

MELHORAMENTO GENÉTICO E SELEÇÃO EM ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis*). CONTRIBUIÇÃO E EXPERIÊNCIAS DE UM SÉCULO DE MELHORAMENTO DO CHÁ-DA-ÍNDIA (*Camellia sinensis*)

Marcos Deon Vilela de Resende^{*}
Rosângela Maria Simeão^{**}
José Sebastião Cunha Fernandes^{***}
José Alfredo Sturion^{****}

RESUMO

Existe uma grande similaridade entre os cultivos e utilizações do chá-da-índia e da erva-mate. O melhoramento genético do chá-da-índia iniciou-se no princípio deste século e muita experiência se acumulou nesta área, experiência esta que pode ser utilizada em benefício do melhoramento da erva-mate. O presente trabalho teve por objetivos analisar algumas técnicas e resultados obtidos com o melhoramento e seleção em chá-da-índia, visando gerar subsídios para o direcionamento e implementação de eficientes programas de melhoramento da erva-mate. Os pontos fortes do programa desenvolvido para o chá-da-índia e que podem ser aplicados ao melhoramento da erva-mate são: adoção de medições repetidas em cada planta; seleção com base na estabilidade de produção das plantas ao longo das safras; utilização de delineamentos experimentais com repetições para a recomendação de clones para plantio; realização de testes clonais em duas etapas (uma para eliminação dos piores clones e outra para a seleção final dos melhores clones). Como pontos fracos ou ineficientes do programa para chá-da-índia, que não devem ser utilizados no melhoramento da erva-mate citam-se: inexistência de programa de melhoramento a longo prazo, utilização de testes de progênies, visando à seleção de clones. Em termos de qualidade da bebida, grandes avanços foram obtidos através da realização de provas de degustação e análises bioquímicas e colorimétricas, as quais devem ser adotadas no melhoramento da erva-mate.

PALAVRAS-CHAVE: seleção clonal, eficiência seletiva, estratégias de melhoramento.

* Eng.-Agrônomo, Mestre, CREA nº 50602/D, Pesquisador da *Embrapa Florestas*.

** Bióloga, Mestre, CRB nº 1271803/B, Doutoranda do Dept^o de Genética da Universidade Federal do Paraná.

*** Eng.-Agrônomo, Doutor, Professor do Departamento de Genética da Universidade Federal do Paraná.

**** Eng. Florestal, Doutor, CREA nº 47.263, Pesquisador da *Embrapa Florestas*.

ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis*) BREEDING AND SELECTION: CONTRIBUTIONS AND RESULTS FROM A CENTURY OF TEA (*Camellia sinensis*) BREEDING

ABSTRACT

There is a great similarity between tea and erva-mate cultivation and uses. Tea breeding was performed since the beginning of this century and the experience gained in this area can be used in erva-mate breeding program. This paper discusses some techniques and results applied to tea breeding and selection aiming to guide efficient erva-mate breeding programs. The following strong features of the program can be applied to erva-mate breeding: use of repeated measures in each plant; selection based on stability of the production; use of the replicated experimental designs for clone selection; use of two-stage clone selection. The following detrimental points of the program may be avoided in erva-mate breeding: the absence of long-term breeding program and the use of progeny testing for clone selection. In terms of the quality of the products, great advances were obtained by using taste proofs and biochemical analysis, and they are requested in erva-mate breeding.

KEY WORDS: clonal selection, selective efficiency, breeding strategies.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as bebidas estimulantes mais consumidas no mundo, destacam-se o chá-da-índia (*Camellia sinensis*), ocupando o primeiro lugar, e em seguida o café (*Coffea arabica*) (Ochse et al., 1965). No Brasil, outras bebidas estimulantes muito consumidas são obtidas a partir da erva-mate (*Ilex paraguariensis*). Os produtos oriundos da erva-mate são também muito consumidos na Argentina, Paraguai, Uruguai, Chile, Alemanha, Síria, Líbano, Bolívia e Estados Unidos (Gortari, 1997) e a expansão da cultura tem sido notável no Brasil, Argentina e Paraguai, onde programas de melhoramento da espécie estão sendo executados.

