

ELAINE VIVIAN OLIVA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PRODUTIVIDADE DE PROCEDÊNCIAS
E PROGÊNIES DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)
CULTIVADAS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO NO
MUNICÍPIO DE IVAÍ – PR**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Ciência do Solo, do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr. Carlos Bruno Reissmann
Co-orientadora: Dra. Celina Wisniewski
Co-orientador: Dr. Sergio Gaiad

**CURITIBA
2007**

“Nunca considere o estudo como uma obrigação, mas sim como uma oportunidade invejável de aprender sobre a influência libertadora da beleza no domínio do espírito, para seu prazer pessoal e para o proveito da comunidade à qual pertencerá seu trabalho futuro”.

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Expresso meus sentimentos especialmente;

À Deus;

Ao professor Carlos Bruno Reissmann pela orientação, apoio e incentivo, confiança e por tantos momentos alegres e construtivos que passamos juntos;

A professora Celina Wisniewski pelo carinho e atenção dispensada em todos os momentos;

Ao Dr. Sergio Gaiad, pesquisador da Embrapa/Florestas, pela co-orientação e pelo auxílio nas coletas realizadas a campo;

Ao Dr. José Alfredo Sturion, pesquisador da Embrapa/Florestas, pelas sugestões e possibilidade da realização da pesquisa;

Ao Dr. Edílson Batista de Oliveira, pesquisador da Embrapa/Florestas, pelo auxílio na realização das análises estatísticas;

A Embrapa Florestas pelo suporte financeiro;

A empresa Bitumirim pela cessão da base física para a instalação do experimento e apoio na coleta do material;

Ao Sr. Afonso Oliszesk e Dalnei Dalzoto Neiverth pelo apoio nas coletas realizadas, incentivo, presteza e carinho sempre que lá estivemos;

Ao secretario Gerson Novicki do setor de pós-graduação, pela paciência, incentivo, amizade e presteza sempre que me atendeu;

Aos funcionários dos Laboratórios do departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Aldair, José Roberto, Reginaldo, Roberto, Elda pela paciência, auxílio na realização das análises laboratoriais;

A Maria Simone, Maria Helena, Vera Lúcia e Helena Maria da biblioteca de Ciências Agrárias pela paciência e presteza sempre que me atenderam;

A Eng^a. Química Ms. Claudia Mara Pereira do Laboratório da Embrapa/Florestas, pela realização de grande parte das análises químicas;

Aos graduandos de Agronomia, bolsistas de Iniciação Científica – CNPq, Marcio Coelho e Dalva Paulista Miaqui pelo auxílio nas coletas realizadas a campo, nos processos metodológicos do laboratório e nas análises químicas;

Aos meus amigos e colegas do curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo pela amizade, incentivo e apoio;

Aos meus amigos, mestrandos em Ciência do Solo Hélio, Guilherme, Daniela, Ricardo, Marcos, Paulo, Delmar, Eliziani e Silmara pelo apoio, incentivo, compreensão e pelos momentos alegres que passamos juntos,

Ao Giovano Brondani pela amizade e todo auxílio durante a conclusão da dissertação;

A Marla Alessandra pelo auxílio técnico, sugestões, carinho e pelo apoio dispensados em todos os momentos durante a realização da dissertação.

A minha querida amiga Criselli pela força, incentivo, apoio e pelas lindas palavras de conforto que me dissestes quando mais precisei nesse percurso;

Aos meus amigos e colegas do Curso de Ciências Biológicas de União da Vitória, especialmente à Silmara Cordeiro e ao Emerson Rodrigo Martins pelo apoio e incentivo;

Aos professores do curso de Ciências Biológicas de União da Vitória que acreditaram, confiaram e incentivaram a realização do mestrado;

A professora Marinez Salete Tagliari pela amizade, dedicação, orientação e incentivo na realização do mestrado;

A todos os meus amigos que torceram por mim, acreditaram e compreenderam os momentos de ausência durante a realização da dissertação;

A minha família pela confiança, incentivo, carinho e por sempre estarem torcendo por mim em todos os momentos;

SUMÁRIO

SUMÁRIO	v
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL	3
2.1.1 Importância da erva-mate no Brasil	3
2.2 DISTRIBUIÇÃO NATURAL DA ERVA-MATE	4
2.3 DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA E BOTÂNICA	6
2.4 ESTADO NUTRICIONAL	8
2.5 PESQUISAS REALIZADAS COM A ESPÉCIE	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 CARACTERÍSTICA DA ÁREA EXPERIMENTAL	14
3.1.1 Localização da Área	14
3.1.2 Estabelecimento do Experimento	15
3.2 PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM	15
3.3 ANÁLISES QUÍMICAS FOLIARES	16
3.4 ANÁLISE DO SOLO	17
3.6 EFICIÊNCIA NUTRICIONAL VIA FOLIAR	19
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 BIOMASSA	20
4.2 ANÁLISE QUÍMICA FOLIAR DE MACRONUTRIENTES	22
4.3 ANÁLISE QUÍMICA FOLIAR DE MICRONUTRIENTES, AL E NA	25
4.4 CONTEÚDO DE NUTRIENTES EM PROGÊNIES DE ERVA-MATE	31
4.5 CORRELAÇÕES SIMPLES ENTRE AS VARIÁVEIS FOLIARES DE IVAÍ E BARÃO DE COTEGIPE	32
4.6 EFICIÊNCIA NUTRICIONAL	33
4.7 ANÁLISE DO SOLO	37
4.8 CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DO SOLO X PLANTA E SOLO X PRODUÇÃO	42
5 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	47
ANEXOS	57

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - IDENTIFICAÇÃO DAS PROCEDÊNCIAS E SUAS RESPECTIVAS PROGÊNIES DE ERVA-MATE (<i>Ilex paraguariensis</i> St. Hil)	15
TABELA 2 - PESO MÉDIO DA COPA (kg E Mg ha ⁻¹), MASSA FRESCA E, DE 100 FOLHAS (g), MASSA SECA DE 12 PLANTAS, COLETADAS EM AGOSTO DE 2005 E SEUS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO E DETERMINAÇÃO (MÉDIA DE 4 REPETIÇÕES).....	21
TABELA 3 - TEORES MÉDIOS DE MACRONUTRIENTES (g kg ⁻¹) DE PROGÊNIES DE ERVA-MATE DA PROCEDÊNCIA DE IVAÍ - PR E BARÃO DE COTEGIPE - RS CULTIVADAS EM IVAÍ - PR.....	25
TABELA 4 - TEORES MÉDIOS DE MICRONUTRIENTES, Na E Al (mg kg ⁻¹) DE PROGÊNIES DE ERVA-MATE DA PROCEDÊNCIA DE IVAÍ - PR E BARÃO DE COTEGIPE - RS.	30
TABELA 5 - CONTEÚDO DE MACRONUTRIENTES EM PROGÊNIES DE ERVA-MATE (MÉDIA DE 12 PLANTAS/PROGÊNIE)	31
TABELA 6 - CONTEÚDO DE MICRONUTRIENTES, Al E Na DE PROGÊNIES DE ERVA-MATE (MÉDIA DE 12 PLANTAS/PROGÊNIE).	32
TABELA 7 - EFICIÊNCIA DE NUTRIENTES POR PROGÊNIES DE ERVA-MATE	34
TABELA 8 - EFICIÊNCIA DE NUTRIENTES POR PROGÊNIES DE ERVA-MATE	35
TABELA 9 - ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO DO EXPERIMENTO AMOSTRADOS À PROFUNDIDADE DE 0 – 20 cm (MÉDIA DE 40 AMOSTRAS).....	37
TABELA 10 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO DO EXPERIMENTO (MÉDIA DE 40 AMOSTRAS).....	38
TABELA 11 - TEORES MÉDIOS DE MACRONUTRIENTES EM AMOSTRAS DE SOLOS POR PROGÊNIE DE ERVA-MATE.....	39
TABELA 12 - TEORES MÉDIOS POR PROGÊNIE DE Fe, Mn, Cu E Zn EXTRAÍDOS COM ÁCIDO CÍTRICO, Al E Na POR HCl 1 mol L ⁻¹	40
TABELA 13 - TEORES MÉDIOS POR PROGÊNIE DE Zn E Cu EXTRAÍDOS COM ÁCIDO CLORÍDRICO 0,1 mol L ⁻¹	42

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO NATURAL DA ERVA-MATE	5
FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL EM IVAÍ NO ESTADO DO PARANÁ.....	14
FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO DA COLETA DAS AMOSTRAS: (A) AMOSTRAS FOLIARES E (B) AMOSTRAS DE SOLO.....	18
FIGURA 4 - CORRELAÇÕES ENTRE O PESO (g) DE 100 FOLHAS E O PESO (kg) DA COPA DE PROGÊNIES DE ERVA-MATE.	21
FIGURA 5 - CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DA PLANTA DE IV E BC	33
FIGURA 6 - CORRELAÇÕES ENTRE Zn E Cu EXTRAÍDO COM ÁCIDO CÍTRICO E ÁCIDO CLORÍDRICO	41
FIGURA 7 - CORRELAÇÕES LINEARES SIMPLES OBTIDAS ENTRE OS NUTRIENTES DO SOLO X PLANTA E PLANTA X PRODUÇÃO.....	44

RESUMO

A pesquisa teve por objetivo avaliar o estado nutricional de procedências de erva-mate Ivaí - PR e Barão de Cotegipe - RS e suas respectivas progênies em plantio experimental cultivadas sobre Latossolo Vermelho distrófico, instalado em blocos ao acaso com quatro repetições. As amostras foliares foram coletadas no período do inverno, na porção mediana da copa viva com exposição norte. De seis plantas de cada progênie por repetição, foram selecionadas as três mais homogêneas, totalizando 12 indivíduos por progênie. A avaliação dos dados foi baseada em resultados do levantamento de biomassa explorável da copa viva e o peso da massa de 100 folhas, análise química foliar permitindo o cálculo de exportação e eficiência de utilização nutricional, complementarmente realizou-se a análise química e granulométrica do solo. Observou-se correlação entre o peso da copa e de 100 folhas para as progênies 11, 25 e 53, sendo determinado o melhor coeficiente de correlação para a progênie 25 ($r = 0,93$) seguindo-se as progênies 11 ($r = - 0,80$) e a 53 ($r = 0,77$). Em geral obteve-se para a procedência de Barão de Cotegipe a superioridade do peso da biomassa fresca. Os teores de macronutrientes das folhas N, P, K, Ca e Mg foram considerados satisfatórios tanto para procedência de Ivaí quanto para Barão de Cotegipe. Os teores de N, P, Ca e Mg apresentaram diferença significativa entre as procedências. Os micronutrientes, Fe, Cu e B diferiram estatisticamente entre ambas as procedências. Os teores de Zn, Fe, Cu, bem como o Al e o Na diferiram estatisticamente entre as progênies das procedências. O Mn apresentou diferença significativa apenas para as progênies de Barão de Cotegipe. Quanto aos conteúdos que permitiram calcular a exportação de nutrientes pelas folhas, observou-se que o grupo formado por N, K, Ca, Fe e Cu diferiram estatisticamente entre as progênies tanto de Ivaí quanto de Barão de Cotegipe. Quanto a eficiência, as progênies de Barão de Cotegipe foram mais eficientes na utilização dos nutrientes, P, Ca e Mg, Fe, Cu, Mn e B. Considerando a análise de calibração para Barão de Cotegipe, obteve-se correlação entre Zn (solo) x Peso da Copa ($r = 0,61$) e Fe (planta) x Peso de 100 folhas ($r = 0,63$). A procedência de Ivaí apresentou teores mais elevados tanto de macro como de micronutrientes, comparativamente à procedência de Barão de Cotegipe, indicando que um programa de melhoramento genético poderá refletir significativamente na melhoria da qualidade nutricional da erva-mate.

Palavras-chave: erva-mate, nutrientes, procedências e progênies.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the nutritional status of erva-mate provenances (Ivaí-PR and Barão de Cotegipe-RS) and their corresponding progenies in an experimental stand, layed out in a completely randomized blok design with four repetitions. From six plants of each samples unit, and progeny, the three most homogeneous of the group, were sampled. The data evaluations were based on the crown exploitable biomass and the mass of 100 leaves; chemical leaf analysis, allowing the nutrient export rate and utilization efficiencies; and the chemical and physical soil analysis. Correlation between the crown weight and 100 leaves was observed for the progenies 11, 25 and 53, being the best correlation coefficient determined for progeny 25 ($r=0,93$) followed by the progenies 11 ($r=-0,80$) and 53 ($r=0,77$). In a broad sense, Barão de Cotegipe showed superiority on the fresh biomass production. The nutrient content of the leaves of N, P, K, Ca and Mg were considered satisfactory for both proveniences, being the differences significant for N, P, Ca and Mg. The same significance between the provenances was observed for the micronutrients Fe, Cu and B. Among the progenies Zn, Fe, Cu, Al and Na showed significant differences irrespective from the provenances. Mn showed to be significantly different only for the progenies of the Barão de Cotegipe provenances. Considering the total nutrient content, that abow to calculate the nutrient export rate by the leaves exploitation, it was observed that the group formed by N, K, Ca, Fe and Cu differed statistically between the to provenances. Considering the nutrient efficiency utilization by the leaves, the provenance of the Barão de Cotegipe was more efficient in the utilization of the nutrients P, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn and B. Considering adjustment analysis, it could be observed, significant correlations between soil Zn and crown weight ($r=0,61$) and leaf Fe and 100 leaves weight ($r=0,63$) for the Barão de Cotegipe provenance. The provenance of Ivaí presented higher contents of macronutrientes and micronutrients in relation to Barão de Cotegipe provenance indicating that a genetic improvement program may reflect significantly in higher nutritional quality in erva-mate.

Key Word: erva-mate, nutrients, provenances and progeny

1 INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) é uma espécie de grande importância socioeconômica para os estados sulinos do Brasil, sendo encontrada predominantemente nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul. A erva-mate também é encontrada na Argentina, no Paraguai e Uruguai.

A espécie *Ilex paraguariensis* St. Hil faz parte de um dos sistemas agroflorestais mais antigos e característicos da região sul do Brasil (MEDRADO, 2004a). Devido ao seu potencial econômico, social e ecológico, a erva-mate é um dos principais produtos agrícolas atualmente (DONADUZZI et al., 2003), sendo que aproximadamente 80% de toda a área de distribuição natural da espécie encontra-se no Brasil (MACCARI JUNIOR e MAZUCHOWSKI, 2000; CARVALHO, 2003).

Segundo dados do (IBGE, 2004) o Brasil produziu um total de 226.837 toneladas de folhas de erva-mate nesse ano, destacando o Estado do Paraná como o principal produtor com participação de 55,83% no mercado nacional. A produção de erva-mate cancheada atualmente é de 550 mil toneladas, com uma participação de 30% do Estado do Paraná, 22% Santa Catarina e 48% do Rio Grande do Sul. A erva-mate é explorada economicamente em aproximadamente 482 municípios, envolvendo 180 mil propriedades rurais, cerca de 600 empresas e mais de 700 mil trabalhadores diretos, gerando cerca de R\$ 180 milhões por ano (MEDRADO, 2004a).

Devido às técnicas inadequadas de cultivo e manejo e, principalmente, pela baixa qualidade do material genético utilizado na produção de mudas, os ervais implantados apresentam baixa produtividade (FLOSS, 1997) e RESENDE, SIMEÃO e STURION (1997) enfatizam que a seleção de populações é uma etapa importante, tanto para a determinação de fontes de sementes para o plantio quanto para a identificação do germoplasma-base para a seleção.

A exploração florestal é uma prática agrícola que consiste na retirada do material arbóreo. No caso da erva-mate, folhas e ramos são explorados sucessivamente a cada dois anos. Este procedimento tem por consequência intensa exportação foliar tanto de macro como de micronutrientes.

