado), e não recebem essa nomenclatura.

Dois métodos de adensamento de faxinais podem ser utilizados:

- plantio em clareiras: as plantas de erva-mate se distribuem em agrupamentos mais ou menos aleatórios, o que resulta na existência de clareiras. Nestas podem ser plantadas mudas de erva-mate, de modo a aumentar a densidade populacional. Não existem experimentação a esse respeito, mas o espaçamento pode ser semelhante aos utilizados em plantios não adensados;
- plantio regular: Dedeczek et al. (1997) testaram o adensamento de faxinais plantando em espaçamento 3 x 1,5 m em Irati-PR, aplicando 60 g de NPK 5-20-10 e 50 g de calcário dolomítico por cova. Em São Mateus do Sul-PR, Rachwal et al. (1997), testando o efeito da variação lumínica em faxinais, trabalhou em espaçamento 3 x 2 m, e seus resultados demonstraram que é grande a influência da luminosidade na produção da erva-mate, ou seja, quanto maior o sombreamento da vegetação nativa, menor a produção de matéria verde e também a altura das plantas de erva-mate. Pelos resultados,

parece que a luminosidade ideal em faxinais, para produção de erva-mate encontra-se entre 40 e 50%, sendo que valores maiores não influenciaram a produção.

Apesar do adensamento de faxinais ser uma prática aplicada de modo empírico a muito tempo no sul do Brasil, há necessidade de maior experimentação para que se obtenha resultados conclusivos. No entanto, já é tida como uma técnica viável para recuperar e aumentar a produtividade dos ervais nativos.

2.5. Manejo da regeneração natural

Essa técnica de manejo merece maiores estudos, o que não tem sido feito com a devida frequência. O seu potencial para aumentar a produção de erva-mate com redução de custos de implantação, quando se compara com os plantios, é grande.

Além disso, o sistema pode ser considerado ambientalmente correto, permitindo conciliar a necessidade de produção com a conservação da vegetação natural, a proteção à fauna e ao solo e a manutenção da paisagem original, garantindo a sustentabilidade.

Para manejar a regeneração natural de erva-mate é necessário que o erval nativo seja isolado do acesso de animais. Proceda-se então ao raleamento da vegetação nativa praticando-se roçadas no sub-bosque e a retirada de parte dos estratos superiores. Embora não haja pesquisas conclusivas nesse sentido, pode-se adotar uma luminosidade de mais de 40% como padrão para o raleamento, que deve ser feito após a disseminação das sementes do ano.

A abertura do dossel estimula a germinação das sementes e as novas mudas, que crescem sobre a proteção da vegetação nativa, prescindindo da necessidade de proteção contra a luz do sol, que é necessário quando se trabalha com plantio a pleno sol.

O próximo passo é a redução do tamanho das erveiras nativas para facilitar as futuras colheitas, utilizando-se as mesmas técnicas e cuidados descritos anteriormente.

Pelo menos uma vez por ano o erval deve receber uma roçada, que pode ser dirigida às proximidades das mudas provenientes da regeneração e das plantas decepadas.

Depois de um a dois anos da realização dessas operações, deve-se fazer um levantamento espacial das plantas de erva-mate, para determinar a necessidade de adensamento por plantio, já visto no item anterior, ou a redução da densidade nos agrupamentos resultantes da regeneração natural.

Algumas investigações devem ser feitas nesse sistema, particularmente com referência às roçadas necessárias ao estímulo à regeneração natural, de modo a minimizar os danos à vegetação original. A necessidade de aplicação de fertilizantes também deve ser investigada, bem como a densidade ideal de plantas e os custos comparativos com os ervais formados por plantio.

Embora não haja ainda termo de comparação da produtividade entre ervais formados por regeneração natural e os plantios, parece que estes são superiores.

2.6. Enriquecimento

O enriquecimento de áreas nativas com erva-mate é definido como o plantio dessa espécie no sub-bosque de florestas ou cerrado, transformando-as em ervais.

A base principal para a recomendação do enriquecimento encontra-se na autoecologia da erva-mate, que em condições naturais, se regenera em ambiente sombreado, ou seja, é uma espécie umbrófila. Além de possibilitar o adequado ponto de compensação lumínica às mudas de erva-mate, o sombreamento gerado pela vegetação natural auxilia na preservação da umidade do solo (CORVELLO e FONSECA, 1992).

Esse procedimento não tem sido suficientemente estudado, pois os produtores têm preferido trabalhar com o adensamento ou o manejo da regeneração natural, como já descrito nesse capítulo.

No entanto, o potencial para apresentar resultados positivos em termos de custo e produtividade é alto, além de possibilitar a aplicação dos conceitos de desenvolvimento sustentável, da mesma maneira que no manejo da regeneração natural.

Para a execução do enriquecimento da vegetação nativa, faz-se necessário observar alguns detalhes, que embora não estejam baseados

em resultados de pesquisa específica, são sustentados pela experiência prática:

- de preferência, selecionar áreas com solos semelhantes aos da origem das sementes ou mudas que serão plantadas;
- a vegetação a ser enriquecida deve pertencer à fisionomia dos cerrados ou florestas ombrófilas;
- a luminosidade incidente ao nível de sub-bosque deve estar acima de 40%;
- proceder ao raleamento do sub-bosque e dos estratos superiores se for necessário aumentar a luminosidade;
- utilizar mudas maiores e mais vigorosas, com maior capacidade de competição com a vegetação nativa, ou executar o coroamento.

Em qualquer uma das opções onde se cultive erva-mate sob cobertura, ou seja, onde as plantas se desenvolvam sombreadas, há possibilidade dos teores de alguns estimulantes presentes nas folhas aumentarem. É o caso da teobromina, que pode ter seu teor proporcionalmente aumentado com relação à cafeína (MAZZAFERA, 1994).

A erva-mate em sistemas agroflorestais

1. Conceitos básicos

Os cultivos intercalares, ou consórcios entre plantas agrícolas, são opções utilizadas a muito tempo pelos produtores, visando o melhor aproveitamento da terra e dos insumos, as interferências positivas entre as culturas, a redução dos custos de produção e especialmente os de implantação da cultura florestal, o equilíbrio ambiental, a conservação e melhoria dos solos, a variação dos tipos de alimentos produzidos, a melhor distribuição do uso da mão-de-obra e dos ganhos financeiros ao longo do ano, a retenção do homem à terra, minimização dos riscos de perdas totais por ataque de pragas, doenças e variações climáticas, o equilíbrio nas flutuações de mercado e muitas outras vantagens.

Quando às culturas agrícolas são consorciados componentes produtivos formados por plantas lenhosas, sejam árvores ou não, e/ou animais, dá-se o nome específico de Sistemas Agroflorestais (SAF).

Um dos conceitos mais apropriados para SAF é aquele citado por MacDicken e Vergara (1990):

“são formas de uso da terra que envolvem deliberada retenção, introdução, ou mistura de árvores ou outras plantas lenhosas nos campos de produção agrícola/animal, visando obter benefícios resultantes de interações econômicas, ecológicas” e sociais.

Tomamos a liberdade de acrescentar a esse conceito, as interações sociais, pois acreditamos que só podem ser denominados SAF aqueles sistemas que sejam sustentáveis do ponto de vista econômico e ambiental, mas também social. Portanto, para ser considerado sustentável, o sistema de produção deve ser capaz de manter sua produtividade quando esta encontra-se sujeita a intenso esforço ou alterações (Conway, 1986, *apud* FAETH, 1994), ser lucrativo e ainda atender aos anseios das comunidades que vivem direta ou indiretamente dele.

Assim, simples consórcios ou cultivos intercalares, não deveriam ser considerados SAF mesmo que contemplem algum componente lenhoso, se não atenderem os princípios básicos do desenvolvimento sustentável:

“desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades presentes e futuras, enquanto utiliza e não prejudica os recursos renováveis e os sistemas homem-meio ambiente de um sítio (ar, água, solo, energia e ecologia humana) ou de outros sistemas sustentáveis” (BARTUSKA et al., 1998).

Os SAF não devem ser considerados uma panacéia capaz de solucionar todos os problemas de sustentabilidade e conservação ambiental dos campos, mas sim mais uma alternativa ao produtor, que deve lançar mão dela em casos específicos e com boa orientação técnica. Não é porque os SAF são compostos por multiespécies que eles são considerados adequados a todas as situações. O mesmo se dá com o componente lenhoso, que pode não ser vantajoso em algumas condições. Huxley (1999) dedica um capítulo de seu livro na discussão do por quê usar plantas lenhosas em SAF, e é uma interessante fonte de consulta como ponto de partida para os interessados em se aprofundarem no tema.

Há que se considerar que muitos monocultivos podem ser sustentáveis, ou até mesmo mais do que os SAF, sob determinadas condições, se forem aplicadas as modernas técnicas de manejo de plantas invasoras, de preparo de área, de melhoramento e de engenharia genética, em locais onde outros sistemas de cultivo, e até mesmo os SAF, não seriam aplicáveis.

Após essa breve incursão sobre os conceitos de desenvolvimento sustentável¹⁵ e sistemas agroflorestais, é necessário também classificar os SAF, de modo a facilitar a compreensão didática dos vários modelos existentes.

MacDicken e Vergara (1990) tratam de vários sistemas de classificação dos SAF. O que se pode considerar como sendo o de mais fácil aplicação e compreensão, é o sistema que se baseia na natureza dos componentes do sistema, ou seja, se são agrícolas, florestais e/ou animais. Dessa forma, os SAF passam a ser assim denominados, com a terminologia para a língua portuguesa proposta por Daniel et al. (1999a):

¹⁵ Fonte para mais detalhes sobre este tema: DANIEL e COUTO (2002).

- sistemas agrissilviculturais: compostos pelo consórcio entre plantas agrícolas e lenhosas;
- sistemas agrissilvipastoris: compostos pelo consórcio entre plantas agrícolas, lenhosas e animais;
- sistemas silvipastoris: compostos pelo consórcio entre plantas lenhosas e animais;

Os SAF tendo a erva-mate como componente lenhoso, têm sido vistos como uma alternativa promissora capaz de maximizar a rentabilidade e conservar os recursos naturais, desde que aplicada com níveis tecnológicos adequados (DA CROCE e NADAL, 1995).

Desde o início da década de 1980 tem-se estudado SAF com erva-mate no Brasil, tendo sido demonstrado por Baggio et al. (1982) que esse sistema é rentável. Além disso, esses consórcios com erva-mate apresentam as seguintes vantagens (DA CROCE e NADAL, 1995):

- em monocultivos, os ervais em geral só começam a dar retorno aos investimentos a partir do quarto ano de cultivo, enquanto que em SAF, o abatimento dos custos começa no primeiro ano;
- em ervais consorciados são produzidos grãos para alimentação humana e/ou animal;
- a má condução da agricultura produtora de grãos em muitas regiões tem sido responsável pela erosão e esgotamento de recursos naturais, e a sua associação com uma cultura perene como a erva-mate, é capaz de minimizar esse problema;
- os fertilizantes são componentes do sistema de produção que apresentam grande peso na composição dos custos, e que, se mal aproveitados pelas culturas, podem levar à contaminação das águas. O uso de uma espécie perene de raiz pivotante contribui para o melhor aproveitamento dos nutrientes, especialmente o nitrogênio percolado no solo, com efeitos benéficos, tanto econômicos, quanto ambientais.

Os SAF são capazes de gerar vários outros benefícios ambientais e sociais, os quais são discutidos por MacDicken e Vergara (1990), Couto et al. (1998), Daniel et al. (1999b) e Huxley (1999).

Embora as pesquisas com SAF de erva-mate sejam poucas, relativamente à importância da cultura especialmente no Brasil e Argentina,

a criatividade dos produtores tornou esse sistema usual nos estados do sul do Brasil.

Dos três tipos básicos de sistemas agroflorestais, ou seja, os sistemas agrissilvipastoris, os silvipastoris e os agrissilviculturais, estes últimos são os mais comuns e de maior importância econômica na cultura da erva-mate, e são também os que apresentam maior número de trabalhos publicados. Serão portanto, os sistemas tratados nesse capítulo.

Apesar de não haverem estudos técnico-científicos a respeito, os sistemas silvipastoris são comuns nas regiões onde a erva-mate é nativa. Nesses locais, os produtores costumam criar animais extensivamente na vegetação nativa, quando esta apresenta densidade para tal, como é o caso dos diversos tipos de cerrados no Mato Grosso do Sul, ou nos faxinais raleados na região sul do Brasil.

2. A erva-mate em sistemas agrissilviculturais

Serão tratados nesse item, separadamente, os consórcios entre a erva-mate e o feijão, feijão e milho, milho, e soja e milho, e algumas espécies florestais madeireiras.

2.1. Erva-mate consorciada com feijão

O primeiro trabalho publicado sobre SAF com erva-mate e feijão foi o de BAGGIO et al. (1982), e foi desenvolvido no Município de São Mateus do Sul-PR.

Nesse trabalho, a erva-mate, plantada em forma de pseudoestacas¹⁶ e mudas normais, tinha espaçamento de 3 x 1 m, e o feijão, semeado nas entrelinhas em duas épocas do ano, contou com os seguintes tratamentos: seis linhas em espaçamento de 43 x 10 cm (199.980 plantas.ha⁻¹); cinco linhas em espaçamento de 60 x 10 cm (166.650 plantas.ha⁻¹); quatro linhas em espaçamento de 60 x 10 cm (133.320 plantas.ha⁻¹). A densidade de feijão por unidade de área foi convertida para a quantidade real de plantas por ha, ou seja, o número de plantas efetivamente cultivadas.

¹⁶ Ver capítulo *Propagação sexual*.

As principais conclusões de Baggio et al. (1982) foram:

- apesar de não terem obtido diferenças significativas de produção entre os tratamentos de feijão, é recomendável utilizar quatro linhas, em função da verificada influência dos tratamentos mais densos sobre a sobrevivência e altura da erva-mate;
- o sistema foi considerado economicamente rentável, tendo sido capaz de cobrir grande parte dos custos de implantação do sistema.

Posteriormente, Da Croce et al. (1997) testaram o mesmo consórcio, em Chapecó-SC, utilizando menores densidades de plantas de erva-mate por ha (625 a 1000). O densidade do feijão variou de 100.000 a 150.000 plantas.ha⁻¹ (4 a 6 linhas entre fileiras da erva-mate, utilizando-se três plantas por cova, sendo estas distanciadas 30 cm entre si). Os principais resultados obtidos foram:

- qualquer dos consórcios testados, incluindo-se o valor da terra de 2.000 dólares por ha, foram considerados atrativos com base na taxa interna de retorno (TIR), com o preço da arroba de erva-mate no pé variando entre 1,9 e 2,3 dólares;
- a TIR variou de 7,9 no erval em monocultivo, a 16,1 no consórcio com a maior densidade de feijão, considerando-se 625 plantas de erva-mate por ha a um preço de 1,5 dólar por arroba de erva-mate no pé. Não foi considerado o valor da terra;
- se for utilizado o preço da erva-mate de 1,9 dólar a arroba, a TIR é aumentada entre 80 e 100%;
- a taxa interna de retorno (TIR) variou de 18,7 no erval em monocultivo, a 26,4 no consórcio com a maior densidade de feijão, considerando-se 1000 plantas de erva-mate por ha a um preço de 1,5 dólar por arroba de erva-mate no pé. Não foi considerado o valor da terra;
- se for utilizado o preço da erva-mate de 1,9 dólar a arroba, a TIR é aumentada em aproximadamente 70%;
- se for considerado o valor da terra, o sistema com 625 plantas de erva-mate passa a ser atrativo somente se forem utilizadas de 125.000 a 150.000 plantas de feijão por ha, e o preço da erva for maior do que 2,3 dólares a arroba. Por outro lado, o sistema de 1000 plantas é atrativo a partir de 1,9 dólares a arroba;

- período de retorno do investimento (*Pay-back time*) do consórcio cai da faixa de 12 a 14 anos e valor de 1,9 dólar a arroba de erva-mate, para 9 anos, se a densidade do erval passar de 650 para 1000 plantas. No máximo preço avaliado para a erva (2,2 dólares a arroba), é possível reduzir o tempo de retorno do capital para 4 a 5 anos, em qualquer densidade da erva-mate.

Da Croce et al. (1997) alertam para o fato de que a TIR deve ser analisada com critério, pois pequenas alterações nos valores iniciais podem influenciar substancialmente as taxas. Informam também que na ocasião dos cálculos das análises econômicas, visando dar maior margem de segurança aos resultados, superestimaram alguns custos. Recomendam também que em função da dinâmica da economia, os produtores interessados em investir em SAF com erva-mate contratem estudos econômicos específicos para o seus casos.

Esse sistema pode ser utilizado tanto por grandes produtores, que disponham de condições para mecanização, quanto por pequenos proprietários, que disponham apenas da mão-de-obra ou tração animal para o cultivo.

2.2. Erva-mate consorciada com milho e soja

Um experimento desenvolvido por (DA CROCE e NADAL, 1995), levou em consideração o consórcio entre a erva-mate e as culturas do milho e soja, no Município de Catanduvas-SC.

Os autores implantaram o sistema em nove tratamentos, cujas densidades de erva-mate variaram de 500 plantas ha⁻¹ (5 x 4 m) até 1666 plantas ha⁻¹ (3 x 2 m), enquanto que para o milho a densidade variou de 33.333 a 40.000 plantas ha⁻¹ e para a soja, foi de 133.333 a 186.667 plantas ha⁻¹. Cada cultura agrícola foi cultivada em anos alternados,

Embora o sistema contasse com sete anos de idade na época da avaliação, os autores fizeram projeções de produção para 20 anos. Concluíram que todos os tratamentos testados foram rentáveis e especificamente, as principais conclusões foram:

- o sistema com a mais alta densidade de erva-mate testada (3 x 2 m), e baixas densidades para as culturas agrícolas (33.333 plantas

de milho e 133.333 de soja), foi o que apresentou os melhores resultados (Tabela 19). Trabalharam com previsões de 8,5 t de erva-mate por ha a partir do sétimo ano, 68 sacas de milho e 13 de soja;

- a rentabilidade foi claramente dependente da densidade da erva-mate, que é a principal fonte de receitas dos sistemas;

Tabela 19 – Indicadores para o consórcio entre erva-mate (1.666 plantas ha⁻¹), milho (33.000 plantas ha⁻¹) e soja (186.667 plantas ha⁻¹), cultivados em Catanduvas-SC, considerando um horizonte de produção de 20 anos

Relação Benefício/ Custo (6% a.a.)		Pay-back período (anos)		Taxa interna de retorno (%)		Relação preço de mercado/custo de produção
Com terra	Sem terra	Com terra	Sem terra	Com terra	Sem terra	
2,7	3,2	5	4	35,00	60,22	5,3

Fonte: Da Croce e Nadal (1995)

Os autores recomendam ainda que, se o produtor necessitar implantar um erval visando a minimização do capital para o investimento inicial, deve ser usado um sistema de baixa densidade nos primeiros quatro anos. Nessa condição, ele maximiza a produção de grãos até o momento em que o erval passa a produzir economicamente, podendo então executar o adensamento¹⁷ da população de plantas de erva-mate.

Considerando o consórcio erva-mate e milho, é necessário citar o potencial alelopático negativo de um sobre o outro. Segundo Ferreira et al. (1992), partes das plantas de erva-mate-, especialmente as folhas, apresentam efeito alelopático. Os frutos, que são dispersos nas entrelinhas disponíveis às culturas intercalares, também apresentam potencial para interferência no desenvolvimento das plantas agrícolas (MIRÓ, 1994). Não afetam a germinação e a emergência das plântulas de milho, mas os efeitos inibidores persistem por pelo menos dois meses, podendo reduzir o número de pelos absorventes (MIRÓ et al., 1998). Estas conclusões, no entanto, referem-se ao milho híbrido SAVE 484. Podem ser utilizadas como um indicador de que o plantio do milho nas entrelinhas de ervais em fase de produção de frutos, deve ser feito de preferência pelo menos 60 dias após a

¹⁷ Ver capítulo *Manejo*.

dispersão. Essa precaução é desnecessária nos sistemas de produção onde a colheita da erva não permite a frutificação.

2.3. Erva-mate consorciada com milho

Até o momento são raras as informações sobre esse tipo de consórcio.

Na prática, tem sido adotado o espaçamento de 5 x 2 m para a erva-mate, resultando numa densidade de 1000 plantas ha⁻¹, com semeadura anual do milho nas entrelinhas (RODIGHERI, 1997).

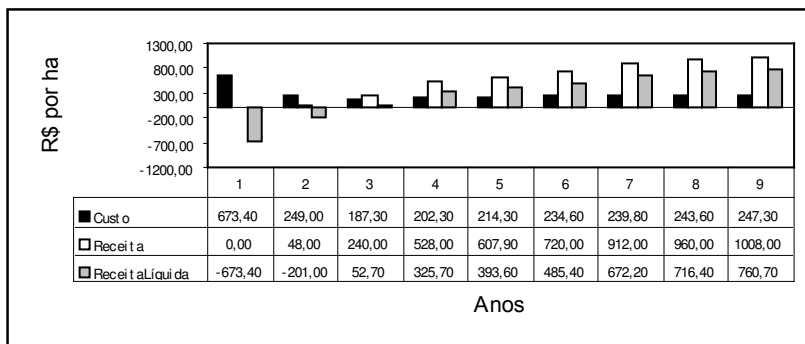
O autor citado mostra que nesse consórcio, a erva-mate estabiliza sua produção entre 380 e 420 kg do 7º ao 9º, e que o milho produz em média 3.290 kg ha⁻¹ no 1º ano, reduzindo para 2.180 kg e mantendo esse valor a partir do 6º ano.

Na Figura 25 pode-se observar que no 1º e 2º anos, tanto para erva-mate em monocultivo (A), quanto em consórcio com o milho (B), há receita líquida negativa, ou seja, o produtor deve dispor de capital para manter o sistema, pelo menos no início. No entanto, com o consórcio, a diferença é de 33% e 85% a menos, respectivamente para os dois primeiros anos, indicando a vantagem econômica de se investir nesse SAF, sem considerar as outras vantagens já citadas nesse tipo de sistema de produção.

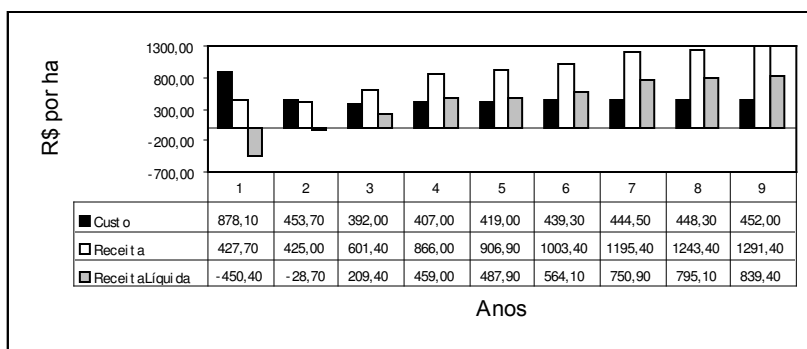
Além disso, nota-se também que a partir do 3º ano a receita líquida no SAF é maior do que no monocultivo de erva-mate. Nessa análise, os autores obtiveram uma relação Benefício/Custo de 2,32 e uma taxa interna de retorno de 58,48%. É importante lembrar, no entanto, que os valores são correspondentes ao ano de 1996, e em termos absolutos já não são os mesmos. A informação que mais importa é a comparação relativa entre a cultura da erva-mate e seu consórcio com o milho.

Deve ficar claro, entretanto, que o SAF erva-mate/milho, embora economicamente viável, produz uma receita líquida substancialmente menor do que o monocultivo de erva-mate em espaçamento 3 x 1,5 m, especialmente a partir do 4º ano (RODIGHERI, 1997). Esse consórcio só é interessante ao produtor que não dispõe do capital inicial necessário para implantar desde o início um erval mais adensado, ou que tenha interesse no consumo direto do milho, ou ainda que possua pouca terra para o monocultivo das duas espécies.

Esse SAF deve ser melhor avaliado, no sentido de buscar maior rentabilidade, o que pode ser conseguido reduzindo-se o espaçamento da erva-mate. Outra questão que deve ser considerada são as consequências do cultivo do milho permanentemente, sem rotação de culturas.



A



B

Figura 25 – Custos, receita e receita líquida para a erva-mate em monocultivo na região sul do Brasil, espaçamento 5 x 2 m (A), e em consórcio com milho (B) (RODIGHERI, 1997).

2.4. Erva-mate consorciada com feijão e milho

Nesse SAF, normalmente a semeadura do milho e do feijão é feita manualmente, nada impedindo que pelo menos no milho seja mecanizada.

Em geral são utilizadas de três linhas de milho nas entrelinhas da erva-mate, as quais são espaçadas de 3 a 4 m. Na época adequada o feijão

é semeado e a quebra do milho é manual, assim como a colheita dos grãos das duas culturas.

Os rendimentos do feijão e do milho nesse SAF são menores do que seus monocultivos, em função da menor densidade, que é necessária no consórcio com a erva-mate. Ainda assim, a renda líquida é positiva, o que contribui para abatimento de parte dos custos da implantação dos ervaais.

O sistema pode ser repetido no segundo ano. Segundo Rodigheri (1997), tanto para o cultivo agrícola no 1º e 2º anos, quanto apenas no 1º, a razão Benefício/Custo e a taxa interna de retorno são superiores a 3,0 e a 45%, respectivamente.

2.5. Erva-mate consorciada com espécies florestais madeireiras

São poucas as informações a respeito desses SAF, que apresentam grande potencial de aplicação, especialmente na região ervateira dos estados do sul do Brasil, onde são comuns os plantios de *Pinus* spp., bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), acácia (*Acacia* spp).

Observa-se em áreas de *Pinus elliottii* (Engelm.), na região sul do Brasil, que após o primeiro desbaste florestal, a erva-mate pode regenerar-se no sub-bosque, que é intensificada ao longo do tempo, com a execução de novos desbastes (MAZUCHOWSKI, 1989). Mais investigações deveriam ser dirigidas para esse sistema.

Em trabalho de comparação do desenvolvimento de erva-mate consorciada com pinus (2 x 2 m), bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) (2 x 2 m) e capoeira, PES (1994) concluiu pela superioridade dos dois primeiros SAF, após três anos de análise, para as variáveis: sobrevivência, diâmetro do colo, altura da parte aérea, número de folhas, peso de matéria seca e verde e área foliar. Neto (1984), *apud* PES (1994) já havia feito referência ao bom desenvolvimento da erva-mate em consórcio com *P. elliottii*, bracatinga e ipê amarelo.

Maior atenção também deveria ser dada aos consórcios com a erva-mate/bracatinga, tendo em vista as vantagens que essa espécie madeireira apresenta na recuperação de solos degradados, e também por ter apresentado valores superiores ao pinus e à capoeira, nas observações feitas por PES (1994).

O cultivo de erva-mate em consórcio com outras espécies florestais também tem sido investigado. Dentre estas espécies destacamos um trabalho realizado na Argentina por EIBL et al. (2000) com *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong – timbó, tamboril, timbauba, *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler – guatambú. Foi detectada uma tendência de melhor produtividade da erva-mate (16,4 a 20,7 kg/planta) em monocultivo, seguida dos consórcios com tamboril e guatambú. Na produtividade por hectare de folhas verdes, é óbvio que houve redução, já que o espaçamento para o primeiro caso foi de 1,5 m x 3 m, enquanto para os outros foi de 1,5 m x 3 m (linhas alternadas com as outras árvores). O autor supôs que em longo prazo a baixa produção de erva nos consórcios será compensada pela produção de madeira. Foi observado também que, cultivos anuais de subsistência (milho, mandioca, feijão preto, batata doce, melancia e outros), enquanto possível, nas entrelinhas e nas bordas de um dos experimentos, foi suficiente para manter uma família de seis membros.

2.6. Erva-mate em cordões vegetados

Algumas regiões ervateiras apresentam relevo acentuado e/ou solos susceptíveis à erosão, nos quais uma das opções de conservação é o uso de cordões de contorno em nível.

Tais cordões podem ser aplicados em conjunto com a construção de terraços, e podem ser vegetados com inúmeras espécies, tais como a vegetação espontânea, o capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum*) e falaris (*Falaris hybrida*).