A erva-mate é uma espécie florestal, embora o seu cultivo se assemelhe ao de outras espécies perenes agrícolas. Carpanezi (1995) indaga se o modelo de cultivo para a erva-mate deveria ser baseado na silvicultura ou na fruticultura, relatando muitas similaridades com a fruticultura. Entretanto, pode-se considerar que o cultivo que mais se assemelha ao da erva-mate é o do chá-da-índia, podendo-se enumerar as seguintes semelhanças: cultivo perene, folha como a parte vegetativa de interesse comercial, bebida estimulante como produto de consumo, colheitas repetidas na mesma planta, necessidade de podas de formação e produção, importância da qualidade da bebida. A similaridade entre os dois cultivos já foi relatada anteriormente (Prat Kricun, 1989; Scherer, 1997).

Originário da China, o chá-da-índia foi um artigo de comércio por mais de 1.000 anos antes que fosse introduzido, como bebida, na Europa, no século XVII e se tornasse extremamente popular no hemisfério ocidental, durante os séculos XVIII e XIX. O chá foi introduzido (como bebida) na Inglaterra por volta de 1650 e passou a substituir o café como bebida favorita. Por volta de 1700, variedades de chá foram introduzidas na Indonésia e mais tarde na África. No século XIX, plantações em

grande escala foram estabelecidas na Índia. No século XX, plantações consideráveis de chá foram estabelecidas também na América do Sul (Argentina, Brasil - Vale do Ribeira - SP, Chile e Peru) (Ochse et al., 1965). Dentre os maiores produtores mundiais de chá, destacam-se Índia, Ceilão, China, Indonésia, Kenya, Japão e Argentina (Purseglove, 1979). O chá-da-índia é, portanto, cultivado desde épocas remotas acumulando-se muita experiência a respeito de seu cultivo, que pode ser utilizada em benefício do cultivo da erva-mate. Especificamente no caso do melhoramento genético, os programas iniciaram-se no princípio do século, notadamente na Indonésia, Índia, Ceilão e Japão, sendo que, na Índia, grandes esforços foram direcionados à melhoria da qualidade da bebida (Ochse et al., 1965). No programa de melhoramento genético da erva-mate na Argentina, tem-se utilizado algumas técnicas empregadas no melhoramento do chá-da-índia (Belingheri & Prat Kricun, 1997).

O presente trabalho objetiva analisar algumas técnicas e resultados obtidos com o melhoramento e seleção em chá-da-índia, visando gerar subsídios para o direcionamento e implementação de eficientes programas de melhoramento da erva-mate.

2. MELHORAMENTO PARA PRODUÇÃO DE MASSA VERDE

Por volta de 1910, na Indonésia, iniciaram-se programas mais modernos de melhoramento do chá. O método padrão seguido em 40 anos (após este período a Indonésia se encontrava muito a frente da Índia, em termos de melhoramento genético do chá, conforme relatado por Visser, 1974) de melhoramento constituiu-se das seguintes etapas (Ochse et al., 1965).

- 1 Seleção fenotípica de matrizes, em grandes áreas plantadas com mudas oriundas de sementes;
- 2 Teste clonal ou de progênies de polinização aberta (a espécie é alógama), das matrizes selecionadas na etapa (1);
- 3 Seleção das matrizes com base na etapa (2) e plantio clonal das mesmas.

A etapa (1) baseava-se nas seguintes sub-etapas:

- a. avaliação visual e seleção realizada pelos trabalhadores responsáveis pelas colheitas, os quais, via de regra, apresentavam suficiente experiência para avaliar, de forma indireta, o rendimento das plantas;
- b. realização de seis colheitas (safras) em cada uma das plantas selecionadas na sub-etapa (a). Neste caso, computou-se em 48 plantações comerciais, uma correlação de $0,95 \pm 0,02$ entre a produção média de seis safras e a produção verdadeira das plantas, ao final de todas as safras.

Ainda na etapa (1), os seguintes padrões foram utilizados na seleção:

- produção média de massa foliar, pelo menos 300% acima da média geral da população;
- rendimentos consistentes de uma safra para outra (estabilidade temporal de rendimento);
- de 1928 a 1938, cerca de um milhão de plantas foram submetidas à

avaliação, tendo-se selecionado 1600 plantas, perfazendo uma intensidade de seleção da ordem de 0,2%. Estas plantas foram submetidas a teste clonal ou de progênies de polinização aberta.