A determinação da composição química foliar é um fator importante para avaliar o estado nutricional da planta, indicar as interações de antagonismo entre os

nutrientes e, em conjunto com a análise de solo, serve de base para corrigir eventuais deficiências nutricionais (MALAVOLTA; VITTI e OLIVEIRA, 1997).

A concentração de nutrientes de plantas quando cultivadas em ambientes iguais apresentam diferenças entre a mesma espécie (HARIDASAN, 2000) sendo que nas folhas pode representar mais que 30% do total da árvore (VAN DER DRIESSCHE, 1984). A composição química da planta varia significativamente com o tipo de solo, clima, época de amostragem, idade da planta e principalmente pelas características genéticas (MALAVOLTA, 1980).

Várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas há vários anos a fim de avaliar o estado nutricional da erva-mate, porém, ainda são escassas as informações sobre o assunto e, principalmente, em relação a procedências e progênies. Avaliar a concentração dos nutrientes foliares de procedências e progênies são importantes para a produtividade e qualidade da erva-mate. Diante disto, a presente pesquisa teve por objetivos:

Objetivo Geral:

Avaliar o estado nutricional de procedências (Ivaí - PR e Barão de Cotegipe - RS) e progênies de erva-mate em plantio experimental cultivadas em Latossolo Vermelho distrófico.

Objetivos Específicos:

➤ Investigar os teores dos macros (N, P, K, Ca e Mg) e micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn, B e Al e Na) de duas procedências de erva-mate, Ivaí - PR e Barão de Cotegipe – RS, com suas respectivas progênies cultivadas em plantio comercial no município de Ivaí – PR.

➤ Comparar a produtividade de massa foliar e o conteúdo dos nutrientes das procedências de Barão de Cotegipe e Ivaí e suas respectivas progênies cultivadas em Latossolo Vermelho distrófico;

➤ Analisar os macronutrientes N, P, K, Ca e Mg e os micronutrientes Fe, Cu, Mn e Zn, bem como Na e Al do solo, e;

➤ Estabelecer correlações entre os parâmetros foliares das procedências de erva-mate com as variáveis químicas do solo e a produtividade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL

2.1.1 Importância da erva-mate no Brasil

A espécie *Ilex paraguariensis* St. Hil. faz parte de um dos sistemas agroflorestais mais antigos e característicos da região sul do Brasil (MEDRADO, 2004a). Atualmente, a erva-mate é um dos principais produtos agrícolas devido ao seu potencial econômico, social e ecológico (DONADUZZI et al., 2003).

A região sul do Brasil concentra 98% da produção da erva-mate CONTO (2000) e, mais de 80% dos ervais nativos existentes ANUÁRIO BRASILEIRO DA ERVA-MATE (1999). Aproximadamente 80% do total da erva-mate processada no Brasil é consumida no próprio mercado interno, sendo que os demais 20% são exportados para Uruguai e Chile, além de Alemanha e Estados Unidos (MACCARI JUNIOR e MAZUCHOWSKI, 2000). A exportação da erva-mate está concentrada principalmente para o Uruguai, com aproximadamente 80%, 15% para o Chile, bem como, para demais países como o Japão, Canadá e Síria (MEDRADO, 2004a).

Segundo dados do IBGE (2004), o Brasil produziu um total de 226.837 toneladas de folhas de erva-mate nesse ano, destacando o Estado do Paraná como o principal produtor com participação de 55,83% no mercado nacional. Os principais municípios e maiores produtores de erva-mate deste Estado foram: São Mateus do Sul, Paula Freitas, Bituruna e Cruz Machado. Juntos, os municípios contribuíram com 48,72% da produção estadual e com 27,20% da produção nacional.

A produção de erva-mate cancheada atualmente é de 550 mil toneladas, com uma participação de 30% do Estado do Paraná, 22% Santa Catarina e 48% do Rio Grande do Sul. É explorada economicamente em aproximadamente 482 municípios, envolvendo 180 mil propriedades rurais, cerca de 600 empresas e mais de 700 mil trabalhadores diretos, gerando cerca de 180 milhões por ano (MEDRADO, 2004a).

Além dos estados da região sul do Brasil serem os maiores produtores de erva-mate, consumindo mais de 1/3 de sua produção na forma de chimarrão, o Estado do Paraná é o maior produtor de chá mate (MACCARI JUNIOR e SANTOS, 2000).

As folhas e os galhos finos da erva-mate, com o processo da industrialização, tornam-se matérias-primas para o preparo do chimarrão, tererê, chás em sachês, mate solúvel e bebidas prontas para consumo. Utilizando o seu extrato é possível fabricar detergentes e corantes para uso especialmente em hospitais VALDUGA (1995), cosméticos PAULA e CHOCIAL (2000), uso medicinal AZZOLINI e MACCARI JUNIOR (2000) e produtos de higiene (MACCARI JUNIOR e PINTO, 2000).

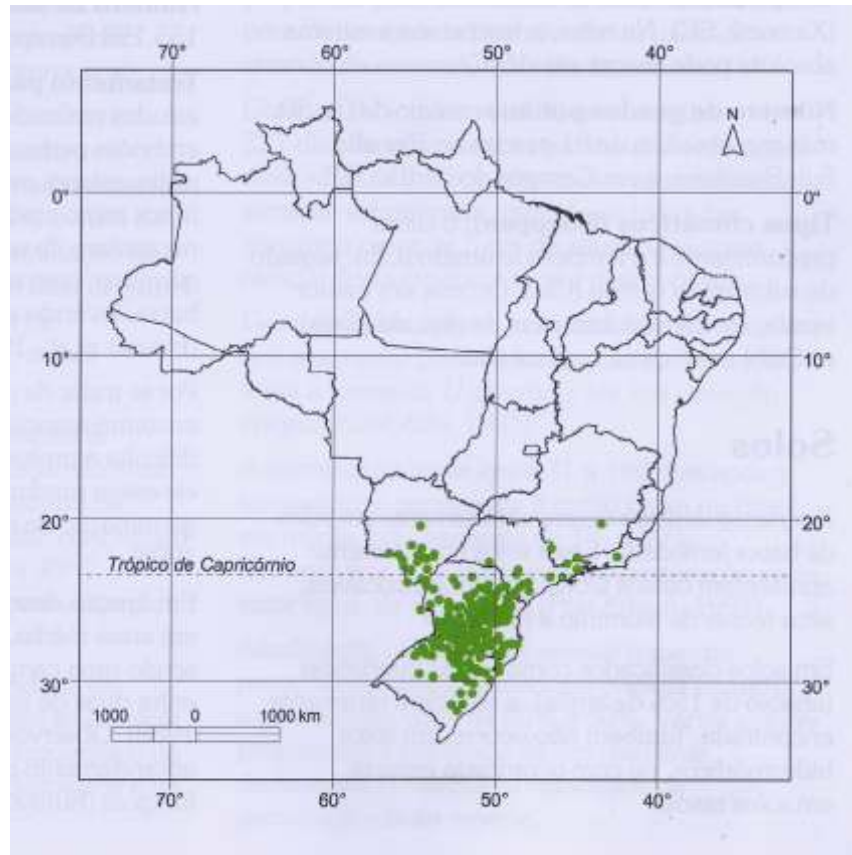
2.2 DISTRIBUIÇÃO NATURAL DA ERVA-MATE

A família Aquifoliaceae, à qual pertence à erva-mate, apresenta aproximadamente 600 espécies, dentre essas, 60 espécies são encontradas no Brasil (MACCARI JUNIOR e MAZUCHOWSKI, 2000). A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) é uma planta de origem sul-americana, encontrada predominantemente na região Sul do Brasil, nordeste da Argentina, parte oriental do Paraguai (GREIZERSTEIN et al., 2000; OLIVEIRA e ROTTA, 1985), também em pontos isolados no Uruguai (GREGIANINI e WINGE, 2000).

Especificamente, a área de abrangência da espécie é de aproximadamente 540.000 km², compreendendo territórios do Brasil, Argentina e Paraguai situados entre as latitudes 21° e 30 °S e longitudes de 48° 30' e 56° 10' W, com altitudes variando entre 500 e 1.000 m, salientando que a espécie pode ocorrer em pontos isolados, fora dos limites determinados. No Brasil a área de abrangência da erva-mate é de 450.000 km², localizada na região centro-norte do Rio Grande do Sul, praticamente em todo o Estado de Santa Catarina, centro-sul e sudeste do Paraná, sul do Mato Grosso do Sul e, em regiões onde há presença de *Araucaria angustifolia* em Minas Gerais e São Paulo (Figura 1). Abrange aproximadamente 5% do território brasileiro e 3% do território da América do Sul (OLIVEIRA e ROTTA, 1985).

A erva-mate é predominantemente encontrada em clima Cfb de acordo com a classificação de Köppen. Abrange a região sul-americana sob clima pluvial temperado, com chuvas regulares, distribuídas por todos os meses do ano, favorecendo um clima mais úmido, com variações de temperatura do mês mais quente superiores ou inferiores a 22° C (IAPAR, 1994). A espécie pode ser encontrada também em regiões de clima tipo Cta e Cwa, com precipitação média anual de aproximadamente 1.500 mm (OLIVEIRA e ROTTA, 1985).

FIGURA 1 - ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO NATURAL DA ERVA-MATE



FONTE: CARVALHO (2003).

A erva-mate é uma planta caracteristicamente encontrada em ambientes sombreados, crescendo espontaneamente em sub-bosques de pinhais, principalmente em Floresta Ombrófila Mista Montana com ocorrência de *Araucaria angustifolia* (CARVALHO, 2003), imbuia (*Ocotea porosa*), cedro (*Cedrela fissilis*), pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*), canjarana (*Cabralea canjerana*), alecrim (*Holocalyx balansae*), pinho-bravo (*Podocarpus sp*), mirtáceas, lauráceas, leguminosas (OLIVEIRA e ROTTA, 1985), além de outras espécies subtropicais do sul do Brasil (REITZ; KLEIN e REIS, 1978; INOVE; RODERJAN e KUNIYOSHI, 1984), gerando ambientes sombreados favoráveis ao seu desenvolvimento.

A erva-mate é freqüente em solos com baixo teor de nutrientes trocáveis e alto teor de alumínio, sendo tolerante a solos de baixa fertilidade natural (OLIVEIRA e ROTTA, 1985; MAZUCHOWSKI, 1991). Segundo MEDRADO (2004a), a espécie vegeta bem em solos com pH baixo. Porém, não suporta solos compactados,

encharcados ou pedregosos, devido a 80% do seu sistema radicular concentrar-se na camada superficial (MEDRADO et al., 2000). A espécie ocorre naturalmente em solos profundos, bem drenados, ácidos ou ligeiramente ácidos, argilosos e muito intemperizados (DEDECEK, 1997).

A textura dos solos da região de ocorrência da erva-mate é muito variável, sendo que a espécie prefere os solos que se encontram em equilíbrio na presença de areia, silte e argila (FERREIRA FILHO, 1948). A erva-mate é freqüente em texturas médias (entre 15 e 35% de argila) e argilosa (acima de 35%), porém raramente encontrada em areias quartzosas (abaixo de 15% de argila) (OLIVEIRA e ROTTA, 1985).

2.3 DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA E BOTÂNICA

Ilex paraguariensis, assim classificada em 1822 pelo naturalista francês August de Saint Hilaire que, em suas visitas de pesquisa a várias cidades, coletou amostras da espécie nas proximidades de Curitiba. Naquela época, a cidade pertencia à “Prov. de Saint Paul”, sendo desmembrada em 1853 (MAZUCHOWSKI, 1989). O termo “paraguariensis” utilizado na classificação deriva provavelmente de Paraguari, nome de uma pequena localidade do Paraguai ou de Paraguaia, denominação latina daquele país e por apresentar características muito semelhantes à erva-mate encontrada no Paraguai, o naturalista francês classificou a planta como “*paraguariensis*”, (OLIVEIRA e ROTTA, 1985).

A erva-mate é uma planta perenifólia, esciófita, seletiva higrófito característica das matas de pinhais (LORENZI, 2000; REITZ; KLEIN e REIS, 1988) apresentando vida longa, podendo atingir 100 anos (GREGIANINI e WINGE, 2000). Segundo CARVALHO (2003) a altura da erva-mate é bastante variável, em floresta a erva-mate pode atingir até 30 m de altura, porém, quando cultivada varia de 3 a 5 metros devido a poda realizada a cada 2 anos.

Segundo REITZ, KLEIN e REIS (1988) a erva-mate é uma arvoreta até árvore perenefoliada de 10 a 15 metros de altura, com tronco reto ou pouco tortuoso. Apresenta ramificação racemosa, quase horizontal, copa baixa, densifoliada e folhagem verde-escura, característica bem marcante da espécie. Casca externa cinza-clara a acastanhada, áspera a rugosa, com lenticelas abundantes formando, às vezes,

linhas longitudinais e munidas de cicatrizes transversais. A casca interna apresenta textura arenosa e cor branca-amarelada, a qual, após o corte, escurece rapidamente em contato com o ar. Folhas simples, alternadas, geralmente estipuladas, subcoriáceas até coriáceas, glabras, verde-escuras na parte superior e mais claras na parte inferior, limbo foliar obovado comumente com 5 a 8 cm de comprimento por 3 a 4 cm de largura, com margem irregularmente serrilhada ou denteada no terço da base geralmente lisa, ápice obtuso, freqüentemente com um mícron curto, nervuras laterais pouco impressas na parte superior e bem definidas na parte inferior. Pecíolo relativamente curto, medindo de 7 a 15 mm de comprimento. CARVALHO (2003) afirma que em sub-matas das florestas naturais, as folhas de erva-mate podem medir até 18 cm de comprimento e 5 cm de largura.

A espécie é dióica, isto é, apresenta flores masculinas e femininas separadamente, com coloração branca, pouco vistosa e pequena, sendo que cada indivíduo apresenta apenas um tipo floral. As flores femininas apresentam-se em pequenos fascículos com três flores e pedúnculo curto, porém, as masculinas possuem de três a cinco pedicelos e flores com pedúnculo longo. A floração no estado do Rio Grande do Sul ocorre de setembro a outubro, no Paraná de setembro a novembro, em Santa Catarina de setembro a dezembro e, em São Paulo, em novembro (CARVALHO, 2003). O fruto é uma baga-drupa globular muito pequena, medindo 6 a 8mm. Quando novo, apresenta cor verde e ao amadurecer torna-se vermelho-arroxeadado (REITZ e EDWIN, 1967). Os frutos geralmente amadurecem de Janeiro a Março, porém, em regiões com altitudes acima de 800 m pode ser encontrado frutos maduros no final de Abril e início de Maio (DA CROCE e FLOSS, 1999).

A erva-mate é de uma espécie de grande variabilidade genética (WINGE, 1997; COELHO et al., 2000) e fenotípica (RESENDE; STURION e MENDES, 1995). A erva-mate como é uma espécie florestal e nativa, podendo se enquadrar na categoria das espécies florestais que podem ser utilizadas para recuperar áreas de reserva legal ou preservação permanente (ROCHA JUNIOR, 2001).

A extração da erva-mate é uma das atividades econômicas mais antigas da região sul do Brasil. Devido ao desmatamento de inúmeras áreas para a prática agrícola, ocorreu a queda da produtividade dos ervais nativos, resultando no cultivo da espécie fora do seu habitat natural. No entanto, aproximadamente 15 milhões de mudas de erva-mate são produzidas anualmente na região sul do Brasil, sem

nenhum critério para a escolha das sementes, das árvores nativas ou dos povoamentos implantados (WENDT, 2005). A consequência disso é um resultado negativo, refletindo quantitativa e qualitativamente no produto final, devido à alta mortalidade de plantas, baixa produtividade e ervais heterogêneos.

2.4 ESTADO NUTRICIONAL

A análise química de nutrientes foliares tem sido objeto de pesquisa por várias décadas, principalmente em plantas de interesse econômico (MALAVOLTA, 1980) seja por avaliar seu estado nutricional, diagnosticar desequilíbrios nutricionais, indicar as interações de antagonismo entre os nutrientes ou recomendar medidas corretivas.