No entanto, a erva-mate desponta como uma alternativa potencialmente viável para esses cordões, e estudos recentes têm sido realizados por pesquisadores da EMBRAPA-CNPQ e EMATER-PR. Curcio (1997) acredita que nos cordões vegetados com erva-mate, esta espécie pode aproveitar os nutrientes transportados pelas chuvas em função do escoamento superficial que ocorre nas faixas cultivadas.

Curcio et al. (1997) testaram cordões vegetados com erva-mate distanciada de quatro metros, em solos de textura média, sendo eles: Litólico eutrófico vegetado com falaris; Cambissolo distrófico e também com falaris; Podzólico Acinzentado coberto com capim-elefante e obtiveram

aos dois anos e 10 meses, respectivamente as seguintes produtividades de peso de massa verde por planta: 531 g, 206 g e 105 g.

Os autores atribuíram a maior produtividade do primeiro sistema à maior saturação de bases na profundidade de até 60 cm, bem como à consorciação com *falaris*, que diferentemente do capim-elefante, apresenta seu período de crescimento justamente quando a erva-mate encontra-se em repouso vegetativo, evitando a competição. Não há ainda resultados conclusivos a respeito desse tema.

CAPÍTULO 9

Pragas

O avanço da fronteira agrícola sobre as áreas onde a erva-mate é nativa, gerou a necessidade da substituição gradativa da extração em áreas de ocorrência natural pelo monocultivo, visando o suprimento do crescente mercado consumidor.

Esta conjuntura, somada à sobre-exploração nas áreas nativas remanescentes e até mesmo dos ervais já cultivados, além do manejo inadequado das árvores de erva-mate e o uso indiscriminado de agrotóxicos, resultaram no aumento das populações de insetos, em função principalmente da redução de inimigos naturais.

São muitas as espécies de insetos encontrados na erva-mate (VELLOSO et al., 1949; VERNALHA, 1957; VERNALHA et al., 1966; SILVA et al., 1968; VERNALHA et al., 1968; IEDE e MACHADO, 1989; AZEVEDO e CORSEUIL, 1996), e a relação completa das que estão identificadas encontra-se em Penteado (1995).

Apesar do grande número de insetos encontrados na cultura da erva-mate, a maioria não é causadora de danos econômicos, em função dos baixos níveis populacionais. No entanto, o monitoramento constante é importante para detectar desequilíbrios ecológicos que possam influir no equilíbrio natural, com consequente aumento destas populações.

As sugestões de controle químico para a maioria das pragas estão sendo feitas apenas para aquelas para as quais haja referência de recomendações. Em caso de necessidade deste tipo de controle, dever-se-á dar preferência àqueles produtos de baixo poder residual, já que a erva-mate é consumida de forma praticamente *in natura*, o que deve sempre ser feito com a orientação e acompanhamento de um profissional habilitado.

Aos profissionais cabe lembrar que, ao se recomendar a aplicação de defensivos agrícolas, deve-se sempre observar a legislação vigente e o rótulo ou bula do produto, e aos produtores, que nenhum agrotóxico poderá ser adquirido ou utilizado sem a receita agrônomo, no qual deve

constar todas as especificações do produto, uso, consequências, doses, prazos de carência e formas de aplicação.

É importante salientar, ainda, que não existem até o momento, produtos com uso autorizado para a cultura da erva-mate, por parte do Ministério da Agricultura (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2006). Assim, torna-se difícil a determinação de prazos de carência seguros. Em consequência disto, o autor alerta que as recomendações feitas são de responsabilidade dos autores citados, quando for o caso, e recomenda a aplicação de defensivos químicos tóxicos somente em árvores matrizes ou porta-sementes.

Em caso de extrema necessidade de se utilizar agrotóxicos na cultura da erva-mate, o profissional responsável deve providenciar a análise de resíduos antes da colheita e consumo, evitando assim danos à saúde humana e transtornos a nível de responsabilidade técnica.

Destacam-se as seguintes espécies de insetos e ácaros, que são consideradas pragas da erva-mate, ou que apresentam potencial para tal:

1. *Ceroplastes grandis* Hempel (1900), Homoptera, Coccidae

- Nomes comuns: português - cochonilha-de-cera; cochonilha-cor-de-rosa; espanhol - cochinilla cerosa, cochinilla rosada.
- Informações gerais

Inseto sugador, de formato hemisférico, vulgar em muitas plantas ornamentais e citrus; seu corpo é recoberto com uma camada de cera róseo-claro com manchas esbranquiçadas, que apresenta alto teor de água (VERNALHA et al., 1968). As fêmeas medem aproximadamente 10 mm de diâmetro; podem ter uma ou duas gerações anuais, de acordo com o clima (COOL e SAINI, 1992).

Vivem em geral agregados aos ramos, podendo cobri-los totalmente (Figura 26); raramente são encontrados nas folhas e quando isso ocorre, estão isoladas e normalmente são os machos; as formas jovens deslocam-se na planta, enquanto os adultos são estáticos (IEDE, 1985). Ocorrem do final do outono ao final da primavera (IEDE e MACHADO, 1989).

- Danos

Os prejuízos às plantas dão-se em função do depauperamento

causado pelo sugamento da seiva, e também pela produção de uma substância açucarada por parte de ninfas e adultos, a qual atrai formigas que disseminam esporos do fungo responsável pela fumagina.

Em geral, este inseto não causa severos danos à população de árvores de erva-mate, pois ataca poucas árvores no povoamento. No entanto, a ação conjunta entre ela e a fumagina podem levar plantas individuais à morte (IEDE, 1985; IEDE e MACHADO, 1989).

A disseminação dos esporos da fumagina¹⁸, pertencentes à família Perisporaceae, é feita por formigas que são atraídas por uma substância açucarada excretada pela cocholilha (PENTEADO, 1995).

- Controle

Consiste na erradicação e queima dos ramos infestados, o no escovamento das partes afetadas (PENTEADO, 1995).

O lepdóptero *Euzophera* sp. é um predador desta cochonilha. Não há detalhes sobre o seu uso no controle desta praga, tornando o seu uso no controle biológico, por enquanto, apenas potencial (TRUJILLO, 1995).

Caso necessário aplicar algum produto químico, é preferível, por questões de segurança ou quando o ataque é tão grande a ponto do controle cultural tornar-se impraticável, pulverizar óleo mineral a 1% no verão e 2% no inverno, a intervalos de 20 a 30 dias (MARICONI, 1985).

Alternativamente, o controle químico pode ser feito com inseticidas fosforados associados a óleo mineral (DA CROCE e FLOSS, 1999). Pode-se pulverizar paration metil 60% (ex: Bravik 600 CE), na dosagem de 50 ml por 10 L de água (MAZUCHOWSKI, 1989).

2. *Gyropsylla spegazziniana* (= *Metaphalara spegazziniana*) Lizer, (1917), Homoptera, Psyllidae

- Nomes comuns: português - ampola-da-erva-mate; espanhol – psílida(o) de la yerba mate, rulo de la yerba mate.
- Informações gerais

Inseto específico da erva-mate, que mede aproximadamente 2 mm de comprimento, sendo as fêmeas um pouco maiores, de coloração verde-amarelada ou verde-azulada (Figura 27A); apresenta dois pares de asas

¹⁸ Descrição no capítulo *Doenças*.

membranosas quando adulto, e áptero quando jovem; patas posteriores adaptadas para saltar (MAZUCHOWSKI, 1989). Sua manifestação pode ocorrer tanto em viveiro, quanto em ervais plantados e nativos (IEDE, 1985). É considerada uma praga da brotação.

A oviposição é feita ao longo da nervura central, na face superior de folhas jovens de 3 a 5 mm de comprimento. Nestas, é injetada uma substância tóxica, que provavelmente seja a causa do crescimento desarmonico entre a sua face superior e inferior no sentido longitudinal, resultando no enrolamento e na formação das ampolas, o que dá origem ao seu nome comum (Figura 27B). Ao eclodirem as ninfas passam a sugar as folhas (Oglobin, 1929, *apud* FLORES, 1983).

Apresentam de 8 a 9 posturas anuais, com um período de incubação de 6 a 8 dias, pondo de 32 a 34 ovos cada vez. O ciclo biológico ocorre entre 30 e 40 dias. Os adultos aparentam-se a pulgões. No Brasil, manifesta-se em geral de setembro a novembro, e na Argentina de janeiro a fevereiro. No entanto, o inseto é encontrado em todas as suas fases de desenvolvimento, durante todo o ano. Adultos podem sobreviver a temperaturas que variam de -5 a 42°C . As baixas temperaturas podem matar as ninfas se chegarem a queimar as ampolas. Em ervais com poda de rebaixamento o ataque ocorre em geral com maior intensidade (MAZUCHOWSKI, 1989, COLL e SAINI, 1992).

Em Santa Catarina, foram verificados picos populacionais na região de Chapecó, nos meses de fevereiro e outubro, coincidentemente com os períodos de brotação da erva (ZIDKO, 1998).

▪ Danos

Os ataques abrangem desde as mudas até as erveiras em produção. Não tem sido observada grande proporção de árvores atacadas, em povoamentos de erva-mate no Brasil. No entanto, nas plantas onde o inseto foi observado, os danos foram severos (IEDE e MACHADO, 1989).

No entanto, na Argentina, essa praga é considerada uma das principais, pois pode ser encontrada nos ervais durante todo o ano, apesar de causar maiores danos na primavera (FLORES 1997a e b).

Tais danos se dão por meio da ação de sugação e enrolamento das folhas jovens que não se desenvolvem, secam e caem, obrigando a planta a novo esforço de brotação.

- Controle

O controle cultural consiste na erradicação e queima dos ramos infestados.

Trujillo (1995) cita a existência de um díptero e um hemíptero predadores das ninfas, e um fungo parasitoide de adultos de *G. spegazziniana*: respectivamente, *Ocyptamus norina* (Curran, 1941), *Largus rufipennis*, Laporte, 1832 e *Zoophtora* sp. Saini e De Coll (1993) incluem outros dípteros do gênero *Ocyptamus* entre os inimigos naturais da ampola-da-erva-mate, ou seja, *O. amplus* (Fluke), *O. caldus* (Walk.), *O. antiphates* (Walk.) e *O. erebus* (Hull), além de *Toxomerus* sp e *Pseudodorus clavatus* (F.). Os mesmos autores citam também o homóptero *Curinus coeruleus* Muls, como um voraz inimigo de ovos dessa praga da erva-mate. Entretanto, não há detalhes sobre o seus usos no controle desta praga, o que torna o controle biológico, por enquanto, apenas potencial.

No controle químico, pode-se aplicar inseticidas fosforados, cloro-fosforados e piretroides (GALLO et al.; 1988). Mazuchowski (1989) recomenda três aplicações de 600 ml.ha⁻¹ de dimetoato 40% (ex: Perfekthion, Dimetoado CE); ou 320 ml.ha⁻¹ de metamidofos 60% (ex: Tamaron BR), ou ainda 20 mg por 10 L de água de carbaril 85% (ex: Carbaryl Fersol 850 PM, Agrivin 850 PM), em intervalos de 8 dias. Testes mais recentes, realizados por Flores (1997a) incluem o ometoato 100% (ex: Folimat 100), na dose de 320 ml.ha⁻¹, e também indicam uma leve superioridade do dimetoato, não diferenciada estatisticamente do ometoato e do metamidofos, nas doses indicadas acima.

Para estudos de monitoramento e flutuação populacional desta praga, pode-se utilizar como armadilhas, bandejas (0,35 x 0,45 x 0,05 m) pintadas internamente na cor vermelha, enchidas com 2 L de água e algumas gotas de detergente (CHIARADIA e MILANEZ, 1997), ou opcionalmente armadilhas luminosas, as quais apresentam melhor desempenho do que a caça direta, segundo Flores (1997b).

3. *Thelosia camina* Schaus (1920), Lepidoptera, Eupterotidae

- Nome comum: português - lagarta-da-erva-mate.
- Informações gerais

São pequenas mariposas, cujas fêmeas medem aproximadamente 38 a 40 mm de envergadura, sendo os machos um pouco menores. As asas são franjeadas de coloração amarelo-palha; as anteriores apresentam uma faixa transversal mais escura; as posteriores são de coloração mais escura da base à parte mediana, continuando o tom amarelo-palha até as bordas. Os machos apresentam um pequeno ponto branco na faixa escura das asas anteriores. O corpo é coberto por pelos longos e amarelados, sendo maiores no tórax (KOBER e VARGAS, 1960; IEDE, 1985).

A oviposição é realizada principalmente na parte superior das folhas, com uma média de 81 ovos. Estes são de coloração esverdeada, e o período de incubação é de 15 a 16 dias (KOBER e VARGAS, 1960).

As lagartas são de coloração verde-clara, com duas faixas escuras laterais. No último instar, estas atingem 40 mm de comprimento e apresentam coloração verde-escura, com uma faixa branca dorsal entre duas linhas longitudinais escuras. Lateralmente apresentam pontos vermelhos dispostos em linha e pernas alaranjadas. Transformam-se em crisálidas no solo, a pouca profundidade, permanecendo, em média, 9 meses. O período de ocorrência das lagartas é maior nos meses de setembro a dezembro, podendo aparecer a partir de julho (KOBER e VARGAS, 1960; IEDE, 1985; GALLO et al., 1988; IEDE e MACHADO, 1989).

Segundo Da Croce e Floss (1999), em Santa Catarina a ocorrência é bem maior na região Oeste.

- Danos

As lagartas são vorazes, atacando folhas de qualquer idade, reduzindo substancialmente a produção. São capazes de desfolhar as erveiras de um dia para o outro. Se o desfolhamento for intenso, a produção seguinte também poderá ser afetada, em virtude do depauperamento das plantas (GALLO et al, 1988).

- Controle

Em função do hábito do inseto, uma medida eficaz é a exposição das pupas ao sol, por meio do revolvimento do solo, pelo menos ao redor das erveiras atacadas.

A coleta de adultos por meio de armadilhas luminosas e a catação manual das folhas com posturas também é uma medida auxiliar (PENTEADO, 1995).

Aplicações de *Bacillus thuringiensis* é outra alternativa de controle, segundo Mazuchowski (1989). Da Croce e Floss (1999) recomendam a dose de 250 g por 100 L de água.

Trabalho recente com testes de patogenicidade *in vitro* e a campo tem demonstrado a viabilidade do uso de cepas do fungo *Beauveria* SP. , denominada LAG, da Embrapa – Floretas (Curitiba-PR) (DALLA SANTA, 2009).

Pode-se optar pelo controle químico, aplicando inseticidas fosforados, clorofosforados e piretroides.

4. *Hylesia nigricans* Berg (1876), Lepidoptera, Hemileucidae

- Nomes comuns: espanhol – bicho quemador, oruga “patotera”.
- Informações gerais

Estas mariposas medem de 40 a 45 mm de envergadura; seu corpo apresenta pelos de coloração preta, sendo alguns alaranjados nas laterais do abdômen; as antenas são curtas, sendo maiores nos machos; as asas são de coloração cinza-escuro. As posturas, às centenas, são realizadas sobre as folhas ou galhos, em ootecas de coloração marrom-claro (IEDE e MACHADO, 1989). Os ovos são protegidos por um casulo hemisférico de 10 mm de diâmetro por 8 mm de altura, tecido pelas mariposas fêmeas (Figura 28) (COLL e SAINI, 1992).

No final da fase larval, as lagartas apresentam coloração cinza-escuro, com fileiras de cerdas longas espalhadas pelo corpo; medem de 40 a 45 mm de comprimento; são de hábito gregário (Figura 28). A ocorrência se dá em geral, entre os meses de setembro a novembro (IEDE e MACHADO, 1989; PENTEADO, 1995).

O empupamento se dá na planta, dentro de um casulo formado pela união de folhas com fios de seda. Também pode empupar no solo, entre folhas secas. Logo que ovipõem, as fêmeas morrem (COLL e SAINI, 1992).

- Danos

As lagartas são vorazes e alimentam-se de folhas de qualquer idade.

- Controle

A catação e queima de folhas com ootecas e cartuchos, e o uso de armadilhas luminosas são formas de minimizar a ação destes insetos.

Pode-se aplicar *Bacillus thuringiensis*, na dose recomendada para *Thelosia camina*.

5. *Isomerida picticollis* Bates (1881), Coleoptera, Cerambycidae

- Nome comum: português - broca-de-ramos-da-erva-mate.
- Informações gerais

São besouros que medem aproximadamente 13 mm de comprimento; apresentam coloração escura, com duas manchas alongadas de cor esverdeada, uma em cada lateral das asas; no pronoto há duas manchas arredondadas, de cor vermelha. As antenas medem em torno de 1,4 mm de comprimento. As fêmeas fazem posturas em fendas realizadas nos ramos finos superiores da planta. Após a eclosão, a larva constrói galerias no interior destes ramos (PENTEADO, 1995).

É uma praga encontrada principalmente em ervais cultivados.

- Danos

Plantas novas atacadas podem apresentar o ramo principal enegrecido, totalmente oco (Figura 29). Este sintoma de ataque pode ser confundido com o mesmo efeito provocado pelas geadas. Em plantas adultas, os ramos mais finos são danificados. Pode-se também notar orifícios ao longo dos ramos, por onde a serragem é eliminada (DA CROCE e FLOSS, 1999).

- Controle

Coleta de insetos adultos por meio de armadilhas, e poda e queima dos galhos atacados.

6. *Hedypathes betulinus* Klug (1825), Coleoptera, Cerambycidae

- Nomes comuns: português - broca-da-erva-mate, broca-dos-ervais, corintiano; espanhol - el tigre, tigre de la yerba mate, taladro grande.

- Informações gerais

É um besouro do grupo dos serradores que há muito tempo vem sendo considerado a principal praga da erva-mate (BLANCHARD, 1928 e 1929; PENTEADO, 1995), podendo atingir até 100% das plantas de um erval (SOARES e IEDE, 1997).

Os adultos medem entre 20 e 25 mm de comprimento; sua coloração é branca, com desenhos escuros no protórax e nos élitros (Figura 30A); as antenas são longas e finas, características da família, e apresentam manchas brancas alternadas com escuras (IEDE, 1985; GALLO et al., 1988).

As fêmeas efetuam as posturas em depressões transversais de 10 x 15 mm, por elas preparadas na casca, onde, em geral, põem apenas um ovo por orifício e por planta cultivada (Figura 30B). Nos ervais nativos a ocorrência de larvas por planta pode ser bem maior (DA CROCE e FLOSS, 1999). A preferência é clara pela região do colo, embora possam ser detectadas posturas nas partes mais altas das plantas e em raízes nuas. A eclosão se dá em entre 12 e 17 dias após a postura (CASSANELLO, 1992; GALILEO et al., 1993). As larvas (Figura 30C) perfuram a casca até encontrarem o lenho, do qual passam a se alimentar e, conseqüentemente, construindo as galerias. A presença de serragem sobre o solo evidencia a presença desta praga.

Próximo ao período de empupamento (Figura 30D), a larva desce e constrói uma galeria anelar próximo à região por onde penetrou na planta (ALENCAR, 1960). Em seguida, na região do colo, produz uma câmara pupal, onde permanece até a emergência do adulto (PENTEADO, 1995).

PENTEADO (1995), no Paraná, registrou que, em geral, as larvas estiveram presentes durante todo ano nos ervais; as pupas foram encontradas entre setembro e dezembro; os adultos entre setembro e março, com pico populacional em dezembro; posturas foram encontradas durante todo o período de ocorrência dos adultos.

Plantações velhas e abandonadas constituem reservatórios dessa praga.

- Danos

As larvas constroem galerias no sentido longitudinal ascendente, atingindo a parte aérea, ou descendente, atacando o sistema radicular, impedindo a circulação normal da seiva. Em adição, quando constroem

galerias anelares predispõem as plantas jovens ou os galhos ao quebramento com a ação dos ventos (ALENCAR, 1960).

Em plantios jovens, as plantas atingidas apresentam-se com amarelecimento uniforme, e os ataques severos provocam perdas de produção, morte de plantas jovens e debilidade em adultas (COLL e SAINI, 1992).

Os túneis são aberturas para a penetração de fungos patogênicos ou deterioradores da madeira (Figura 30E e 30F)

- Controle

O controle deste inseto é bastante difícil, em virtude do hábito de se desenvolver no interior de troncos e galhos. Quando os danos ocorrem no colo, o que acontece na maioria dos casos recomenda-se esmagar a larva penetrando o orifício com um arame. Apesar de primitivo, este método é eficiente e econômico, consumindo apenas mão-de-obra. Se os danos ocorrem nos galhos deve-se podar aqueles que foram afetados, a alguns centímetros abaixo da zona de postura e queimá-los (IEDE e MACHADO, 1989).

Outra prática que tem sido adotada é a da catação manual dos insetos, que tem alcançado bons resultados (SOARES e IEDE, 1997).

É desaconselhado, por motivos econômicos, a aplicação de quaisquer produtos nas perfurações. No entanto, se for necessário, pode-se aplicar fosfina em pasta (GALLO et al., 1988) ou bissulfeto de carbono, este na dosagem de 2 ml por orifício (MAZUCHOWSKI, 1989), providenciando-se em seguida, a sua obstrução com cera, sabão, barro ou resina.

Outra tecnologia que está sendo desenvolvida pelas instituições de pesquisa é a do controle biológico. Segundo Soares e Iede (1997), vários inimigos naturais potenciais já foram identificados nos trabalhos da EMBRAPA-CNPq. Um deles é o parasitoide *Eurytoma* sp. (TRUJILLO, 1995), o qual já foi encontrado, segundo Penteado (1995), agindo em quase 43% dos ovos observados, podendo tornar-se grande aliado no controle desta praga. Marzagão (1996) também avaliou alguma linhagens do fungo *Beauveria bassiana* (Balls.) Vuil., concluindo pela alta mortalidade provocada em adultos da broca da erva-mate. Mais uma opção para o controle biológico é *Labena fiorii* sp. (Hymenoptera, Ichneumonidae), a qual foi encontrada parasitando larvas de *H. betulinus* e cuja descrição foi feita por Graf e Marzagão (1999).

Embora seja uma recomendação de controle químico um tanto antiga, um dos seguintes repelentes podem ser testados, a fim de se evitar a postura, caíando-se duas vezes ao ano, sendo uma após o inverno e outra em novembro, segundo Alencar (1960):

- calda sulfo-cálcida: 3 kg de enxofre em pó e 3 kg de cal em 100 L de água, fervidos demoradamente;
- calda de alcatrão: 6 kg de naftalina comercial juntada a 2 kg de alcatrão; 12 kg de cal misturados a 25 L de água; junta-se as duas misturas.
- pasta bordalesa: 5 kg de sulfato de cobre e 10 kg de cal em 60 L de água

Estas datas de aplicação, no entanto, devem preferencialmente estar relacionadas com a flutuação populacional do inseto adulto, que deve ser avaliado por monitoramento constante, pois podem variar em diferentes regiões. Para este monitoramento são indicadas armadilhas luminosas com lâmpada BLB (ultravioleta) (MILANEZ e CHIARADIA, 1997).

Como complement aos tratamentos propostos, deve-se executar a correta fertilização e as prática adequadas de poda e limpeza, as quais tornam as plantas menos susceptíveis aos danos provocados por estes insetos. Caso as árvores estejam muito atacadas, a tentativa de recuperação pode tornar-se antieconômica, devendo-se então erradicá-las totalmente e queimá-las.

7. *Sibine spp.* Lepidoptera, Eucleidae

- Nomes comuns: português – lagarta-da-folha, lagarta-tanque.
- Informações gerais

A qualificação das lagartas do gênero *Sibine* como pragas da erva-mate é controvertida. Mattos (1982), por exemplo, considera *S. barbara* Dyar (1906), *S. nesea* Stoll-Cramer (1781) e *S. trimaculata* Sepp (1848) como pragas, enquanto Gallo et al. (1988) e Mazuchowski (1989) só consideram as duas primeiras como sendo pragas desta cultura. Iede e Machado (1989) discordam, informando não terem sido constatados níveis populacionais que tivessem causando danos significativos às plantas, em suas observações.

No entanto, em função das constantes citações bibliográficas classificando estas espécies como pragas dos ervais, é importante dar atenção à presença destas lagartas no povoamento.

A *S. nesea* é mais comum no Estado de São Paulo. A mariposa tem o corpo bastante piloso, com as asas anteriores de coloração marrom-escuro e as posteriores claras. Os machos medem 30 mm de envergadura e as fêmeas 40 mm. As lagartas são verdes e vermelhas e podem medir até 13 cm de comprimento. Já *S. barbara* ocorre mais na região sul, diferenciando-se da anterior pela presença de duas manchas amarelas apicais e uma basal nas asas anteriores. Suas lagartas são verdes e alaranjadas, medindo aproximadamente 5 cm de comprimento. Apresentam pelos urticantes (GALLO et al., 1988; MAZUCHOWSKI, 1989).

- Danos

As lagartas são vorazes consumidoras de folhas de qualquer idade, podendo causar graves perdas nos ervais (MAZUCHOWSKI, 1989), principalmente no inverno.

- Controle

Aplicação de inseticidas fosforados, clorofosforados e piretroides (GALLO et al., 1988).

8. Broca-de-sementes da erva-mate

- Informações gerais

São poucas as informações a respeito desta broca. Mazuchowski (1989) cita que é um micro-himenóptero que pode atacar grande proporção das sementes

- Danos

As minúsculas larvas constroem galerias no interior das sementes, afetando a germinação (MATTOS, 1982).

- Controle

Específico para área de produção de sementes. Pulverização quinzenal, exclusivamente das árvores matrizes, com Paration metil 60% (ex: Perfekthion, Dimetoato CE), na proporção de 40 ml por 10 L de água, a partir da fecundação das flores até a maturação dos frutos (SCHNEIDER e PETRY, 1985).

9. *Dichopelmus notus* Keifer, Acari, Eriophyidae

- Nomes comuns: português – ácaro do bronzado; espanhol – ácaro del bronzado.
- Informações gerais

Na Argentina, esse ácaro é uma das principais pragas específicas da erva-mate. A condição que mais facilita a sua ação explosiva é o adensamento populacional nesta cultura, que naquele país pode chegar a 4000 plantas por ha. Neste agroecossistema, este ácaro pode passar despercebido por não ser visível a olho nu, atacando rapidamente e causando danos consideráveis. Os brotos e folhas novas tomam um aspecto bronzado, característico dos eriófidos (COLL e CACERES, 1995).

Registrou-se que a máxima população deste ácaro naquele país se dá no inverno e no verão, sendo esta a época de maior brotação de erva-mate, quando os danos podem ser maiores.

No Brasil há registros da presença deste ácaro em plantações nos estados do sul (SANTANA et al., 1997). Quando adulto esse ácaro mede 0,24 mm; sua cor é branca amarelada, tornando-se amarronzada com o envelhecimento, e tem grande relação com a cor das folhas da erva-mate que também escurecem com o passar do tempo; possuem dois pares de patas; o corpo tem forma de cunha; não possuem olhos; os órgãos genitais localizam-se na parte anterior e ventral do abdômen. A oviposição é de um a dois ovos diariamente, totalizando de 20 a 30 unidades por indivíduo; pode ser feita de forma agregada ou isolada, preferencialmente na face inferior. O estágio larval dura de dois a três dias, o ninfal de 4 a 5 dias e o ciclo completo é de 10 dias. A vida dos adultos dura mais de 20 dias. Vivem durante o ano todo nas plantas de erva-mate, são muito móveis, e suas populações crescem rapidamente no período de brotação, quando então causam os principais danos. São disseminados pelo vento, pássaros, chuva e o próprio homem (COLL e SAINI, 1992).

- Danos

A infestação destes ácaros causa o bronzamento (Figura 31), a queda de brotos e folhas novas atacadas, com a consequente perda de produção.

- Controle

Considerando os períodos de pico desta praga, o monitoramento

deve ser iniciado antes dos períodos de brotação, ou seja, primavera-verão e outono. Na Argentina, o nível máximo de 9,9 ácaros.cm⁻² registrado no inverno não provocou danos aos brotos. Porém, não se deve permitir que estes níveis sejam ultrapassados nas épocas de plena brotação (COLL e CACERES, 1995).