Na etapa (2), as matrizes selecionadas na etapa (1) não poderiam ser testadas em um único experimento atendo-se ao requisito de uniformidade de blocos. Assim, a etapa (2) era realizada em duas sub-etapas:

- c. um delineamento típico, utilizado desde 1935, consistiu no estabelecimento de testes com sete clones ou famílias e uma testemunha comum (ou seja, oito tratamentos) a todos os testes, estabelecidos em 4 blocos casualizados e com 8 plantas por parcela (delineamento similar tem sido adotado para o melhoramento da erva-mate na Argentina, conforme relatado por Belingheri & Prat Kricun (1997);
- d. novo teste, envolvendo os clones selecionados na etapa (c).

A eficiência do procedimento de melhoramento empregado pode ser inferida com base nos estimadores do ganho genético \hat{G}_s , associado às diferentes etapas, considerando a utilização do material selecionado através de propagação assexuada ao final da etapa (2d):

$$1a. \quad \hat{G}_s = K_1 \hat{h}_a^2 \hat{\sigma}_F;$$

$$1b. \quad \hat{G}_s = K_2 \frac{m \hat{h}_a^2}{1 + (m - 1)r} \left[\frac{1 + (m - 1)r}{m} \right]^{1/2} \hat{\sigma}_F;$$

$$2c. \quad \hat{G}_s = K_3 \frac{N \hat{h}_a^2}{1 + (N - 1) \hat{h}_a^2} \left[\frac{1 + (N - 1) \hat{h}_a^2}{N} \right]^{1/2} \hat{\sigma}_F$$

considerando a realização de teste clonal e não de progênies;

$$2d. \quad \hat{G}_s = K_4 \frac{N \hat{h}_a^2}{1 + (N - 1) \hat{h}_a^2} \left[\frac{1 + (N - 1) \hat{h}_a^2}{N} \right]^{1/2} \hat{\sigma}_F,$$

considerando a realização de teste clonal e não de progênies;

onde: \hat{h}_a^2 herdabilidade no sentido amplo; r : repetibilidade; $\hat{\sigma}_F$ desvio padrão fenotípico; m : número de medições ou safras; e N : número de rametes por clone, e K_1 : diferencial de seleção padronizado.

O ganho na etapa (1a) provavelmente foi muito baixo, pois envolveu a seleção em diferentes fazendas e em diferentes anos, fato que, associado à seleção visual,

deve ter concorrido para uma \hat{h}_a^2 muito baixa, tendendo a zero. As demais etapas devem ter concorrido para um ganho genético alto, devido aos seguintes fatores: alta intensidade de seleção e seleção em nível de médias de safras na etapa (1b); uso de delineamento experimental e seleção em nível de médias de clones nas etapas (2c) e (2d).

Assim, o programa, embora iniciado antes do pleno desenvolvimento da Genética Quantitativa e da Estatística Experimental (que ocorreu após 1930), mostrou-se muito eficiente. Os seguintes pontos fortes do programa podem ser ressaltados e devem ser empregados no melhoramento da erva-mate:

- a adoção de medidas repetidas em cada planta em um número bastante adequado conduzindo a uma repetibilidade de 0,95 em nível de médias (precisão) de safras, ($R^2 = m r / [1 + (m - 1)r] = 0,95$, onde $m = 6$, e portanto $r = 0,76$). A utilização de médias de safras realizadas a curtos períodos permite selecionar, indiretamente, para a variável velocidade de emissão e desenvolvimento de brotos;
- seleção de plantas com rendimentos consistentes de uma safra a outra, considerando na seleção não apenas a produção média de todas as safras, mas a estabilidade de produção das plantas ao longo das safras;
- a utilização de delineamentos experimentais com repetições, para a recomendação de clones para plantio;
- a realização de testes clonais em duas etapas, a primeira para eliminação dos piores clones e a segunda para comparação simultânea de clones em um mesmo experimento, visando a seleção final. Este sistema tem sido adotado atualmente em espécies florestais.