A análise foliar é uma das melhores técnicas para avaliar o estado nutricional das plantas (RODRIGUEZ, 1982; ULRICH e HILLS, 1990) e, em conjunto com a análise de solo, pode trazer melhores informações para a recomendação de fertilizantes (MALAVOLTA; VITTI e OLIVEIRA, 1997). A exploração florestal é uma prática agrícola que consiste na retirada do material arbóreo. No caso da erva-mate as folhas e ramos são explorados sucessivamente a cada dois anos, ocorrendo intensa exportação tanto de macronutrientes como micronutrientes da planta e do solo.

A concentração de nutrientes nas folhas pode representar mais que 30% do total da árvore (VAN DER DRIESSCHE, 1984). A concentração de nutrientes na planta varia significativamente com o material de origem e concentração dos nutrientes no solo, clima, espécie, idade da planta, época de coleta das amostras e, principalmente, das características genéticas. Segundo MALAVOLTA, VITTI e OLIVEIRA (1989), aspectos como eficiência na utilização metabólica, velocidade de absorção e de translocação de nutrientes específicos, tolerância a altas concentrações, são alguns dos vários fatores influenciados pelo genótipo de cada espécie.

Na presente pesquisa, em algumas situações, utilizou-se o termo satisfatório tendo em vista que o nutriente encontrava-se próximo dos resultados obtidos pelos autores citados, satisfazendo uma expectativa quanto a normalidade do teor. Na verdade, a veracidade desta afirmação requer experimentos que reflitam a produtividade de acordo com os níveis do nutriente considerado.

2.5 PESQUISAS REALIZADAS COM A ESPÉCIE

Com relação à nutrição mineral da erva-mate, pesquisas vêm sendo desenvolvidas há vários anos a fim de determinar os teores nutricionais da espécie. Porém, ainda são escassas as informações sobre o assunto, uma vez que não foram determinados os teores exigidos pela cultura para todos os nutrientes.

As primeiras pesquisas desenvolvidas com a erva-mate no Setor de Agronomia da UFPR tiveram início da década de 80. Em erval nativo localizado na região de Mandirituba REISSMANN et al. (1983) coletaram amostras foliares e hastes de erva-mate nativa, para determinar os teores de macro e micronutrientes. Os resultados obtidos pelos autores revelaram um bom suprimento dos nutrientes pela planta, entretanto, níveis elevados de Mn, Al e B e baixos teores de P. A relação N/P desfavorável, seria um indício do estado nutricional desequilibrado e provavelmente uma deficiência oculta de P.

Outra pesquisa na seqüência foi desenvolvida por REISSMANN et al. (1985), onde se analisou teor de macronutrientes da erva-mate em épocas de coletas diferentes. Os autores concluíram que a época de coleta do material foliar influencia na quantidade de macronutrientes exportados. Assim, considerando igualdade de biomassa coletada, exportaram-se 15% de N, 41% de P e 28% de K a mais em Outubro do que em Junho. Concluiu-se que a coleta de material foliar deve ser realizada na época de menor atividade vegetativa.

Para analisar as deficiências minerais, BELLOTE e STURION (1985), testaram o comportamento da espécie, cultivando a erva-mate em areia lavada com solução nutritiva completa e com omissão de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe e Zn. Em suas conclusões, determinaram, que o N é o elemento mais limitante à produção de matéria seca, uma vez que as plantas igualaram-se à testemunha. Em ordem decrescente quanto ao grau de limitação segue-se o Ca, P, K, Mg, Zn, Cu e Fe.

Em safra convencional (Maio-Outubro) e durante a safrinha (Dezembro – Janeiro), CAMPOS (1991) analisou a concentração de nutrientes em amostras coletadas em erval com 9 e 12 anos de idade. Em folhas amostradas com 9 anos de idade, os teores obtidos de P, Ca e Mg na época de colheita da safra, foram maiores em relação a época safrinha, porém para N e K, os teores obtidos foram maiores na época safrinha, apesar da diferença ser muito pequena em ambas as épocas de

amostragem. No entanto, aos 12 anos de idade, as concentrações de N, P, Ca e Mg obtidas na época da safra foram maiores em relação à safrinha, todavia, a concentração de K foi maior na safrinha, apesar do teor foliar apresentar pequena diferença para a época de coleta da safra.

Abrangendo as principais regiões produtoras de erva-mate de Misiones e Corrientes, SOSA (1994), analisou os nutrientes foliares da erva-mate amostradas mensalmente, com exceção dos meses de Agosto e Setembro, durante dois anos. Os teores médios obtidos para o P, Mg, Ca foram, respectivamente 1,5; 5,3 e 4,4 g kg⁻¹. Sendo que, o N e K participam em maior porcentagem de sua composição nutricional da erva-mate, com teores de 24,5 e 19,2 g kg⁻¹, respectivamente.

Em erval com três anos de idade, WISNIEWSKI et al. (1997), pesquisaram os teores dos nutrientes da planta na segunda poda de formação. Os nutrientes que mais chamaram a atenção nesse estudo foram o K e o Mg, apresentando teores baixos e altos, respectivamente, indicando antagonismo entre os elementos. No entanto, ocorreram teores de P relativamente altos para a espécie, e acúmulo de Mn e Al na planta.

No município de Irati – PR, WISNIEWSKI e CURCIO (1997) coletaram amostras foliares de erva-mate com um ano de idade, cultivada sobre cordões vegetados com falaris para determinação dos teores de macronutrientes e micronutrientes. A concentração foliar de N, P e K foram maiores nas amostras coletadas nos cordões vegetados com falaris (*Phalaris hibrido*), devido à adubação que foi realizada na plantação de fumo a montante. Os teores de P variaram de 6,8 – 11,4 g kg⁻¹; para o Mn, os teores encontrados foram de 1318 – 2708 mg kg⁻¹ e, para o Zn, o teor obtido foi de 102 – 125 mg kg⁻¹.

A partir do aumento da saturação de bases de um Cambissolo Álico, REISSMANN et al. (1997) coletaram amostras foliares e determinaram a composição química da espécie. O N teve aumento em todos os tratamentos analisados, variando de 17,6 g kg⁻¹ no tratamento testemunha a 20,1 g kg⁻¹ na saturação de bases máxima. Para os demais elementos P, K, Ca e Mg, os níveis encontrados na saturação de bases natural, respectivamente foram 2,00 g kg⁻¹, 16,9 g kg⁻¹, 4,6 g kg⁻¹ e 3,2 g kg⁻¹.

Em erval homogêneo, com sete anos de idade, localizado em uma toposequência em São Bento do Sul - SC, FOSSATTI (1997) alocou os sítios

amostrais para determinação dos níveis foliares de nutrientes e Al. Os resultados obtidos com relação ao estado nutricional do povoamento foram considerados satisfatórios para os elementos K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e B, médios a baixos para o N, com teores que variaram de 17,2 a 24,6 g kg⁻¹ e baixos para P com teores médios de 1,1 g kg⁻¹. A concentração do Al variou de 860 a 1272 mg kg⁻¹, com teor médio de 1066 mg kg⁻¹.

Em plantas de diversas idades e sob condições distintas de manejo, ocorrência natural, plantios e viveiros, REISSMANN, RADOMSKI e QUADROS (1999), determinaram a composição química foliar da erva-mate de sete regiões do Paraná. Os elementos que mais chamaram atenção na referida pesquisa foram o P, Mn e Al, variando de 0,5 a 3,2 g kg⁻¹, 346 a 330 mg kg⁻¹ e 167 a 1235 mg kg⁻¹, respectivamente.

Em função de diferentes níveis de sombreamento, RACHWAL et al. (2000) analisaram teores foliares de macronutrientes da erva-mate aos cinco anos de idade, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico na Fazenda Ignamate, em São Mateus do Sul - PR. Os teores de Ca e N não apresentaram diferença estatisticamente significativa, sendo que suas concentrações variaram de 5,1 a 5,8 g kg⁻¹ e 25,9 a 26,3 g kg⁻¹, respectivamente. Para os demais nutrientes P, K e Mg analisados, as concentrações obtidas variaram, respectivamente, de 0,82 a 0,94 g kg⁻¹, 11,5 a 16,2 g kg⁻¹ e 3,8 a 5,6 g kg⁻¹.

HEINRICHS e MALAVOLTA (2001) quantificaram os teores minerais de amostras comerciais de erva-mate processada. Foram tomadas três amostras tipo chimarrão e processadas para análises de macronutrientes e micronutrientes. Os nutrientes que mais chamaram atenção no estudo foram as concentrações de Mg e Mn, com teores médios de 4,9 g kg⁻¹ e 880 mg kg⁻¹, respectivamente. Segundo os autores, a concentração de Mg na erva-mate em comparação com as culturas café e cacau, ricas nestes nutrientes, apresentaram-se semelhantes, evidenciando uma concentração alta do nutriente para a espécie, uma vez que a análise foi feita com erva-mate tipo comercial, 30% de ramos e 70% de folhas.

Em erval homogêneo com oito anos de idade BORSOI e COSTA (2001) compararam os teores nutricionais de plantas de erva-mate atacadas e não atacadas pela broca-da-erva-mate (*Hedypathes betulinus*). Os níveis foliares de K, Ca, Fe, Zn e Na foram considerados adequados, baixos para P, e S e altos para N,

Mg, B, Mn e Cu. No entanto, os níveis de N foram considerados altos quando comparados com outras pesquisas. Os autores obtiveram teores de 52, 4 g kg⁻¹ em plantas não atacadas e teores de 52,1 g kg⁻¹ em plantas atacadas pela praga.

Em experimento realizado no município de Chapecó - SC, PANDOLFO et al. (2003) analisaram os níveis foliares da erva-mate cultivada em Latossolo Vermelho aluminoférrico, submetida a diferentes doses de adubação mineral e orgânica. Segundo os autores os teores de macronutrientes e micronutrientes presentes nas folhas situaram-se dentro das faixas normais para a cultura. Na ausência da adubação, os autores obtiveram teores médios para N, P, K, Ca e Mg, respectivamente, 24,1; 2,2; 16,1; 7,7 e 7,4 g kg⁻¹ e, teores de 191; 985; 41; 8 e 60 mg kg⁻¹ foram determinados para Fe, Mn, Zn, Cu e B, respectivamente.

Aos sete anos de idade, foram selecionados amostras foliares de morfotipos amarelinha, cinza e sassafrás, de erva-mate cultivada em Latossolo Vermelho na Fazenda Bitumirim em Ivaí – PR, onde BORILLE (2004) determinou os teores de N total da planta. Os teores encontrados não foram significativos para os morfotipos analisados, que variaram de 27,06 a 31,50 g kg⁻¹. No mesmo povoamento ROBASSA (2005), analisou a concentração de macronutrientes e micronutrientes em folhas jovens e maduras. Os teores médios de N, Ca, Mg e Al não apresentaram diferenças significativas entre os morfotipos estudados. No entanto, para as folhas jovens, a concentração de Fe variou de 62 – 109 mg kg⁻¹, porém, para as folhas maduras não houve diferença significativa estatisticamente, sendo que os teores encontrados foram de 85 – 102 mg kg⁻¹. As concentrações de Mn, Cu e Zn não apresentaram diferença significativa para as amostras de folhas jovens dos morfotipos analisados. Entretanto, houve diferença significativa para os elementos quando analisados em folhas maduras, variando respectivamente de 831 – 1564 mg kg⁻¹, 7 – 11 mg kg⁻¹ e 38 – 76 mg kg⁻¹.

Transcorridos oito anos após a calagem, REISSMANN e CARNEIRO (2004) determinaram a composição química foliar de amostras de erva-mate coletadas em Cambissolo Álico. Os autores não encontraram efeitos residuais significativos da calagem sobre os teores dos nutrientes K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu e Zn. Para K, Ca e Mg os teores obtidos na ausência da adubação respectivamente foram, 6,6; 5,0 e 8,5 g kg⁻¹ e teores de 1165; 54; 197 e 8,7mg kg⁻¹ foram determinados respectivamente para os micronutrientes Mn, Zn, Fe e Cu.

Plantas de erva-mate cultivadas em monocultura e sob floresta primária antropizada foram coletadas para determinação da composição química foliar. RAKOCEVICZ et al. (2006) constataram que o conteúdo de N foi mais elevado no cultivo em monocultura, com teores de $25,8 \text{ g kg}^{-1}$ em relação às amostras coletadas na floresta antropizada, com teores de $22,0 \text{ g kg}^{-1}$. No entanto o conteúdo de P, K, Ca e Mg foram mais elevados em amostras foliares coletadas na floresta antropizada, com teores de 1,7; 19,5; 7,6 e $5,5 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. O conteúdo de micronutrientes difere-se também entre as áreas analisadas, teores altos de $384,2 \text{ mg kg}^{-1}$ de Fe foram encontradas em monocultivo da espécie e teores altos de Cu e Zn foram encontrados em floresta antropizada, com 9,1 e $94,6 \text{ mg kg}^{-1}$. Assim, sendo as folhas de erva-mate clonais originaria em monocultura na presente pesquisa foram mais ricas em N, Fe e Mn, enquanto na floresta antropizada os teores de P, Ca, Mg, Cu e Z foram mais elevados.

Em um minijardim clonal, ROSA et al. (2006) analisaram o estado nutricional de minicepas de *Ilex paraguariensis* cultivadas sob diferentes doses de N. Os teores de N, P, K, Ca e Mg variaram da dose inferior para a superior de $21,8 - 30,7 \text{ g kg}^{-1}$, $3,4 - 2,2 \text{ g kg}^{-1}$, $42,9 - 31,7 \text{ g kg}^{-1}$, $9,1 - 8,5 \text{ g kg}^{-1}$ e $3,4 - 3,2 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. O teor mais elevado de Cu foi determinado quando utilizado o tratamento com a dose de N inferior ($0,2 \text{ g. L}^{-1} \text{ N}$), com teores de $9,1 \text{ mg kg}^{-1}$, $8,4 \text{ mg kg}^{-1}$ na dose média ($0,4 \text{ g. L}^{-1} \text{ N}$) e 7,6 na dose superior ($0,6 \text{ g. L}^{-1} \text{ N}$). No entanto, a concentração mais alta de Fe foi obtida no tratamento médio, com $138,7 \text{ mg kg}^{-1}$, porém, para Mn e Zn os teores mais elevados foram encontrados no tratamento superior, com 183 mg kg^{-1} e $202,6 \text{ mg kg}^{-1}$, respectivamente.

Após oito anos, amostras cultivadas em um Argissolo Vermelho-Amarelo alumínico com diferentes níveis de saturação de bases (12; 25; 50; 75 e 100%) CARNEIRO, REISSMANN e MARQUES (2006) obtiveram teores médios de $6,88 \text{ g kg}^{-1}$ para o K e $5,69 \text{ g kg}^{-1}$ para o Ca, $8,80 \text{ g kg}^{-1}$ para Mg e $447,3 \text{ mg kg}^{-1}$ para Al.

Em casa de vegetação GAIAD, RAKOCEVIC e REISSMANN (2006) pesquisaram o crescimento de mudas de erva-mate sob a influência de diferentes fontes de N. Os autores concluíram que o aumento do conteúdo de N nas folhas não foi capaz de aumentar a produção da biomassa nas mudas analisadas e mudas que receberam N-NH_4 apresentaram maior acúmulo de P e Mg na biomassa área.

3 MATERIAL E METÓDOS

3.1 CARACTERÍSTICA DA ÁREA EXPERIMENTAL

3.1.1 Localização da Área

A área do experimento está localizada na Fazenda Vila Nova da ervateira Bitumirim, situada no segundo planalto paranaense entre os paralelos 25°15' sul (S) e 50°45 oeste (W), na cidade de Ivaí do Sul (Figura 2) a uma distância de 210 Km de Curitiba.