Como inimigos naturais de ninfas e adultos de *D. notus* (TRUJILLO, 1995), existem ácaros predadores, pertencentes às famílias Phytoseiidae e Stigmatiidae (COLL e CACERES, 1995). Entretanto, estes últimos autores observaram que os picos de máxima população destes ácaros são, respectivamente, no outono e inverno. Isso significa que apresentam baixa presença nos momentos de brotação da erva-mate, quando seria necessário exercer forte controle sobre a praga. O controle biológico com estes ácaros predadores, portanto não é suficientemente efetivo.

10. Outras espécies

Existem outras espécies de insetos e ácaros que são citadas na literatura como sendo pragas da cultura da erva-mate, particularmente na Argentina. No entanto, algumas delas não ocorrem no Brasil, ou ocorrem a níveis populacionais insignificantes. Apresentam, porém, potencial de transformação em pragas, especialmente ao se utilizar plantios adensados, semelhante ao que se pratica na Argentina, pois há estudos (BORGES et al., 2003) que confirmam aumento das populações de insetos-pragas da erva-mate nos plantios adensados, quando se compara com ervais nativos. São elas (TRUJILLO, 1995):

10.1. *Toxoptera aurantipi* Boyer (1841), Homoptera, Aphididae

Nomes comuns: português – pulgão do broto; espanhol – pulgón del brote.

- Informações gerais

É considerado praga na Argentina. As fêmeas ápteras, medem aproximadamente 2 mm de largura; o corpo é de coloração preta; os adultos alados são muito semelhantes aos ápteros (Figura 32). Vivem em colônias, e este “efeito de grupo” transforma os indivíduos ápteros em alados. Se reproduzem parternogeneticamente, ou seja, sem intervenção dos machos.

Os indivíduos ápteros começam a produzir ninfas 24 h após atingirem o estágio adulto; o período ninfal dura de 7 a 9 dias; a longevidade dos adultos é de 29 a 42 dias. Provocam o enrolamento característico das folhas, reduzem o crescimento e em ataques severos podem provocar a queda desses órgãos vegetais. São encontrados tanto em viveiros quanto em plantações, em geral durante a primavera e fins de verão, coincidindo com a brotação; no entanto, não é difícil encontra-lo em qualquer época do ano (COLL e SAINI, 1992).

10.2. *Naupactus auricinctus* Boheman (1833); *Naupactus cervinus* Boheman (1840); *Naupactus xanthographus* Germar, Coleoptera, Curculionidae

Nomes comuns: português – gorgulho da erva-mate; espanhol – gorgojo de la yerba mate.

- Informações gerais

A erva-mate abriga um conjunto de cucurliônídeos constituído por várias espécies, das quais a mais frequente e abundante é *N. xanthographus* (Figura 33A). Suas larvas são ápodas, de cor esbranquiçada; desenvolvem-se sob o solo não incidindo sobre a planta, embora possam chegar a alimentar-se das raízes. Os adultos atingem 13 mm de comprimento; são de cor acinzentada ou marrom, com manchas claras; podem ser observados alimentando-se de folhas jovens, porém seus maiores danos ocorrem quando se alimentam dos brotos tenros, provocando a quebra e secamento (Figura 33B). Os movimentos dos adultos são lentos, e ao serem molestados atiram-se ao solo para esconderem-se (COLL e SAINI, 1992).

Exemplares de outras espécies são mostrados na Figura 34A e 34B.

10.3. *Oligonychus yothersi*, Acari, Tetranychidae

Nomes comuns: português – ácaro vermelho; espanhol – ácaro rojo, arañuela roja del te; inglês – avocado red mite.

- Informações gerais

Os ovos, de forma globular, são de cor vermelha e possuem um pedicelo branco, podendo ser postos de forma isolada em ambas as faces

das folhas, com preferência pela adaxial (ALVES et al. 2004). Quando em colônias, os ovos são protegidos por uma teia de seda. As larvas são de cor amarela, com três pares de patas, enquanto as ninfas possuem quatro pares e são de cor vermelho escura. Os adultos possuem coloração vermelho claro na parte inferior e vermelho escuro no resto do corpo, medindo 0,5 mm de comprimento e também apresentam forma globosa (Figura 35); possuem pelos simples em todo o corpo. Os machos, que são menores do que as fêmeas e apresentam a extremidade do corpo afinada e de forma triangular. O período de desenvolvimento da larva ao adulto é de 14 dias (COLL e SAINI, 1992). Causa o bronzeado e queda das folhas jovens e adultas, cujas margens podem se tornar retorcidas. No Brasil, embora não seja específico da erva-mate (SANTANA et al., 1997), tem-se notado aumento populacional nas áreas dessa monocultura. O biocontrole com *Beauveria bassiana* foi testado por Oliveira et al. (2002), que comprovaram mortalidade total entre 77 e 98%, seis dias após a aplicação.

10.4. *Poliphatarsonemus latus* (Banks, 1904) (= *Poliphagotarsonemus latus* Beer e Nucifora, 1965), Acari, Tarsonemidae

Nomes comuns: português – ácaro branco; espanhol – ácaro blanco:

- Informações gerais

Os ovos são muito característicos, apresentando forma ovalada e convexa, de cor branca; sua postura é feita na face inferior das folhas e a eclosão se dá aproximadamente com três dias. As larvas são brancas e apresentam três pares de patas, enquanto as ninfas possuem quatro pares e cor branca com manchas opacas sobre o abdômen. O estágio larval dura dois dias e o ninfal, sete dias. Os adultos medem ao redor de 0,22 mm de comprimento; são de cor branca amarelada brilhante; o corpo tem forma oval com perfil elevado; possuem quatro pares de patas, sendo que o último par termina com dois grandes pelos brancos brilhantes e que não é utilizado ao caminhar (Figura 36). O macho tem o corpo com as extremidades mais afinadas e são mais curtos do que as fêmeas. Não são visíveis a olho nu (COLL e SAINI, 1992). Causa o prateado e queda das folhas, tanto no viveiro quanto no campo, não sendo específico da erva-mate (SANTANA et al., 1997).

10.5. *Perigonia lusca* Boisduval (Fabricius), Lepidoptera, Sphingidae

Nomes comuns: espanhol – mandarová de la yerba, oruga rabuda.

▪ Informações gerais

Seus ovos são sub-esféricos, brancos, de aproximadamente 1 mm de comprimento por 0,6 mm de largura, postos de forma isolada sobre brotos terminais (Figura 37A). Em seu máximo desenvolvimento, a larva atinge 6 cm de comprimento; sua cor é verde amarelado, com uma faixa longitudinal branca ou escura sobre o dorso (Figura 37B); a parte ventral é azulada; frequentemente passam inadvertidas, pois sua coloração a confunde com as folhas; alimentam-se exclusivamente de folhas de erva-mate, com extrema voracidade, podendo-se observar duas ou três larvas desfolhando totalmente uma planta (Figura 37C). Destaca-se de outros lepidópteros por possuir um apêndice caudal que caracteriza seu nome vulgar (Figura 37A). O período de empupamento é no inverno, de forma livre ou no interior de um casulo dentro do solo; as pupas se caracterizam por possuir um apêndice caudal bem desenvolvido, em forma de gancho (Figura 37D). O adulto tem de 5 a 6 cm de expansão alar; é de cor acinzentada, com uma faixa escura nas asas anteriores e amarelada no par posterior (Figura 37E). Na Argentina, é o lepidóptero que mais danos causa à erva-mate, apresentando duas gerações anuais, podendo-se observar uma terceira no outono (DE COLL e SAINI; 1992). Na Argentina, um inimigo natural das larvas desse lepidóptero é o percevejo *Alcaeorrhynchus grandis* (Dall.) (SAINI e COLL, 1993). Alves et al. (2001) citam a ocorrência desta praga nas regiões Oeste e Sudoeste do Estado do Paraná, atacando em reboleiras e desfolhando 100% de algumas plantas.

10.6. *Thyriniteina arnobia* (Cramer, 1758) Stoll, 1782, Lepidoptera, Geometridae

Nomes comuns: português – lagarta desfolhadora, tiriniteina; espanhol – oruga de la hoja, oruga medidora.

▪ Informações gerais

É uma lagarta comum nas zonas centro e norte de Misiones. Seus ovos são de cor verde e se tornam pardo escuros com o desenvolvimento; medem 0,75 mm de diâmetro e são postos em grupos numerosos. A larva

desenvolvida mede 4 cm de comprimento; sua cor é castanho claro, com áreas acinzentadas e esbranquiçadas (Figura 38A); apresenta o andar característico dos geometrídeos; o empupamento se dá entre as folhas, em um casulo de seda tecido por ela mesmo. A mariposa fêmea tem 37 mm de expansão alar, sendo que o macho atinge 20 mm; as asas são brancas com finos pontos pretos e bordas escuras (Figura 38B). Seus danos, em geral, não tem sido consideráveis.

Dentre outras lagartas medidoras como a tirinteína, e que ocorrem na Argentina, Coll e Saini (1992) citam *Semaepus* sp (Figura 39), que no entanto, não tem causado danos consideráveis,

10.7. *Stenoma decora* Zeller, Lepidoptera

Nomes comuns: espanhol – oruga excrementera.

▪ Informações gerais

É uma lagarta observada unicamente na zona central de Misiones, Argentina. Seus ovos são de cor rosa, medem 0,80 mm de diâmetro e são postos próximos de brotos novos. A larva desenvolvida mede 2 cm de comprimento; apresenta cores vivas, destacando-se o alaranjado, o bege e o preto; o corpo é coberto por abundantes pelos brancos (Figura 40A). Caracteriza-se por construir um habitáculo largal formado por pecíolos de folhas, seda e excrementos, de onde vem seu nome comum. A mariposa mede 30 mm de expansão alar; as asas posteriores são de coloração amarelo intenso e as anteriores, acinzentadas (Figura 40B) (COLL e SAINI, 1992).

10.8. *Argyrotaenia sphaleropa* Meyrick, Lepidoptera

Nomes comuns: espanhol – oruga plegadora de hoja, oruga enroladora de hoja.

▪ Informações gerais

Na verdade, as lagartas enroladoras de folhas formam um complexo de seis ou sete espécies, das quais a mais frequente é *A. sphaleropa*, na Argentina, segundo Coll e Saini (1992). Outras espécies que podem ser citadas são: *Eulia* spp, *Platynota* sp., *Clarkeulia* sp. Provocam danos em folhas e brotos novos, tanto em função da alimentação direta, quanto da

deformação provocada nessas partes para construir seu habitáculo. São comuns em toda província de Misiones. As larvas desenvolvidas medem 10 mm; a coloração varia segundo a espécie, mas *A. sphaleropa* é totalmente verde (Figura 41A). Os adultos medem 1 cm de expansão alar, e a coloração varia de castanho, no caso da espécie citada (Figura 41B), a preto.

10.9. *Spodoptera* spp, Lepidoptera

Nomes comuns: português – lagartas cortadoras; espanhol – gusanos cortadores, gusanos cogolleros.

- Informações gerais

São espécies polifitófagas que atacam, além da erva-mate, diversas plantas cultivadas, incluindo solanáceas, leguminosas, crucíferas, liliáceas, compostas e gramíneas. Em erva-mate, tem sido observadas em viveiros e cultivos recém implantados, onde provocam o corte do colo de pequenas plantas; podem também provocar desfoliação intensa em plantas jovens. Embora Coll e Saini (1992) cite essas espécies como pragas somente na Argentina, serão sempre potenciais no Brasil, em função de serem comuns em culturas agrícolas nesse país.

10.10. *Oxydia* sp., Lepidoptera, Geometridae

Nomes comuns: lagarta desfolhadora; oruga de la hoja.

10.11. *Microgonia* sp., Lepidoptera, Geometridae

Nomes comuns: lagarta desfolhadora; oruga de la hoja.

10.12. *Ceratocampa brisottii* Boisd, Lepidoptera, Citheroniidae

Nomes comuns: lagarta desfolhadora; oruga de la hoja.

10.13. *Timocratica* spp., Lepidoptera, Stenomatidae

Nomes comuns: broca dos ramos; oruga barrenadora de tallos.

10.14. *Asynonychus cervinus* Boheman, Coleoptera, Curculionidae

Nomes comuns: gorgulho da erva-mate; gorgojo de la yerba.

10.15. *Cyphus inhalatus* Germ., Coleoptera, Curculionidae

Nomes comuns: gorgulho da erva-mate; gorgojo de la yerba.

10.16. *Pseudococcus* sp., Homoptera, Pseudococcidae

Nomes comuns: cochonilha farinhenta; cochinilla harinosa.

10.17. *Orasema aenea* Gahan (1940), Hymenoptera, Eucharitidae

Nomes comuns: vespa costureira; avispiça costurera.

10.18. *Citheronia brissotii meridionalis* Bouvier, Lepidoptera, Saturniidae

Nome comum: oruga cornuda.

10.19. *Acrosternum erythrocnemis* (Berg), Heteroptera

Nomes comuns: percevejos; chinchês.

10.20. *Acrosternum impicticorni* (Stal), Heteroptera

Nomes comuns: percevejos; chinchês.

10.21. *Thyanta perditor* (F.), Heteroptera

Nomes comuns: percevejos; chinchês.

10.22. *Edessa rufomarginata* (DeGeer), Heteroptera

Nomes comuns: percevejos; chinchês.

10.23. *Dichroplus* spp., Orthoptera

Nomes comuns: gafanhotos; tucurus.

Outras espécies foram citadas por Alencar (1960), Mariconi (1985) e Azevedo e Corseuil (1996), como ocorrentes em erva-mate nos estados do sul do Brasil. Embora apresentem potencial, não podem ser consideradas, ainda, pragas desta cultura:

10.24. *Pulvinaria paranaensis* Hempel, Homoptera, Coccidae

Nome comum: cochonilha.

Um inimigo natural que devora vorazmente esta cochonilha é *Azya ilicis* sp.n. (ALMEIDA e CARVALHO, 1996).

10.25. *Citheronia laocoon laocoon* Cramer, 1777, Lepidoptera, Adelocephalidae

Nome comum: lagarta.

10.26. *Alabama argillacea* (Hueb., 1918) Hüb., 1923, Lepidoptera, Noctuidae

Nome comum: curuquerê-do-algodoeiro.

10.27. *Ceratocampa brisottii*, Lepidoptera

Nome comum: paloma manchada.

10.28. *Adelpha serpa* (Boisd.), Lepidoptera

Nome comum: oruga espinosa.

10.29. *Biblis hyperia* (Cr.) , Lepidoptera

Nome comum: oruga espinosa.

10.30. *Phobetron hipparchia* (Cramer), Lepidoptera

Nome comum: Lepdoptero “babosa”.

10.31. *Acraga moorei* Dyar, Lepidoptera

Nome comum: Lepdoptero “babosa”.



A



B

Figura 26 – A – Ramo de erva-mate atacado pela cochonilha-de-cera, Ceroplastes grandis (contribuição da Drª S.R.C.Penteado/CNPQ); B – Planta inteira atacada pela cochonilha-de-cera (COLL e SAINI, 1992).



A



B

Figura 27 – A – Inseto adulto causador da ampola-da-erva-mate, *Gyropsylla spegazziniana*; B – deformações em folhas jovens causadas pelo mesmo inseto (imagens de DA CROCE e FLOSS, 1999).



A



B



C



D

Figura 28 – A – Larvas pequenas de *Hylesia nigricans* em folhas de erva-mate; B – Larva desenvolvida; C – Casulo protetor da ooteca; D – Inseto adulto (imagens de COLL e SAINI, 1992).

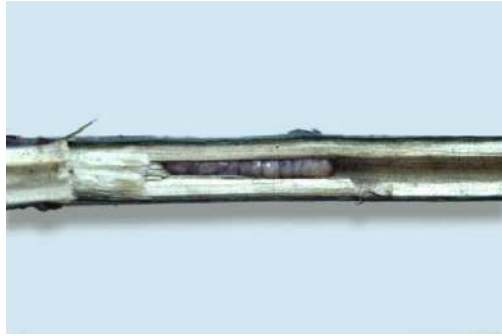


Figura 29 – Larva de Isomerida picticollis em ramos de erva-mate (contribuição da Dr^a S.R.C.Penteado/CNPq)



A



B



C



D



E

F

Figura 30 – A – Ovo da broca-da-erva-mate, *Hedypathes betulinus*; B – Larva; C – Pupa; D – Adulto; E - Galerias e sinais da ação de fungos deterioradores da madeira, em corte longitudinal (imagens de COLL e SAINI, 1992); F – Galerias em corte transversal de tronco (contribuição da Dr^a S.R.C.Penteado/CNPQ).



A

B

Figura 31 – A – Danos causados pelo ácaro-do-bronzeado, *Dichopelmus notus*, em folhas de-erva-mate; B – Colônia do ácaro-do-bronzeado (imagens de COLL e SAINI, 1992).



A



B

Figura 32 – A – Adulto áptero do pulgão-do-broto, *Toxoptera aurantii*; B – Adulto alado (imagens de COLL e SAINI, 1992).



A



B

Figura 33 – A – Adulto do gorgulho da erva-mate, *Naupactus xanthographus*; B – Danos (imagens de COLL e SAINI, 1992).



A



B

Figura 34 – A e B – Adultos de gorgulhos da erva-mate, *Naupactus* spp. (imagens de COLL e SAINI, 1992).



Figura 35 – Colônia do ácaro vermelho, *Oligonychus yotheresi* (imagen de COLL e SAINI, 1992).

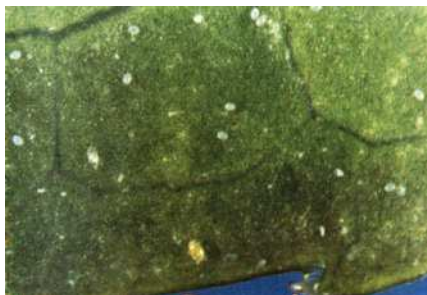


Figura 36 – Colônia do ácaro branco, *Poliphatarsonemus latus* (imagen de COLL e SAINI, 1992).



A



B



C



D



E

Figura 37 – A - Ovos de *Perigonía lusca*; B – Larva; C – Danos; D - Pupas; E – Adultos (imagens de COLL e SAINI, 1992).



A



B

Figura 38 – A – Larva de tirinteína, *Thyrinteina arnobia*; B – Adultos (imagens de COLL e SAINI, 1992).



A



B

Figura 39 – A – Larva de *Semaepus* sp; B – Adulto (imagens de COLL e SAINI, 1992).



A



B

Figura 40 – A – Larva de *Stenoma decora*; B – Adulto (imagens de COLL e SAINI, 1992).



A



B

Figura 41 – A – Larva de *Argyrotaenia spheropa*; B – Adulto (imagens de COLL e SAINI, 1992).

Doenças

A expansão da cultura da erva-mate nos estados do sul do Brasil e no Mato Grosso do Sul, especialmente sob a forma de plantações mais adensadas, utilizando-se até duas colheitas anuais, tem favorecido o aparecimento de doenças até recentemente pouco relatadas. Apesar disso, são escassas ou limitadas as informações relacionadas ao tema.

Historicamente registra-se que o primeiro trabalho abordando doenças da erva-mate foi o de Spegazzini (1908), na Argentina. No Brasil Maublanc (1913), Grillo (1936), Velloso et al. (1949) e Nowacki (1954) relataram e descreveram fungos encontrados na erva-mate. A partir da década de 1980 as descrições das doenças nesta cultura passam a ser mais detalhadas, em função, principalmente, dos trabalhos publicados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (EMBRAPA-CNPQ).

As literaturas são relativamente antigas. Assim, há que se ressaltar que as recomendações do controle químico apresentadas devem ser tomadas com reserva (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996), embora possam servir de parâmetro inicial. Ao final deste capítulo encontra-se sugestões de controle geral para os casos em que não foi sugerido nenhum controle específico.

Portanto, o controle químico deve ser cuidadoso em virtude das folhas serem consumidas quase de forma *in natura* e de não haver até o momento, produtos recomendados para a cultura da erva-mate por parte do Ministério da Agricultura (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2006). Sempre que possível, esta forma de tratamento deve ser evitada nas árvores destinadas ao consumo. Caso necessário o tratamento, é importante que o responsável técnico providencie a análise de resíduo das folhas, para evitar prejuízos à saúde humana, e transtornos a nível de responsabilidade profissional. A aplicação em árvores matrizes e porta-sementes não apresenta as mesmas restrições.

Embora inúmeros microorganismos sejam citados na literatura como tendo sido detectados em erva-mate, a exemplo dos fungos (VIEGAS, 1961), não há conformação de que todos possam resultar em danos.

Dentre as doenças que podem acometer a erva-mate, destacam-se:

1. Tombamento ou *damping off*

O tombamento ou *damping off* é a principal doença na fase de sementeira. Ela pode se manifestar tanto na fase de pré quanto de pós-emergência das plântulas, e os agentes etiológicos mais comuns são: *Botrytis* sp., *Cylindrocladium spathulatum*, *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. e *Pythium* sp. (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Os principais fatores que predis põem as sementes e plântulas ao ataque desta doença são: sementes, mudas e solo infectados; alta densidade de semeadura, facilitando a disseminação; o excesso de adubação nitrogenada, que torna as plantas tenras e susceptíveis à instalação e desenvolvimento do patógeno; a existência de um microclima adequado à infestação, provocado pelo excesso de umidade e sombreamento.

A disseminação da doença no canteiro e dentro do viveiro se dá por meio da água de irrigação pela movimentação das mudas no processo de repicagem.

A estratificação, que é uma operação adotada na superação da dormência das sementes, também pode favorecer o aparecimento da doença, tendo em vista o longo período de exposição ao sombreamento e à umidade. Falhas no beneficiamento podem resultar na permanência de restos de polpa aderidas às sementes, que podem transformar-se em focos de desenvolvimento dos patógenos. Tem sido observada alta contaminação por fungos em sementes estratificadas, particularmente do gênero *Fusarium* (GRIGOLETTI JUNIOR et al., 1997).

▪ Sintomatologia

Pré-emergência: a ação do agente pode se dar na semente, impedindo o início do processo de germinação, resultando na sua morte, ou após o início deste, quando a germinação completa é impedida, dando impressão de que as sementes apresentam baixo poder germinativo (GRIGOLETTI JUNIOR et al., 1997).

Pós-emergência: é a modalidade mais notável desta patologia. O fungo penetra pelas radículas, avançando até chegar ao coleto, produzindo um anelamento cuticular que resulta no estrangulamento da plântula na região do colo (MARCHIONATTO, 1948), provocando o seu tombamento ou secamento total, sendo este conjunto de características o responsável pelo nome da doença.

Sintomas de tombamento de plântulas geralmente ocorrem em reboleiras nas sementeiras, identificadas por áreas sem plântulas (Figura 42) ou com plântulas mortas ou pouco desenvolvidas (Figura 43).

▪ Controle

Dentre as medidas para o controle do tombamento, as mais importantes são as profiláticas ou culturais, que devem também ser integradas ao controle químico após o aparecimento da doença. São elas (MARCHIONATTO, 1948; GRIGOLETTI JUNIOR et al., 1997; GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996):

- adquirir sementes de boa qualidade e procedência, realizando o seu tratamento com fungicidas antes da semeadura;
- evitar o processo de estratificação de sementes, utilizando sempre que possível a semeadura direta na sementeira, como já é corriqueiro em regiões mais quentes, como o Mato Grosso do Sul;
- utilizar substrato com baixo teor de matéria orgânica ou usar material inerte;
- evitar a alta densidade de semeadura, procurando distribuir no máximo 250 g m⁻²;
- evitar a formação de ambiente favorável ao desenvolvimento da doença por meio de: fornecimento adequado de água de irrigação; uso de substrato e estrutura de canteiros com facilidade de drenagem; evitar o excesso de sombreamento que provoca o estiolamento e prejudica a evaporação; controle rigoroso da adubação nitrogenada; fazer adubação com micronutrientes;
- fornecer proteção às sementeiras por ocasião de chuvas fortes e abundantes, impedindo injúrias e proliferação de microorganismos

Sempre que possível ou necessário, deve-se promover a desinfestação

do substrato, por meio químico ou físico. Além dos fumigantes tradicionais como o dazomet, o metam sodium, o quintozene e o etridiazol (KIMATI, 1995), pode-se desinfestar o substrato da sementeira por meio de água quente, vapor ou ação do fogo, sendo que esta última opção só é possível para o caso do uso de material inerte. A aplicação de formol a 2% na razão de 20 L m⁻², cobrindo-se o substrato por 48 h, também pode ser utilizada (FRANKEL, 1989). Neste caso, após a remoção da cobertura, revolve-se o material, aguardando duas semanas para a semeadura. Modo de aplicação e dosagens encontram-se detalhadas em Kimati (1995).

Após o aparecimento da doença, as plântulas mortas devem ser retiradas do canteiro e em seguida queimadas, incluindo as sadias de parte da bordadura da reboleira.

O uso de produtos químicos, de preferência sistêmicos, só deve ser efetivado, de preferência, após a identificação do patógeno.

2. Podridão de raízes

Também denominada podridão pardacenta de raízes. É uma doença que pode ser causada pelos fungos *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp. e *Pythium* sp., manifestando-se em reboleiras nas sementeiras, em plântulas esparsas após a repicagem para as embalagens ou em mudas no campo. Nos dois primeiros casos está associada ao excesso de umidade. Porém, em geral, a manifestação desta doença também é favorecida pelo excesso de matéria orgânica no substrato.

▪ Sintomatologia

Observa-se gradativa redução do crescimento do sistema radicular, que posteriormente escurece e se decompõe.

Em função da interferência direta no processo de absorção, a parte aérea é afetada, com a redução do crescimento em geral, amarelecimento, queima e secamento das folhas iniciando a partir da extremidade do limbo, secamento total, resultando na maioria dos casos em mortalidade (Figuras 44 e 45). Há que se cuidar para não confundir estes sintomas com a falta d'água ou falhas na repicagem.

▪ Controle

Como medidas de controle cultural, deve-se observar as mesmas recomendações listadas para o controle do tombamento de plântulas.

Recomenda-se também a desinfestação do substrato com um produto fumigante, e a aplicação quinzenal e preventiva dos seguintes fungicidas, de forma alternada, utilizando-se 100 L de calda para cada 50 m² de canteiro (IBDF, 1978):

- benomil 50% (ex: Benlate 500) = 17,5 g por 100 L de água;
- captan 50% (ex: Captan 500 PM) = 50 g por 100 L de água;
- mancozeb 80% (ex: Manzate 800) = 144 g por 100 L de água.

No tratamento curativo, pode-se aplicar a intervalos de 3 dias, de forma alternada, os seguintes produtos: benomil = 25 g, ou captan = 60 g, ou mancozeb = 160 g, em 100 L de água, para cada 50 m² de canteiro (IBDF, 1978).

3. Mancha da folha

A mancha da folha da erva-mate, ou pinta-preta, é considerada a principal doença fúngica da cultura, podendo ser encontrada em sementeiras, em mudas já repicadas e árvores no campo, causando sérios danos. No viveiro as perdas podem ser totais se não forem adotadas medidas de controle (GRIGOLETTI JUNIOR et al., 1997).

Embora no Brasil o agente causal mais comum seja o fungo *Cylindrocladium spathulatum* (GRIGOLETTI et al., 1995), também já foi detectado *C. ilicicola* (STAMMER e TOMAZ, 1991). Na Argentina já foi identificada a ocorrência de *C. scoparium* (JAUCH, 1943).

O substrato e as instalações contaminadas por escleródios são responsáveis pela infecção primária. No viveiro a disseminação se dá por meio dos respingos de água, tendo a contribuição das folhas doentes caídas, as quais exercem um papel importante no ciclo de infecção secundária da doença, pois apresentam grande quantidade de conídios. (GRIGOLETTI JUNIOR et al., 1997) Segundo estes mesmos autores, a proximidade de plantações contaminadas e a produção contínua de mudas sem os controle sanitário, são as principais causas da elevada incidência desta doença. O excesso de umidade e de sombreamento no viveiro, são fatores agravantes da doença.

▪ Sintomatologia

O ataque de *C. spathulatum* causa lesões foliares escuras, arredondadas, às vezes concêntricas, em qualquer parte do limbo. As

manchas podem alcançar 2 cm de diâmetro (Figura 46) e apresentarem abundante frutificação esbranquiçada (Figura 47) na face ventral da folha (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996). Para *C. scoparium*, os sintomas são semelhantes, reduzindo-se o diâmetro das manchas para 3 a 6 mm (JAUCH, 1943).