Alguns pontos da metodologia empregada necessitam maiores esclarecimentos. Nem sempre testes clonais foram utilizados, sendo que, algumas vezes, testes de progênies de polinização aberta (meios irmãos) foram empregados. Para inferência sobre a eficiência da utilização de testes de progênies e testes clonais, as seguintes expressões para estimativa do ganho genético foram derivadas:

A. Realização de testes de progênies de meios irmãos

A.1. Variância fenotípica em nível de médias $\hat{\sigma}_{Fp}^2$

$$\hat{\sigma}_{Fp}^2 = \left(\frac{1}{4} \right) \hat{\sigma}_d^2 + \left(\frac{3}{4} \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_{Na}^2 + \hat{\sigma}_u^2 \right) / N = \frac{1 + (N - 1)(1/4)\hat{h}_r^2}{N} \hat{\sigma}_F^2$$

A.2. Herdabilidade ($\hat{h}_{P_1}^2$) e ganho genético (\hat{G}_s) associados à seleção de parentais nos dois sexos e plantio via sementes

$$\hat{h}_{P_1}^2 = (1/2) \hat{\sigma}_d^2 / \hat{\sigma}_{Fp}^2 = \frac{N(1/2)\hat{h}_r^2}{1 + (N - 1)(1/4)\hat{h}_r^2}$$

$$\hat{G}_s = K \hat{h}_{P_1}^2 \left[\frac{1 + (N - 1)(1/4)\hat{h}_r^2}{N} \right]^{1/2} \hat{\sigma}_F$$

A.3. Herdabilidade ($\hat{h}_{p_2}^2$) e ganho genético (\hat{G}_s) associados ao plantio clonal das matrizes

$$\hat{h}_{p_2}^2 = (1/2)\hat{\sigma}_A^2 / \hat{\sigma}_{Fp}^2 = \frac{N(1/2)\hat{h}_r^2}{1 + (N-1)(1/4)\hat{h}_r^2}$$

$$\hat{G}_s = K \hat{h}_{p_2}^2 \left[\frac{1 + (N-1)(1/4)\hat{h}_r^2}{N} \right]^{1/2} \hat{\sigma}_F$$

Verifica-se que: $\hat{h}_{p_1}^2 = \hat{h}_{p_2}^2 = \hat{h}_p^2$

B.1. Variância fenotípica em nível de médias

$$\hat{\sigma}_{Fc}^2 = (\hat{\sigma}_A^2 + \hat{\sigma}_{NA}^2) + \hat{\sigma}_a^2 / N = \frac{1 + (N-1)\hat{h}_a^2}{N} \hat{\sigma}_F^2$$

B.2. Herdabilidade e ganho genético associado à seleção de parentais nos dois sexos e plantio via sementes

$$\hat{h}_{c_1}^2 = \hat{\sigma}_A^2 + \hat{\sigma}_{FC}^2 = \frac{N \hat{h}_r^2}{1 + (N-1)\hat{h}_a^2}$$

$$\hat{G}_s = K \hat{h}_{c_1}^2 \left[\frac{1 + (N-1)\hat{h}_a^2}{N} \right]^{1/2} \hat{\sigma}_F$$

B.3. Herdabilidade e ganho genético associado ao plantio clonal

$$\hat{h}_{c_2}^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2 + \hat{\sigma}_{NA}^2}{\hat{\sigma}_{FC}^2} = \frac{N \hat{h}_a^2}{1 + (N-1)\hat{h}_a^2}$$

$$\hat{G}_s = K \hat{h}_{c_2}^2 \left[\frac{1 + (N-1)\hat{h}_a^2}{N} \right]^{1/2} \hat{\sigma}_F$$

Em que: $\hat{\sigma}_A^2$, $\hat{\sigma}_{NA}^2$ e $\hat{\sigma}_a^2$ são, respectivamente, variância aditiva, variância não aditiva e variância ambiental.

Com base nestas expressões, as seguintes conclusões podem ser enunciadas:

- tendo-se realizado o teste de progênie, o plantio (das matrizes selecionadas) via sementes ou via propágulos clonais conduz ao mesmo ganho genético.
- tendo-se realizado o teste clonal, o plantio das matrizes selecionadas, via propágulos clonais, conduz a um maior ganho genético desde que haja dominância, cuja eficiência ou superioridade é dada por:

$$E = \frac{G_s B.3}{G_s B.2} = \frac{\hat{h}_a^2}{\hat{h}_r^2} = 1 \text{ ou } 1.50 \text{ para ausência de dominância ou dominância completa, respectivamente.}$$