A região é caracterizada pela formação de Floresta Ombrófila Mista. O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa (RESENDE et al., 2000). O clima pertence ao tipo climático Cfb, conforme a classificação de Köppen, com temperatura média anual variando entre 17 °C e 18 °C, precipitação média anual de aproximadamente 1500 mm (IAPAR, 1994). A localização geográfica do experimento encontra-se no ANEXO 1.

FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL EM IVAÍ NO ESTADO DO PARANÁ



3.1.2 Estabelecimento do Experimento

O experimento foi instalado em 1997, por pesquisadores da EMBRAPA/CNPQ, sendo composto por duas procedências com cinco progênies cada. No momento da amostragem contava com 8 anos de idade, uma área total de 52.170 m² e espaçamento de 3 x 2 (2 metros entre árvores e 3 metros entre as linhas) totalizando 8.460 plantas. Foram coletadas 12 plantas de cada progênie para a procedência de Barão de Cotegipe - RS e de Ivaí - PR (Tabela 1).

TABELA 1 - IDENTIFICAÇÃO DAS PROCEDÊNCIAS E SUAS RESPECTIVAS PROGÊNIES DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil)

PROCEDÊNCIAS	IVAÍ - PR	BARÃO DE COTEGIPE - RS
	04	53
	08	59
Progênies	10	61
	11	65
	25	69

3.2 PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM

As amostras foliares foram coletadas no período de inverno (Agosto de 2005), na porção mediana da copa viva REISSMANN et al. (1990), com exposição norte, visando à máxima exposição luminosa (ZÖTTL, 1973; JONES e CASE, 1990). De seis plantas de cada progênie, foram selecionadas as três fenotipicamente mais homogêneas, totalizando 12 indivíduos por progênie, ou seja, por repetição. No decorrer da coleta as amostras foram colocadas em cartuchos de papel e foram devidamente identificadas.

As amostras da copa inteira foram obtidas realizando recepa baixa (a 40 cm do solo) das 120 plantas pertencentes ao experimento, durante o período de colheita para a comercialização do material, as quais posteriormente foram pesadas.

As amostras de solo foram coletadas com trado holandês, à profundidade 0 - 20 cm, na projeção da periferia da copa de cada planta. Esta profundidade de coleta vem sendo adotada na área de estudo fornecendo boas calibrações (REISSMANN et al., 2003; ROBASSA, 2005). Coletaram-se 3 sub-amostras por parcela, agrupando-as em uma amostra composta por unidade experimental, totalizando 40 amostras de solo.

3.3 ANÁLISES QUÍMICAS FOLIARES

No laboratório de Nutrição e Biogeoquímica – UFPR, as amostras foram previamente lavadas com água deionizada em duas etapas de 15 a 20 minutos e, secadas à temperatura de 60 °C até peso constante. Na seqüência, foi pesado um conjunto de 100 folhas de cada progênie para fins de estimativa de produtividade. Após esse processo as amostras foram moídas em liquidificador e armazenadas em frascos herméticos.

A análise do N-total foi efetuada pelo método da digestão via-úmida, micro-kjeldahl, conforme descrito por (HILDEBRAND; HILDEBRAND e REISSMANN, 1977). Em tubos contendo 0,5 g da amostra mais 7,5 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4 98,8 P. M.), catalisadores (K_2SO_4 e $CuSO_4$) e esferas para digestão, desenvolveu-se o processo em bloco digestor. A temperatura foi elevada 50 °C a cada uma hora até atingir 350 °C. Com a obtenção da tonalidade amarelada as soluções frias foram filtradas para a retirada das esferas em balão de 100 ml. Em frascos herméticos, as amostras foram reservadas até o próximo processo. A determinação do teor de nitrogênio consistiu na destilação com NaOH 32% e titulação com NaOH 0,02 mol.L⁻¹.

Para os elementos P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Al e Na, a análise química mineral total foi efetuada com a incineração em mufla à 500 °C, adaptado de JONES e CASE (1990) e solubilização em ácido clorídrico 3 mol.L⁻¹ (PERKIN-ELMER, 1976). A metodologia consistiu em pesar 1,0 g de cada amostra moída em cadinhos de porcelana. Posteriormente as amostras foram queimadas na mufla a 500 °C por três horas e, após o resfriamento, adicionaram-se três gotas de ácido clorídrico 3 mol.L⁻¹ e, para a segunda queima as amostras foram para a mufla por mais três horas a 500 °C. Adicionou-se 10 ml de ácido clorídrico 3 mol.L⁻¹ em cada amostra após o resfriamento do material e, por aproximadamente 7 minutos a 70 °C as amostras foram disponibilizadas na placa aquecedora para a solubilização das cinzas. Após esse processo realizou-se a filtragem das amostras em papel filtro quantitativo JP42 – faixa azul de 12,5 cm de diâmetro em balões de 100 ml os quais foram completadas com água deionizada e transferidas para frascos herméticos e armazenados para posteriores determinações, individualmente, de cada elemento.

Para a digestão do B foi pesado exatamente 2 g de cada amostra seca e moída em cadinhos de porcelana, as quais foram queimadas pela primeira vez na

mufla por 1 hora à 300 °C e, em seguida por mais 3 horas a 500 °C (SILVA, 1999). Cuidadosamente, após o resfriamento das amostras foi pipetado 10 ml de ácido clorídrico 1 mol. L⁻¹ e, na placa aquecedora permaneceram por 3 horas a 70 °C, semi fechados com vidro de relógio sobre cada cadinho. Efetuou-se a filtragem e os extratos para a determinação do mineral foram reservados em frascos herméticos.

A determinação do P foi realizada por colorimetria com vanadato-molibdato de amônio (cor amarela) em espectrofotômetro UV/VIS (SILVA, 1999). O K e o Na foram determinados por fotometria de emissão (PERKIN-ELMER, 1976) e os elementos, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e Al por espectrofotometria de absorção atômica (PERKIN-ELMER, 1976). O B foi determinado pelo método de colorimetria usando azometina – H (SILVA, 1999).

As análises químicas e as determinações dos teores nutricionais foliares de N, P, K e Al foram realizadas no Laboratório de Biogeoquímica do DSEA – UFPR. Os nutrientes Ca, Mg, Mn, Cu, Fe e Zn foram determinadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa/CNPQ.

3.4 ANÁLISE DO SOLO

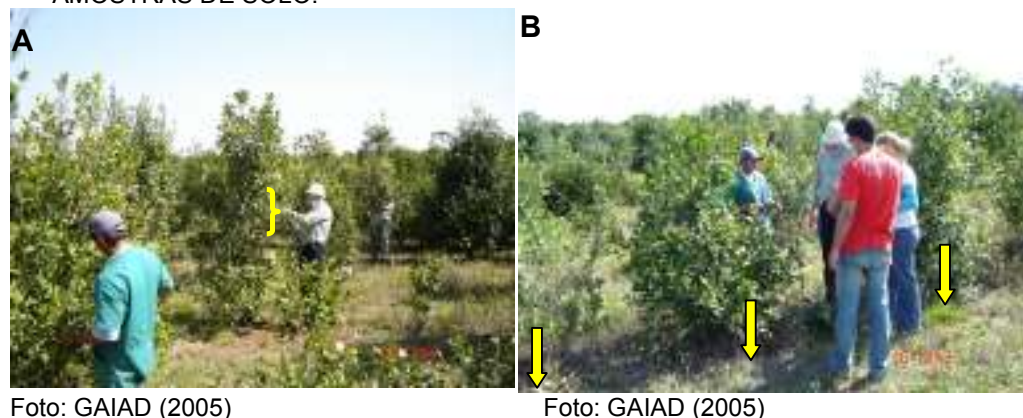
Após a coleta, as amostras foram secadas ao ar e peneiradas posteriormente em peneira de 2 mm (TFSA). Para a realização da análise química, as amostras foram secadas à temperatura de 60°C, seguindo os procedimentos conforme a metodologia utilizada (EMBRAPA, 1979). Para a determinação do C utilizou-se o Dicromato de Sódio mais Ácido Sulfúrico; para o K, P e Na o extrator Mehlich; para os elementos Ca, Mg e Al utilizou-se o extrator KCl 1N (norte Carolina); utilizou-se o cloreto de cálcio (0,01 molar) para determinar o pH em CaCl₂ (ANEXO 2).

Os micronutrientes Fe, Cu, Mn e Zn (ANEXO 3), foram obtidos com ácido cítrico a 1% (HILDEBRAND; HILDEBRAND e REISSMANN, 1977; REISSMANN; WISNIEWSKI, 2000). Realizou-se a pesagem de 10 g das amostras de solo, em frascos herméticos de 250 ml acrescentando 100 ml de ácido cítrico a 1% em cada amostra. As amostras foram colocadas em agitador por um período de 2 horas, permanecendo posteriormente em repouso por 24 horas antes da determinação dos teores de nutrientes.

Além da extração com o ácido cítrico, o Cu e o Zn (ANEXO 3) também foram determinados pelo ácido clorídrico (SILVA, 1999).

A granulometria do solo areia, silte e argila (ANEXO 4) foi determinada no Laboratório de Física do Solo do DSEA-UFPR conforme metodologia da (EMBRAPA, 1997). Colocou-se 50 g de TFSA em um Becker, adicionando-se 25 ml de NaOH 1N e 100 ml de água deionizada. A solução foi deixada sob agitação por um período de 12 horas. Posteriormente, passou-se o conteúdo através de uma peneira de 0,053 mm de malha, colocada sobre um funil apoiado em um suporte, tendo logo abaixo uma proveta de 1000 ml para sedimentação. Lavou-se o material retido na peneira com água deionizada, completando-se o volume da proveta até o aferimento. Agitou-se a suspensão por 20 segundos com um bastão que continha em sua extremidade inferior uma tampa de borracha de diâmetro um pouco menor que a abertura da proveta. Em seguida introduziu-se o densímetro na solução e realizou-se a leitura com auxílio de gotas de fenolftaleína, que facilitam a visualização. Lavou-se a areia retida na peneira de 0,053 mm com água deionizada, transferindo-se a fração areia para placas de petri, as quais foram levadas à estufa a 60 °C por um período de 3 a 5 horas para secagem. Após a secagem, realizou-se a pesagem das amostras e calculou-se os valores das frações de areia, silte e argila.

FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO DA COLETA DAS AMOSTRAS: (A) AMOSTRAS FOLIARES E (B) AMOSTRAS DE SOLO.



3.5 CONTEÚDO FOLIAR

O conteúdo foliar dos nutrientes foi obtido considerando os teores médios da análise foliar e, o peso médio de 100 folhas de cada progênie. Para ambos os casos, utilizaram-se a concentração da análise foliar e a média do peso de 100 folhas de 12

plantas amostradas. Os resultados obtidos foram expressos em g 100 folhas⁻¹ e mg 100 folhas⁻¹.

3.6 EFICIÊNCIA NUTRICIONAL VIA FOLIAR

A eficiência do uso do nutriente foi obtida através do peso médio de 100 folhas de cada progênie, dividindo esse dado, com o resultado do conteúdo de cada nutriente por progênie, conforme a fórmula (SWIADER; CHYAN e FREIJI, 1994).

$$EUN = \frac{kg_{MS}}{kg_{nutriente}}$$

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 4 repetições, tendo 2 procedências (Barão de Cotegipe - RS e Ivaí do Sul - PR) e 5 progênies de cada procedência compondo os tratamentos, sendo cada unidade experimental composta de 3 plantas.

Os dados de biomassa, conteúdo e análise química da planta, representados por macro e micronutrientes, Na e Al, foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias por Duncan a 95% de probabilidade.

Por meio do programa estatístico SANEST geraram-se matrizes de correlação, definindo-se, assim, as correlações simples existentes não somente sobre estes dados, como também entre análise química e granulométrica do solo com os resultados das análises foliares e peso de copa com o peso de 100 folhas (FOSSATI, 1997; ZONTA e MACHADO, 1985).

Com o auxílio do programa Excel, construíram-se gráficos que possibilitam visualizar tendências, a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2) para os dados cujo coeficiente foi maior que 0,60.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 BIOMASSA

Na Tabela 2 são apresentados os dados médios da massa fresca da copa e do peso da massa seca de 100 folhas (ANEXO 5), com os respectivos coeficientes de determinação e correlação no sentido de obter uma estimativa da primeira. Ao analisar estatisticamente o peso da copa e o peso de 100 folhas, observa-se que a primeira variável não diferiu estatisticamente entre as progênies das procedências Ivaí e Barão de Cotegipe, ao passo que a segunda apresentou diferenças significativas entre as progênies das procedências analisadas (Tabela 2). A biomassa verde para a procedência de Ivaí variou de 9,62 a 11,80 Mg ha⁻¹ entre as progênies, porém, para Barão de Cotegipe variou de 12,42 a 15,40 Mg ha⁻¹, destacando-se assim, a procedência de Barão de Cotegipe com maior peso da biomassa fresca.

A massa da matéria seca de 100 folhas permite estabelecer estimativas da exportação de nutrientes através da sua expressão em termos de conteúdo foliar (FIEDLER; NEBE e HOFFMANN, 1973). Como podemos observar, os coeficientes de correlação entre a massa fresca da copa e a massa seca do peso de 100 folhas são baixos na maioria das progênies, não possibilitando essa estimativa ao todo como esperado, quando cada planta é considerada individualmente (ANEXO 6). No entanto, quando agrupadas as médias (Tabela 2) quanto ao peso da copa e de 100 folhas por progênie/procedência de cada repetição (3 plantas por progênie x 4 repetição = 12 plantas, obtém-se 4 médias), é possível se obter uma correlação significativa apenas para as progênies 11, 25 e 53 (Figura 4A, B e C).

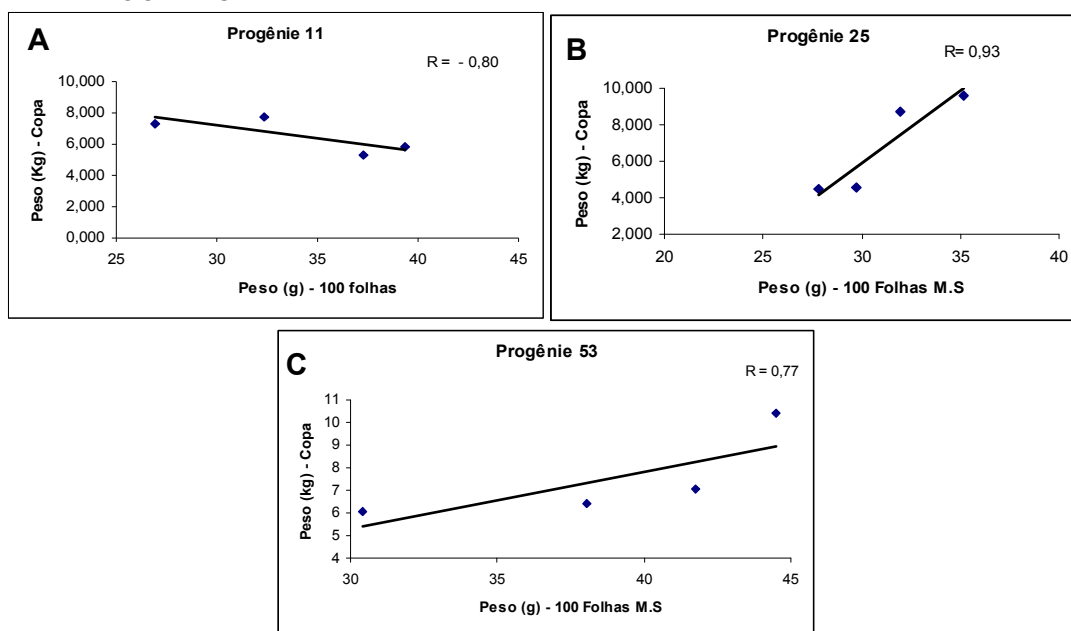
Foi obtido melhor coeficiente de correlação para a progênie 25 ($r = 0,93$) e 53 ($r = 0,77$), correlação negativa para a 11 ($r = - 0,80$). Isto mostra que se for encontrada uma maneira de selecionar de forma mais abrangente o material da copa, ou aumentar a representatividade do número de folhas, a hipótese da estimativa da massa fresca da copa pode ser satisfeita. Note-se que, comparando as médias da massa fresca da copa das procedências, há um ganho significativo da massa verde da copa da procedência de Barão de Cotegipe, o que não é acompanhado pela massa da matéria seca de 100 folhas.