A infestação mais comum ocorre em folhas completamente expandidas (MAZUCHOWSKI, 1989), provocando queda prematura, que serve de fonte de infecção.

▪ Controle

Como controle preventivo recomenda-se o controle cultural tradicional, ou seja: eliminar folhas caídas; descartar mudas atacadas; desinfestar substratos e recipientes sempre que iniciar nova produção; adequar as condições de luminosidade e umidade; evitar injúrias às plantas, tais como aquelas causadas por ferramentas, ventos e chuvas fortes, que facilitam a infestação.

O controle químico preventivo no viveiro pode ser feito com aplicações de calda bordalesa a 1% (MARCHIONATTO, 1948), em 3 aplicações, a intervalos de 14 dias (CARPANEZZI et al., 1985)

Se houver ataque no campo, pode-se aproveitar o mais rapidamente possível as folhas antes que a doença se espalhe; recolher e queimar as folhas caídas; aplicar a calda bordalesa conforme já citado, no início do ciclo de brotações (EMATER, 1983).

4. Antracnose

É uma doença causada por fungos do gênero *Colletotrichum* sp., não amplamente disseminada em virtude das podas constantes realizadas nas plantas de erva-mate. Tanto as espécies *C. yerbae* quanto *C. gloeosporioides* já foram encontradas em folhas de erva-mate na Argentina e no Estado do Paraná (SPEGAZZINI, 1908; STAMMER e TOMAZ, 1991).

Se manifesta tanto no viveiro quanto no campo, atacando principalmente brotações, folhas e ramos jovens, incluindo estacas sob nebulização (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

O estiolamento das mudas, causado por excesso de sombra, de umidade e de adubação nitrogenada, tornando os brotos tenros, além de

injúrias provocadas por insetos, geadas, ventos e chuvas fortes, são os principais fatores que favorecem o aparecimento da antracnose.

- **Sintomatologia**

As folhas apresentam-se com manchas escuras, irregulares, nas bordas, causando deformações (Figura 48). Pode ocorrer a queima do ápice (Figura 49) tanto em plântulas muito jovens quanto na sementeira, resultando em hiperbrotação. Em condições de extrema umidade pode aparecer grande concentração de conídios de coloração amarelo-alaranjada (GRIGOLETTI JUNIOR et al., 1997).

Nos ramos, a princípio, ocorrem numerosas pontuações escuras de contorno avermelhado. Posteriormente tais pontuações podem se unirem, evoluindo para manchas escuras, que podem provocar fendas longitudinais, culminando com o secamento do órgão (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

- **Controle**

O controle cultural e químico, tanto para sementeiras, quanto para mudas repicadas, podem ser, em geral, os mesmos utilizados para a mancha da folha.

5. Cercosporiose

Há registros de *Cercospora mate* e *C. yerbae* como agentes causadores desta doença. A cercosporiose é muito comum em Misiones, na Argentina, segundo Marchionatto (1948) e Frankel (1989).

A cercosporiose é uma doença considerada secundária na erva-mate, pois é de lenta disseminação e causa, em geral, poucos danos à cultura. A poda constante para colheita dificulta o desenvolvimento do patógeno e detêm o avanço da doença.

No viveiro, o estresse é a principal causa da predisposição de mudas a esta doença, e ocorre em folhas mais velhas de mudas pouco desenvolvidas devido a fatores nutricionais, ou naquelas cujo tempo de plantio é excedido (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

- **Sintomatologia**

A doença se manifesta sob a forma de pequenas manchas arredondadas de no máximo 10 mm de diâmetro, bem delimitadas por um halo

preto ou purpuro, com o centro acinzentado e pequenas pontuações pretas (Figura 50). Na face inferior as manchas são foscas e de cor castanho-claras (MAZUCHOWSKI, 1989). Posteriormente, a epiderme do centro da mancha pode romper-se, ou pode haver rompimento total da folha, ficando esta com perfurações (MARCHIONATTO, 1948; FRANKEL, 1989; GRIGOLETTI JUNIOR et al., 1997). Eventualmente ocorre a fusão das manchas, quando então a folha seca e cai (FRANKEL, 1989). Detalhes sobre a morfologia de *C. mate* podem ser encontrados em Marchionatto (1948).

- Controle

O controle cultural desta doença em mudas é feito por meio da eliminação de plântulas doentes e folhas caídas e do manejo adequado do viveiro, não sendo necessário, na maioria das vezes, a aplicação de fungicidas.

No campo, a doença é controlada naturalmente por meio das podas de colheita. Para complementar, deve-se recolher as folhas doentes caídas durante o inverno e queimá-las.

A fertilização correta do erval é essencial, pois a debilidade causa o estresse necessário à manifestação da cercosporiose. Em casos extremos, as plantas doentes podem ser tratadas com calda bordalesa, somente fora do período de colheita (FRANKEL, 1989).

6. Sarampo

O sarampo é uma doença secundária no Brasil, sem importância econômica, causada pelo fungo *Peckia mate*.

Sintomatologia

Se manifesta especialmente na parte inferior das folhas, sob a forma de minúsculos pontos necróticos. Sob ataque intenso, as folhas enrolam-se e caem (SPEGAZZINI, 1908).

- Controle

Não há relatos mais recentes sobre esta patologia, nem mesmo as formas de controle.

7. Mancha de Filosticta

Esta mancha das folhas é causada por *Phyllosticta yerbae* e *P. mate*.

▪ Sintomatologia

As lesões que aparecem em ambas as faces do limbo, são de no máximo 5 mm, esbranquiçadas com bordas marrons, cujo tecido morre. Na face superior elas podem apresentar abundantes pontuações escuras, que correspondem aos picnídios do patógeno. Na face inferior, as lesões são mais escuras. Lesões causadas por *P. yerbae* são menores do que aquelas causadas por *P. mate* (FRANKEL, 1989; MAZUCHOWSKI, 1989).

▪ Controle

A prevenção e controle desta doença são os mesmos recomendados para a cercosporiose.

8. Mal da teia

É uma doença causada por um fungo do gênero *Corticium*, tendo sido registrada a espécie *C. kilegora* em Misiones, Argentina (MARCHIONATTO, 1948). Seu nome comum tem origem no aspecto de teia de aranha que o micélio provoca na superfície vegetal. É registrada em condições de campo. Apresenta potencial para causar sérios danos em ervais e em outras espécies de árvores. Se manifesta em folhas e pequenos ramos.

▪ Sintomatologia

O ataque deste fungo é muito característico: infesta ramos verdes, onde surgem cordões miceliais que se desenvolvem direcionados para as partes sombreadas; crescem em direção às folhas por meio dos pecíolos, invadindo-as pela face inferior. As folhas e pequenos ramos tenros murcham, secam e se desprendem, permanecendo penduradas por cordões miceliais (MARCHIONATTO, 1948), conforme pode ser observado na Figura 51.

Segundo o mesmo autor, tais cordões são assim formados: micélios isolados e incolores soldam-se em cordões tramados, os quais tornam-se acinzentados; finalmente adquirem a cor castanha, transformando-se em cordões miceliais. Esta cor é característica da teia já formada.

Ambiente de extrema umidade e sombreamento favorece a minifestação desta doença (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

- Controle

O principal controle é cultural, reduzindo-se o sombreamento, o que resulta em diminuição da umidade. A poda, o uso de espaçamentos mais amplos e a limpeza da área são operações úteis neste tipo de controle (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996). Os ramos atacados devem ser podados e queimados.

Se houver necessidade de controle químico, pode-se utilizar a calda bordalesa a 1% (MARCHIONATTO, 1948).

9. Fumagina

A fumagina é causada por *Meliola yerbae*, e em geral não causa danos econômicos à cultura da erva-mate, exceto em casos extremos, quando pode levar as plantas à morte. Fungos do gênero *Capnodium* podem também causar os mesmos sintomas, (GRIGOLETTI JUNIOR et al., 1997).

Os fungos instalam-se sobre a folha sem parasitá-la, vivendo das secreções de insetos fitófagos, como pulgões e cochonilhas (FRANKEL, 1989).

Manifesta-se em ambientes de muita umidade e sombreamento, e é favorecida pela ocorrência dos insetos citados. As formigas são responsáveis pela disseminação (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

- Sintomatologia

Formam uma película escura que impede a respiração e reduz a fotossíntese das folhas atacadas. Podem ocorrer em parte ou em toda a planta (Figura 52).

- Controle

O mesmo controle cultural recomendado para o mal da teia.

10. Fuligem

Esta doença, causada por *Asterina mate*, é comumente encontrada nas folhas a nível de campo. Porém, as constantes podas de colheita impedem

o desenvolvimento abundante dos fungos, o que a torna uma patologia sem grande importância (NOWACKI, 1954; STAMMER e TOMAZ, 1991; GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Ocorre normalmente em mudas estressadas por excesso de sombra ou de umidade, ou ainda outros fatores.

- Sintomatologia

Os principais sintomas são: manchas escuras, circulares, que podem se justapor, sendo mais abundantes na face inferior das folhas (Figura 53).

- Controle

O mesmo controle cultural recomendado para o mal da teia.

11. Morte dos ponteiros

A morte dos ponteiros, causada por *Fusarium* sp, é favorecida por geadas ou ataque de insetos no ápice de ramos jovens. Pode matar os ramos ou mesmo a planta. Em situações de elevada umidade há o agravamento do problema, em função do rápido desenvolvimento do patógeno (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

- Sintomatologia

A doença ataca as pontas dos ramos, provocando o seu secamento, que progride em direção à base, alastrando-se por outros sadios (Figura 54). Mudas recém-plantadas no campo podem chegar à morte.

Se a umidade for elevada, podem aparecer sobre as manchas escuras, estruturas esbranquiçadas denominadas esporodóquios. Segundo (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996), existem ainda outras causas não determinadas que provocam os mesmos sintomas.

- Controle

Podar os ramos logo abaixo da área atacada, queimando-os.

12. Podridão de estacas

Esta doença, típica de casa de vegetação, pode estar associada a *Colletotrichum* sp. e *Fusarium* sp. (GRIGOLETTI JUNIOR et al., 1992). Pode causar graves danos à produção de mudas.

Os principais fatores que predisõem as estacas ao ataque destes fungos são: a contaminação prévia de estacas, substratos ou utensílios; excesso de água proporcionado pelo sistema de nebulização; falhas no processo de desinfestação a cada novo lote de produção de mudas (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

- Sintomatologia

Os sintomas são muito característicos, ocorrendo o escurecimento e necrose da base das estacas, com consequente queda de folhas, impedindo o enraizamento e provocando a morte. Pode haver evolução e a necrose dominar toda a estaca. É comum, neste caso, o surgimento das estruturas dos fungos (Figuras 55 e 56) (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

- Controle

As mais rigorosas medidas fitossanitárias devem ser adotadas durante o processo de coleta e preparação das estacas. Os substratos e recipientes onde estas serão cultivadas devem ser desinfestados.

O controle do sistema de nebulização, com regulação do intervalo e duração da irrigação, devem estar ajustados rigorosamente às necessidades das estacas, evitando-se o excesso.

A aplicação de fungicidas antes e durante o processo de enraizamento é recomendada, de forma preventiva, já que após o ataque dos fungos, as estacas doentes não podem mais serem recuperadas.

Como recomendação genérica, pode-se mergulhar as estacas imediatamente após a sua preparação, em solução de 0,2% de benomil (ex: Benlate 500), e no momento da aplicação do hormônio para indução do enraizamento, aplica-se captan a 2% (ex: Captan 500 PM). Aplicações semanais podem ser feitas, alternando-se produtos sistêmicos e não-sistêmicos (DANIEL, 1999).

13. Podridão do tronco

Esta doença é causada por fungos basidiomicetos, e ocorre em plantações inadequadamente manejadas com relação à fertilização, limpeza, podas drásticas sucessivas, podas de rebaixamento e decepa (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996), predispondo as plantas ao ataque da podridão do tronco.

- Sintomatologia

Os ramos podados não rebrotam, secam, apodrecem, e podem servir de fonte de inóculo do patógeno para outras partes da mesma planta, levando-a à morte. Isto ocorre porque a cicatrização dos cortes realizados é lenta, permitindo a penetração de fungos oportunistas. Na base dos tocos podem aparecer corpos de frutificação de basidiomicetos (Figura 57) (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

- Controle

A poda drástica deve ser evitada, pois expõe os troncos ao dessecamento rápido, que pode provocar rachaduras que facilitam a entrada de patógenos.

Recomenda-se a aplicação de fungicidas cúpricos, com ou sem produtos impermeabilizantes, logo após a poda (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

14. Queda de folhas

A desfolha anormal em condições de campo ainda é um assunto não esclarecido. Ela pode ocorrer no início da primavera e no final do outono, e tem como fatores predisponentes as estiagens prolongadas ou os longos períodos de chuvas, além da compactação do solo. No entanto, este distúrbio pode ocorrer sem que haja associação com tais fatores (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

O cultivo da erva-mate em solos naturalmente rasos ou com impedimento físico provocado pelo excessivo trabalho com máquinas, pode também predispor à queda de folhas, conforme pode observar Kricun (1983) *apud* Carpanezzi et al. (1985).

A causa também pode estar relacionada à presença de patógenos. Em uma ocorrência de queda de folhas na região de Passo Fundo - RS, EMATER (1983) determinou a presença de *Cylindrocladium* spp. e *Asterina matte*, enquanto Carpanezzi et al. (1985) determinaram a sua possível associação com *Cylindrocladium* sp., *Colletotrichum yerbae* e *Colletotrichum* sp.

Já foi detectada queda de folhas em plantas de erva-mate no campo, no município de São Mateus do Sul – PR, provocada por *C. spathulatum* (Grigoletti Junior, comunicação pessoal).

- Sintomatologia

Segundo (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996) os sintomas podem se apresentar de três maneiras: amarelecimento e posterior queda de folhas; b) queda de folhas totalmente verdes e c) queda de folhas verdes com manchas arredondadas (Figura 58). Neste último caso o patógeno pode ser o *C. spathulatum*, que pode também provocar queda de folhas no viveiro.

- Controle

Em função da falta de esclarecimento seguro a respeito das causas deste distúrbio, ainda não se dispõe de medidas eficientes de controle.

15. Nematoides

Em viveiros permanentes a presença de nematoides, que causam graves prejuízos econômicos, podem levar à necessidade de interdição.

É comum em viveiros de erva-mate onde não se usa a prática de desinfestação do substrato, a ocorrência de nematoides do gênero *Meloidogyne* (LOZANO e SANTOS, 1990).

Mudas estressadas por longo período de permanência no viveiro são mais predispostas ao ataque de nematoides (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

- Sintomatologia

Na parte aérea os sintomas não são característicos. A princípio ocorre a paralização do crescimento da muda, e em seguida o amarelecimento das folhas. Pode haver também a murcha e secamento a partir do ápice da plântula. O sintoma mais típico do ataque de nematoides das galhas está nas raízes (GRIGOLETTI JUNIOR et al., 1997).

- Controle

O controle é preventivo, desinfestando-se o substrato da mesma forma como está descrito para o “tombamento”. Na hipótese da ocorrência do nematoide, deve-se queimar as mudas doentes, evitando-se assim a contaminação das plântulas saudáveis e a disseminação para o campo (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

16. Roseliniose

Ataques de *Rosellinia* sp. foram observados no campo, em árvores de 3 a 5 anos que foram plantadas em áreas recém-desmatadas e úmidas, de solos ácidos, onde haviam tocos e raízes da mata original em decomposição.

▪ Sintomatologia

No início não aparecem sintomas característicos na parte aérea. Com a evolução da doença, as folhas basais tornam-se amarelas e há a redução do crescimento da planta (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

A infestação se dá em algumas raízes, que ao morrerem, reduzem a capacidade de manutenção da planta, que conseqüentemente seca por inteiro. A partir das raízes sadias surgem brotações (MAZUCHOWSKI, 1989), que posteriormente também são contaminadas e morrem (Figura 59). Este quadro pode auxiliar no diagnóstico da podridão radicular no campo.

Nas raízes, os sinais do patógeno aparecem na forma de um micélio esbranquiçado descontínuo, escurecimento e podridão radicular. Em cortes longitudinais nas raízes afetadas, pode-se observar linhas escurecidas nos tecidos (GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

▪ Controle

Como medidas preventivas recomenda-se que logo após o desmatamento, proceda-se a destoca e queima de raízes e a correção da acidez do solo.

Embora não haja um tratamento específico para erva-mate após o aparecimento da doença, pode-se utilizar, a princípio, o mesmo que se recomenda para o cafeeiro: isolar, por meio de valas, as áreas afetadas, evitando-se que as raízes de plantas doentes entrem em contato com as de plantas sadias; aplicar cal virgem (700 g) ou calcário (2 kg), por cova (GALLI e CARVALHO, 1980).

17. Verrugose da haste

A verrugose da haste foi relatada por Bitancourt e Costa Neto (1950-51). Estes autores encontraram exemplares de erva-mate com sintomas de ataque de fungos da família Elsinoaceae, e chamaram esta doença de

antractonse maculada. Não determinaram o agente causal por falta de frutificação do microorganismo. Auer e Grigoletti Júnior (1995) acharam por bem denomina-la verrugose. Não há informações recentes a respeito da verrugose da haste.

18. Cancros

a. Cancro do colo

Na Argentina ocorre uma doença, que se manifesta não só na erva-mate, denominada cancro do colo, causada por *Cylindrocladium scoparium*. Seu controle, recomendado por Marchionatto (1948), consiste na escarificação dos tecidos mortos, aplicando-se em seguida uma substância desinfetante. Como prevenção, aconselha aplicações de calda bordalesa a 1%.

b. Cancro seco

▪ Sintomatologia

Foi registrado por Spegazzini (1908), ocorrendo em ramos e troncos, secando-os parcialmente, com fendilhamento longitudinal da casca. Detectou-se que as lesões foram rapidamente cobertas por frutificações do fungo *Stilbum* sp. (= *Silbella* sp.), sucedido por *Megalonectria* (= *Thyronectria*). Não houve recomendação de controle (AUER e GRIGOLETTI JUNIOR, 1995).

▪ Controle

O controle da doença pode ser realizado da mesma forma da recomendada para a roseliniose, e o replantio das áreas afetadas pode ser feito depois de dois anos da aplicação da cal virgem (AUER e GRIGOLETTI JUNIOR, 1995).

c. Cancro úmido

O cancro úmido e o cancro seco ocorrem em sítios inadequados ao cultivo da erva-mate, como aqueles com subsolo raso (AUER e GRIGOLETTI JUNIOR, 1995).

- Sintomatologia

Manifesta-se inicialmente como uma clorose geral na planta, com formação de folhas de tamanho reduzido, ramos curtos, finos, raquíticos e enegrecidos, que podem secar nas extremidades. Segundo Spegazzini (1908), a estes sintomas associa-se o fungo *Psatyrella disseminata*. Foi observado em plantas de 5 a 6 anos, disseminando-se radialmente, a partir das plantas atacadas (FRANKEL, 1989).

- Controle

As medidas de controle da doença são as mesmas citadas para o cancro seco.

19. Controle geral

Para algumas das doenças citadas ainda não se tem controle químico específico e para outras o produtor pode não ficar satisfeito com as recomendações citadas. De qualquer maneira, é importante procurar um profissional habilitado, seja um Engenheiro Agrônomo ou Florestal, para ter acesso a um receituário voltado especificamente para a situação encontrada.

É possível, no entanto, fazer uma recomendação geral, tanto preventiva quanto curativa, para as doenças provocadas por fungos (MAZUCHOWSKI, 1989):

- controle preventivo:

A cada 15 dias pode-se aplicar alternadamente, os seguintes produtos, à base de 100 L de água para cada 50 m de canteiro (2 L m^{-2}): benomil 50% (ex: Benlate 500) = 35 g, mancozeb 80% (ex: Manzate 800) = 180 g, captam 50% (ex: Captan 500 PM) = 100 g.

- controle curativo:

A cada três dias pode-se aplicar alternadamente, os seguintes produtos, à base de 100 L de água para cada 50 m de canteiro (2 L m^{-2}): benomil (50%) = 50 g, mancozeb (80%) = 200 g, captam (50%) = 120 g.



Figura 42 - Sintoma de tombamento de plântulas na fase de pré-emergência, formando reboleira em sementeira de erva-mate (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).



Figura 43 - Sintoma de tombamento de plântulas na fase de pós-emergência, em sementeira de erva-mate (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).



Figura 44 - Mortalidade de plântulas de erva-mate, provocada pela podridão de raízes (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).



Figura 45 - Murcha e secamento de plântulas de erva-mate, provocada pela podridão de raízes (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).



Figura 46 - Mancha foliar (pinta-preta) provocada por *Cylindrocladium spathulatum*, na face superior de folha de erva-mate (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).



Figura 47 - Mancha foliar (pinta-preta) provocada por *Cylindrocladium spathulatum*, na face inferior de folha de erva-mate (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).



Figura 48 - Deformações de folhas jovens de erva-mate, características da antracnose, provocadas por *Colletotrichum* sp. (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996)



Figura 49 - Antracnose em plântulas de erva-mate, provocadas por *Colletotrichum* sp. (contribuição de Grigoletti Junior/ Embrapa/CNPQ).



Figura 50 - Manchas foliares características de cercosporiose, em folhas de erva-mate (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).



Figura 51 - Folhas de erva-mate cobertas e presas pelo micélio do fungo *Corticium* sp., causador do mal-da-teia, (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).



Figura 52 - Fumagina foliares de erva-mate (esquerda, imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996; direita, de DA CROCE e FLOSS, 1999).

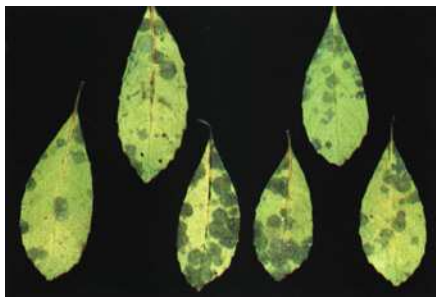


Figura 53 - Sinais de fuligem na face inferior de folhas de erva-mate (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996)..



Figura 54 - Sintoma característico da morte dos ponteiros em erva-mate (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).



Figura 55 - Queda de folhas e podridão de estacas de erva-mate, provocadas por fungos, sob nebulização (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).



Figura 56 - Sintomas de podridão de estacas de erva-mate, provocados por fungos, sob nebulização (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).



Figura 57 - Podridão do tronco de erva-mate, mostrando frutificações de fungos basidiomicetos (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).



Figura 58 – Queda de folhas em plantas de erva-mate no campo, causada por *Cylindrocladium spathulatum* (contribuição de Grigoletti Junior/ Embrapa/CNPQ).



Figura 59 - Sintoma de ataque de *Rosellinia* sp. em plantas jovens de erva-mate (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Processamento industrial para erva cancheada

O processamento, ou beneficiamento da erva-mate destinada ao tereré ou chimarrão, é caracterizado por duas fases: 1) produção: que abrange a colheita, a alimentação e o sapeco, a desidratação e a fragmentação e é denominada transformação primária; 2) indústria: onde são realizadas as operações de classificação, armazenamento, moagem, homogeneização e empacotamento.

1. Fases da transformação primária

1.1. Colheita

A colheita da erva-mate é feita de variadas formas, dependendo do grau de conhecimento do produtor, da sua condição financeira e da efetividade da assistência técnica. Aliado a estes fatores, hábitos antigos ou tabus também diferenciam as técnicas de corte.

Recomenda-se, no entanto, que esta operação, de maneira plena, seja realizada a partir do 3º ano após a implantação dos ervaais, e consiste na colheita de ramos enfolhados para a elaboração da erva cancheada¹⁹ ou fragmentada.

A sua frequência, em geral, pode ser a cada um ou dois anos em ervaais plantados. O corte anual diminui o rendimento da colheita. Retira-se, nesta ocasião, até 70% de galhos e folhas. Cortes de maior intensidade podem comprometer a rápida recuperação das árvores.

A época ideal de realizar a poda de produção é o período de inverno, antes das plantas entrarem em franca atividade fisiológica, ou seja, antes do início das novas brotações. Em geral isto ocorre nos meses de junho e julho, podendo estender-se até setembro.

¹⁹ no Paraguai o nome indígena é *emboviré* ou *embroviré*.

Deve-se evitar o corte em dias muito úmidos, chuvosos e quando houver orvalho, de modo a não prejudicar o processo de cicatrização, o que pode levar ao apodrecimento dos galhos.

O corte deve ser feito apenas nos galhos que se desenvolveram no último ano, retirando-se os principais, na altura pré-determinada para o erval, mantendo-se as copas em formato de cálice.

Além da safra normal, realizado no final do inverno, é possível também a ocorrência de uma operação de corte complementar, que é a colheita de safrinha. É realizada no verão, quando as ervaíras estão em pleno desenvolvimento, com a finalidade de renovar estoques e aproveitar a mão-de-obra da indústria, relativamente ociosa na entre-safra.

A planta em geral recupera-se bem após a safrinha, porém o produto obtido é de rendimento inferior, pois as folhas apresentam maior teor de água e são menos espessas. Se mal conduzido, este corte pode resultar em rachaduras nos galhos podados, em função de geadas precoces, nas regiões mais frias, ou devido à insolação muito forte, nas mais quentes. Ainda pode prejudicar as brotações e em casos extremos, levar a planta à morte.

Entretanto, é possível realizar a colheita combinada safra/safrinha, com intervalo de 18 meses, ou seja, realizando-se próximo corte somente no inverno do ano seguinte à última safrinha. O rendimento é semelhante à safra de inverno (DA CROCE e FLOSS, 1997).

1.1.1. Colheita manual

A colheita manual começa com o corte, que é realizado com o facão e deve ser feito transversalmente e de baixo para cima, evitando-se a rachadura dos ramos e exposição da incisão ao sol, às geadas e eventualmente às chuvas.

As Figuras 60A a 60E ilustram o processo de corte e carregamento em um erval nativo, sendo que no primeiro caso o desfolhamento é de 100% das plantas, o que é altamente prejudicial às plantas. A sequência de imagens mostra a colheita com algum grau de mecanização, pois no sistema totalmente manual, os fardos são transportados para fora dos ervaíes em lombo de burros ou dos próprios operários. Tais fardos recebem o nome de *rairo* ou *raido* na Argentina e Paraguai.

Na operação manual o rendimento médio é de 15 a 20 kg de folhas verdes por árvore em cultivo, no sistema convencional de produção. As plantas atingem altura de aproximadamente 4 m e diâmetro de copa de 3 m, com intervalo de corte de dois anos.

As ervaíras nativas atingem maior porte e são podadas a cada 3 a 5 anos, dependendo das condições do erval e da região. Nesse caso a produção varia de 80 a 180 kg de matéria verde.

1.1.2. Colheita mecanizada

Para este tipo de colheita, em geral o plantio tem um espaçamento de 3 x 1 m, formando uma sebe contínua nas linhas.

Esta modalidade de colheita tem sido utilizada na Argentina, com pouco uso no Brasil.

O equipamento consiste de um trator com eixo elevado a aproximadamente 1,5 m e largura de 2,25 m, que transita sobre as linhas, ceifando as ervaíras.

A frequência da colheita é anual e a cada operação aumenta-se a altura de corte em aproximadamente 5 cm. Quando as plantas atingem uma altura inviável à mecanização, procede-se ao rebaixamento. Em função desta periodicidade, o rendimento é menor e a colheita é iniciada a partir do 4º ano.

Operando mecanicamente em espaçamento 3 x 1 m e corte anual, o rendimento pode ser de 1,5 kg em ervaíras de seis anos de idade (MAZUCHOWSKI, 1989).

1.2. Sapeco

Esta operação tem por finalidade evitar o enegrecimento das folhas de erva após a secagem, o que fatalmente ocorre quando esta é feita naturalmente. Com o calor, as folhas perdem aproximadamente 20% da umidade e fixam a coloração verde-dourada, característica das boas ervas.

O sapeco consiste da passagem das folhas em forte calor para que haja a abertura dos estômatos, perda de umidade e decomposição das

enzimas responsáveis pela oxidação dos sucos naturais das folhas que, caso contrário, seriam responsáveis pelo escurecimento, como já foi citado (ALENCAR, 1960; MAZUCHOWSKI, 1989).