- quando o objetivo é realizar o plantio via sementes, a melhor opção de teste pode ser determinada através da eficiência (E_1) relativa das duas opções:

$$E_1 = \frac{G_s A.2}{G_s B.2} = \frac{\hat{h}_p^2}{\hat{h}_{c1}^2} \left[\frac{1 + (N-1)(1/4)\hat{h}_r^2}{1 + (N-1)\hat{h}_a^2} \right]^{1/2} = 0,5 \left[\frac{1 + (N-1)\hat{h}_a^2}{1 + (N-1)(1/4)\hat{h}_r^2} \right]^{1/2}$$

Considerando-se uma população com nível intermediário de melhoramento e a presença de dominância completa, tem-se que $\hat{h}_r^2 = 0,20$ e considerando-se ausência de dominância $\hat{h}_a^2 = 1,5 \hat{h}_r^2$.

Tomando-se $\hat{h}_r^2 = 0,20$, tem-se as seguintes eficiências do teste de progênies sobre o teste clonal, para números (N) variados de indivíduos ou rametes por matriz:

Dominância	Número de Rametes por Clone (N)		
	10	30	100
sem	0,69	0,83	0,93
com	0,80	1,00	1,14

Com base nestes valores, pode-se concluir:

- com $N < 30$, o teste clonal é sempre melhor que o teste de progênies;
- na ausência de dominância, o teste clonal é sempre melhor que o teste de progênies;

- na presença de dominância completa e com $N = 30$, os dois métodos se equivalem;
- na presença de dominância completa, o teste de progênie só é vantajoso em relação ao teste clonal com $N > 30$. Com $N = 100$, a superioridade é de 14%;
- em geral, pode-se dizer que o teste clonal não é de todo mal, quando se objetiva realizar plantios via sementes, possibilitando a adoção de um método que poderia denominar-se seleção massal em nível de médias;
- **quando o objetivo é realizar o plantio clonal, a melhor opção de teste pode ser determinada através da eficiência (E_2) relativa das duas opções:**

$$E_2 = \frac{G_s B.3}{G_s A.3} = \frac{\hat{h}_a^2}{0,5\hat{h}_r^2} \left[\frac{1 + (N - 1)(1/4)\hat{h}_r^2}{1 + (N - 1)\hat{h}_a^2} \right]^{1/2}$$

Através das mesmas considerações realizadas no tópico anterior, tem-se as seguintes eficiências do teste clonal sobre o teste de progênie, para números (N) variados de indivíduos ou rametes por matriz:

Dominância	Número de Rametes por Clone (N)		
	10	30	100
sem	1,44	1,20	1,07
com	1,88	1,51	1,32

Neste caso, pode-se concluir que a realização de teste clonal é sempre vantajosa, sendo mais vantajosa que o teste de progênie, quanto maior a dominância e quanto menor N.

Lembrando-se que, no caso do chá, utilizou-se $N = 32$, pode-se dizer que perdeu-se entre 20% e 50% de eficiência quando se utilizou testes de progênie em detrimento dos testes clonais.

A melhor opção geral, envolvendo método de teste e sistema de propagação, pode ser indicada comparando-se ganhos $G_s B.3$ com $G_s A.2$ ou com $G_s A.3$, uma vez que estes últimos são iguais. Assim, esta comparação pode ser realizada com base nos próprios valores de E_2 .

Conforme esperado, o teste clonal seguido por plantio clonal é a melhor estratégia geral.

De maneira geral, o programa desenvolvido na Indonésia mostrou-se eficiente como forma de maximizar ganhos a curto prazo, na população de produção. Entretanto, o programa de melhoramento, visando a obtenção de ganhos a longo prazo, o qual deve ser baseado em testes de progênie e seleção recorrente, parece ter ficado muito prejudicado. O programa de melhoramento da erva-mate

desenvolvido pela *Embrapa* (Sturion & Resende, 1997) utiliza simultaneamente testes clonais e testes de progênies, não apenas com o propósito de testar e utilizar matrizes, mas, principalmente, objetivando selecionar novos indivíduos dentro dos testes de progênies, visando o melhoramento a curto prazo e também a longo prazo, através de seleção recorrente.