TABELA 2 - PESO MÉDIO DA COPA (kg E Mg ha⁻¹), MASSA FRESCA E DE 100 FOLHAS (g), MASSA SECA DE 12 PLANTAS, COLETADAS EM AGOSTO DE 2005 E SEUS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO E DETERMINAÇÃO (MÉDIA DE 4 REPETIÇÕES).

PROGÊNIE	PESO DA COPA		PESO - 100 FOLHAS g	COEFICIENTE CORRELAÇÃO	COEFICIENTE DETERMINAÇÃO
	kg	Mg ha ⁻¹			
04 IV	6,03 a	09,62 a	40,7 a	0,27	0,0717
08 IV	7,09 a	11,80 a	34,3 ab	0,07	0,0046
10 IV	5,90 a	09,85 a	42,7 a	0,11	0,0127
11 IV	6,54 a	10,90 a	33,9 ab	0,80	0,6251
25 IV	6,83 a	10,87 a	31,2 b	0,93	0,8584
53 BC	7,47 a	12,42 a	38,7 ab	0,77	0,6014
59 BC	8,74 a	14,57 a	42,1 a	0,29	0,0855
61 BC	7,74 a	12,87 a	35,2 ab	0,35	0,1254
65 BC	9,25 a	15,40 a	32,0 b	0,21	0,0453
69 BC	8,57 a	14,30 a	31,2 b	0,15	0,0212
MÉDIA - IV	6,5 B	10,60 B	36,6 A	-	-
MÉDIA - BC	8,3 A	13,91 A	35,8 A	-	-

Médias com as mesmas letras minúsculas, na vertical, não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Duncan, no âmbito das progênies dentro de cada uma das procedências. Médias com as mesmas letras maiúsculas, na vertical, não diferem estatisticamente ao nível de 1% pelo teste de Duncan, no âmbito das procedências.

FIGURA 4 - CORRELAÇÕES ENTRE O PESO (g) DE 100 FOLHAS E O PESO (kg) DA COPA DE PROGÊNIES DE ERVA-MATE.



4.2 ANÁLISE QUÍMICA FOLIAR DE MACRONUTRIENTES

Os teores médios de macronutrientes analisados em cada progênie das procedências de Ivaí - PR e Barão de Cotegipe – RS encontram-se expressos na Tabela 3 e, os teores médios obtidos em três plantas por progênies podem ser observados no ANEXO 7.

O teor de N foliar médio, entre procedências, apresentou diferença significativa (Tabela 3), variando de 17,8 a 20,1 g kg⁻¹, sendo o último referente a procedência de Barão de Cotegipe. Os teores de N nas progênies de Ivaí apresentaram diferença significativa, variando de 15,3 a 21,6 g kg⁻¹. Nas progênies de Barão de Cotegipe não houve diferença significativa, com teores variando de 18,6 a 21,0 g kg⁻¹, dos quais as progênies 11 e 65 foram responsáveis pelos teores mais elevados na procedência de Ivaí e Barão de Cotegipe, respectivamente.

Os resultados apresentados são equivalentes quando comparados com diferentes autores (REISSMANN et al., 1997, REISSMANN; RADOMSKI e QUADROS, 1999). Todavia, o N é o nutriente exportado em maior quantidade durante a colheita (WISNIEWSKI et al., 1996) sendo limitante à produtividade (ZAMPIER, 2003). Teores de 25,9 a 26,3 g kg⁻¹ foram encontrados por RACHAWAL et al. (2000) e, na ausência da adubação e com a máxima dose utilizada, RIBEIRO et al. (2003) obtiveram teores de 28,9 a 31,0 g kg⁻¹, respectivamente. Teores variando de 27,06 a 31,50 g kg⁻¹ foram determinados por BORILLE, REISSMANN e FREITAS (2005) e, em povoamentos de erva-mate da mesma idade e local, ROBASSA (2005) encontrou teores que variaram de 27,0 a 31,5 g kg⁻¹. PANDOLFO et al. (2003) obtiveram teores de N próximos de 24,1 g kg⁻¹ na ausência de adubação nitrogenada e 29,1 g kg⁻¹ em amostras que receberam alta dosagem de N. Perante os dados acima listados, os da presente pesquisa são considerados baixos (Tabela 3).

Entre as procedências analisadas houve diferença significativa para o P, com teores médios de 1,3 a 1,6 g kg⁻¹ (Tabela 3). Os teores de P nas progênies de Ivaí apresentaram diferenças significativas. No entanto, para as de Barão de Cotegipe não foi identificada diferença. As progênies de Ivaí também apresentaram maiores concentrações de P em relação às de Barão de Cotegipe, com teores variando de 1,4 a 1,9 g kg⁻¹ e 1,2 a 1,3 g kg⁻¹, respectivamente.

Os resultados da presente pesquisa quando comparados com os dados de RIBEIRO (2005), que encontrou na mesma região teores de 3,58 g de P kg⁻¹, podem ser considerados baixos. Não raro, os teores de P em erva-mate são baixos (REISSMANN et al., 1983), devido à característica nutricional da espécie e, possivelmente, por apresentar mecanismos de adaptação para baixos níveis de P no solo como, por exemplo, exudatos radiculares (MARSCHNER, 1995). RACHWAL et al. (2000) encontrou teores que variaram de 0,82 a 0,92 g kg⁻¹ em amostras coletadas em ervais com cinco anos de idade. Em análises mais abrangentes, os dados da pesquisa podem ser considerados equivalentes, quando comparados com dados de P das folhas de sítios de média a alta produtividade, variando respectivamente, entre 1,2 a 1,8 g kg⁻¹ (FOSSATI e REISSMANN, 1997). Em estudos desenvolvidos por SOSA (1994), abrangendo as regiões de Misiones e Corrientes, na Argentina, o autor estabeleceu teores médios em torno de 1,5 g kg⁻¹. Em povoamentos de erva-mate com nove anos de idade, CAMPOS (1991) encontrou teores variando de 1,0 g kg⁻¹ em amostras coletadas na época da safrinha e 1,2 g kg⁻¹ nas amostras da safra. Na prática de julgar os níveis dos nutrientes analisados no presente estudo, os mesmos são comparáveis a algumas espécies florestais relacionadas por (MALAVOLTA, VITTI e OLIVEIRA, 1997) o que em tese, lhes confere certa normalidade.

Os teores médios de K de 11,9 a 12,3 g kg⁻¹ não foram significativamente diferentes entre as procedências de Ivaí e Barão de Cotegipe, respectivamente. Nas progênies de Ivaí, os teores variaram de 10,4 a 13,2 g kg⁻¹, observando-se diferenças significativas. No entanto, teores relativamente maiores de K foram encontrados nas progênies de Barão de Cotegipe, variando de 11,3 a 13,7 g kg⁻¹, não apresentando diferenças significativas entre as mesmas (Tabela 3).

De modo geral, os teores de K variam bastante na erva-mate (RIBEIRO, 2005; ROBASSA, 2005). Os presentes dados superam em muito os obtidos por CARNEIRO; REISSMANN e MARQUES (2006), cujos teores máximos foram de 7,0 g kg⁻¹, assim como os teores foliares de 8,0 g kg⁻¹ obtidos por PANDOLFO et al. (2003). Os dados são comparáveis aos de RADOMSKI, SUGAMOSTO e CAMPIOLO (1992) que obtiveram teores variando de 11,6 a 14,7 g kg⁻¹ em folhas maduras de erva-mate em sistema de Faxinal. Analisando teores de K em folhas maduras de morfotipos de erva-mate, ROBASSA (2005) constatou teores de 13,0

a $14,4 \text{ g kg}^{-1}$, sendo o primeiro valor apresentado referente ao morfotipo sassafrás. Os resultados obtidos na presente pesquisa são baixos quando comparados com SOSA (1994), que estabeleceu teores médios de $19,2 \text{ g kg}^{-1}$ e, teores de $16,9 \text{ g kg}^{-1}$ encontrados por REISSMANN et al. (1997).

Os teores de Ca apresentaram diferenças significativas entre as procedências, variando de $11,2$ a $7,8 \text{ g kg}^{-1}$ para as progênies de Ivaí e Barão de Cotegipe, respectivamente. As progênies de Ivaí foram responsáveis pelos teores mais altos de Ca, variando de $6,5$ a $16,0 \text{ g kg}^{-1}$, sendo o mais elevado encontrado na progênie 25, enquanto que em progênies de Barão de Cotegipe, se obteve teores de $6,3$ a $10,4 \text{ g kg}^{-1}$.

Os teores de Ca podem ser considerados altos na presente pesquisa quando comparados com ROBASSA (2005) que, ao analisar folhas maduras de morfotipos de erva-mate aos sete anos de idade, obteve teores variando de $4,8$ a $5,3 \text{ g kg}^{-1}$. RACHWAL et al. (2000), ao analisar amostras foliares expostas a diferentes intensidades luminosas, encontrou teores variando de $5,1$ a $5,8 \text{ g kg}^{-1}$ e CARNEIRO, REISSMANN e MARQUES (2006) obtiveram concentrações médias de $5,69 \text{ g kg}^{-1}$.

É comum as plantas apresentarem um alto teor de Ca (PEREIRA et al., 2000), o qual apresenta uma mobilidade muito baixa. Conforme MALAVOLTA, VITTI e OLIVEIRA (1997), este nutriente é essencial para manter a integridade das estruturas das membranas e paredes celulares. Quando comparados com outras pesquisas, os dados do presente estudo apresentam níveis na faixa de interpretação normal para a exigência nutricional da cultura. Por exemplo, FOSSATTI e REISSMANN (1997), ao analisar amostras aos sete anos de idade de diferentes sítios, de média a alta produtividade, alocados em uma toposequência, obteve teores variando de $7,3$ a $10,9 \text{ g kg}^{-1}$. Com o aumento de saturação de bases em Cambissolo Álico, REISSMANN et al. (1997) determinaram níveis foliares de $4,6$ a $5,3 \text{ g kg}^{-1}$ em plantas com oito meses.

Os teores de $2,8$ a $5,8 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg encontrados nas procedências de Barão de Cotegipe e Ivaí, respectivamente, bem como suas respectivas progênies, apresentaram diferenças significativas (Tabela 3). Para as progênies de Ivaí, obtiveram-se os teores mais elevados do nutriente, variando de $5,0$ a $6,5 \text{ g kg}^{-1}$ e para as de Barão de Cotegipe, teores de $2,1$ a $4,2 \text{ g kg}^{-1}$.

Em povoamentos de erva-mate com cinco anos de idade, cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, RACHWAL et al. (2000) determinaram teores de Mg que variaram de 3,8 a 5,6 g kg⁻¹, REISSMANN et al. (1983) obtiveram teores foliares de 2,7 a 5,0 g kg⁻¹ e SOSA (1994) determinou um teor médio de 5,3 g kg⁻¹. Ao comparar estes resultados de diferentes autores com os da presente pesquisa, pode ser considerado satisfatório. Por outro lado, inferiores, quando confrontados com os teores obtidos por FOSSATI e REISSMANN (1997), ROBASSA (2005) e, em experimento conduzido em um erval após oito anos da realização da calagem, CARNEIRO, REISSMANN e MARQUES (2006) encontraram níveis médios de 8,8 g kg⁻¹. Em pesquisas mais abrangentes, BORSOI e COSTA (2001) analisaram povoamentos de erva-mate atacados e não atacados por *Hedypathes betulinus*, encontrando teores de 7,4 a 6,5 g kg⁻¹, respectivamente.

TABELA 3 - TEORES MÉDIOS DE MACRONUTRIENTES (g kg⁻¹) DE PROGÊNIES DE ERVA-MATE DA PROCEDÊNCIA DE IVAÍ - PR E BARÃO DE COTEGIPE - RS CULTIVADAS EM IVAÍ - PR.

PROGÊNIE	N	P	K	Ca	Mg
04 IV	16,7 bc	1,6 b	10,5 b	13,2 b	5,8 ab
08 IV	15,3 c	1,9 a	13,2 a	13,0 b	6,4 a
10 IV	17,3 bc	1,6 b	13,0 a	7,1 c	5,5 ab
11 IV	21,6 a	1,4 c	12,6 ab	6,5 c	5,0 b
25 IV	17,9 b	1,5 bc	10,4 b	16,0 a	6,5 a
53 BC	20,7 a	1,2 a	11,5 a	10,4 a	4,2 a
59 BC	19,7 a	1,3 a	13,7 a	6,3 b	2,5 b
61 BC	20,4 a	1,3 a	12,9 a	6,9 b	2,6 b
65 BC	21,0 a	1,3 a	11,9 a	7,9 b	2,5 b
69 BC	18,6 a	1,2 a	11,3 a	7,2 b	2,1 b
TEOR MÉDIO - IV	17,8 B	1,6 A	11,9 A	11,2 A	5,8 A
TEOR MÉDIO - BC	20,1 A	1,3 B	12,3 A	7,8 B	2,8 B

Médias com as mesmas letras minúsculas, na vertical, não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Duncan, no âmbito das progênies dentro de cada uma das procedências. Médias com as mesmas letras maiúsculas, na vertical, não diferem estatisticamente ao nível de 1% pelo teste de Duncan, no âmbito das procedências.

4.3 ANÁLISE QUÍMICA FOLIAR DE MICRONUTRIENTES, Al E Na

Os teores médios de micronutrientes, Al e Na de progênies de erva-mate da procedência de Ivaí e Barão de Cotegipe, encontram-se expressos na Tabela 4, sendo encontrados no ANEXO 7 os teores dos micronutrientes, médias de três plantas por progênie.

Os teores de Zn obtidos nas procedências analisadas não apresentaram diferenças significativas, com níveis variando de 15,3 a 16,5 mg kg⁻¹. Porém, quando

analisadas separadamente as progênies de Ivaí e Barão de Cotegipe, apresentaram diferenças significativas (Tabela 4). Os teores de Zn nas progênies de Ivaí variaram de 11,6 a 18,6 g kg⁻¹ e teores iguais ou superiores aos de Ivaí foram determinados para a procedência de Barão de Cotegipe. Os teores mais elevados do nutriente foram determinados para as progênies 11 de Ivaí e 69 de Barão de Cotegipe.

Comparando com outras pesquisas os resultados obtidos são muito baixos, uma vez que RIBEIRO (2005) obteve níveis foliares de 45 mg kg⁻¹ na ausência da adubação e de 37 mg kg⁻¹ com a dose máxima de N utilizada no experimento. Em diferentes regiões na Argentina, SOSA (1994) obteve teores de Zn em amostras foliares, variando de 85 a 117 mg kg⁻¹, sendo um teor médio de 87 mg kg⁻¹ quando analisadas amostras do terço médio da planta. Em amostragem realizada por REISSMANN, RADOMSKI e QUADROS (1999) em diferentes regiões do Estado do Paraná, os autores obtiveram níveis foliares de Zn variando de 7 a 88 mg kg⁻¹ e teores médios de 41 mg kg⁻¹ foram encontrados por PANDOLFO et al. (2003). Sem considerar a época de coleta e a idade das amostras de erva-mate, CALDEIRA, REISSMANN e MARQUES (2006) encontraram teores médios do nutriente de 36,67 mg kg⁻¹, definindo, assim, uma concentração média do nutriente para a espécie.