Esta operação deve ser realizada no mesmo dia do corte para se evitar a perda de qualidade do produto. No caso do volume de material ou outros contratempos não permitirem que o sapeco seja realizado no mesmo dia, deve-se armazenar a erva em camadas pouco espessas, com revolvimento periódico.

A operação de sapeco, em conjunto com a desidratação, tratada mais adiante, constitui-se de essencial importância na determinação do amargor do produto cancheado. Já foi demonstrado que o sapecamento aliado ao uso da desidratação forçada apresenta grande efetividade na redução do sabor amargo da erva, quando se compara com erva secada naturalmente à sombra (BASSANI e CAMPOS, 1997).

Esta redução de amargor parece estar relacionada com a diminuição do teor de cafeína encontrado na erva sapecada, que pode ser sublimada durante o sapecamento, ou complexada com polifenóis presentes. Este fato já foi observado para outros vegetais (Higuchi e Lach, 1954 e Maillard, 1985 *apud* BASSANI e CAMPOS, 1997).

Portanto, estudos mais detalhados das fases de sapeco e desidratação, podem conduzir a procedimentos diferenciados para produção de ervamate com mais ou menos cafeína. Consequentemente, o produtor pode utilizar esta particularidade como diferenciador de produtos em função do mercado consumidor.

1.2.1 Sapeco manual

O sapeco manual ainda é realizado por pequenos produtores em muitas localidades.

Em uma das opções para a operação, prepara-se uma fogueira com lenha que não exale fortes odores e nem fumaça excessiva. Ao lado constrói-se um anteparo, que pode ser de madeira, entremeado com argamassa de barro, atrás do qual o operário trabalha. Tomando-se pequenos feixes de ramos, o operador passa-os ligeiramente sobre as labaredas, virando-os de um lado a outro. Tanto o excesso de calor quanto a sua falta, reduzem a qualidade final do produto. O sapeco estará concluído quando as folhas deixarem de estalar.

Outra alternativa é o uso de um sapecador metálico, confeccionado em serralherias, com chapa perfurada, instalado com certa inclinação sob uma fornalha aberta. Em seu interior são soldadas aletas metálicas que facilitam o revolvimento da erva. O sapecador é constantemente abastecido e girado manualmente, na velocidade adequada ao nível de sapeco desejado (Figura 61). Neste sistema, não há necessidade do uso de galhos mais grossos, que são úteis no método anterior. O sapeco é mais uniforme.

Pelas próprias características destes dois sistemas, nota-se a exposição constante do operador às diferenças de temperatura, particularmente na época de inverno nas regiões do sul. Segundo Mazuchowski (1989), esta foi, no passado, a principal causa da ocorrência de tuberculose entre os ervateiros.

1.2.2 Sapeco mecânico

O equipamento utilizado consta de um cilindro metálico, perfurado ou não, movido mecanicamente. É instalado com alguma inclinação, que permite a movimentação da erva de uma extremidade à outra.

Se a chapa é perfurada a fogueira pode ser embaixo do cilindro. É muito semelhante ao sistema citado no sapeco manual.

No entanto, equipamentos mais modernos são confeccionados em chapa inteira (Figura 62). A fornalha é instalada na extremidade na qual o cilindro é um pouco mais alto. O abastecimento é feito deste mesmo lado, por meio de uma esteira. A erva, ao cair no interior do cilindro, recebe ação direta das labaredas.

Em tubos de aproximadamente 10 m de comprimento, tem sido observado que durante os primeiros 3 m o sapeco é efetivado e no restante do percurso já ocorre o processo inicial de secagem, chamada de pré-desidratação, com perda de até 9% de umidade (SCHIFFL, 1997). Este tipo de tubo permite que se utilize menos calor na etapa seguinte, a secagem propriamente dita.

Finalmente, o calor que circula dentro do equipamento é coletado por uma chaminé na extremidade do cilindro, enquanto a erva sapecada pode ser manualmente transportada a outro compartimento, ou ser direcionada também por esteiras (Figura 63).

1.3. Desidratação

Também denominada secagem, esta operação completa o processo de desidratação iniciada no sapecamento. É de fundamental importância na qualidade do produto, podendo ser realizada de quatro modos distintos:

1.3.1. Processo do carijo

Este processo de desidratação já não é mais utilizado, exceto artesanalmente, mas vale a pena mantê-lo como parte da história da erva-mate.

Em um galpão coberto e com as laterais abertas, montavam-se um jirau de forquilhas de madeira, sobre as quais, transversalmente, eram instaladas varas com feixes de erva amarrados com as pontas para cima (Figura 64).

Sob este jirau eram feitas fogueiras distanciadas de 50 cm, que permaneciam ativas de 12 a 14 horas, utilizando lenha sem odores fortes. Neste período as folhas eram levemente movimentadas com varas compridas, e sofriam intensa sudação e secagem, até que se tornavam quebradiças. A partir deste ponto era suspensa a alimentação das fogueiras e as brasas eram espalhadas, o que era suficiente para completar a secagem.

1.3.2. Processo da furna

Este processo é o carijo melhorado e, segundo Mazuchowski (1989), consiste em uma escavação no solo onde se faz o fogo, comunicando-se por um pequeno túnel com a área do jirau que sustenta os feixes de erva. Os primeiros feixes, mais próximos da boca do túnel, recebem labaredas e os mais afastados apenas o calor. A furna é um sistema mais aperfeiçoado do que o carijo, mas bastante inferior ao barbacué, no qual o sapeco é mais uniforme.

A furna é mais vantajosa do que o carijo, principalmente porque não recebe fogo direto. Em função disso, há maior aproveitamento do calor que é conduzido através do túnel, evitando-se assim a ação dos ventos, que se constitui em uma das mais sérias desvantagens para o antiquado carijo.

1.3.3. Processo do barbacuá

O processo do barbacuá pode ser dividido em dois, ou seja, o tipo paraguaio e o tipo brasileiro:

- **Barbacuá tipo paraguaio:** consiste em um arcabouço de varas armadas de forma convexa²⁰ com anteparos laterais (Figura 65), sob qual abre-se o tubo que conduz o calor que é produzido em fornalhas nas proximidades, a aproximadamente 100 °C. Os procedimentos são: distribuição da erva no topo da estrutura, em camada de 30 cm; logo que as folhas inferiores secam, o operador²¹ inverte a camada e repete o procedimento quantas vezes forem necessárias; remoção da erva seca para as laterais da armação e colocação de novo material sapecado no topo; repetição do processo até completar a carga do barbacuá; a secagem é concluída quando folhas e ramos se fragmentam com facilidade, sob pressão dos dedos.
- **Barbacuá tipo brasileiro:** duas variações principais podem ser encontradas na estrutura deste barbacuá, ou seja, com a fornalha fora (Figura 66A) ou sob o galpão (Figura 66B). Nos dois tipos o piso possui aberturas de metal perfurado, ou madeira espaçada, sob o qual chega o calor proveniente das fornalhas (Figura 67). Os procedimentos são: abastecimento; revolvimento manual mais ou menos constante até o ponto adequado de secagem; retirada do material desidratado; reabastecimento e repetição do processo.

1.3.4. Processo do desidratador rotativo

É constituído por um cilindro rotativo, de alimentação contínua, onde o material recebe calor de 300 °C, por aproximadamente cinco minutos. Na extremidade de saída a erva é retirada pela ação de uma turbina, que não consegue ventilar os palitos que demoram cerca de 15 minutos no tubo. Estes só podem ser retirados após atingirem o ponto ideal de secagem, tornando-se mais leves. Enquanto o cilindro gira, o material vai sendo movimentado por palhetas helicoidais.

²⁰ Devido à semelhança fisionômica com a casca do tatu, este arcabouço recebe o nome indígena de *tatu apê*.

²¹ este operário recebe o nome indígena de *urú* e seus auxiliares são os *guainos*.

O tempo de secagem pode ser alterado por meio de regulagens na velocidade de rotação e na pressão da turbina.

Para que o material possa ser desidratado por este processo é necessário que seja feita a fragmentação da erva (detalhamento no próximo item), pois o produto de maior tamanho pode provocar embuchamento do sistema.

É o sistema mais empregado no Brasil em função da facilidade de implementação, do menor risco de incêndios e conforto para os trabalhadores. Nos sistemas citados anteriormente, os operários trabalham sobre a erva, movimentando-a, ficando expostos ao intenso calor. Nestes locais, especialmente no modelo de barbacué brasileiro, o ar torna-se difícil de ser respirado.

No entanto, se o manejo do sistema não for adequadamente rigoroso, o produto resultante pode conter fiapos, em função da necessidade de fragmentação antes da secagem final, ou ficar pouco desidratado, devido à regulagem inadequada do equipamento. Produto nestas condições não é aceito pelos intermediários, indústrias ou consumidor final.

1.4. Fragmentação

Se a indústria não trabalha com o cilindro rotativo para a desidratação, a fragmentação, também conhecida por cancheamento, é feita posteriormente à secagem realizada pelos processos descritos no item 1.3.

O nome erva cancheada é resultante do processo de fragmentação animal, que será visto com detalhes a seguir.

Em geral, a erva é armazenada e comercializada para várias finalidades, apenas cancheada, a não ser naquelas empresas ou produtores que verticalizam todo o processo de produção.

Esta operação pode ser realizada de três modos:

1.4.1. Fragmentação manual

Raramente se vê o uso deste tipo de fragmentação, em virtude dos novos métodos mais eficientes e higiênicos.

Consiste em se espalhar a erva seca sobre lonas e no passado em couros de boi, ou mesmo sobre chão batido e em seguida executar o

processo de malhação com facão ou bastões. Também já foi usado outro sistema, onde a erva era malhada em cochos de alvenaria.

O produto final não apresenta boas condições de higiene e é bastante despadrãoizado.

1.4.2. Fragmentação animal

Esta operação é a que resultou no nome cancheamento para o processo de fragmentação da erva. Surgiu em virtude de se trabalhar o material dentro de canchas que são tabuleiros circulares de madeira, de 4 a 5 m de diâmetro, com piso de tijolos, tábuas ou cerâmica e 70 a 80 cm de altura.

Dentro das canchas, animais movimentam circularmente um rolo de madeira pesada, cônico, provido de cunhas (Figura 68A e 68B), enquanto operários cuidam do abastecimento. A velocidade é de 4 a 8 giros por minuto e o rendimento pode atingir 2000 kg de erva em cada duas horas de trabalho (MAZUCHOWSKI, 1989).

Uma cancha mais aperfeiçoada pode conter orifícios no assoalho, através dos quais passa a erva mais fina, realizando o primeiro processo de separação do produto fragmentado. Para que isso ocorra, no fundo da cancha, conectado ao eixo central do sistema rotativo, passam duas lâminas de ferro ou madeira, que forçam a erva a ultrapassar os orifícios.

1.4.3. Fragmentação mecânica

A fragmentação mecânica é a tendência do mercado, face às suas vantagens sobre os sistemas tradicionais. São elas:

- menor consumo de tempo e melhor padronização e higiene;
- redução do aroma e outros efeitos negativos da ação da fumaça;
- redução do consumo de lenha;

Como já foi citado, há possibilidade de mecanização sequencial, como o sapeco e a fragmentação e nestes casos, deve-se acrescentar às anteriores, outras vantagens, tais como:

- aproveitamento de ramos menores de erva, o que não ocorre nos processos de sapeco tradicionais;

- os operários não passam pelo desconfortável trabalho no ambiente quente e às vezes irrespirável do sapeco manual;
- o processo mecânico dura de 10 a 15 minutos, enquanto que somente o sapeco, no método tradicional, pode passar de 10 horas;
- o produto final apresenta padrão de qualidade aceito internacionalmente

A fragmentação pode ser feita pelo menos de duas maneiras mais comuns, seja pelo sistema de discos, ou por meio de marteletes picadores. O primeiro tem sido aperfeiçoado nos últimos anos e o segundo é o que mais simula a erva cancheada.

No sistema de marteletes, um tipo de cocho vai sendo alimentado com erva e martelos de madeira ou ferro, providos de lâminas nas extremidades, são movimentados por uma espécie de virabrequim, em intervalo de tempo regulável, de acordo com a necessidade de menor ou maior trituração. Não existe formação de fiapos neste sistema. Uma ilustração destes martelos pode ser vista na Figura 69 e o resultado final, a erva cancheada, na Figura 70.

2. Secagem industrial da erva-mate em planta moderna

A secagem da erva-mate pode ser feita em processo isolado das operações de moagem, ou conectadas a estas. Na Argentina, onde todo o sistema de produção da erva-mate, desde o cultivo até o produto acabado, encontra-se baseado nas mais modernas técnicas, algumas fases do processo são realizadas isoladamente.

O melhor exemplo é a existência de secadores especiais, de onde os moageiros adquirem a erva para a elaboração do produto final. Na Figura 71 encontra-se um diagrama de fluxo de uma planta de secador de erva-mate, comum na Argentina (KÄNZIG, 1997) e também no Brasil, com um pouco menos de sofisticação.

3. Operações em nível de indústria

A maioria dos produtores de erva-mate conduzem o processo de produção apenas até o sapeco. Outros conseguem entregar a erva cancheada

à indústria e somente pequena parte chega aos produtos industrializados e embalados.

Quando o ervateiro comercializa a erva cancheada com a indústria de beneficiamento final, esta complementa as atividades com operações que podem estar relacionadas a uma planta industrial básica, ou a uma planta mais moderna, que serão descritas adiante.

O produto fragmentado deve ser armazenado em local ventilado, protegido da luz e da umidade. As embalagens podem ser de juta, plástico trançado ou mesmo a granel. Em boas condições de armazenamento, a erva pode ser armazenada por seis meses, tanto em função de se ter produto na entre-safra, quanto por exigências de envelhecimento por parte do mercado consumidor.

A erva encontra-se então, pronta para a comercialização direta como produto de exportação que será transformado posteriormente no local de destino, para chás, chimarrão, tereré ou outras finalidades.

Se a finalidade do ervateiro ou da indústria é a produção de erva para chimarrão, o produto deve ser armazenado o menor tempo possível para estar sempre novo e manter a coloração verde. Neste caso, em geral realiza-se a moagem antes do armazenamento.

A moagem para o chimarrão é realizada por um equipamento denominado *soque*, que é basicamente um conjunto de pilões para socar a erva, até atingir o ponto exigido ideal, que é um produto bastante fino, muito diferente do tereré, que é comercializado mais na condição de fragmentado do que de moído.

No entanto, há no mercado outros modelos de moedores, mais eficientes, higiênicos, que ocupam menos espaço e que mantêm as características da erva resultando do socamento tradicional. Um destes equipamentos é o Atritador, desenvolvido por uma ervateira do sul do Brasil.

Estando a erva moída, resta fazer a mistura com outros produtos e a homogeneização. Estes produtos podem ser as ervas medicinais ou as que dão sabor ao produto, a exemplo da menta. Existe equipamento no mercado, capaz de desempenhar estas tarefas, mantendo a higiene e a eficiência.

Se a erva for utilizada para tereré, após a fragmentação procede-se à classificação. Esta operação pode também ser executada após o armazenamento, no momento em que a erva cancheada for misturada a

outras ervas. Se for necessário, pode-se ainda utilizar o triturador para reduzir o tamanho das partículas e imediatamente ensacar a erva (Figura 72A e 72B).

Para qualquer finalidade de comercialização, existe uma etapa do processo denominada classificação, que é efetivada por meio de peneiras que dão a granulometria exigida, tanto pelo mercado quanto pelas regras e normas legais.

Há equipamentos constituídos por peneiras rotativas, desintegrador e peneiras vibratórias, que separam o produto em até seis granulometrias distintas, com a finalidade de produzir material pronto para a torrefação, visando a produção de chás.

Finalmente o produto pode ser empacotado. Esta operação se dá para o chimarrão, o tereré e o chá-mate e pode ser mecânica, semi-mecânica (Figura 73A) ou completamente manual (Figura 73B).

3.1. Planta industrial básica de moagem

O sistema básico para moagem de erva-mate cancheada é o mais simples produzido pelas indústrias de máquinas voltadas a esse mercado, sendo portanto, o mais adotado pelos pequenos moageiros, em função do menor custo. A planta é constituída basicamente das operações constantes na Figura 74.

3.2. Planta industrial moderna de moagem

Essa planta diferencia-se da planta básica, principalmente pela melhor higiene e padronização do produto final e conseqüentemente apresenta maior custo de inversão de capital (Figura 75).

Nesse sistema, a erva cancheada recebida do produtor é classificada por meio de um processo que separa, reduz o tamanho e armazena os palitos, as folhas e o pó, permitindo que se faça a mistura de acordo com as exigências do mercado consumidor.

Na alimentação, é comum a existência de vários equipamentos distribuidores e dosadores que recebem a erva de diferentes períodos de estacionamento e que auxilia a mistura, segundo a orientação do

mercado consumidor. O material misturado segue por uma rosca sem-fim até a peneira rotativa de limpeza (0,6 a 1,0 m de diâmetro por 5,0 m de comprimento), onde são separados e descartados, principalmente os palitos fora dos padrões, papéis, etc. A erva passa então sobre ímãs que retêm objetos metálicos. Caindo sobre o martelete, que é um cilindro dentado giratório (700 rpm), o material recebe a primeira redução de tamanho e homogeneização.

A erva entra então novamente em peneiras giratórias de separação, que retêm os palitos e passa em frente as folhas. Os palitos são elevados a uma nova peneira que os classifica por diâmetros, sendo que os de menores dimensões passam ao pica-paus e os maiores ao cortador de vegetais que trabalha com maior energia de trituração. Essa energia gera calor que contribui para a eliminação de umidade dos paus, que é retirada por um exaustor, de modo a não prejudicar os equipamentos utilizados nas próximas fases. Após passar por esses dois trituradores, os palitos são juntados e dirigidos ao silo de armazenamento específico.

As folhas que foram separadas dos palitos são moídas por uma peneira cilíndrica giratória que apresenta perfurações de 4 mm, por onde passa o material após a sucessiva ação de um rotor. Em seguida a erva passa por peneiras vibratórias com malhas de acordo com as necessidades. Nessa etapa, o material é classificado no mínimo em dois tamanhos de folhas e em pó, que em seguida seguem para os silos apropriados.

Antes de entrarem nos depósitos dosadores os materiais provenientes dos silos são misturados segundo as necessidades de mercado. Se o processo industrial prevê a mistura de outras ervas medicinais, pequenos silos independentes ou um silo com as ervas já misturadas nas doses requeridas são acoplados ao misturador. Finalmente o produto acabado é empacotado e armazenado, aguardando o despacho.

4. Os adulterantes da erva-mate

A adulteração da erva-mate consiste na mistura de outros vegetais ao produto comercial, de forma não declarada e, portanto ilegal, com a finalidade de aumentar volume ou acentuar o sabor. O uso de ervas medicinais ou não, desde que declarado, faz parte das modalidades de erva encontradas no mercado. É importante lembrar, no entanto, que as

adulterações podem modificar as atividades fisiológicas e farmacológicas do mate (ex: folhas de *I. dumosa*, um adulterante comum, não contém cafeína, LENDNER, 1913), como também induzem flutuações no conteúdo de saponina, substâncias cujos efeitos nutricionais e biológicos ainda não estão muito claros (MILGATE e ROBERTS, 1995).

Embora várias espécies vegetais sejam utilizadas na adulteração da erva-mate, a maioria pertence ao gênero *Ilex*.

As espécies adulterantes podem ser divididas da seguinte forma (MAZUCHOWSKI, 1989):

- Congonha: nome vulgar dado a várias espécies do gênero *Ilex*, destacando-se as seguintes, de ocorrência na região sul do Brasil: *I. brevicuspis* Reiss., *I. coronaria* Reiss., *I. ovalifolia* Bonpl., *I. publiflora* Reiss., *I. affinis* Gardn. e *I. chamaedryfolia* Reiss. Quando estas espécies são utilizadas, a erva é rapidamente lavada ao se fazer uso do chimarrão ou tereré. Segundo o autor, exames bromatológicos não indicaram toxicidade ao homem;
- Caúna: as espécies mais comuns conhecidas por este nome são: *I. theezans* M. e *I. dumosa* Reiss. São mais amargas do que a erva-mate. BONFIGLIO et al. (1997) realizaram testes hematológicos com animais de laboratório, e concluíram que o uso de 400 mg dia⁻¹ de extrato de *I. dumosa* administrado via oral, aos 91 dias apresentou efeitos tóxico-colaterais, ficando evidente a ocorrência de hemólise intravascular.
- Congonha verdadeira: a espécie é a *Citronella mucronata* Don., da família Icacinaceae, sendo vulgarmente conhecida como erva-de-anta ou congonha-do-sertão.
- Outras: *Campomanesia xanthocarpa*, Mirtaceae, conhecida como guavirova ou guabiroba, empregada em volume inferior a 5%, para acentuar o sabor; *Capsicodendrum dinesii*, Canelidae, nome comum pimenteira e não é difícil de ser identificada quando é usada como adulterante da erva-mate, em virtude da presença de folhas escuras; *Prunus sellowii*, Rosaceae, conhecida como pessegueiro bravo e possui ácido cianídrico em sua composição; *Rapanea ferruginea*, Myrsinaceae, nome comum capororoca; *Ligustrum japonicum*, conhecida como alfeneiro.

FILIP et al. (1998) realizaram avaliações do conteúdo de xantinas

(cafeína, teobromina e teofilina) em diferentes espécies do gênero *Ilex* utilizadas como adulterantes da erva-mate. Concluíram que em *I. argentina*, *I. brevicuspis*, *I. theezans*, *I. dumosa* e *I. microdonta*, ou não foram detectadas xantinas, ou o montante não foi quantificável. Apenas em *I. pseudobuxus* foi encontrada 0,6 mg de teofilina por 100 g de erva seca. Provavelmente em função destas informações e especificamente para *I. brevicuspis*, Filip e Ferraro (2003), concluíram que esta espécie, adulterante muito comum da erva-mate, apresenta as características farmacológicas semelhantes a *I. paraguariensis*, porém sem atividades estimulantes do sistema nervoso central.

Com relação às saponinas, Pires et al. (1997) detectaram três novos componentes em folhas de *I. dumosa*, que é considerado como o material adulterante mais frequente de erva-mate. Testaram o sabor amargo de *I. dumosa* e *I. paraguariensis*, que é conferido em parte pelas saponinas e verificaram que é necessário apenas metade da quantidade de saponinas do adulterante para obter o mesmo amargor da erva-mate. Confirmaram assim as informações populares de que a bebidas provenientes de adulterações com *I. dumosa* são mais amargas do que aquelas do mate genuíno.

5. Classificação e padronização da erva-mate

A Portaria N° 118-N de 12 de novembro de 1992 - IBAMA revogou as disposições em contrário, incluindo portanto, a Instrução Normativa IBDF n° 286, de 12 de maio de 1981, passando a ser esse o documento que normatiza os produtos da erva-mate, relativos à erva cancheada e beneficiada. Estas normas encontram-se descritas na Tabela 20, e referem-se ao Anexo I da referida portaria.

Tabela 20 – Classificação de produtos da erva-mate, segundo a Portaria Nº 118-N de 12 de novembro de 1992 – IBAMA, publicada no DOU em 13/11/1992

Produtos	Método de classificação ¹	Tipos ²	Padrões ³
Bruta verde	-	BV	Folhas/ramos inteiros
Cancheada não padronizada	-	CNP	Folhas/ramos secos-triturados; folhas/paus triturados e pó resultante da malhação ou trituração.
Cancheada padronizada	Passada em peneiras de varão ou cancha furada	CP	(1) com até 30% de palitos
Cancheada padronizada semi-elaborada	Passada em peneiras de varão ou cancha furada	CB	(1) com até 6% de palitos
Beneficiada: chimarrão	Passada nas peneiras nº 14 a 20	PC	(1) 100% de folhas
Produtos	Método de classificação ¹	Tipos ²	Padrões ³
	Passada nas peneiras nº 14 a 50	PU	(1) 50% de folhas (mínimo), 50% de pó/ goma (máximo)
	Passada nas peneiras nº 10 a 50	PN	(1) 70% de folhas (mínimo), 30% de paus (máximo)
	Passada nas peneiras nº 10 a 50	PNM	(1) 70% de folhas, 30% de paus
	Passada nas peneiras nº 10 a 40	PNM	(2) 45% de folhas, 10% de talinhos, 20% de paus, 20% de pó
	Passada nas peneiras nº 8 a 40	PNM	(3) 35% de folhas, 25% de paus, 25% de pó, 15% de resíduos
	Passada nas peneiras nº 8 a 40	PNM	(4) 20% de folhas, 40% de paus, 25% de pó, 15% de resíduos
	Passada nas peneiras nº 12 a 40	PMO	(1) 80% de folhas, 10% de talinhos, 10% de pó
Beneficiada: chá	Passada nas peneiras nº 8 a 20	PVE	(1) 100% de folhas
	Passada nas peneiras nº 8 a 14	PVE	(2) 90% de folhas, 10% de talinhos
	Passada nas peneiras nº 8 a 20	PPE	(1) 100% de folhas
	Passada nas peneiras nº 8 a 14	PPE	(2) 90% de folhas, 10% de talinhos
	Passada nas peneiras nº 8 a 14	PPE	(3) 75% de folhas, 25% de talinhos

¹ – Decodificação: Peneira de malha – peneira de malha de varões com 1½ mm entre varões e 50 mm entre malhas; Peneira de tela – peneira de malha de tela com 8 a 50 malhas por cada 625 mm²; variações permitidas nos padrões: até 5% para produto exportável e até 10% para produto mercado nacional.

² – Decodificação: CP – cancheada padronizada; BV – bruta verde; CNP – cancheada não padronizada; CB – cancheada padronizada semi-elaborada; PC – padrão Chile; PN – padrão nacional; PU – padrão Uruguai; PNM – padrão novos mercados; PMO – padrão mercados do Oriente; PVE – padrão chá verde exportação; PVE – padrão chá tostado exportação.

³ – Decodificação: (1), (2), (3) e (4) – padrões por tipo de produto.



A



B



C



D



E

Figura 60 - Colheita em erval nativo: corte irregular, com 100% de desfolhamento (A); preparação do fardo (B); amarração do fardo (C); baldeio mecanizado do fardo (D); carregamento do fardo em caminhão (E).



Figura 61 - Sapecador de erva-mate, de chapa metálica perfurada e movimento manual.



Figura 62 - Sapecador de erva-mate, metálico, de movimento mecânico, com cilindro em 1º plano.



Figura 63 - Sapecador de erva-mate, metálico, de movimento mecânico, com esteira abastecedora em 1º plano.

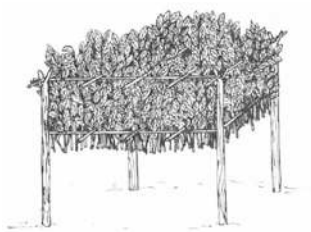


Figura 64 - Jirau ou tendal do carijo (MAZUCHOWSKI, 1989).



Figura 65 - Barbacué tipo paraguaião, carregado com erva-mate para secagem (Museu da erva-mate, Ponta Porã, MS).

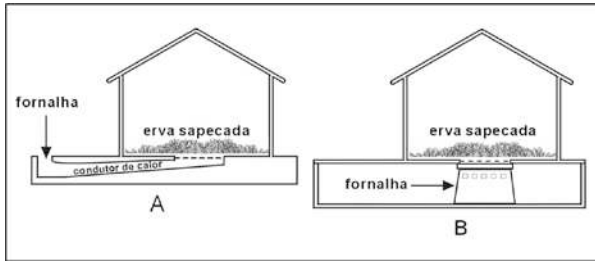


Figura 66 – Duas modalidades de barbacaús tipo brasileiro (A e B).



Figura 67 - Saída de calor no piso do barbacaú tipo brasileiro.



A



B

Figura 68 - Cancha utilizada na fragmentação por tração animal (A), destacando o rolo triturador (B) (Museu da erva-mate, Ponta Porã, MS).