Recentemente, os programas de melhoramento do chá na China têm priorizado a ampliação da base genética de seus germoplasmas (Liu & Zhou, 1994) provavelmente procurando amenizar as conseqüências de exagerada ênfase empregada inicialmente na capitalização de ganhos genéticos imediatos com seleção.

Na Índia, os programas de melhoramento do chá tem enfatizado a realização de medidas repetidas a curto prazo, como forma de abreviar a avaliação e seleção de plantas (Satyanarayana & Ramachandran, 1981), obtendo-se resultados favoráveis. No caso da erva-mate, a utilização de medições de safra e safrinha poderia também ser experimentada como alternativa de seleção mais precoce. Ainda na Índia, tem sido enfatizada a utilização de sementes de pomares biclonais, envolvendo clones com características complementares (Satyanarayana et al., 1995). Para produção de massa verde, tem-se observado em estudos conduzidos na Índia a presença de considerável variação genética aditiva (Singh et al., 1995), fato que denota uma situação bastante favorável aos programas de seleção recorrente.

Estudos de seleção precoce em chá, demonstraram a utilidade da seleção a nível de viveiro, como forma de se antecipar (eliminação inicial) e aumentar a eficiência da seleção de clones superiores na Indonésia (Visser, 1974; 1984). Esta estratégia poderia ser avaliada em erva-mate.

A produção de massa foliar de uma mesma matriz, propagada por semente ou via clonal é, nas primeiras colheitas, 20% menor no material propagado clonalmente. Porém, com o passar do tempo, os clones tendem a superar o material de sementes (Ochse et al., 1965). Em erva-mate, esta questão necessita ser melhor estudada.

3. MELHORAMENTO PARA QUALIDADE DE BEBIDAS

Em erva-mate, uma das áreas menos estudadas tem sido a qualidade dos produtos industrializados. Entretanto, no contexto do melhoramento genético, é importante que se melhore também a qualidade das bebidas e não apenas a produtividade. Contudo, atualmente, não existem subsídios necessários para que se possa incluir a qualidade nos programas de melhoramento. Sobretudo, não existe a contraparte necessária das indústrias, em termos de direcionamento de padrões de qualidade para os produtos.

A questão da qualidade das bebidas existe de longa data para chá-da-índia, sendo incluída nos programas de melhoramento. A qualidade é mais difícil de ser avaliada do que a produção, pois está associada às variáveis qualitativas e não quantitativas. De maneira geral, a qualidade pode ser avaliada com base em características externas e internas. Segundo Ochse et al. (1965), as características externas são a cor das folhas e a pilosidade da gema terminal, ao passo que as características internas referem-se ao aroma, cor da infusão, sabor e adstringência. Tem sido observado que plantas com folhas mais claras fornecem infusões com cor mais forte e plantas com folhas escuras tendem a propiciar aroma e adstringência mais acentuados. Assim, têm sido gerados clones de folhas claras e também clones de folhas escuras, visando atender as diferentes preferências.

As características qualitativas externas podem ser avaliadas diretamente na planta, mas as características internas devem ser avaliadas no produto processado. Neste sentido, foram desenvolvidos métodos que permitem avaliar pequenas amostras de folhas de plantas individuais. A cor da infusão pode ser avaliada visualmente ou colorimetricamente através de comparações com padrões, sendo desta forma facilmente avaliada. Por outro lado, o aroma e o sabor somente podem ser avaliados por degustadores. No Ceilão, desde a década de 1950 têm sido realizadas provas de degustação, empregando-se técnicas estatísticas para a análise de resultados provenientes de diferentes degustadores (Ochse et al., 1965). Atualmente, análises bioquímicas e avaliações organolépticas (degustação) têm sido utilizadas conjuntamente na seleção, para qualidade do chá no Kenya (Wachira, 1994) e Malawi (Temple, 1995; Nyirenda & Mphangwe, 1996).

Em erva-mate, estudos básicos relativos à influência de fatores genéticos e ambientais (associados ao processamento) na qualidade dos produtos são essenciais. Estes estudos exigem uma parceria efetiva entre indústrias e instituições de pesquisa, pois, via de regra, serão demandados degustadores e informações mercadológicas.