A concentração crítica de Zn em folhas de essências florestais varia de 15 a 30 mg kg⁻¹ (ABREU, FERREIRA e BORKET, 2001), logo, esses valores podem ser alterados com a idade da planta e concentração de outros nutrientes, principalmente com o fósforo. Teores de Zn abaixo de 20 mg kg⁻¹ são indicativos de deficiência do nutriente na planta (DECHEN, HAAG e CARMELLO, 1991; ALLOWAY, 2004). A princípio, sem considerar a idade da planta, os teores obtidos no presente estudo encontram-se na concentração crítica, provavelmente esses baixos teores considerados na faixa de deficiência, sejam decorrentes de algum antagonismo iônico, ou efeitos de diluição ou ainda podem estar relacionados com a classe textural do solo (Tabela 10), uma vez que o solo é muito argiloso, e as argilas podem adsorver fortemente o Zn, indisponibilizando-o para a planta (MELLO, 1983; GUPTA, 2001).

O teor mais elevado de Fe foi determinado para a procedência de Ivaí, com teor médio de 98,3 mg kg⁻¹; para a procedência de Barão de Cotegipe, o teor obtido foi de 85,7 mg kg⁻¹, apresentando diferença significativa. Os teores mais elevados de Fe foram determinados para as progênies 08 de Ivaí e 59 de Barão de Cotegipe,

diferindo estatisticamente, com níveis variando de 118,8 e 97,3 mg kg⁻¹, respectivamente.

Os teores de Fe determinados em amostras da procedência de Barão de Cotegipe e de Ivaí são comparáveis com os teores encontrados por ROBASSA (2005) que, em folhas maduras coletadas em mesmo local e idade, obteve teores de 85 a 102 mg kg⁻¹; com REISSMANN et al. (1987), que obtiveram teores médios de 99 mg kg⁻¹ em povoamentos de erva-mate nativa, localizados na região de Mandirituba - PR. Os teores médios obtidos nas procedências quando comparados com outras pesquisas são satisfatórios, por exemplo, com os resultados de RIBEIRO (2005), que determinou teores que variaram de 79 mg kg⁻¹, na ausência de adubação, a 81 mg kg⁻¹, no tratamento com a máxima dose de N utilizada. No entanto, os dados do presente estudo são elevados quando comparados com FOSSATI (1997), REISSMANN e CARNEIRO (2004) e PANDOLFO et al. (2003).

O teor de Cu apresentou diferença significativa entre as procedências, com teores médios de 7,7 e 11,8 mg kg⁻¹. Para as progênies de Ivaí foram determinados teores variando de 9,6 a 14,6 mg kg⁻¹ e teores inferiores, de 5,4 a 10,8 mg kg⁻¹, foram encontrados nas de Barão de Cotegipe (Tabela 4). Os teores mais elevados de 14,6 e 10,8 mg kg⁻¹ foram obtidos para as progênies 04 de Ivaí e 59 de Barão de Cotegipe, respectivamente.

Os teores de Cu quando comparados com RIBEIRO (2005) e REISSMANN e CARNEIRO (2004) são equivalentes e, em amostras coletadas aos sete anos de idade, ROBASSA (2005) obteve teores que variaram de 7 a 11 mg kg⁻¹ em folhas maduras de morfotipos de erva-mate. Quando comparados aos de REISSMANN et al. (1983) e REISSMANN et al. (1987), os resultados são considerados inferiores, uma vez que os autores encontraram teores de 19 a 29 mg kg⁻¹ e um teor médio de 20 mg kg⁻¹, respectivamente. Sem considerar a época de amostragem e a idade das amostras de erva-mate, CALDEIRA et al. (2006) encontraram teor médio de 6,66 mg kg⁻¹ de Cu em Floresta Ombrófila Mista Montana no sul do Paraná. Desta forma, os teores obtidos do nutriente na presente pesquisa podem ser considerados equivalentes com os autores acima, bem como com algumas espécies florestais (MALAVOLTA; VITTI e OLIVEIRA, 1997).

Os teores de Mn obtidos tanto na procedência de Barão de Cotegipe quanto de Ivaí não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 4). Para as

progênies de Barão de Cotegipe, os teores variaram de 1669 a 2203 mg kg⁻¹, apresentando diferenças significativas. As progênies de Ivaí não apresentaram diferenças, com teores variando de 1800 a 2201 mg kg⁻¹. De modo geral, os teores de Mn variam bastante em erva-mate (REISSMANN et al., 1983; FOSSATI, 1997 e PANDOLFO et al., 2003), sendo que a espécie é tolerante a altíssimos níveis do nutriente (REISSMANN et al., 1987).

Analisando amostras da região de Misiones e Corrientes na Argentina, SOSA (1994) determinou níveis de 763 a 934 mg de Mn kg⁻¹, bem como teores médios de 849 mg kg⁻¹ para amostras coletadas no terço médio da copa. Em povoamentos submetidos a diferentes doses de adubação, RIBEIRO (2005) encontrou teores de 1315 mg kg⁻¹ na ausência da adubação e 1652 mg kg⁻¹ com a máxima dose de N utilizada. Níveis entre 831 a 1610 mg kg⁻¹ e 930 a 1165 mg kg⁻¹ foram encontrados por ROBASSA (2005) e REISSMANN e CARNEIRO (2004), respectivamente. Em solos ácidos, no município de São João do Triunfo - PR, RADOMSKI, SUGAMOSTO e CAMPIOLO (1992) encontraram teores que variaram de 1371,3 a 1980,3 mg kg⁻¹ em folhas maduras de erva-mate nativa.

O Mn é o micronutriente quantitativamente mais requerido e exportado pela erva-mate (REISSMANN et al., 2003), teores de 3000 mg kg⁻¹ do nutriente foram encontrados por REISSMANN, RADOMSKI e QUADROS (1999). Os teores altíssimos de Mn obtidos nas procedências de Barão de Cotegipe e Ivaí são coerentes com o levantado para a espécie. HARIDASAN e ARAÚJO (2005) consideraram como plantas acumuladoras do nutriente as espécies que apresentaram concentrações acima do limite de 300 mg kg⁻¹, assim, todas as progênies do presente estudo seriam consideradas acumuladoras de Mn (Tabela 4). Este fato também a credencia como tolerante tendo em vista a ausência de sintomas de toxidez. Por outro lado, estes níveis elevados devem ser investigados quanto ao seu valor nutricional também considerando a saúde do consumidor.

A concentração de B nas procedências analisadas apresentou diferença significativa, com teores variando de 85 a 170 mg kg⁻¹, ao contrário, quando analisadas as progênies separadamente, não apresentaram diferenças (Tabela 4). Nas progênies de Ivaí foram encontrados os teores mais elevados, que variaram de 150 a 184 mg kg⁻¹, ao passo que, teores inferiores de 71 a 101 mg kg⁻¹ foram determinados para as de Barão de Cotegipe.

Os resultados para o micronutriente B são considerados altos quando comparados com outros autores que pesquisaram o nutriente na erva-mate (SOSA, 1994; REISSMANN et al. 1987; FOSSATI, 1997).

Diante disso, EPSTEIN e BLOMM (2006) enfatizam que a concentração de boro nos tecidos foliares varia bastante, com teores de 5 a 300 mg kg⁻¹ na matéria seca, o que tem respaldo em AMBERGER (1988), o qual considera diferentes espécies, cujos limites se situaram entre 2,3 a 95 mg kg⁻¹.

Na maioria das espécies o B é um nutriente imóvel (DORDAS et al., 2001) ou de mobilidade intermediária (VERÍSSIMO et al., 2006), sendo importante na formação da parede celular, divisão celular e aumento no tamanho das células (MALAVOLTA; VITTI e OLIVEIRA, 1997), bem como influencia na utilização do Ca, na síntese de ácidos nucléicos e na integridade da membrana (RAVEN et al., 2001).

Em amostragem realizada em sete regiões do Estado do Paraná, REISSMANN, RADOMSKI e QUADROS (1999) determinaram os teores do micronutriente, que variaram de 7 a 88 mg kg⁻¹. Em Catanduvas - SC, BORSOI e COSTA (2001) determinaram teores de 64,5 e 56,2 mg kg⁻¹ em amostras atacadas e não atacadas pela broca da erva-mate, respectivamente. Em experimento conduzido em Marechal Bormann, município de Chapecó - SC, PANDOLFO et al. (2003) encontraram teores médios de 60 mg kg⁻¹. No entanto, essas concentrações obtidas pelos autores não são comparáveis com os resultados encontrados nesse estudo, uma vez que, diferem em período de coleta e idade do povoamento amostrado.

MORAIS et al. (1995)¹ citado por GONÇALVES e VALERI (2001), estudando o comportamento do B em folhas de eucalipto, constataram que o teor de B nas folhas de diferentes espécies/procedências variou expressivamente em função de doses aplicadas do nutriente. Em *Eucaliptus camaldulensis*, da procedência de João Pinheiro - MG, o teor obtido sem a aplicação do nutriente foi de 6 mg kg⁻¹, já na procedência de Port Hedland – Austrália, o teor foi de 22 mg kg⁻¹, indicando que a procedência influencia na absorção do nutriente. Os altos teores obtidos de B nesse estudo, mais especificamente para a procedência de Ivaí, possivelmente sejam decorrentes da influência da procedência/progênie, sendo necessárias novas pesquisas com a espécie, procedências e progênies para obter melhores conclusões.

¹ MORAIS, E. J.; ALTHOFF, P.; OLIVEIRA, A.C. ; COSTA, R.L. Estudos de boro na nutrição do eucalipto (resultados até 1995). Belo Horizonte, Mannesmann FI-EL Florestal, 1995. 41p. (Relatório de Pesquisa).

Os teores médios de 695 a 726 mg kg⁻¹ de Al não diferem estatisticamente entre as procedências analisadas (Tabela 4). No entanto, para as progênes de ambas as procedências, os teores obtidos apresentaram diferenças significativas. Os teores mais elevados de Al foram encontrados nas progênes 10 de Ivaí e 69 de Barão de Cotegipe. Os teores de Al nas progênes de Ivaí variaram de 562 a 832 mg kg⁻¹, enquanto nas de Barão de Cotegipe, oscilaram entre 550 e 805 mg kg⁻¹.

A concentração de Al na erva-mate é bastante variada, uma vez que a planta pode ser considerada acumuladora de Al, baseada nos trabalhos de HARIDASAN (1982); CHENERY e SPORNE (1976); HARIDASAN e ARAÚJO, (2005), cuja classificação enquadra plantas acumuladoras de Al a partir de 1000 mg kg⁻¹, sendo que este limite já foi superado em estudos anteriores (FOSSATTI, 1997; REISSMANN; RADOMSKI e QUADROS, 1999). Os dados da presente pesquisa são altos quando comparados com de outros autores (RIBEIRO, 2005; CARNEIRO, REISSMANN e MARQUES, 2006) e, em folhas maduras de morfotipos de erva-mate, teores de 381 mg kg⁻¹ foram encontrados por ROBASSA (2005).

O mecanismo de tolerância ao Al ainda é desconhecido na erva-mate. Possivelmente esteja ligado a mecanismos que envolvem a ação de ácidos orgânicos, sabidamente envolvidos no processo de tolerância (MA, RYAN e DELHAIZE, 2001). Por outro lado, os teores de Al abaixo de 1000 mg kg⁻¹ obtidos nas progênes de erva-mate nesse estudo não a enquadrariam como acumuladora de Al (Tabela 4).

TABELA 4 - TEORES MÉDIOS DE MICRONUTRIENTES, Na E Al (mg kg⁻¹) DE PROGÊNES DE ERVA-MATE DA PROCEDÊNCIA DE IVAÍ - PR E BARÃO DE COTEGIPE - RS.

PROGÊNIE	Zn	Fe	Cu	Mn	B	Al	Na
04 IV	11,6 b	106,9 ab	14,6 a	2038 a	166 a	632 b	240 a
08 IV	15,5 ab	118,8 a	13,1 ab	2201 a	169 a	828 a	270 a
10 IV	14,3 ab	104,3 b	10,1 c	1800 a	184 a	832 a	230 a
11 IV	18,6 a	81,3 c	9,6 c	2164 a	184 a	562 b	150 b
25 IV	16,6 ab	80,1 c	11,6 bc	2169 a	150 a	773 a	160 b
53 BC	15,2 b	90,5 ab	6,7 bc	1866 b	87 a	550 d	220 a
59 BC	11,6 b	97,3 a	10,8 a	1669 b	81 a	656 cd	270 a
61 BC	16,8 ab	89,6 ab	8,3 b	1809 b	71 a	683 bc	170 b
65 BC	16,6 ab	80,1 bc	5,4 c	2203 ab	101 a	782 ab	220 a
69 BC	22,3 a	70,9 c	7,4 bc	2616 a	85 a	805 a	230 a
TEOR MÉDIO -IV	15,3 A	98,3 A	11,8 A	2074 A	170 A	726 A	210 A
TEOR MÉDIO - BC	16,5 A	85,7 B	7,7 B	2033 A	85 B	695 A	220 A

Médias com as mesmas letras minúsculas, na vertical, não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Duncan, no âmbito das progênes dentro de cada uma das procedências. Médias com as mesmas letras maiúsculas, na vertical, não diferem estatisticamente ao nível de 1% pelo teste de Duncan, no âmbito das procedências.

Ao analisar estatisticamente os teores obtidos de Na para as procedências analisadas não se constatou diferença significativa. Obteve-se teores médios de 210 e 220 mg kg⁻¹, respectivamente, para a procedência de Ivaí e Barão de Cotegipe. Porém, verificou-se diferença significativa para as progênes de ambas as procedências. Teores de 150 a 270 mg kg⁻¹ foram determinados para as progênes de Ivaí e teores de 170 a 270 mg kg⁻¹ foram encontrados nas progênes de Barão de Cotegipe.

4.4 CONTEÚDO DE NUTRIENTES EM PROGÊNES DE ERVA-MATE

Nas Tabelas 5 e 6 encontram-se expressos os resultados do conteúdo de nutrientes, Al e Na obtidos nas progênes das procedências de Ivaí e Barão de Cotegipe.

TABELA 5 - CONTEÚDO DE MACRONUTRIENTES EM PROGÊNES DE ERVA-MATE (MÉDIA DE 12 PLANTAS/PROGÊNIE)

PROGÊNIE	N	P	K	Ca	Mg
	g 100 folhas ⁻¹				
04 IV	0,6678 ab	0,0673 a	0,4162 ab	0,5433 a	0,2384 a
08 IV	0,5191 a	0,0655 a	0,4552 ab	0,4401 ab	0,2192 a
10 IV	0,7532 a	0,0667 a	0,5556 a	0,3016 bc	0,2286 a
11 IV	0,7128 ab	0,0478 b	0,4214 ab	0,2189 c	0,1666 a
25 IV	0,5599 ab	0,0473 b	0,3253 a	0,4969 a	0,2024 a
53 BC	0,7941 ab	0,0482 a	0,4444 ab	0,3999 a	0,1590 a
59 BC	0,8281 a	0,0541 a	0,5717 a	0,2777 b	0,1099 b
61 BC	0,7116 ab	0,0460 a	0,4510 ab	0,2419 b	0,9270 b
65 BC	0,6753 ab	0,0433 a	0,3839 b	0,2279 b	0,0814 b
69 BC	0,5817 a	0,0389 a	0,3557 b	0,2290 b	0,0662 b

Médias com as mesmas letras minúsculas, na vertical, não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

O conteúdo de N, K e Ca diferiram estatisticamente entre as progênes analisadas (Tabela 5). O P apresentou diferença significativa apenas para a procedência de Ivaí, enquanto o Mg diferiu estatisticamente apenas para Barão de Cotegipe. O conteúdo de 0,70 g de N obtido na ausência da adubação e na mesma época de coleta no trabalho conduzido por RIBEIRO (2005) é próximo dos resultados encontrados nas progênes de Ivaí e Barão de Cotegipe da presente pesquisa. Embora represente apenas uma coincidência, é interessante manter o

registro, já que o conteúdo é o resultado do produto da biomassa e do teor obtido na análise química foliar, os quais podem variar desproporcionalmente.