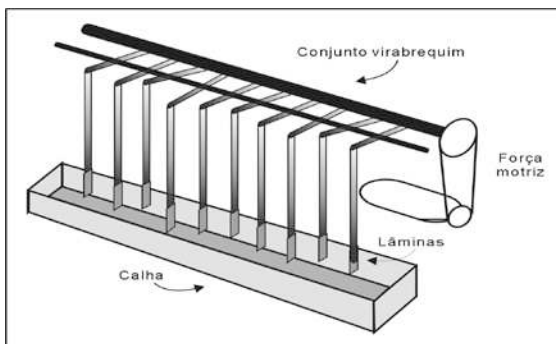


Figura 69 - Ilustração do fragmentador ou soque de erva-mate.



Figura 70 - Erva-mate cancheada.

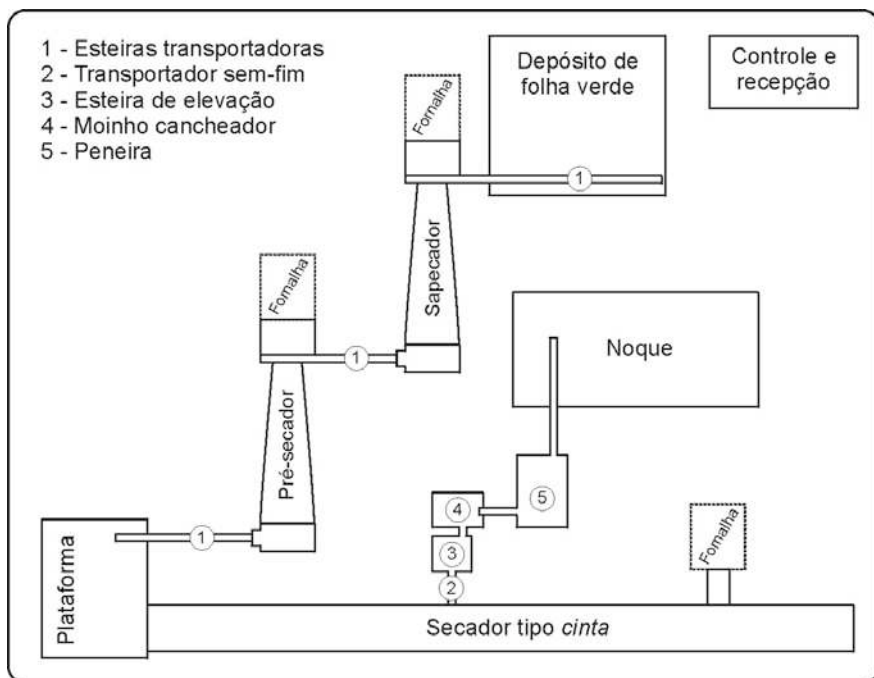


Figura 71 - Diagrama de uma planta industrial moderna para secagem de erva-mate (modificado de KÄNZIG, 1997).



A



B

Figura 72 - Triturador (A) e enfardamento (B) de erva-mate para tereré.



Figura 73 – Empacotamento semi-mecanizado (A) e manual de tereré, chimarrão ou chá-mate.

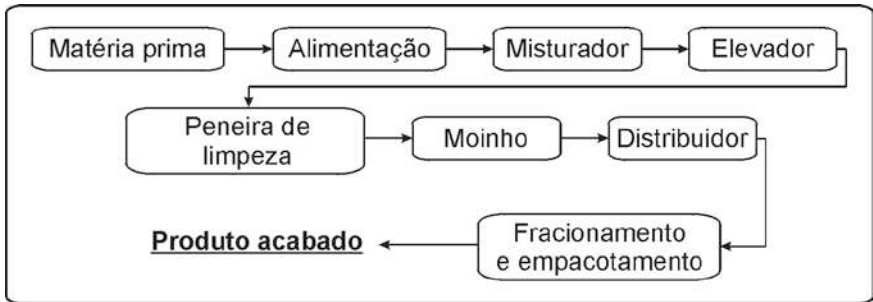


Figura 74 - Diagrama de uma planta industrial básica para moagem de erva-mate cancheada.

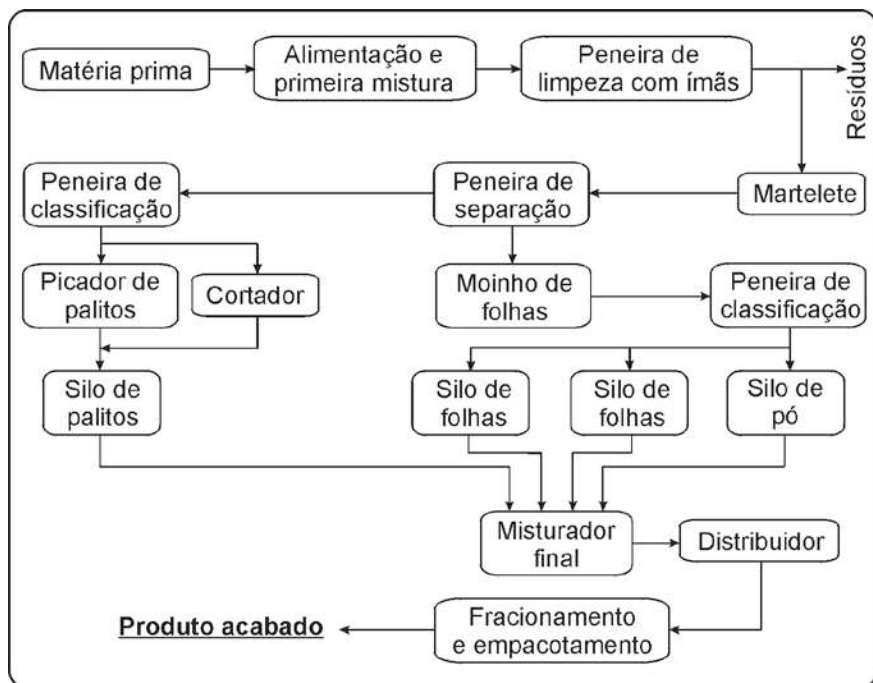


Figura 75 - Diagrama de uma planta industrial moderna para moagem de erva-mate cancheada (modificado de KOTIK, 1997).

GLOSSÁRIO

Segundo CORRÊA FILHO (1957), a Instrução Normativa IBDF Nº 286 de 12 de maio de 1981 e a Portaria IBAMA Nº 118-N, de 12 de novembro de 1992:

Arapuca ou bola: instalação constituída de grades, condutos e calota de graduação de calor utilizado na secagem de erva-mate.

Barbaquá: conjunto de instalações e equipamentos de secagem (sapecador e arapuca ou bola), trituração (cancheador), através de condutos que não permitem a ação direta da fumaça sobre as folhas de erva-mate.

Carijo: conjunto rudimentar de instalações de secagem, com ação direta do calor e fumaça sobre as folhas de erva-mate.

Chá-mate tostado: é o produto beneficiado constituído somente de folhas ou de folhas e de talinhos, triturados, tostados em equipamentos apropriados.

Chá-mate verde: é o produto beneficiado constituído somente de folhas e de talinhos, triturados, conservando a cor de origem.

Chimarrão: é o produto beneficiado, caracterizando-se pela composição de paus, folhas, pó e goma, em percentuais variáveis destinado à degustação em cuia, conservando o paladar amargo.

Classificar: é o ato de determinar as características do produto, segundo os sistemas ou métodos de classificação oficiais.

Colheita: é a retirada de ramos e folhas das ervaíras mediante a poda normal ou através de equipamentos apropriados.

Elemento: são os componentes materiais que integram o produto.

Erval do limpo: é aquele resultante da retirada das espécies, à exceção da erva-mate.

Erval plantado: é aquele em que foi definido a espécie e o espaçamento, formando um povoamento homogêneo.

Erval sombreado: é aquele que se encontra sombreado através do consorciamento com outras espécies, resultante de raleamento do sub-bosque ou de adensamento em florestas homogêneas/heterogêneas.

Erval virgem ou *em ser*: é aquele que não sofreu ação direta do homem.

Erval: é o povoamento consorciado de ervais nativos com outras espécies, ou plantado homogeneamente.

Erva-mate beneficiada: é o produto em que foi transformada a erva-mate cancheada, subdividindo-se em: chimarrão, chá-mate verde, chá-mate tostado, mate solúvel, tereré e outros derivados.

Erva-mate bruta: é o produto *in natura* constituído por folhas e ramos, obtido pela ação da poda da erva.

Erva-mate cancheada não padronizada: é a erva-mate bruta submetida ao processo de secagem, malhação, triturações ou cancheamento que constituem matéria-prima para indústrias de beneficiamento.

Erva-mate cancheada padronizada: é a erva-mate cancheada não padronizada, submetida ao processo de peneiramento de paus e resíduos (casca e fiapo). Destina-se como matéria prima, às indústrias de beneficiamento no País e no exterior.

Erva-mate semi-elaborada: é a erva-mate cancheada padronizada, submetida ao processo de peneiramento para limitação dos palitos em 6%, destinado ao mercado externo.

Fiapo: são fragmentos longitudinais de paus e pecíolos resultantes de operação de cancheamento.

Folha: são fragmentos resultantes da trituração do limbo (vide goma e pó).

Goma: é o produto resultante da pulverização das folhas obtida por peneiramento em tela de 50 malhas em cada 25 mm (vide folha e pó).

Malhação ou cancheamento: é o ato de malhar ou triturar as folhas de erva-mate após submetê-las à secagem.

Mate aromatizado ou com sabores: é o chá-mate ou o concentrado, liofilizado ou não, com sabores e/ou aromas diversos obtidos por agregação de outros produtos.

Mate liofilizado: é o chá-mate concentrado em pó, obtido industrialmente de mate verde ou tostado através de processo de secagem e de eliminação de substâncias voláteis.

Mate solúvel: é o chá-mate concentrado, líquido ou em pó, obtido industrialmente de mate verde ou tostado.

Mate-doce: é o chimarrão servido com açúcar e leite.

Padrão ou tipo: é um conjunto de características pré-estabelecidas para determinado tipo de produto.

Padronizar: é o ato de determinar a quantidade de elementos no produto, segundo o paladar desejável.

Paus: são fragmentos de ramos de erva-mate que acompanha o produto.

Pó: é a matéria resultante da pulverização de folhas, pecíolos e pedúnculos, em pilões ou moinhos, obtida por peneiramento em tela de 40 malhas em cada 25 mm² (vide folha e goma).

Poda de formação: operação de retirada da guia principal, na planta ainda jovem.

Poda de rejuvenescimento: é a operação de retirada de galhos comprometidos ou ainda o rebaixamento do fuste (tronco) visando melhor produção da erva.

Poda: operação que consiste em retirar da erva seus ramos e folhas.

Processador de erva-mate cancheada padronizada: conjunto de equipamentos de peneiramento para retirada de paus e resíduos (casca e fiapos).

Raído: feixe de erva-mate elaborado após a poda visando facilitar o carregamento.

Rama: ramos e folhagens de árvores ou qualquer vegetal.

Ramos: cada uma das divisões e subdivisões do galho.

Resíduos: material composto de pó, fragmentos de folhas, pecíolos, pedúnculos, casca e fiapos.

Sapeco: é o ato de submeter a erva-mate recém podada (folhas e ramos) à ação rápida das chamas de uma fogueira ou fornalha, com a finalidade de eliminar o excesso de umidade (pré desidratação) e evitar o enegrecimento das folhas e a consequente perda do seu valor comercial.

Secador automático: suas principais diferenças do secador tradicional são as esteiras rolantes, que secam a erva-mate em espaço de tempo menor.

Secagem: é a desidratação da folha da erva-mate, feita logo após o sapeco.

Talinhos: são pecíolos ou pedúnculos das folhas.

Tereré: denominação dada tradicionalmente à erva-mate triturada e socada com grande percentagem de palitos/paus, servida e degustada com água fria.

LEGISLAÇÃO

IBDF, Portaria Nº 1750, de 9 de setembro de 1970, publicada no Diário Oficial da União:

Assuntos: padronização dos engenhos de beneficiamento de mate e estabelece normas para sua construção, registro, modificação e aparelhagem e transferência de localização.

IBDF, Portaria Normativa Nº 22, de 25 de novembro de 1976, publicada no Diário Oficial da União:

Assuntos: fixou preços mínimos para exportação de erva-mate.

IBDF, Portaria Normativa Nº 150/81/IBDF/P, de 25 de fevereiro de 1981, publicada no Diário Oficial da União em 27 de fevereiro de 1981, Seção 1:

Assuntos: estabelece datas para colheita de erva-mate nos estados produtores.

IBDF, Instrução Normativa Nº 286, de 12 de maio de 1981, publicada no Diário Oficial da União em 14 de maio de 1981, Seção I:

Assuntos: classificação de produtos da erva-mate (revogado pela Portaria IBAMA Nº 118-N citada nesta listagem), glossário de termos técnicos, período de colheita nos estados produtores, documentação para registro da atividade, penalidades.

IBDF, Portaria Normativa Nº 070/83/IBDF/P, de 7 de março de 1983, publicada no Diário Oficial da União em 9 de março de 1983, Seção 1:

Assuntos: altera o período de colheita de erva-mate nos estados do sul, revogando as datas fixadas na Instrução Normativa Nº 286 citada nesta listagem.

IBDF, Portaria Nº 387/83-P, de 10 de outubro de 1983, publicada no Diário Oficial da União em 13 de outubro de 1983, Seção 1:

Assuntos: altera excepcionalmente o período de colheita de erva-mate.

IBDF, Portaria Nº 08-P, de 9 de janeiro de 1989, publicada no Diário Oficial da União em 12 de janeiro de 1989, Seção 1:

Assuntos: define novamente o período de colheita de erva-mate nos estados do sul.

IBAMA, Portaria Nº 118-N, de 12 de novembro de 1992, publicada no Diário Oficial da União em 13 de novembro de 1992, Seção I:

Assuntos: classificação de produtos da erva-mate, tabela de converção da erva-mate bruta para produto beneficiado, glossário de termos técnicos.

IBAMA, Extrato de contrato, publicado no Diário Oficial da União em 21 de janeiro de 1993, Seção 3:

Assuntos: permitiu a exploração de erva-mate na Floresta Nacional de Irati –PR, em janeiro de 1993.

Secretaria de Defesa Agropecuária Portaria Nº 114, de 11 de agosto de 1993, publicado no Diário Oficial da União em 17 de agosto de 1993, Seção 1:

Assuntos: credencia o Laboratório de Análise de Sementes da EMBRAPA-CNPQ em Colombo, a expedir boletins de análise de sementes de erva-mate.

Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Extrato de convênio, publicado no Diário Oficial da União em 15 de dezembro de 1993, Seção 3:

Assuntos: convênio entre o Ministério do Meio Ambiente e a Funai, com o objetivo de adensar a erva-mate em área dos índios Kaiwoa e Nhandeva no Mato Grosso do Sul.

IBAMA, Extrato de termo de cessão de uso, publicado no Diário Oficial da União em 21 de janeiro de 1994:

Assuntos: a Superintendência Estadual em Santa Catarina cedeu parte da área do Posto de Fomento Florestal em Porto União-SC para produção de mudas de erva-mate.

Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Extrato de termo de cooperação técnica, publicado no Diário Oficial da União em 9 de dezembro de 1997, Seção 3:

Assuntos: termo de cooperação entre o Ministério do Meio Ambiente, IBAMA, Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Prefeitura do Município de Ilópolis, visando promover o desenvolvimento sustentável do referido município, através de pesquisas ambientais e auto-ecológicas da erva-mate.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACAR – ASSOCIAÇÃO DE CRÉDITO E ASSISTÊNCIA RURAL DO PARANÁ.
Erva-mate: obtenção de sementes e mudas. Curitiba: ACAR, 1983. 1p.
- ACARDI, H.H. Vivero y almacigo en yerba mate. In: MAYOL, R.M. **Yerba mate:** 3º curso de capacitación en producción. Cerro Azul: INTA-EEA Cerro Azul-Centro Regional Misiones, 1997. p.7-15.
- AGUIAR, M.F. **Recipientes e substratos na produção de mudas de espécies florestais.** Viçosa: Departamento de Engenharia Florestal/UFV, 1997. np. (Revisão apresentada à Disciplina Propagação de Espécies Florestais, ENF-632, Prof. José Mauro Gomes
- ALCALAY, N.; SOUZA, H.C.S.; AMARAL, D.M.I.; TARASCONI, L.C. Resultados preliminares da avaliação da qualidade de sementes de erva-mate procedentes de três estados do Brasil. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p.417. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 33).
- ALENCAR, F.R. **Erva-mate.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/Serviço de Informação Agrícola, 1960. 85p. (Ministério da Agricultura, Produtos Rurais, 12)
- ALMEIDA, L.M.; CARVALHO, R.C.Z. A new species of *Azya* Mulsant from Brazil (Coleopterae, Coccinellidae) feeding on *Pulvinaria paranaensis* Hempel (Homoptera, Coccidae) on *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Aquifoliaceae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.13, n.3, p.643-645, 1996.
- ALVES, L.F.A.; SANTANA, D.L.Q.; BRANCALHÃO, R.M. Ocorrência de *Perigonia lusca* (Fabr.) (Lep.: Sphingidae) em Erva-Mate (*Ilex paraguariensis*) no Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 30, n.2, p. 339-340, 2001.
- ALVES, L.F.A.; SPONGOSKI, S.; VIEIRA, F.N. da S.; MORAES, G.J. de. Biologia e danos de *Oligonychus yotheresi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) em *Ilex paraguariensis*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.71, n.2, p.211-214, 2004.

- ARANDA, D. **Area de distribución natural de la yerba mate**. Cerro Azul: INTA, 1986. 17p. (INTA, Miscelania, 14).
- ARTAZA, A.N. La economía yerbatera Argentina. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate: biologia e cultura no Cone-sul**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995. p.23-26.
- ASSIS, T.F. Propagação vegetativa de *Eucalyptus* por Microestaquia. In: MEMÓRIA DA XI REUNIÃO TÉCNICA DE PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E I REUNIÃO DE SILVICULTURA CLONAL, Piracicaba. **Anais...Piracicaba: IPEF**, 1996. n.p.
- AUER, C.G.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. Doenças da erva-mate. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.21, n.3-4, p.195-198, 1995.
- AZEVEDO, E.C.G.; CORSEUIL, E. Insetos ocorrentes em erva mate (*sic*). In: **Erva-mate: diagnóstico e perspectivas de desenvolvimento**. Venâncio Aires: Prefeitura Municipal, 1996. p.35-45.
- AZZARINI, L.N.; LESSA, B.C.; FERREIRA, A.G. Desenvolvimento e germinação in vitro de embriões de quatro populações da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...Colombo: EMBRAPA-CNPf**, 1997. p.421. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- BAGGIO, A.J.; STURION, J.A.; SCHREINER, H.G.; LAVIGNE, M. Consorciação das culturas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hilaire) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no sul do Paraná. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n.4, p.75-90, 1982.
- BALTASSAT, F.; DARBOUR, N.; FERRY, S. Étude du contenu purique de drogues a caféine: I. Le maté: *Ilex paraguariensis* Lamb. **Plantes Médicinales et Phytothérapie**, v.18, n.4, p.195-203, 1984.
- BARTUSKA, T.J.; KAZIMEE, B.A.; OWEN, M.S. Defining sustainability. In: **Community sustainability: a comprehensive urban regenerative process/a proposal for Pullman**. Washington, USA. Washington: School of Architecture/ Washington State University, 1998. n.p.
- BASSANI, V.L.; CAMPOS, A.M. Desenvolvimento de extratos secos nebulizados de *Ilex paraguariensis* St. Hil., Aquifoliaceae (erva mate) visando a exploração

- do potencial do vegetal como fonte de produtos. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997a. p.69-87. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 33).
- BELINGHERI, L.D.; MAYOL, R.M.; FONTANA, H.P.; PRAT KRICUN, S. Modulo 2. Mejoramiento genético del té. In: INTA. **Informe anual 2003 – Centro Regional Misiones**. Misiones: INTA, 2003, p. 19.
- BELLOTE, A.F.J.; STURION, J.A. Deficiências minerais em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hi.) – resultados preliminares. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), 10, Curitiba. **Anais...**Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985. p.124-127. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 15).
- BERNASCONI, N.K.; MROGINSKI, L.A.; SANSBERRO, P.A.; REY, H.Y. Micropropagación de la yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.): efecto del tipo de explante en el establecimiento de los cultivos *in vitro*. **Phyton**, Buenos Aires, v.58, p.23-311, 1996.
- BILES, C.L.; ABELES, F.B. Xylem sap proteins. **Plant Physiology**, Baltimore, v.96, n.2 p.597-601, 1991.
- BITANCOURT, A.A.; COSTA NETO, J.P. Elsinoáceas do Rio Grande do Sul. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.20, p.29-35, 1950-51.
- BLANCHARD, E.E. El taladro grande (*Hedypathes betulinus* Klug). **Revista Yerbatera**, v.1, n.6, p.15-17, 1929.
- BLANCHARD, E.E. Principales insectos y enfermedades que perjudican el cultivo de la yerba mate. **Circular do Ministério da Agricultura**, Buenos Aires, n.735, p.1-42, 1928.
- BOLIANI, A.C. Efeitos do estiolamento basal, da juvenilidade e do uso de um regulador vegetal no enraizamento de estacas de raízes e de ramos herbáceos de algumas espécies frutíferas. Piracicaba: ESALQ, 129 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz, 1986.
- BONFIGLIO, N., B.; VALDUGA, E.; PAIZ, R.; STANKIEWICZ, A.; CECHETTE, D.; DIETERICH, S. Avaliação dos possíveis efeitos tóxicos do extrato de *Ilex dumosa* Reiss. Parte 2 – Determinações hematológicas In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE

- SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p.413. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- BORGES, L.R.; LAZZARI, S.M.N.; LAZZARI, F.A. Occurrence and population fluctuation of insects on native and dense cropping systems of maté, *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.47, n.4, p.563-568, 2003.
- CARPANEZZI, A.A.; CARDOSO, A.; VALIO, I.F.M.; GRAÇA, M.E.C.; IEDE, E.T.; HIGA, R.C.V. Queda anormal de folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADE E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: Silvicultura da erva-mate, 10, 1983, Curitiba. **Anais...**Curitiba: EMBRAPA-CNPf, 1985. p.141-145. (EMBRAPA-CNPf, 1985, Documentos, 15).
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3ª ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 424p.
- CARVALHO, P.E.R. *Ilex paraguariensis* Saint-Hilaire. In: **Espécies florestais brasileiras**. Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1994. p.280-287.
- CASO, O.H.; DOTTA, L.A. Propagación clonal por enraizamiento de estacas de yerba mate (*Ilex paraguariensis*) y su promoción por 4-clororesorcionol). **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, v.102, n.1, p.91-95, 1997.
- CASO, O.H.; DOTTA, L.A.; ESTEVES, P. Propagación clonal de yerba mate (*Ilex paraguariensis* L.). In: REUNIÓN ARGENTINA DE FISIOLÓGIA VEGETAL, 10, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires, 1993. p.310-311.
- CASSANELLO, A.L. Ciclo de vida e aspectos morfológicos de *Hedypathes betulinus* (Klug, 1825) (Coleoptera: Cerambycidae, Lamiinae) em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Curitiba: UFPR, 82p. 1992. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, 1992.
- CHIARADIA, L.A.; MILANEZ, J.M. Atratividade de *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer, 1917) (Homoptera, Psyllidae) por armadilhas coloridas. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÓN TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. P.463. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- CHRISTIN, O. **Cubiertas verdes en yerbales**. Cerro Azul: INTA, 1988. 4 p. (INTA. Circular, 31).

- CÍCERO, S.M. Dormência de sementes. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PRODUÇÃO DE SEMENTES, 1, 1986, Piracicaba. **Trabalhos apresentados...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.41-73.
- COCUCCI, A.E.; MARIATH, J.E.A. Sexualidade das plantas. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.18, n.106, p.51-61, 1995.
- COLL, O.R. de; CACERES, M.S. Determinación de la fluctuación poblacional del “ácaro del bronceado” de la yerba mate, *Dichopelmus notus* Keifer (Acari: Eriophidae) y sus enemigos naturales. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate: biologia e cultura no Cone-sul**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995. P.121-128.
- COLL, O.R. de; SAINI, E.D. **Insectos y acaros perjudiciales al cultivo de la yerba mate en la Republica Argentina**. Montecarlo (Misiones, Argentina): INTA, 1992. 48p. (INTA-EEA Montecarlo, Publicacion, 1).
- COMPANHIA MATE LARANJEIRA (Mato Grosso do Sul). **Documento Histórico da Companhia Mate Laranjeira**. Rio de Janeiro, 1941. Acervo documental da Escola Mendes Gonçalves, Ponta Porã, MS.
- CONVÊNIOS: Contrato social de criação da Companhia Mate Laranjeira. Buenos Aires: Companhia Mate Laranjeira, 1902. Acervo documental da Escola Mendes Gonçalves, Ponta Porã, MS.
- CORRÊA FILHO, V. **Ervais do Brasil e ervateiros**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/Serviço de Informação Agrícola, 1957. 88 p. (Documentário da Vida Rural, 12).
- CORRÊA FILHO, Virgílio. **À sombra dos Ervais Mato-Grossenses**. São Paulo: São Paulo, 1925. 197 p. (Monografias Cuiabanas).
- CORRÊA FILHO, Virgílio. **Ervais do Brasil e ervateiros**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura / Serviço de Informação Agrícola, 1957. 88 p. (Documentário da Vida Rural). Serviço Gráfico do IBGE.
- CORVELLO, W.B.V.; FONSECA, J.F. Sistema agroflorestal e plantio de enriquecimento em mata nativa com erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) no sul do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7, 1992, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata, 1992. P.1029-1036.
- COUTO, L.; DANIEL, O.; GARCIA, R.; BOWERS, W.; DUBÉ, F. **Sistemas agroflorestais com eucalipto no Brasil: uma visão geral**. Viçosa: SIF, 1998. 49p. (Documento SIF, 17).

- CUNHA, G.G.; FERREIRA, A.G. Viabilidade das sementes de erva-mate. **Ciência e Cultura**, v.39, n.10, p.974-976, 1987.
- CUQUEL, F.L.; CARVALHO, M.L.M.; CHAMMA, H.M.C.P. Avaliação de métodos de estratificação para a quebra de dormência de sementes de erva-mate. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.51, n.3, p.415-421, 1994.
- CURCIO, G.R ; RACHWAL, M.F.G. ; DEDECECK, R ; CHAIMSOHN, F. P.; GOMES, E.P ; VOGEL, R. C. Produtividade de erva-mate em cordão de contorno vegetado em Irati-PR. . In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p.443-443. . (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- CURCIO, G.R. A influência da luminosidade e do solo está sob avaliação. **Folha da Floresta**, Colombo, v.5, Ed. especial/Novembro, p.8, 1997.
- DALLA SANTA, H.S.; SOUZA, N.J.; PITTNER, E.; DALLA SANTA, O.R.; SOCCOL, C.R.. Controle biológico em pragas de *Ilex paraguariensis* (A. St.-Hil.) com fungo *Beauveria* sp. **Floresta**, Curitiba, v. 1, n. 39, p.67-76, 2009.
- DA CROCE, D.M. A pesquisa em erva-mate. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.5, n.4, p.28, 1992 (Reportagem de FRANCO, H.M. Erva-mate: o Mercosul dispõe dessa exclusividade, 1992. p.24-30).
- DA CROCE, D.M. Poda de erva-mate: novos métodos desenvolvidos pela EPAGRI. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p.351-357. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- DA CROCE, D.M.; FLOSS, P.A. **Cultura da erva-mate no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI-SC, 1999. 81p. (EPAGRI-SC, Boletim Técnico, 100).
- DA CROCE, D.M.; FLOSS, P.A. Estudo de épocas para a poda da erva-mate In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p.449. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).