4. CONCLUSÕES

- Os pontos fortes do programa de melhoramento do chá-da-índia, que podem ser aplicados ao melhoramento da erva-mate, são: adoção de safras repetidas em cada planta; seleção com base na estabilidade de produção das plantas ao longo das safras; utilização de delineamentos experimentais com repetições para as recomendações de clones para plantio; realização de testes clonais em duas etapas (uma para eliminação dos piores clones e outra para a seleção final dos melhores clones); realização de provas de degustação e análises bioquímicas e colorimétricas para seleção para qualidade da bebida.
- Os pontos fracos ou ineficientes do programa de melhoramento do chá-da-índia, que devem ser evitados no melhoramento da erva-mate, são: inexistência de programa de melhoramento a longo prazo; utilização de testes de progênies, visando a seleção de clones (neste caso, perdeu-se de 20% a 50% em eficiência).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELINGHERI, L.D.; PRAT KRICUN, S.D. Programa de mejoramiento genético de la yerba mate en el Inta. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE. 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais**. Colombo. EMBRAPA-CNPQ, 1997. v.267-278. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 33).
- CARPANEZZI, A.A. Cultura da erva-mate no Brasil: conflitos e lacunas. In: WINGE, H., coord. **Erva-mate: biologia e cultura do Cone Sul**. Porto Alegre: Ed. da Universidade, 1995. p.43-46.

- GORTARI, J. El Mercosur y la economía yerbatera: una aproximación al impacto en la pequeña producción regional. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE. 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais**. Colombo. EMBRAPA-CNPf, 1997. p.23-48. (EMBRAPA-CNPf. Documentos, 33).
- LIU, Z.S.; SHOU, J. Progress in the field of tea breeding researches in the past 30 years in China. **Journal of Tea Science**, v.14, n.2, p.89-94, 1994.
- NYIRENDA, H.E.; MPHANGWE, N.I.K. The role of the tea industry in the participatory organoleptic assessment of the potential clones and its implications. Quarterly Newsletter, n.122, p.10-11, 1996.
- OCHSE, J.J.; SOULE JUNIOR., M.J.; DIJKMAN, M.J.; WEHLBURG, C. **Té**: mejoramiento y selección. In: _____. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. México: Limusa-Wiley, 1965. v.2, p.161-170.
- PRAT KRICUN, S.D. Selección precoz en clones de té (*Camellia sinensis* (L.) O.Kuntze). Cerro Azul: INTA, 1989. 5p. (INTA. Informe Técnico, 51).
- PURSEGLOVE, J.W. Theaceae. In: _____. Tropical crops Dicotyledons. [S.l.]: Longman, 1979. p.599-612.
- SATYANARAYANA, N.; RAMACHANDRAN, K. Criteria for tea clonal selection-yield prediction. **Journal of Plantation Crops**, v.9, n.1, p.62-65, 1981.
- SATYANARAYANA, N.; SREEDHAR, C.; ILANGO, R.V.J.; COX, S.; GUNASUNDARI, R. Progress in selection, breeding and grafting in tea. **Bulletin of United Planters Association of Southern India**, n.48, p.35-46, 1995.
- SINGH, I.D.; CHAKRABORTY, S.; BORDOLDI, S.C. Estimates of genetic variability of yield in tea (*Camellia sinensis* L.) in northeast India. **Indian Journal of Genetics & Plant Breeding**, v.55, n.1, p.20-23, 1995.
- SCHERER, R.A. Early selection of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) in Argentina. Bonn: University of Bonn, 1997. 58p. Tese.
- STURION, J.A.; RESENDE, M.D.V. de. Programa de melhoramento genético da erva-mate do Centro Nacional de Pesquisa de Florestas da EMBRAPA. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE. 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p.285-298. (EMBRAPA-CNPf. Documentos, 33).
- TEMPLE, C.M. Biochemical methods for the plant breeder. In: REGIONAL TEA RESEARCH SEMINAR, 1., 1995, Malawi. **Proceedings**. Malawi: [s.n.], 1995. 7p.
- VISSER, T. **Selection and breeding in tea**. [S.l.: s.n.], 1974. 9p. Presented in Seminar at Gamburg.
- VISSER, T. **Notes on the selection of tea clones**. [S.l.: s.n.], 1984. 8p.
- WACHIRA, F.N. Breeding and clonal selection in relation to black tea quality: a review. **Tea**, v.15, n.1, p.56-66, 1994.