TABELA 6 - CONTEÚDO DE MICRONUTRIENTES, Al E Na DE PROGÊNIES DE ERVA-MATE (MÉDIA DE 12 PLANTAS/PROGÊNIE).

PROGÊNIE	Zn	Fe	Cu	Mn	B	Al	Na
..... mg 100 folhas ⁻¹							
04 IV	0,4754 a	4,3422 a	0,5844 a	83,25 a	6,61 ab	27,12 b	9,60 a
08 IV	0,5311 a	4,0404 a	0,4488 b	75,63 a	5,80 b	27,55 b	9,06 a
10 IV	0,6986 a	4,4102 a	0,4380 b	76,28 a	7,90 a	35,55 a	6,28 bc
11 IV	0,6305 a	2,7317 b	0,3274 b	73,32 a	5,61 b	18,55 c	8,10 ab
25 IV	0,5474 a	2,4695 b	0,3602 b	65,09 a	4,87 b	23,35 bc	4,37 c
53 BC	0,5718 a	3,4960 ab	0,2483 b	70,85 b	3,34 a	21,82 a	9,43 ab
59 BC	0,5046 a	4,1370 a	0,4560 a	69,43 b	3,34 a	27,47 a	11,68 a
61 BC	0,5874 a	3,1602 abc	0,2706 b	64,23 b	2,51 a	24,67 a	5,72 b
65 BC	0,5280 a	2,5732 bc	0,1724 b	70,98 b	3,26 a	24,57 a	7,25 b
69 BC	0,6859 a	2,2110 c	0,2339 b	80,24 a	2,58 a	24,87 a	7,35 b

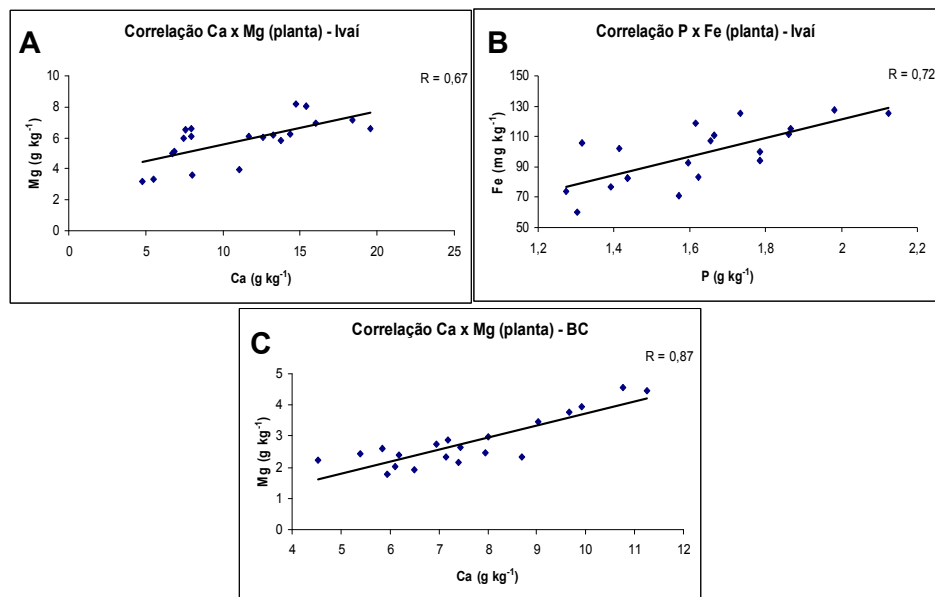
Médias com as mesmas letras minúsculas, na vertical, não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

Entre os micronutrientes, os conteúdos de Fe e Cu apresentaram diferença significativa entre as progênies (Tabela 6). O conteúdo de Mn diferiu estatisticamente apenas entre as progênies de Barão de Cotegipe, e o conteúdo de B e Al diferiram apenas entre as progênies de Ivaí. O Zn não apresentou diferença entre as progênies de ambas as procedências analisadas.

4.5 CORRELAÇÕES SIMPLES ENTRE AS VARIÁVEIS FOLIARES DE IVAÍ E BARÃO DE COTEGIPE

Dentre os nutrientes foliares analisados no presente estudo e submetidos à análise de regressão, obteve-se correlação entre Ca x Mg ($r = 0,67$) e P x Fe ($r = 0,72$) (Figura 5 A e B) para a procedência de Ivaí e, correlação entre Ca e Mg ($r = 0,82$) (Figura 5 C) para a procedência de Barão de Cotegipe. Aparentemente não há antagonismo entre as correlações (Figura 5 A e C), o que indica que estão sendo absorvidos harmonicamente. ZAMPIER (2001), analisando o experimento com diferentes doses de fertilizantes, encontrou correlação positiva significativa entre Ca x Mg ($r = 0,88$). No entanto, o coeficiente de correlação obtido entre P x Fe é de difícil explicação, porém, pode-se dizer que, o Fe do solo inibe a absorção do P, muito provavelmente devido a característica de adsorção específica do P com relação aos óxidos de Fe e Al, característicos de solos bastante intemperizados.

FIGURA 5 - CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DA PLANTA DE IV E BC



4.6 EFICIÊNCIA NUTRICIONAL

Normalmente o conteúdo de nutrientes é utilizado para se calcular a taxa de exportação dos mesmos à medida que se processa a exploração, seja florestal ou agrícola. No primeiro caso, ela incide sobre a madeira e, no segundo, sobre os produtos exportados pelas lavouras. No caso da erva-mate, que gera produtos não madeiráveis, a exportação se dá pela retirada de folhas e galhos finos (REISSMANN et al., 1987; CAMPOS, 1991; WISNIEWSKI et al., 1996). Focando principalmente as folhas, é possível extrair informações bastante importantes. Quando se fala em eficiência nutricional, vários aspectos devem ser levados em consideração sendo que, SIDDIQI e GLASS (1981) consideram três: eficiência de absorção, transporte e conversão, os quais são complexos quanto à sua constatação. No entanto, pode-se partir de uma estimativa mais simples, que no processo comparativo pode dar indicações de eficiência num sentido genérico. Este processo considera o peso de 100 folhas como fator que possibilita uma aproximação do que seria produzido, uma vez que considera o teor dos nutrientes contidos na massa de 100 folhas. Evidentemente, o quanto deste montante seria bioativo fisiologicamente e diretamente responsável pela produção da biomassa, continua sendo uma incógnita.

Fazendo-se a análise da eficiência de uso por nutriente para as diferentes progênes, obtêm-se índices bastante diversificados. Como utilizar esta informação no sentido prático dependeria de qual elemento seria mais limitante em determinado sítio ou, considerando-se a demanda e a perda pela exportação por ocasião de colheitas sucessivas. Neste sentido, o N seria um dos nutrientes a ser considerado em qualquer circunstância. Mas, no caso de determinada procedência/progênie não ser eficiente, é possível corrigir esta ineficiência pela prática da adubação, uma vez que é um dos nutrientes mais utilizados no manejo.

Outros exemplos seriam elementos importantes para a questão da saúde humana, por ocasião do consumo do chá de erva-mate. Elementos como Fe, Mn e Zn deveriam ser considerados na eventual seleção de uma progênie mais eficiente em absorvê-los e translocá-los para a parte aérea.

TABELA 7 - EFICIÊNCIA DE NUTRIENTES POR PROGÊNIAS DE ERVA-MATE

PROGÊNIE	BIOMASSA - 100 FOLHAS (M.S) (g)	N kg de Biomassa	P kg de Biomassa	K kg de Nutriente Utilizado ⁻¹	Ca	Mg
04 IV	40,7	62,2 a	610,0 ab	100,0 a	76,8 b	181,3 a
08 IV	34,5	66,6 a	522,9 b	79,1 a	82,6 b	173,8 a
10 IV	42,7	58,4 ab	638,7 ab	77,8 a	143,3 a	196,8 a
11 IV	33,9	47,5 b	706,1 a	80,2 a	158,5 a	214,1 a
25 IV	31,2	55,7 ab	666,5 a	97,0 a	65,1 b	154,4 a
53 BC	38,7	49,3 a	802,1 a	88,6 a	96,5 b	242,2 b
59 BC	42,1	51,3 a	793,3 a	74,3 a	168,8 a	421,1 a
61 BC	35,2	50,7 a	794,3 a	79,5 a	147,5 a	382,5 a
65 BC	32,0	47,8 a	741,9 a	85,3 a	141,9 a	392,9 a
69 BC	31,2	53,8 a	801,5 a	88,7 a	141,9 a	479,3 a

Médias com as mesmas letras minúsculas, na vertical, não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

Para os macronutrientes e, considerando as procedências (Tabela 7), Barão de Cotegipe apresentou diferença significativa apenas para o Mg e o Ca, destacando a progênie 53 como sendo a mais eficiente. No caso do Ca, na procedência de Ivaí, destacam-se dois grupos. O grupo composto pelas progênies 04, 08 e 25 diferindo significativamente das progênies 10 e 11, sendo estas últimas consideradas menos eficientes, tendo em vista que, a princípio, necessitam de maior quantidade de nutrientes para a produção de biomassa.

Por outro lado na procedência de Ivaí e, considerando o N, observa-se que a progênie 11 difere das progênies 04 e 08, sendo a mais eficiente em relação a estas

duas. Isto se deu, a princípio, tendo em vista o fato de que a primeira necessita de uma menor quantidade de nutrientes para a produção em relação às últimas.

Para o P, constata-se que a progênie 08 difere significativamente das progênies 11 e 25, sendo a primeira considerada mais eficiente por a princípio, necessitar de uma menor quantidade de nutrientes para os produtos de biomassa.

TABELA 8 - EFICIÊNCIA DE NUTRIENTES POR PROGÊNIES DE ERVA-MATE

PROGÊNIE	BIOMASSA - 100 FOLHAS (M.S) (g)	Zn	Fe	Cu	Mn	B	Al	Na
	 kg de Biomassa			kg de Nutriente Utilizado ⁻¹			
04 IV	40,7	92,8 a	9,1 b	69,8 b	490,9 a	6,2 a	1,4 a	4,3 b
08 IV	34,5	67,2 a	8,4 b	76,3 b	454,5 a	5,9 a	1,3 a	3,8 b
10 IV	42,7	67,9 a	10,1 ab	103,7 a	555,3 a	5,5 a	1,4 a	7,1 a
11 IV	33,9	60,5 a	12,3 a	105,3 a	462,5 a	6,1 a	1,5 a	4,2 b
25 IV	31,2	57,7 a	12,8 a	87,0 ab	460,8 a	6,3 a	1,4 a	7,9 a
53 BC	38,7	69,2 ab	11,0 c	175,7 a	536,0 a	11,6 a	1,8 a	4,2 ab
59 BC	42,1	90,8 a	10,3 c	93,1 b	599,7 a	13,6 a	1,5 ab	3,7 b
61 BC	35,2	60,7 b	11,1 c	129,7 ab	552,6 a	15,2 a	1,3 b	6,2 a
65 BC	32,0	61,7 b	12,5 b	192,6 a	453,9 a	10,1 a	1,3 b	4,5 ab
69 BC	31,2	47,2 b	14,1 a	135,1 ab	382,4 b	12,4 a	1,2 b	4,2 ab

Médias com as mesmas letras minúsculas, na vertical, não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

Para os micronutrientes obteve-se diferença significativa para os nutrientes Fe e Cu, bem como para o elemento Na quando analisados para a procedência de Ivaí (Tabela 8).

Analisando a eficiência do uso do nutriente Fe constata-se que as progênies 04 e 08 diferem significativamente das progênies 11 e 25, sendo estas últimas menos eficientes, tendo em vista que a princípio necessitam de maior quantidade de nutrientes para a produção de biomassa.

No caso do Cu as progênies 04 e 08 diferiram estatisticamente das progênies 10 e 11, sendo as primeiras as mais eficientes no uso dos nutrientes.

Para o Na constata-se dois grupos. O primeiro grupo composto pelas progênies 04, 08 e 11 diferindo significativamente das progênies 10 e 25.

Constatou-se diferença significativa para Zn, Fe, Cu, Mn, Al e Na quando analisados para a procedência de Barão de Cotegipe (Tabela 8).

Para o Zn constata-se que as progênies 61, 65 e 69 apresentaram diferença significativa em relação a progênie 59, sendo considerada esta última menos

eficiente, que a princípio necessita de mais quantidade de nutriente para a produção de biomassa.

No caso do Fe apresentou três grupos, os quais foram compostos pelas progênies 53, 59 e 61; outro grupo pela progênie 65 e outro pela progênie 69, apresentando diferença significativa para todos as progênies analisadas nessa procedência.

As progênies 53 e 65 diferiram estatisticamente da progênie 59 quando analisado o Cu, sendo essa última a mais eficiente, tendo em vista que, a princípio necessita de menor quantidade do nutriente para a produção de biomassa.

Para o Mn obteve-se diferença significativa da progênie 69 das progênies 53, 59, 61 e 65, sendo consideradas estas últimas progênies menos eficientes.

Para o Al as progênies 61, 65 e 69 apresentaram diferença significativa da progênie 53. Embora se tenha a atribuição de eficiência, não se pode atestá-la tendo em vista que o Al não é considerado até o presente um nutriente essencial para a erva-mate. Por outro lado, a progênie 61 foi menos eficiente para o elemento Na, diferindo significativamente da progênie 59, valendo também para este caso, a mesma observação elaborada para o Al.

Determinadas progênies são menos eficientes na absorção de nutrientes do que outras. Porém, caso não ocorra a reposição dos mesmos através de adubação, pode haver exaustão das reservas nutricionais do solo mais rapidamente que para as progênies mais eficientes que utilizam uma menor quantidade de nutriente para a produção de biomassa. Deve-se ter em vista que as progênies mais eficientes proporcionarão uma melhor absorção de nutrientes e, conseqüentemente uma melhor produtividade da cultura, uma vez que, as progênies mais eficientes conseguem absorver os nutrientes dos solos que apresentam baixa fertilidade.

4.7 ANÁLISE DO SOLO

Os atributos químicos do solo do experimento instalado em Ivaí, expressos como média da área, encontram-se na Tabela 9. Os teores de macro e micronutrientes por progênie encontram-se nas Tabelas 11 e 12, respectivamente.

O solo apresentou um pH de 3,7 em CaCl_2 , o que segundo SERRAT, KRIEGER e MOTTA (2006) representa uma acidez elevada, todavia, trata-se de uma característica comum para solos sob cultivo de erva-mate, estando a planta adaptada a esta condição. Como se pode observar na Tabela 9, os teores de Ca e Mg são baixos (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC, 2004).

Considerando o índice de conversão para a matéria orgânica igual a 1.72, a quantidade desta encontrada no solo do experimento é de $55,2 \text{ g dm}^{-3}$, ou seja, um excelente nível, uma vez que o teor de matéria orgânica na maioria dos solos varia de 0,5 a 5,0 % nos horizontes minerais superficiais (SILVA, CAMARGO e CERETTA, 2006). A matéria orgânica é um componente importante tanto para a fertilidade do solo como para a produtividade, sendo a principal fonte de N, S e P do solo. Oferece resistência às modificações do pH do solo (poder tampão) e complexação de elementos tóxicos (MALAVOLTA, VITTI e OLIVEIRA, 1997).

Os teores de Fe, Mn, Cu e Zn apresentados na Tabela 9 são referentes aos teores extraídos com ácido cítrico a 1 %.

TABELA 9 - ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO DO EXPERIMENTO AMOSTRADOS À PROFUNDIDADE DE 0 – 20 cm (MÉDIA DE 40 AMOSTRAS).

pH	CaCl_2	Al	H + Al	Ca	Mg	K	Na	N	P	Fe	Mn	Cu	Zn	C
		cmol_c	dm^{-3}		g kg^{-1}	mg dm^{-3}	mg kg^{-1}		g dm^{-3}
3,7		5,4	18,2	0,7	0,6	0,4	0,1	2,7	1,4	333	32,8	1,20	0,60	32,1

Analisando estatisticamente os dados do solo, observou-se que para a procedência Ivaí, os teores de K, Ca e Mg apresentaram diferença significativa entre as progênies (Tabela 11), porém, para N e P não se verificou essa diferença. Na procedência de Barão de Cotegipe, os teores dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg não apresentaram diferença significativa. Os teores médios dos nutrientes das procedências também não apresentaram diferença estatística.