- DA CROCE, D.M.; FLOSS, P.A. Recuperação de ervais nativos pelo método da decepta. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.9, n.4, p.19-21, 1996.
- DA CROCE, D.M.; FLOSS, P.A.; DE NADAL, R.; BOHNER, J.A.M. Erva-mate em alta densidade. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.9, n.3, p.19-22, 1996.
- DA CROCE, D.M.; NADAL, R. Viabilidade técnico-econômica de sistemas de produção de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) consorciada com culturas anuais. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (Org.) **Erva-mate: biologia e cultura no Cone-sul**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995. p.47-53.
- DACROCE, D.M.; NADAL, R.; FLOSS, P.A. **Avaliação de sistemas agroflorestais com erva-mate e culturas anuais no Oeste Catarinense**. Florianópolis: EPAGRI, 1997. 29p. (EPAGRI, Boletim Técnico, 92).
- DANIEL, O. Produção de mudas e viveiros florestais. In: **Silvicultura**. Dourados: DCA/UFMS, 2008. (Material didático da disciplina Silvicultura, Faculdade de Ciências Agrárias/UFGD).
- DANIEL, O.; COUTO, L. Desenvolvimento sustentável: conceitos e contradições. **Revista Cerrados**, Campo Grande, v. 2/4, n. 3/8, p. 61-68, 2002.
- DANIEL, O.; COUTO, L.; GARCIA, R.; PASSOS, C.A.M. Proposta de terminologia em Sistemas Agroflorestais para ser adotada no Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n.3, p.367-370. 1999a.
- DANIEL, O.; COUTO, L.; VITORINO, A.C.T. Sistemas agroflorestais como alternativas sustentáveis à recuperação de pastagens degradadas. In: Simpósio: sustentabilidade de pecuária de leite no Brasil, 1, Goiânia. **Anais...Juiz de Fora: EMBRAPA/CNPGL**, 1999b. p. 151-170. (EMBRAPA-CNGL, Documentos,)
- DEDECEK, R.A. Manejo de solos em ervais. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...Colombo: EMBRAPA-CNPFL**, 1997. p.450. (EMBRAPA-CNPFL, Documentos, 33).
- DEDECEK, R.A.; RACHWAL, M.F.G.; CURCIO, G.R.; CHAIMSOHN, F.P.; GOMES, E.P.; VOGEL, R.C. Caracterização da produtividade de erva-mate em adensamento sob faxinal em Irati-PR. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...Colombo: EMBRAPA-CNPFL**, 1997. p.442. (EMBRAPA-CNPFL, Documentos, 33).

- DUKE, J.A. **CRC Handbook of Medicinal Herbs**. Boca Raton: CRC Press, 1985. 696p.
- EIBL, B.; FERNANDEZ, R.A.; KOZARIK, J.C.; LUPI, A.; MONTAGNINI, F.; NOZZI, D. Agroforestry systems with *Ilex paraguariensis* (American holly or yerba mate) and native timber trees on small farms in Misiones, Argentina. **Agroforestry Systems**, v. 48, n. 1, p. 1-8, 2000.
- EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Carta Circular**: Escritório Regional de Passo Fundo. Passo Fundo: EMATER-RS, 1983. 2p. (C.C.ER/53/83).
- FAETH, P. Análisis económico de la sustentabilidad agrícola. **Agroecología y Desarrollo**, Santiago, n.7, p.32-41, 1994.
- FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT Database**. 2009. (<http://faostat.fao.org>). Último acesso em abril de 2009.
- FERREIRA, A.G. Erva-mate & chimarrão: seleção genética aprimora tradição secular. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.19, n.111, p.47-50. 1995.
- FERREIRA, A.G. Estrutura e desenvolvimento da semente e embrião. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p.133-139. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 33).
- FERREIRA, A.G.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S.; CUNHA, G.G. Fisiocologia de *Ilex paraguariensis* St. Hil., com ênfase na embriologia experimental. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate**: biologia e cultura no Cone-sul. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995. p.161-172.
- FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E.A.; JACOBI, U.S.; RIZVI, V. Allelopathy in Brazil. In: RIZVI, S.J.H.; RIZVI, V. (Eds.) **Allelopathy**: basic and applied aspects. London: Chapman & Hall, 1992. p. 243-250.
- FERREIRA, A.G.; CUNHA, G.G.; SILVEIRA, T.S.; HU, Y.C. In vitro germination of immature embryos of *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Phyton**, Buenos Aires, v.52, n.1, p.27-31, 1991.
- FERREIRA, A.G.; KASPARY, R.; FERREIRA, A.H.B.; ROSA, L.M.G. Proporção de sexo e polinização em *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Brasil Florestal**: Brasília, v.53, p.29-33, 1983.

- FERREIRA, F.; VÁSQUEZ, A.; GÜNTNER, C.; MOYNA, P. Inhibition of the passive diffusion of cholic acid by *Ilex paraguariensis* St. Hil. saponins. **Phytotherapy Researches**, v.11, p.79-81, 1997.
- FERRI, M. G. (ed.) **Fisiologia vegetal**. (2ed.) V.2. São Paulo: EPU-USP, 1986. 401p.
- FERRON, R.M. Produção de mudas de erva-mate em tubetes plásticos. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p.153-171. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 33).
- FILIP, R.; FERRARO, G.E. Researching on new species of “Mate”: *Ilex brevicuspis*: phytochemical and pharmacology study. **European Journal of Nutrition**, v.42, n.1, p.50-54, 2003.
- FILIP, R.; LOPEZ, P.; COUSSIO, J.; FERRARO, G. Mate substitutes or adulterants: study of xanthine content. **Phytotherapy Research**, v.12, p.129-131, 1998.
- FLORES, S.E. R. **Control del psilido de la yerba mate (*Gyropsylla spigazziniana* Liz.)**. Cerro Azul: INTA/Estación Experimental Agropecuaria Misiones, 1983. 12p. (Informe Técnico, 39).
- FLORES, S.E.R. Incidencia del daño causado por el psilido de la yerba mate *Gyropsylla spegazziniana* (Liz). In: MAYOL, R.M. **Yerba mate: 3° curso de capacitación en producción**. Cerro Azul: INTA-EEA Cerro Azul-Centro Regional Misiones, 1997. p.121-124.
- FLORES, S.E.R. Sistema de alarma para el control del psilido de la yerba mate *Gyropsylla spegazziniana* (Liz). In: MAYOL, R.M. **Yerba mate: 3° curso de capacitación en producción**. Cerro Azul: INTA-EEA Cerro Azul-Centro Regional Misiones, 1997b. p.125-128.
- FONSECA, C.A.; OTTO, S.S.; PAUMGARTTEN, F.J.; LEITÃO, A.C. Nontoxic, mutagenic, and clastogenic activities of Mate-Chimarrao (*Ilex paraguariensis*). **Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology**, v. 19, n.4, p.333-346, 2000.
- FONSECA, C.A.S. Avaliação do potencial genotóxico, mutagênico e clastogênico do chimarrão (*Ilex paraguariensis*) em organismos procaritos e eucariotos. Rio de Janeiro: UFRJ, 1997. 135p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho.

- FONSECA, E.P. **Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden em win-strip**. Viçosa: UFV, 1988, 81p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- FONTANA, H.P.; KRICUN, S.D.P.; BELINGHERI, L.D. **Estudios sobre la germinación y conservación de semillas de yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Misiones, Argentina: INTA/EEA Cerro Azul, 1990. 17p. (INTA, Informe Técnico, 52).
- FOSSATI, L.C.; BRANCO, R.; KNOPP, L.; EGGERS, S. Influência do tipo e altura da poda de formação no crescimento de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (erva-mate). In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p.450. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9ª ed. São Paulo: Atheneu, 1995. 307p.
- FRANCO, H.M. Erva-mate: o Mercosul dispõe dessa exclusividade. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.5, n.4, p. 24-30, 1992.
- FRANKEL, A.M. **La yerba mate**: producción, industrialización, comercio. Buenos Aires: Albatros, 1989. 175p.
- GAD, A.E.; BEN-EFRAIM, I. Promotion of adventitious root formation by 4-chlororesorcinol: a polyphenol oxidase inhibitor. **Plant Growth Regulation**, v.104, p.91-99, 1988.
- GAD, A.E.; BEN-EFRAIM, I.; YAVZUR, M.; WIEBERG, C.; FRIEDMAN, G. Promotion of rooting and subsequent growth of geranium cuttings by 4-chlororesorcinol. **Israel Journal of Botany**, v.35, p.185-189, 1987.
- GALILEO, M.H.M. Sobre o comportamento, ontogenia e morfologia do aparelho reprodutor de *Hedypathes betulinus* (Klug, 1825) – (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae, Acanthoderini) a broca da erva-mate. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.37, n.4, p.705-715, 1993.
- GALLI, F.; CARVALHO, P.C.T.C Doenças do cafeeiro - *Coffea arabica* L. In: GALLI, F. (coord.) **Manual de fitopatologia**. Piracicaba: Ed. Agronômica Ceres, 1980. V.2, cap.11, p.128-140.

- GALLO, D.; NAKANO, OL.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D. **Manual de entomologia agrícola**. (2ª ed.) São Paulo: Ceres, 1988. 649p.
- GALLOTTI, G.J.M.; PETRI, J.L. Teste de estimulantes de brotação em erva-mate nativas. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p.451. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 33).
- GARCIA, R.V.; BASUALDO, I.; PERALTA, I.; HEREBI, M.; CABALLERO, S. Minerals content of Paraguayan yerba mate (*Ilex paraguariensis*, S.H.). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.47, n.1, p.78-80, 1997.
- GAUDY, D.; PUECH, A.; JACOB, M. Rôle de l'ajuvant dans l'optimization de la production d'un extrait se végétal nébulisé: cas de l'extrait de Noix vomique. **Pharm. Acta. Helv.**, v.66, n.1, p.5-10, 1991.
- GETESKI, W. Experiência de produtor na aplicação do sistema agroflorestal. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. p.47-49. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 26).
- GIBERTI, G.C. Aspectos oscuros de la corologia de *Ilex paraguariensis* St. Hil.. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate: biologia e cultura no Cone-sul**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995a. p.289-300.
- GIBERTI, G.C. *Ilex* en sudamérica: florística, sistemática y potencialidades com relación a un banco de germoplasma para la yerba mate. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate: biologia e cultura no Cone-sul**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995b. p.303-312.
- GIBERTI, G.C. Maté (*Ilex paraguariensis*). In: Bermejo, J.E.H. and León, J. (eds.). **Neglected crops: from a different perspective**. Rome, Italy, FAO, 1994. p.245-252. (FAO, Plant Production and Protection Series, 26).
- GIBERTI, G.C. Sistemática Del género *Ilex*. In: MAYOL, R.M. **Yerba mate: 3º curso de capacitación en producción**. Cerro Azul: INTA-EEA Cerro Azul-Centro Regional Misiones, 1997. p.1-6.

- GIMMLER-LUZ, M.C.; ANDRADE, H.H.R. Avaliação do efeito mutagênico e antimutagênico da erva-mate pelo teste de micronúcleos. In: REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A ERVA-MATE, 1, Porto Alegre. **Programas e Resumos...**Porto Alegre, 1992. p.42.
- GOLFARI, L.; CASER, R.C.; MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66p. (Série Técnica, PRODEPEF, 11).
- GOMES, J.M.; BRANDI, R.M.; COUTO, L.; BARROS, N.F. Efeitos de recipientes e substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v.1, n.2, p.167-172, 1977.
- GOMES, J.M.; COUTO, L.; PEREIRA, A.R. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em tubetes e bandejas de isopor. **Revista Árvore**, Viçosa, v.9, n.1, p.58-86, 1985.
- GRAÇA, M.E.C.; COOPER, M.A.; TAVARES, F.R.; CARPANEZZI, A.A. **Estaquia de erva-mate**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988. 6p. (EMBRAPA-CNPQ, Circular Técnica, 18)
- GRAF, V.; MARZAGÃO, M.R. Ocorrência do parasitoide *Labena fiorii* sp.n. (Hymenoptera, Ichneumonidae) em larvas de *Hedypathes betulinus* (Klug), broca da erva-mate e em *Chydarteres striatus* (Fabricius), broca da aroeira, (Coleoptera, Cerambycidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v.16, n.1, p.175-184, 1999.
- GRIGOLETTI JUNIOR, A.; AUER, C.G. **Doenças da erva-mate: identificação e controle**. Curitiba: EMBRAPA, 1996. 18 p. (EMBRAPA-CNPQ, Circular Técnica, 25).
- GRIGOLETTI JUNIOR, A.; AUER, C.G.; ALFENAS, A.C.; CROUS, P.W. Mancha foliar, desfolha e morte de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*). **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.21, n.1, p.56, 1995.
- GRIGOLETTI JUNIOR, A.; AUER, C.G.; MASCHIO, L.M.A.; TAVARES, R.F. Levantamento preliminar de fungos associados à cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis*). In: REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE CULTURA DA ERVA-MATE, 1, Porto Alegre, 1992. **Programas e resumos**, Porto Alegre, 1992, p.57.

- GRIGOLETTI JUNIOR, A.; SANTOS, A.F.; AUER, C.G. Doenças da erva-mate no Brasil. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE/REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 1/2, 1992, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p.359-369.
- GRILLO, H.V.S. Lista preliminar dos fungos assinalados em plantas do Brasil. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v.2, p.39-96, 1936.
- GRUPO DE TRABAJO YERBA MATE Y TÉ. Cubiertas verdes en yerbales. In: MAYOL, R.M. **Yerba mate**: 3º curso de capacitación en producción. Cerro Azul: INTA-EEA Cerro Azul-Centro Regional Misiones, 1997. p.81-87.
- GUGLIUCCI, A. Antioxidant effects of *Ilex paraguariensis*: induction of decreased oxidability of human LDL in vivo. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.224, n.2, p.338-344, 1996.
- GUGLIUCCI, A.. Low density lipoprotein oxidation is inhibited by extracts of *Ilex paraguariensis*. **Biochem. Mol. Biol. Int.** , v.35, n.1, p.47-56, 1995.
- HAISSIG, B.E. Metabolic processes during adventitious rooting of cuttings. In: JACKSON, M. (ed.) **New root formation in plants and cuttings**. Martinus Nijhoff Publ.: Dordrecht, 1986. p.141-190.
- HAND, P. Biochemical and molecular markers of cellular competence for adventitious rooting. In: DAVIS, T.D.; HAISSIG, B.J. (eds.) **Biology of adventitious root formation**. Plenum Press: New York, 1994. p.111-121.
- HARRINGTON, J.F. Biochemical basis of seed longevity. **Seed and Science & Technology**, v.1, p.453-461, 1973.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. **Plant propagation: principles and practices**. 2. ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1994. 810 p.
- HEUSER, E.D. ***Ilex paraguariensis* St. Hil.: endosperma e embrião durante a embriogênese tardia**. Porto Alegre: UFRGS, 1990. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- HEUSER, E.D.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A. *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae): endosperma e embrião durante a embriogênese tardia. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, Buenos Aires, v.29, n.1-2, p.39-48, 1993.

- HIGA, R.C.V. Propagação vegetativa da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) por estaquia In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10, 1983, Curitiba. **Anais...**Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985. p.119-123.
- HOWARD, B.H. Manipulating rooting potential in stockplants before collecting cuttings. In: DAVIS, T.D.; HAISSIG, B.J. (eds.) **Biology of adventitious root formation**. Plenum Press: New York, 1994. p.123-142.
- HU, C.Y. In vitro culture of rudimentary embryos of eleven *Ilex* species. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v.100, n.3, p.221-225, 1975.
- HU, C.Y.; FERREIRA, A.G. Cultura de embriões. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. (eds.) **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. EMBRAPA: Brasília, v.1, 1998. p.371-393.
- HU, C.Y.; FERREIRA, A.G. *In vitro* embryology of *Ilex*. In: PARÉ, J.; BUGNICOURT, M.; MORTIER, J.; JUGUET, M.; VIGNON, F.; VIGNON, J. (eds.) **Some aspects and actual orientations in plant embryology**. Amiens: Univ. Picardie, 1989. p.76-91.
- HU, C.Y.; FERREIRA, A.G. Influência da luz na embriogênese tardia de *Ilex* – cultura *in vitro*. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 34, Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre: SBB, 1984. p.441-449.
- HUXLEY, P. **Tropical agroforestry**. Oxford: Blackwell Science, 1999. 371p.
- IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. **Erva-mate**: origem, cultura e industrialização. Brasília: IBDF, 1975. 25p.
- IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Normas técnicas utilizadas nas atividades de reflorestamento. **A Semente**, Brasília, v.36, p.3-12, 1978.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados estatísticos**. 2009. (<http://www.ibge.gov.br>). Último acesso em abril de 2009.
- IEDE, E.T. Considerações sobre a entomofauna da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10, 1983, Curitiba. **Anais...**Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985. p.111-118.

- IEDE, E.T.; MACHADO, D.C. Pragas da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) e seu controle. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.18/19, p.51-6-, 1989.
- INSTITUTO EUVALDO LODI (Mato Grosso do Sul). Org.. **Ciclo da Erva Mate em Mato Grosso do Sul - 1883-1947**. Campo Grande: Instituto Euvaldo Lodi, 1986. 518 p. (Série Histórica). Coletânea.
- INTA – INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. **Yerba mate**. INTA, Cerro Azul, 2000. (<http://www.inta.gov.ar/cambio/producto/biblio/yerba>).
- IRITANI, C. Ação de reguladores de crescimento na propagação vegetativa por estaquia de *Ilex paraguariensis* Saint Hilaire e *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Curitiba: UFPR, 1981, 163p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, 1981.
- JAUCH, C. La presencia de *Cylindrocladium scoparium* en la Argentina. **Revista Argentina de Agronomía**, Buenos Aires, v.10, p.355-360, 1943.
- JOHNSON, L.; BECK, M.M.; BRANDLE, J. **Windbreaks and wildlife**. Nebraska: University of Nebraska, SD (sem data). 4p. (University of Nebraska Cooperative Extension, EC 91-1771-B).
- KÄNZIG, R.G. Control de calidad. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate: biologia e cultura no Cone-sul**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995. p.2257-259.
- KÄNZIG, R.G. Transformación primaria. In: MAYOL, R.M. **Yerba mate: 3º curso de capacitación en producción**. Cerro Azul: INTA-EEA Cerro Azul-Centro Regional Misiones, 1997. p.133-143.
- KASPARY, R. Efeitos de diferentes graus de sombreamento sobre o desenvolvimento e trocas gasosas de plantas jovens de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) (Aquifoliaceae). Porto Alegre: UFRGS, 1985. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985.
- KIMATI, H. Controle químico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (eds) **Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos** (3ª ed.). São Paulo: Ceres, 1995. v.1, cap.38, p.761-785.

- KOBER, E.; VARGAS, E. Biología e controle da “lagarta da erva-mate” (*Thelosia camina* Schaus, 1920), Lepidoptera – Eupterotidae). **Revista da Escola de Agronomia e Veterinária da Universidade do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v.3, n.1, p.7-35, 1960.
- KOTIK, B.E. Molineria de yerba mate. In: MAYOL, R.M. **Yerba mate: 3º curso de capacitación en producción**. Cerro Azul: INTA-EEA Cerro Azul-Centro Regional Misiones, 1997. p.145-149.
- KRAEMER, K.H.; SCHENKEL, E.P.; VERPOORTE, R. Glucosylation of ethanol in *Ilex paraguariensis* cell suspension cultures. **Plant Cell Reports**, v.18, p.509-513, 1999.
- KRAMER, P.J.; KOZLOWSKY, T.T. **Physiology of woody plants**. New York: Academic Press, 811p. 1979.
- KRICUN S.D.P. **Yerba mate: técnicas actualizadas de cultivo**. Cerro Azul: INTA, 1993. 14p. (INTA/EEA Cerro Azul, Miscelania, 27).
- KRICUN, S.D.P. Propagación vegetativa de plantas adultas de yerba mate. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate: biología e cultura no Cone-sul**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995. p.137-150.
- KRICUN, S.D.P. Recuperación de yerbales degradados. In: MAYOL, R.M. **Yerba mate: 3º curso de capacitación en producción**. Cerro Azul: INTA-EEA Cerro Azul-Centro Regional Misiones, 1997. p.129-132.
- KRICUN, S.D.P. Yerba mate: investigación agronómica en la República Argentina. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), 10, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985. p.82-93. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 15).
- KRICUN, S.D.P. **Yerba mate: situação año 1998**. Cerro Azul: INTA, 1999. 2p. (mimeografiado).
- KRICUN, S.D.P.; BELINGHERI, L.D. Aplicación de nitrógeno en plantaciones de yerba mate com diferentes densidades. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate: biología e cultura no Cone-sul**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995a. p.73-79.

- KRICUN, S.D.P.; BELINGHERI, L.D. Distancia y densidad de plantación In: MAYOL, R.M. **Yerba mate**: 3º curso de capacitación en producción. Cerro Azul: INTA-EEA Cerro Azul-Centro Regional Misiones, 1997a. p.45-55.
- KRICUN, S.D.P.; BELINGHERI, L.D. Polinización dirigida en *Ilex paraguariensis* St. Hil. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997b. p.416. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 33).
- KRICUN, S.D.P.; BELINGHERI, L.D. Recolección de espécies silvestres y cultivadas del genero *Ilex* en las provincias de Misiones y Tucumán (Argentina) y en los estados de Paraná, Santa Catarina y Rio Grande do Sul (Brasil), período 1988-1992. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate**: biologia e cultura no Cone-sul. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995b. p.313-321.
- KRUEL, C.D.; PROLLA, J.C.; ZATTI, H.; MOTA, A. Efeito da erva-mate na carcinogênese esofágica. In: REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A ERVA-MATE, 1, Porto Alegre. **Programas e Resumos...**Porto Alegre, 1992. p.39.
- KRÜGNER, T.L. Doenças do eucalipto. *Eucalyptus* spp. In: **Manual de fitopatologia**. V.2.: Doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980. p.275-296.
- KRYVENKI, M.A. Micropropagación de la yerba-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.): efecto de la bencilaminopurina y la kinetina sobre el cultivo *in vitro* de segmentos nodales. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p.424. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 33).
- KULCHETSCHI, L.; OLIVEIRA, E.A.; BITTENCOURT, J.V.M. Avaliação de diferentes combinações de reguladores vegetais no enraizamento de estacas de erva-mate. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p.425-426. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 33).

- KURTZ, V.D. El cultivo de la yerba mate en el area de influencia de la A.E.R. Eldorado. In: MAYOL, R.M. **Yerba mate: 3º curso de capacitación en producción**. Cerro Azul: INTA-EEA Cerro Azul-Centro Regional Misiones, 1997. p.163-187.
- LEITÃO, A.C.; BRAGA, R.S. Mutagenic and genotoxic effects of mate (*Ilex paraguariensis*) in prokariotic organisms. **Brasilian J. Med. Biol. Res.**, v. 27, p.1517-1525, 1994.
- LENDNER, A. L'*Ilex dumosa*, une falsification du Maté. **Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg.**, v.4, p.42, 1913.
- LESSING, P.C. Reflorestamento com erva-mate. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), 10, Curitiba. **Anais...**Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985. p.53-55. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 15).
- LINSMAIER, E.M.; SKOOG, F. Organic growth factor requirement of tobacco culture. **Physiology Plant**, v.18, p.100-127, 1965.
- LOPES, L.C.; BARBOSA, J.G. **Propagação de plantas ornamentais**. Viçosa: UFV, 1988. 30 p. (Universidade Federal de Viçosa, Boletim, 267)
- LOURENÇO, R.S. Adubação da erva mate. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p.299-315. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 33).
- LOURENÇO, R.S.; CURCIO, G.R.; RACHWAL, M.G.F.; MEDRADO, M.J.S. Avaliação de níveis de nitrogênio sobre a produção de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em Fernandes Pinheiro – PR, em Latossolo Vermelho Escuro. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997a. p.440. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 33).
- LOURENÇO, R.S.; MEDRADO, M.J.S.; FOWLER, J.A.P.; MOSELE, S. Influência do substrato no desenvolvimento de mudas de erva-mate. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p.428-429. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 33).

- LOURENÇO, R.S.; MEDRADO, M.J.S.; NEIVERTH, D.D. Efeito de níveis de potássio sobre a produção de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em Ivaí – PR, em Latossolo Vermelho Escuro. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997b. p.441. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 33).
- LOZANO, L.A.L.; SANTOS, B.B. Ocorrência de nematoides do gênero *Meloidogyne* em mudas de erva-mate no Estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.15, n.2, p.152, 1990.
- MacDICKEN, K.G.; VERGARA, N.T. **Agroforestry**: classification and management. New York: John Wiley & Sons, 1990. 382p.
- MALAVASI, M.M. Germinação de sementes. In: RODRIGUES, F.M.C. **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.25-40.
- MALAVASI, U. C. Macropropagação vegetativa de coníferas - perspectivas biológicas e operacionais. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.1, p. 131-135, 1994.
- MARCHIONATTO, J.B. **Tratado de fitopatologia**. Buenos Aires: Ediciones Librería del Colegio, 1948. 537p.
- MARIATH, J.E.A.; SANTOS, R.P.; HEUSER, E.D. Biologia reprodutiva da erva-mate (The reproductive biology of maté) In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p.121-131. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 33).
- MARICONI, F.A.M. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas**. (6ª ed.) São Paulo: Nobel, 1985. Tomo 2, 466p.
- MARTIN, H.A. The history of *Ilex* (Aquifoliaceae) with special reference to Australia. **Australian Journal of Botany**, v.25, n.6, p.655-673, 1977.
- MARZAGÃO, M.R. Pagogenicidade de *Beauveria bassiana* (Bals). Vuill., em *Hedypathes betulinus* (Klug, 1825) (Coleoptera: Cerambycidae), em condições de laboratório e de campo. Curitiba: UFPR, 58p. 1996. Dissertação Mestrado - Universidade Federal do Paraná, 1996.

- MATTOS, N.F. **Estudos preliminares sobre pragas da erva-mate**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis “AP”, 1982. 18p. (IPRNR, Publicação IPRNR, 9).
- MATTOS, N.F. Revisão taxonômica da erva-mate - *Ilex paraguariensis* St. Hil. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10, 1983, Curitiba. **Anais...**Curitiba: EMBRAPA-CNPf, 1985. p.37-46.
- MAUBLANC, M.A. Rapport sur les maladies observeés au Laboratoire de Phytopathologie du Museu National de Rio de Janeiro. **Bulletin Mensuel des Renseignements Agricoles et des Maladies des Plantes**, Roma, v.4, n.7, p.876-879, 1913.
- MAYOL, R.M. La experiencia Argentina en sistemas de poda de yerba mate. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p.337-349. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- MAZUCHOWSKI, J.Z. Manual da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.). Curitiba: EMATER, 1989. 104 p.
- MAZZAFERA, P. Caffeine, theobromine and theophylline distribution in *Ilex paraguariensis*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Viçosa, v.6, n.2, p.149-151, 1994.
- MEDEIROS, A.C.S.; ALVES, V.G.; NOGUEIRA, A.C.; REICHER, F. Determinação de compostos fenólicos em sementes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p.418-419. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- MEDEIROS, A.C.S.; AMAZONAS, M.A.L.A.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; URBEN, A.F. Identificação de fungo lignocelulítico em sementes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p.420. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- MELLO, D.V. **Morfologia e germinação da semente de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.)**. Pelotas: UFPEL, 49p. 1980. Dissertação Mestrado - Universidade Federal de Pelotas, 1980.

- MILANEZ, J.M.; CHIARADIA, L.A. Atratividade de adultos de *Hedypathes betulinus* (Coleoptera, Cerambycidae) a luzes de diferentes comprimentos de onda. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. P.462. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- MILGATE, J.; ROBERTS, D. C. K. The Nutritional and Biological Significance of Saponins. **Nutr. Res.**, v. 15, p. 1223-1249, 1995.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **AGROFIT**. Disponível em http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 08 março 2006.
- MIRÓ, C.P. Efeitos alelopáticos de frutos maduros de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil.) sobre a germinação e o crescimento inicial do milho. Porto Alegre: UFRGS, 106p. 1994 Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.
- MIRÓ, C.P.; FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E.A. 1998. Alelopatia de frutos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no desenvolvimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 8, p. 1261-1270, 1998.
- MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo**: características e manejo em pequenas propriedades. Chapecó: Ed. do Autor, 1991. 337p.
- MONTANHA, J.A. **Estudo químico e biológico das saponinas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. – Aquifoliaceae**. Porto Alegre: UFRGS, 1990. 85p. Dissertação (Mestrado em Farmácia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MROGINSKI, L.A.; BERNASCONI, N.K.; SANSBERRO, P.A.; REY, H.Y. Micropropagación de la yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.): efecto del origen del explante en el establecimiento *in vitro* de los cultivos. **Phyton**, Buenos Aires, v.59, p.161-170, 1997a.
- MROGINSKI, L.A.; SANSBERRO, P.A.; REY, H.Y.; COLLAVINO, M.M. Micropropagación de la yerba-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.): estado actual y perspectivas. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997b. p.141-151. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).

- MURASHIGE, T.; SKOOG, F.F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. **Physiology Plant**, v.15, p.473-497, 1962.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Dietary reference intakes table** – the complet set. Disponível em <http://www.iom.edu/?id=21381>. Acesso em: 23 fevereiro 2006.
- NAZRALA, M.L.; MARTÍNEZ, H. Abonos verdes y cobertura vegetal en vid. **IDIA**, n.343/348, p.7-42, 1976.
- NOWACKI, M.J. Alguns fungos parasitas da erva-mate (*Ilex* sp.) no Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.9, n.6, p.83-89, 1954.
- OLIVEIRA, J.G.; COOPER, M.A.; CARPANEZZI, A.A. Resultados preliminares sobre a influência de matrizes adultas no enraizamento de estacas de erva-mate. Curitiba: EMBRAPA-CNPf, 1985.
- OLIVEIRA, R.C.; ALVES, L.F.A.; NEVES, P.M.O.J. SUSCETIBILIDADE DE *Oligonychus yotheri* (ACARI: TETRANYCHIDAE) AO FUNGO *Beauveria bassiana*. **Scientia Agrícola**, v.29, n.1, p.187-189, 2002.
- OLIVEIRA, Y.M.M.; ROTTA, E. Área de distribuição natural de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10, 1983, Curitiba. **Anais...**Curitiba: EMBRAPA-CNPf, 1985. p.17-36.
- ONO., E.O. Interações entre auxinas e ácido bórico, no enraizamento de estacas caulinares de *Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.49, p. 23-27, 1992.
- PAIVA, H.N.; GOMES, J.M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Engenharia Florestal, 1995. 40 p.
- PANIK, B. Multiplicación clonal de plantas elite de yerva mate mediante tecnicas de cultivo *in vitro*. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate: biologia e cultura no Cone-sul**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995. p.157-160.
- PARODI, L.R.; GRONDONA, E.M. El exemplar original de *Ilex paraguariensis*. **Revista Argentina de Agronomía**, Buenos Aires, v.16, n.4, p.199-202, 1949.
- PECKOLT, G. Herva mate. **Revista Flora Medicinal**, n. 10, p.493-569, 1943.

- PENTEADO, S.R.C. Principais pragas da erva-mate e medidas alternativas para o seu controle. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate**: biologia e cultura no Cone-sul. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995. P.109-120.
- PEREIRA, C.P.; TOLEDO, M.C.F.; NOLL, I.B. B(a)P in mate (*Ilex Paraguariensis* St.Hill) processed by liquefied petroleum gas. In: IFT Annual Meeting. Chicago, USA. **Proceedings**...Chicago: Institute of Food Technologists, July 24-28, 1999, p.141-142
- PEREZ, J.; WISNIEWSKI, C.; MORENO, V.D.C. Introdução de diferentes tipos de adubação verde em plantio de erva-mate: efeito nas características químicas e biológicas do solo. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais**...Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p.446. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- PES, L. **Comportamento da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em consórcio silvicultural**. Santa Maria: UFSM, 60p. 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, 1994.
- PHILIPPOVSKY, J.F.; MEDRADO, M.J.S.; DEDECEK, R.A. Avaliação de coberturas verdes de inverno em solos cultivados com erva-mate, nos municípios de Áurea, RS, Ivaí e Ponta-Grossa-PR. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais**...Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p.448. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- PÍCCOLO, G.A. Efecto de tratamientos de recuperación de un Rodudalf típico (série africana) en la Provincia de Misiones. Análisis de algunas variables físicas y químicas. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate**: biologia e cultura no Cone-sul. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995. p.89-106.
- PICHET, J.A.T.F. **Viveiros florestais**. Londrina: IAPAR, 1987. 28p. (IAPAR, Circular, 52).
- PINTRO, J.C.; MATUMOTO-PINTRO, P.T.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F. Crescimento e desenvolvimento de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) cultivadas em solo sob diferentes níveis de fertilidade. **Acta Scientiarum**, v.20, n.3, p.285-289, 1998.

- PIRES, V.S.; GUILLAUME, D.; GOSMANN, G.; SCHENKEL, E.P. Saponins from *Ilex dumosa*, an erva-maté (*Ilex paraguariensis*) adulterating plant. **J. Agric. Food. Chem.**, v.45, p.1027-1031, 1997.
- PIZARRO, F.; OLIVARES, M.; HERTRAMPF, E.; WALTER, T. Factores que modificam el estado de nutrición de hierro: contenido de taninos de infusiones de hierbas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.44, n.4, p.277-280, 1994.
- PRINSLEY, R.T. The role of trees in sustainable agriculture: an overview. **Agroforestry Systems**, Dordrescht, v.20, p.87-115, 1992.
- QUANN, V.; JOHNSON, L.; WIGHT, B; BRANDLE, J. **Windbreaks for livestock opetations**. Nebraska: University of Nebraska, SD (sem data). 4p. (University of Nebraska Cooperative Extension, EC 94-1766-X).
- RACHWAL, M.F.G.; CURCIO, G.R.; DEDECEK, R.A.; NIETSCHE, K.; FILHO, F.E.S. (*sic*); VOGEL, R.C. Influência da luminosidade sobre a produtividade de erva-mate em latossolo Vermelho-amarelo em São Mateus do Sul-PR. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p.445. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- RADOMSKI, M.I.; SUGAMOSTO, M.L.; GIAROLA, N.F.B.; CAMPIOLO, S. Avaliação dos teores de macro e micronutrientes em folhas jovens e velhas de erva-mate nativa. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992, p.453-456.
- RAMALLO, L.A.; SCHMALKO, M.E.; KÄNZIG, R.G. Variación del contenido de ácido ascórbico en la yerba mate. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997a. p.408. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- RAMALLO, L.A.; SMORCZEWSKI, M.; VALDEZ, E.; PAREDES, A.M.; SCHMALKO, M.E. Composición química del extracto acuoso de la yerba mate. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997b. p.411-412. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).

- RAU – Red Academica del Uruguay. **El mate**. 1997. (<http://www.rau.edu.uy/uruguay/cultura/mate.htm>).
- REISSMANN, C.B.; KOEHLER, C.W.; ROCHA, H.O.; HILDEBRAND, E.E. Avaliação das exportações de macronutrientes pela exploração da erva-mate. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), 10, Curitiba. **Anais...**Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985. p.128-139. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 15).
- REISSMANN, C.B.; PREVEDELLO, B.M.S. Influência da calagem no crescimento e na composição química foliar da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992, p.625-630.
- REISSMANN, C.B.; RADOMSKI, M.I.; QUADROS, R.M.B. Relação entre os teores totais e a fração hidrossolúvel dos elementos K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn e Al em folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.37, n.4, p.959-971, 1994.
- REISSMANN, C.B.; ROCHA, H.O.; KOEHLER, C.W.; CALDAS, R.L.S.; HILDEBRAND, E.E.; Bio-elementos em folhas e hastes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) sobre cambisolos na região de Mandirituba-PR. **Revista Floresta**, Curitiba, v.14, n.2, p.49-54, 1983.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. Erva-mate. In: **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1983. p.284-292. (Sellowia, n.34-35, 1983).
- REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. Erva-mate. In: **Projeto madeira de Santa Catarina**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978. p.68-75. (Sellowia, n.28-30, 1978).
- REY, H.Y.; BURTNIK, O.J.; SANSBERRO, P.A.; MROGINSKI, L.A. Medios para el establecimiento *in vitro* de explantos de la yerba mate (*Ilex paraguariensis*). **Turrialba**, San José, v.41, p.306-310, 1991.
- REY, H.Y.; MROGINSKI, L.A. Regeneración de plantas de yerba mate (*Ilex paraguariensis*) por cultivo *in vitro* de ápices caulinares y de segmentos nodales. **Phyton**, Buenos Aires, v.48, p.139-145, 1988

- RICCO, R.A.; WAGNER, M.L.; GURNI, A.A. Estudio comparativo de flavonoides en especies austrosudamericanas del genero *Ilex*. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate: biologia e cultura no Cone-sul**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995. p.243-249.
- RODIGHERI, H.R. Rentabilidade econômica comparativa entre plantios florestais e sistemas agroflorestais com erva-mate, eucalipto e pinus e as culturas do feijão, milho, soja e trigo. Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. 36p. (EMBRAPA-CNPf, Circular Técnica, 26).
- ROMUSSI, G.; CAFAGGI, S.; BIGNARDI, G. Hemolytic action and surface activity of triterpene saponins from *Anchusa officinalis* L. **Pharmazie**, v.35, n.8, p.498-499, 1980.
- SAINI, E.D.; COLL, O.R. de **Enemigos naturales de los insectos y acaros perjudiciales al cultivo de la yerba mate en la Republica Argentina**. Montecarlo (Misiones, Argentina): INTA, 1993. 32p. (INTA-EEA Montecarlo, Publicacion, 2).
- SAINT-HILAIRE, Auguste de. **Viagem ao Rio Grande do Sul (1820-1821)**. 2ª São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1939. 167 v. (Biblioteca Pedagógica Brasileira. Sér. 5.a: Brasileira). Tradução de Leonam de Azeredo Pena.
- SANSBERRO, P.A.; REY, H.; BERNARDIS, A.; LUNA, C.; COLLAVINO, M.; MROGINSKI, L. Plant regeneration of *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae) by *in vitro* culture of nodal segments. **Biocell**, v.24, n.1, p.53-63, 2000.
- SANSBERRO, P.A.; REY, H.Y.; MROGINSKI, L.A.; COLLAVINO, M.M. Obtención de plantas mediante el cultivo *in vitro* de embriones de yerba-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997a. p.422. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- SANSBERRO, P.A.; REY, H.Y.; MROGINSKI, L.A.; COLLAVINO, M.M. Regeneración de plantas de yerba-mate por cultivo *in vitro* de segmentos uninodales de plantas jóvenes. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997b. p.423. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).

- SANTANA, D.L.Q.; FLECHTMANN, C.H.; MILANEZ, J.M.; MEDRADO, M.J.S.; MOSELE, S.H.; CHIARADIA, L.A. Ácaros em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) no sul do Brasil. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. P.464. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- SATUR, C.A.; DALURZO, H.C.; VAZQUEZ, S.; ANDERSSON, H.G. Propiedades edáficas y diferentes niveles de rendimientos en yerbales de San Javier y L. N. Alem (Misiones). In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p.438. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; HEINZMANN, B.M.; MONTANHA, J.A.; ATHAYDE, M.L.; TAKETA, A.C. Saponinas em espécies do gênero *Ilex*. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate: biologia e cultura no Cone-sul**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995. p.251-256.
- SCHERER, R.A. Posibilidades de seleccion precoz de “yerba-mate” – *Ilex paraguariensis* St. Hil. – en la region de produccion de Argentina. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p.433-434. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- SCHIFFL, C.F. Estudo de épocas para a poda da erva-mate In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Colombo. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p.89-97. (EMBRAPA-CNPf, Documentos, 33).
- SCHINELLA, G.R.; TROIANI, G.; DAVILA, V.; DE BUSCHIAZZO, P.M.; TOURNIER, H.A. Antioxidant Effects of an Aqueous Extract of *Ilex paraguariensis*. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.269, n.2, p.357-360, 2000.

- SCHNEIDER, C.; PETRY, G. Aspectos da cultura da erva-mate na região de Erebangó, município de Getúlio Vargas-RS, em propriedades da Empresa Hoppen, Petry & Cia. Ltda. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), 10, Curitiba. **Anais...**Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985. p.64-70. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 15).
- SCHREINER, H.G. Associação de leguminosas com plantios florestais para a cobertura e melhoramento do solo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n.16, p.1-12, 1988.
- SCHREINER, H.G.; BAGGIO, A.J. Sistemas agroflorestais com erva-mate: resultados experimentais. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), 10, Curitiba. **Anais...**Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1983. p.75-81. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 15).
- SILVA, A.G.; GONÇALVES, C.R.; GALVÃO, D.M.; GONÇALVES, A.J.L.; GOMES, J.; SILVA, M.N.; SIMONI, L. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Laboratório Central de Patologia Vegetal, 1968. Parte.2, Tomo 1. 622p.
- SOARES, C.M.; IEDE, E.T. EMBRAPA investe no controle da broca da erva-mate. **Folha da Floresta**, Curitiba, v.5, Edição Especial, Novembro, p.7, 1997.
- SOSA, D.A. Fertilización en el cultivo de la yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.). In: MAYOL, R.M. **Yerba mate: 3º curso de capacitación en producción**. Cerro Azul: INTA-EEA Cerro Azul-Centro Regional Misiones, 1997. p.105-107.
- SPEGAZZINI, C. Hongos de la yerba-mate. **Anales del Museo Nacional de Buenos Aires**, Buenos Aires, serie 3a, n.10, p.111-141, 1908.
- STAMMER, E.E.; TOMAZ, R. **Ocorrência de fungos e bactérias fitopatogênicos no Estado do Paraná**. Curitiba: Secretaria do Estado da Agricultura e do Abastecimento/DEFIS/Centro de Diagnóstico Marcos Enrietti, 1991. 91p.
- STURION, J.A. **Produção de mudas e implantação de povoamentos de erva-mate**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988. 10p. (EMBRAPA-CNPQ, Circular Técnica, 17)

- SWANSTON-FLATT, S.K. Glycaemic effects of traditional European plant treatments for diabetes. Studies in normal and streptozotocin diabetic mice. **Diabetes Research**, v. 10, n. 2, p.69-73. 1989
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Redwood City: The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc., 565p. 1991.
- TORMEN, M.J. Economia ervateira brasileira. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate: biologia e cultura no Cone-sul**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995. p.27-40.
- TRUJILLO, M.R. Agroecosistema yerbatero de alta densidad: plagas y enemigos naturales. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate: biologia e cultura no Cone-sul**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995. P.129-134.
- TYLER, V.E.; BRADY, L.R.; ROBBERS, J.E. **Farmacognosia**. Buenos Aires: El Ateneo, 1979.
- VELLOSO, L.G.C.; NOWACKI, M.J.; VERNALHA, M.M. Contribuição ao levantamento fitossanitário do Estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.4, p.9-24, 1949.
- VELLOSO, L.G.C.; NOWACKI, M.J.; VERNALHA, M.M. Contribuição ao levantamento fitossanitário do Estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.4, p.9-24, 1949.
- VENIALGO, C.A. Labranza In: INTA. **Curso de capacitación en producción de yerba mate**. 2 ed.. Cerro Azul: INTA-EEA Cerro Azul-Centro Regional Misiones, 1995. p. 51-58.
- VERNALHA, M.M. **Contribuição para o conhecimento dos coccídeos (Homoptera, coccioidea) de *Ilex* sp. no Estado do Paraná**. Curitiba: Escola Superior de Agricultura e Veterinária do Paraná, 52p. 1957. Tese (Concurso para Cátedra de Entomologia e Parasitologia Agrícolas) – Universidade Federal do Paraná, 1957.
- VERNALHA, M.M.; ROCHA, M.A.L. ; GABARDO, J.C.; SILVA, R.P. **Principais pragas das plantas cultivadas no Estado do Paraná**. Curitiba: Diretório Acadêmico Lucio Vellozo, 1968. 264p.

- VERNALHA, M.M.; ROCHA, M.A.L.; SOARES, S.G.; GABARDO, J.C. Sobre as pragas que ocorrem em plantas cultivadas no Estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.12, p.41-68, 1966.
- VICTORA, C.G.; MUÑOZ, N.; DAY, N.E.; BARCELOS, L.B.; PECCIN, D.A.; BRAGA, N.M. Hot beverages and oesophageal cancer in southern Brazil: a case-control study. **International Journal of Cancer**, v.39, p. 710-716, 1987.
- VIEGAS, A.P. Aquifoliaceae. In: **Índice de fungos da América do Sul**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1961. p.249-249.
- WEBB, D.A. XCIX - Aquifoliaceae. In: TUTIN, T.G.; HEYWOOD, V.H.; BURGESS, N.A.; MOORE, D.M.; VALENTINE, D.H.; WALTERS, S.M.; WEBB, D.A. (eds.) **Flora Europaea**. Cambridge: University Press, 1968. v.2, p. 241.
- WICHTL, M. **Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals**: a handbook for practice on a scientific basis. Boca Raton: CRC Press, 1994. 566p.
- WIGHT, B ; BRANDLE, J.; BOES, T. **Windbreaks for rural living**. Nebraska: University of Nebraska, SD (sem data). 4p. (University of Nebraska Cooperative Extension, EC 91-1767-X).
- WINGE, H.; WOLLHEIM, C.; CAVALLI-MOLINA, S.; ASSMANN, E.M.; BASSANI, K.L.L.; AMARAL, M.B.; COELHO, G.C.; FREITAS-SACCHET, A.M.O.; BUTZKE, A.; VALDUGA, A.T.; MARIATH, J.E.A. Variabilidade genética em populações nativas de erva-mate e a implantação de bancos de germoplasma. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate**: biologia e cultura no Cone-sul. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995. p.324-345.
- ZANON, A. **Produção de sementes de erva-mate**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988. 8p. (EMBRAPA-CNPQ, Circular Técnica, 16)
- ZIDKO, A. Flutuação populacional de *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer, 1917) (Homoptera, Psyllidae) no Município de Chapecó, SC. Chapecó: UNOESC/ Faculdade de Biologia, 1998. 45p. (Monografia).

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1* – Distribuição do gênero *Ilex* L. (adaptado de Loesener, 1908, por GIBERTI, 1995b).
- Figura 2* – Número de espécies do gênero *Ilex* em cada país ou região sul-americana onde existe o gênero (adaptado de GIBERTI, 1995b).
- Figura 3* – Flor masculina de erva-mate (Foto: G.K. Linney. Acervo: Prof. Gerald D. Carr, Oregon State University).
- Figura 4* – Frutificação madura de erva-mate (imagem parcial de DA CROCE e FLOSS, 1999)
- Figura 5* – Sementes de erva-mate beneficiadas (imagem parcial de DA CROCE e FLOSS, 1999)
- Figura 6* - Área de ocorrência natural da erva-mate (OLIVEIRA e ROTTA, 1985).
- Figura 7* – Tipos climáticos de Köppen definidos dentro da área de ocorrência natural da erva-mate (adaptado de OLIVEIRA e ROTTA, 1985).
- Figura 8* – Regiões bioclimáticas de Golfari (1971) definidas dentro da área de ocorrência natural da erva-mate (adaptado de Oliveira e Rotta, 1985).
- Figura 9* – Aspecto de uma boa planta matriz para produção de sementes (A), e de plantas inadequadas (B)
- Figura 10* – Sementeiras de erva-mate, cobertas com folhas de palmeiras (A) e com sacos de aniagem (B).
- Figura 11* – Canteiro de mudas de erva-mate, no sistema de raízes nuas (imagem de DA CROCE e FLOSS, 1999).
- Figura 12* – Muda com má formação do sistema radicular, em função de imperícia na operação de repicagem (imagem de DA CROCE e FLOSS, 1999).
- Figura 13* – Operação de eliminação da bolha de ar, na repicagem de mudas.
- Figura 14* – Zonas de redução de vento em quebra-ventos: H – altura do quebra-vento; Densidade do quebra-vento = 60 a 80% (QUANN et al., sd).
- Figura 15* – Modelos de quebra-ventos.
- Figura 16* – Exemplo da disposição das plantas em quebra-ventos: disperso (A); regular com três linhas (B); regular com cinco linhas (C).
- Figura 17* – Modelos de canais de drenagem (PICHET, 1987).
- Figura 18* – Sistema de fertilização de mudas produzidas em tubetes, sobre trilhos (exemplo em viveiro de eucalipto).
- Figura 19* – Nivelamento de substrato (A) e mesa vibratória para compactação (B)

Figura 20 – Gabarito coletivo para preparação dos tubetes para repicagem de mudas.

Figura 21 – Produção de matéria seca total média por plântula de erva-mate, aos sete meses de idade após a repicagem, em função de diferentes tratamentos com solução nutritiva (BELLOTE e STURION, 1985).

Figura 22 – (A) Corte transversal do pireno (semente) de erva-mate, indicando o embrião estágio de coração; (B) destaque do embrião em estágio de coração, antes do cultivo in vitro; (C) embrião completamente desenvolvido após o cultivo in vitro (modificado de FERREIRA et al., 1995).

Figura 23 – Plantadeira de mudas produzidas em tubetes, com injetor de polímero hidroretentor (gel) acoplado.

Figura 24 – Proteção das mudas de erva-mate no campo: Poncho de capim (A); Laminados em dupla face (B) (imagens de DA CROCE e FLOSS, 1999); Folhas de palmeiras (C); Tábua (D)

Figura 25 – Custos, receita e receita líquida para a erva-mate em monocultivo na região sul do Brasil, espaçamento 5 x 2 m (A), e em consórcio com milho (B) (RODIGHERI, 1997).

Figura 26 – A – Ramo de erva-mate atacado pela cochonilha-de-cera, *Ceroplastes grandis* (contribuição da Dr^a S.R.C.Penteado/CNPF); B – Planta inteira atacada pela cochonilha-de-cera (COLL e SAINI, 1992).

Figura 27 – A – Inseto adulto causador da ampola-da-erva-mate, *Gyropsylla spegazziniana*; B – deformações em folhas jovens causadas pelo mesmo inseto (imagens de DA CROCE e FLOSS, 1999).

Figura 28 – A – Larvas pequenas de *Hylesia nigricans* em folhas de erva-mate; B – Larva desenvolvida; C – Casulo protetor da ooteca; D – Inseto adulto (imagens de COLL e SAINI, 1992).

Figura 29 – Larva de *Isomerida picticollis* em ramos de erva-mate (contribuição da Dr^a S.R.C.Penteado/CNPF)

Figura 30 – A – Ovo da broca-da-erva-mate, *Hedypathes betulinus*; B – Larva; C – Pupa; D – Adulto; E - Galerias e sinais da ação de fungos deterioradores da madeira, em corte longitudinal (imagens de COLL e SAINI, 1992); F – Galerias em corte transversal de tronco (contribuição da Dr^a S.R.C.Penteado/CNPF).

Figura 31 – A – Danos causados pelo ácaro-do-bronzeado, *Dichopelmus notus*, em folhas de erva-mate; B – Colônia do ácaro-do-bronzeado (imagens de COLL e SAINI, 1992).

Figura 32 – A – Adulto áptero do pulgão-do-broto, *Toxoptera aurantii*; B – Adulto alado (imagens de COLL e SAINI, 1992).

Figura 33 – A – Adulto do gorgulho da erva-mate, *Naupactus xanthographus*; B – Danos

(imagens de COLL e SAINI, 1992).

Figura 34 – A e B – Adultos de gorgulhos da erva-mate, *Naupactus* spp (imagens de COLL e SAINI, 1992).

Figura 35 – Colônia do ácaro vermelho, *Oligonychus yothersi* (imagen de COLL e SAINI, 1992).

Figura 36 – Colônia do ácaro branco, *Poliphatarsonemus latus* (imagen de COLL e SAINI, 1992).

Figura 37 – A - Ovos de *Perigonias lusca*; B – Larva; C – Danos; D - Pupas; E – Adultos (imagens de COLL e SAINI, 1992).

Figura 38 – A – Larva de tirinteína, *Thyrinteina arnobia*; B – Adultos (imagens de COLL e SAINI, 1992).

Figura 39 – A – Larva de *Semaepus* sp; B – Adulto (imagens de COLL e SAINI, 1992).

Figura 40 – A – Larva de *Stenoma decora*; B – Adulto (imagens de COLL e SAINI, 1992).

Figura 41 – A – Larva de *Argyrotaenia sphaleropa*; B – Adulto (imagens de COLL e SAINI, 1992).

Figura 42 - Sintoma de tombamento de plântulas na fase de pré-emergência, formando reboleira em sementeira de erva-mate (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Figura 43 - Sintoma de tombamento de plântulas na fase de pós-emergência, em sementeira de erva-mate (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Figura 44 - Mortalidade de plântulas de erva-mate, provocada pela podridão de raízes (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Figura 45 - Murcha e secamento de plântulas de erva-mate, provocada pela podridão de raízes (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Figura 46 - Mancha foliar (pinta-preta) provocada por *Cylindrocladium spathulatum*, na face superior de folha de erva-mate (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Figura 47 - Mancha foliar (pinta-preta) provocada por *Cylindrocladium spathulatum*, na face inferior de folha de erva-mate (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Figura 48 - Deformações de folhas jovens de erva-mate, características da antracnose, provocadas por *Colletotrichum* sp. (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Figura 49 – Antracnose em plântulas de erva-mate, provocadas por *Colletotrichum* sp. (contribuição de Grigoletti Junior/Embrapa/CNPQ).

Figura 50 - Manchas foliares características de cercosporiose, em folhas de erva-mate

(imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Figura 51 - Folhas de erva-mate cobertas e presas pelo micélio do fungo *Corticium* sp., causador do mal-da-teia , (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Figura 52 - Fumagina folhas de erva-mate (esquerda, imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996; direita, de DA CROCE e FLOSS, 1999).

Figura 53 - Sinais de fuligem na face inferior de folhas de erva-mate (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Figura 54 - Sintoma característico da morte dos ponteiros em erva-mate (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Figura 55 - Queda de folhas e podridão de estacas de erva-mate, provocadas por fungos, sob nebulização (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Figura 56 - Sintomas de podridão de estacas de erva-mate, provocados por fungos, sob nebulização (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Figura 57 - Podridão do tronco de erva- mate, mostrando frutificações de fungos basidiomicetos (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Figura 58 – Queda de folhas em plantas de erva-mate no campo, causada por *Cylindrocladium spathulatum* (contribuição de Grigoletti Junior/Embrapa/CNPF).

Figura 59 - Sintoma de ataque de *Rosellinia* sp. em plantas jovens de erva-mate (imagem de GRIGOLETTI JUNIOR e AUER, 1996).

Figura 60 - Colheita em erval nativo: corte irregular, com 100% de desfolhamento (A); preparação do fardo (B); amarração do fardo (C); baldeio mecanizado do fardo (D); carregamento do fardo em caminhão (E).

Figura 61 - Sapegador de erva-mate, de chapa metálica perfurada e movimento manual.

Figura 62 - Sapegador de erva-mate, metálico, de movimento mecânico, com cilindro em 1º plano.

Figura 63 - Sapegador de erva-mate, metálico, de movimento mecânico, com esteira abastecedora em 1º plano.

Figura 64 - Jirau ou tendal do carijo (MAZUCHOWSKI, 1989).

Figura 65 - Barbacué tipo paraguaio, carregado com erva-mate para secagem (Museu da erva-mate, Ponta Porã, MS).

Figura 66 – Duas modalidades de barbacuás tipo brasileiro (A e B).

Figura 67 - Saída de calor no piso do barbacué tipo brasileiro.

Figura 68 - Cancha utilizada na fragmentação por tração animal (A), destacando o rolo triturador (B) (Museu da erva-mate, Ponta Porã, MS).

Figura 69 - Ilustração do fragmentador ou soque de erva-mate.

Figura 70 - Erva-mate cancheada.

Figura 71 - Diagrama de uma planta industrial moderna para secagem de erva-mate (modificado de KÄNZIG, 1997).

Figura 72 - Triturador (A) e enfardamento (B) de erva-mate para tereré.

Figura 73 – Empacotamento semi-mecanizado (A) e manual de tereré, chimarrão ou chá-mate.

Figura 74 - Diagrama de uma planta industrial básica para moagem de erva-mate cancheada.

Figura 75 - Diagrama de uma planta industrial moderna para moagem de erva-mate cancheada (modificado de KOTIK, 1997).



Diagramação, Impressão e Acabamento

Triunfal Gráfica e Editora

Rua José Vieira da Cunha e Silva, 920/930/940 - Assis/SP
CEP 19800-141 - Fone: (18) 3322-5775 - Fone/Fax: (18) 3324-3614
CNPJ 03.002.566/0001-40