Analisando a granulometria do solo do experimento, obteve-se uma percentagem média de 1,98 % de areia, 25,39 % de silte e 72,63 % de argila, o que o classificou como bastante argiloso (Tabela 10).

TABELA 10 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO DO EXPERIMENTO (MÉDIA DE 40 AMOSTRAS).

PROGÊNIES	AREIA	SILTE %	ARGILA
04 IV	2,14	24,11	73,75
08 IV	1,92	25,58	72,50
10 IV	2,02	26,73	71,25
11 IV	2,16	25,34	72,50
25 IV	2,00	25,50	72,50
53 BC	1,66	27,09	71,25
59 BC	1,49	28,51	70,00
61 BC	2,01	22,99	75,00
65 BC	2,35	26,40	71,25
69 BC	2,05	21,70	76,25
% TOTAL	1,98	25,39	72,63

Para o P foi encontrado teor médio de $1,4 \text{ mg dm}^{-3}$, considerado muito baixo segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC (2004), tendo RIBEIRO (2005) obtido, na mesma região, um teor médio de $2,6 \text{ mg dm}^{-3}$, classificando-o como baixo. Geralmente as concentrações de P, na maioria dos solos, apresentam-se baixas, devido a altas taxas de adsorção do nutriente (COELHO e ALVES, 2003), reações com óxidos de Fe e Al, bem como com minerais de argila (MELLO, 1983). O coeficiente de variação geral atesta para o P um valor de 32%. No entanto, observa-se que os solos sob as plantas das progênies de Ivaí apresentam uma variação entre os valores máximos e mínimos de 44%, ao passo que os valores extremos do P do solo sob as progênies de Barão de Cotegipe apresentaram uma variação apenas de 19%, significando que a grande variação se situa no solo sob as progênies de Ivaí. Observando os dados da Tabela 3, onde constam os teores foliares, constata-se o mesmo comportamento, ou seja, os dados foliares da procedência de Ivaí apresentam uma variação de 26% entre os valores máximos e mínimos. Na procedência de Barão de Cotegipe esta variação é de apenas 7% entre os valores máximos e mínimos. Fazendo a correlação dos dados do solo com os das folhas na procedência de Ivaí, onde se observa a maior variação obtém-se uma correlação positiva ($r= 0,22$), porém, não significativa.

Ao contrario de P, o suprimento de K está dentro do nível de suficiência para a classe de solo em questão (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC, 2004).

Conforme COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC (2004), a concentração de P varia de acordo com sua classe textural. Solos muito intemperizados tendem a apresentar granulometria menor ($> 0,002$ mm) com presença de grandes quantidades de óxidos de Fe e Al. O solo em estudo, como já apresentado na análise granulométrica (Tabela 10), é um solo bastante argiloso, tendo sido determinada uma concentração muito baixa de P, o que pode ter ocorrido devido a característica deste nutriente de realizar adsorção específica em óxidos, tornando-o temporariamente indisponível (P não lábil), gerando o resultado encontrado.

TABELA 11 - TEORES MÉDIOS DE MACRONUTRIENTES EM AMOSTRAS DE SOLOS POR PROGÊNIE DE ERVA-MATE

PROGÊNIE	N g kg ⁻¹	P g dm ⁻³	K cmol _c dm ⁻³	Ca cmol _c dm ⁻³	Mg
04 IV	2,62 a	1,6 a	0,34 ab	0,67 ab	0,67 ab
08 IV	2,75 a	0,9 a	0,22 b	0,37 b	0,32 b
10 IV	2,50 a	1,5 a	0,47a	1,32 a	1,00 a
11 IV	3,07 a	1,4 a	0,32 ab	0,77 ab	0,65 ab
25 IV	2,65 a	1,4 a	0,40 ab	0,92 ab	0,77 ab
53 BC	2,72 a	1,4 a	0,31 a	0,57 a	0,50 a
59 BC	2,45 a	1,4 a	0,34 a	0,55 a	0,52 a
61 BC	3,02 a	1,6 a	0,40 a	0,70 a	0,70 a
65 BC	2,77 a	1,4 a	0,36 a	0,67 a	0,57 a
69 BC	2,62 a	1,3 a	0,38 a	0,87 a	0,77 a
TEOR MÉDIO - IV	2,7 A	1,4 A	0,35 A	0,81 A	0,68 A
TEOR MÉDIO - BC	2,7 A	1,4 A	0,36 A	0,67 A	0,61 A

Médias com as mesmas letras minúsculas, na vertical, não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Duncan, no âmbito das progênies dentro de cada uma das procedências. Médias com as mesmas letras maiúsculas, na vertical, não diferem estatisticamente ao nível de 1% pelo teste de Duncan, no âmbito das procedências.

Conforme pode ser observado na Tabela 12, os micronutrientes do solo foram extraídos com ácido cítrico a 1% (HILDEBRAND, HILDEBRAND e REISSMANN, 1977) que tem se mostrado promissor para espécies de pinus, as quais também vegetam satisfatoriamente em solos ácidos (REISSMANN e WISNIEWSKI, 2000), além de ser abundante na rizosfera (MARSCHNER, 1995). Presentemente a interpretação destes teores é insatisfatória, tendo em vista a falta de calibração pertinente. Inclusive na tentativa do presente estudo não foi possível estabelecer correlação significativa entre as concentrações de Zn e Cu com o peso da copa, bem como, também não se obteve correlação dos teores de Cu com a extração com o HCl 0,1 M (Tabela 13).

TABELA 12 - TEORES MÉDIOS POR PROGÊNIE DE Fe, Mn, Cu E Zn EXTRAÍDOS COM ÁCIDO CÍTRICO, Al E Na POR HCl 1 mol L⁻¹

PROGÊNIE	Fe	Mn	Cu	Zn	Al	Na
	mg kg ⁻¹					cmol _c dm ⁻³
04 IV	353,7 a	39,7 a	1,2 a	0,67 a	5,75 a	0,1 a
08 IV	293,6 a	26,0 a	1,2 a	0,53 a	5,52 ab	0,1 a
10 IV	360,0 a	35,6 a	1,2 a	0,82 a	4,40 b	0,1 a
11 IV	342,5 a	32,1 a	1,1 a	0,72 a	5,95 a	0,1 a
25 IV	291,0 a	24,7 a	1,1 a	1,03 a	4,75 ab	0,1 a
53 BC	338,6 a	32,6 a	1,1 a	0,46 a	5,42 ab	0,1 a
59 BC	276,3 a	30,5 a	1,2 a	0,48 a	5,65 ab	0,1 a
61 BC	324,1 a	36,2 a	1,2 a	0,37 a	6,05 a	0,1 a
65 BC	400,7 a	40,8 a	1,2 a	0,32 a	5,37 ab	0,1 a
69 BC	346,5 a	30,0 a	1,2 a	0,54 a	4,72 b	0,1 a
TEOR MÉDIO - IV	328,1 A	31,6 A	1,2 A	0,75 A	5,3 A	0,1 A
TEOR MÉDIO - BC	337,3 A	34,0 A	1,2 A	0,43 A	5,4 A	0,1 A

Médias com as mesmas letras minúsculas, na vertical, não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Duncan, no âmbito das progênies dentro de cada uma das procedências. Médias com as mesmas letras maiúsculas, na vertical, não diferem estatisticamente ao nível de 1% pelo teste de Duncan, no âmbito das procedências.

Tanto para as progênies de Ivaí quanto para as de Barão de Cotegipe, os teores de Fe, Mn, Cu e Zn do solo extraídos com o ácido cítrico não apresentaram diferença significativa estatisticamente (Tabela 12). As concentrações de Al diferiram significativamente entre as amostras de solo sob as progênies amostradas para ambas as procedências analisadas (Tabela 12). As concentrações de Al apresentaram diferenças significativas nas progênies tanto de Ivaí quanto de Barão de Cotegipe. Os teores de Al, sob as progênies de Ivaí, variaram de 4,40 a 5,95 mg kg⁻¹ e nas de Barão de Cotegipe, de 4,72 a 6,05 mg kg⁻¹. Não se constatou diferença para os teores de Na obtidos nas progênies e procedências.

Além da extração com ácido cítrico, os nutrientes Zn e Cu do solo foram extraídos com ácido clorídrico com o objetivo de se obter uma correlação entre os extratores, porém, não confirmando essa expectativa para o Cu (Figura 6C e D). Correlacionando os teores obtidos de Zn sob as progênies de Ivaí, constatou-se correlação de (r = 0,68) (Figura 6A) e, para as progênies de Barão de Cotegipe, correlação de (r = - 0,45) não significativa (Figura 6 B). As concentrações de Zn e Cu sob as progênies de Ivaí diferiram estatisticamente, já para as progênies de Barão de Cotegipe não se constatou essa diferença (Tabela 13).

De acordo com a classificação da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC (2004) os solos das progênies 08, 10 e 11 de Ivaí são classificados como teores médios para o Zn e as progênies 04 e 25 como altos. Adotando esse mesmo

critério, com exceção da progênie 59, todos os solos das progênies de Barão de Cotegipe são classificados como altos. Estes resultados criaram a expectativa de correlação com teores na parte aérea, o que não se verificou. Pelo contrário, se constatou níveis deficientes em todas as progênies, independentemente da classificação de fertilidade do solo para esse micronutriente, o que sugere a necessidade de mais estudos de calibração.

Para o Cu, se constatou que todos os teores do solo sob as progênies são classificados como altos (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC, 2004). Isto se reflete claramente na parte aérea onde, apesar de se apresentarem com expressivo número de diferenças significativas, todas as plantas estão suficientemente abastecidas com o nutriente (JONES JR, 1998), que determina a faixa de suficiência entre 3 e 7 mg kg⁻¹ de Cu na massa seca. Neste sentido, com exceção das progênies 53 e 65 de Barão de Cotegipe, todas as demais progênies situam-se acima do limite superior do bom suprimento, todavia não causam toxidez às plantas.

FIGURA 6 - CORRELAÇÕES ENTRE Zn E Cu EXTRAÍDO COM ÁCIDO CÍTRICO E ÁCIDO CLORÍDRICO

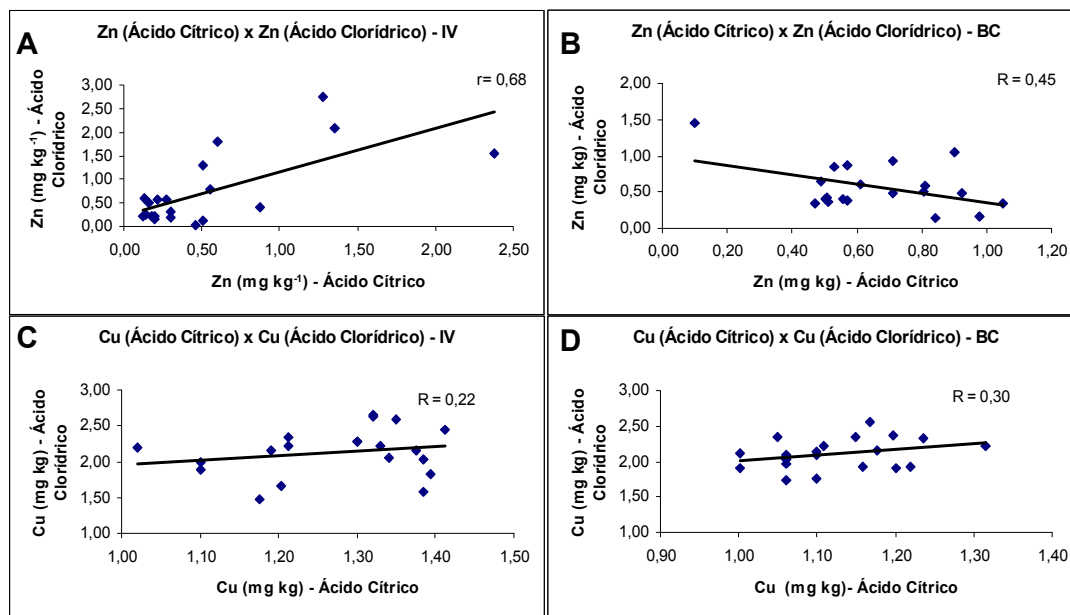


TABELA 13 - TEORES MÉDIOS POR PROGÊNIE DE Zn E Cu EXTRAÍDOS COM ÁCIDO CLORÍDRICO 0,1 mol L⁻¹

PROGÊNIE	Zn	Cu
	mg kg ⁻¹	
04 IV	0,98 ab	2,11 ab
08 IV	0,37 b	1,83 b
10 IV	0,38 b	2,38 a
11 IV	0,21 b	2,17 ab
25 IV	1,72 a	2,14 ab
53 BC	0,53 a	2,28 a
59 BC	0,39 a	2,15 a
61 BC	0,81 a	2,04 a
65 BC	0,46 a	2,06 a
69 BC	0,65 a	1,99 a
TEOR MÉDIO IV	0,73 A	2,12 A
TEOR MÉDIO BC	0,57 A	2,10 A

Médias com as mesmas letras minúsculas, na vertical, não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Duncan, no âmbito das progênies dentro de cada uma das procedências. Médias com as mesmas letras maiúsculas, na vertical, não diferem estatisticamente ao nível de 1% pelo teste de Duncan, no âmbito das procedências.

Analisando estatisticamente as variáveis Zn e Cu do solo, não se verificou diferença significativa entre a procedência de Ivaí e Barão de Cotegipe (Tabela 13), bem como, sob as progênies de Barão de Cotegipe.

4.8 CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DO SOLO X PLANTA E SOLO X PRODUÇÃO

Pesquisas referentes às correlações entre a composição química foliar da erva-mate e a concentração de nutrientes do solo ainda são escassas, porém, vários autores (RIBEIRO FILHO et al., 2001; RÖMHELD, 2001) enfatizam a importância de se realizar estudos referentes a este tema.

A extração de micronutrientes com o ácido cítrico vem sendo adotada em diversas pesquisas devido a se tratar de um extrator de menor agressividade ambiental. REISSMANN et al. (2003) encontraram em plantios de erva-mate uma correlação satisfatória para Mn foliar x Mn ácido cítrico do solo, segundo os autores, é possível um refinamento da análise química do solo utilizando-se extratores mais compatíveis com a natureza das espécies.

Nesse estudo, a fim de aprofundar o conhecimento sobre a relação entre a concentração dos nutrientes do solo com os teores foliares da planta, correlacionaram-se as variáveis do solo com as da planta, bem como, com a

produtividade, sendo consideradas significativas as correlações que apresentaram probabilidade de significância de 5%. Ao estabelecer a matriz de correlação entre as variáveis do solo com as variáveis da planta e a produtividade, constatou-se que as correlações significativas foram poucas em número e em magnitude (Figura 7).

Os teores de Zn da planta com os teores de K do solo, extraídos com ácido cítrico, resultaram numa correlação significativa ($r = 0,60$) e com os teores de ferro no solo de ($r = 0,62$) para a procedência de Ivaí (Figura 7 A e B). A disponibilidade de Zn está relacionada principalmente com o pH do solo (ABREU, FERREIRA e BORKERT, 2001; TISDALE, NELSON e BEATON, 1985) sendo sua solubilidade elevada em solos ácidos (MELLO, 1983; BOHNEN, MEURER e BISSANI, 2006). A correlação positiva com o Fe indica que não está havendo antagonismo entre estes dois micronutrientes, uma vez que, o aumento do teor de Fe no solo não implica na diminuição do teor de Zn na planta.

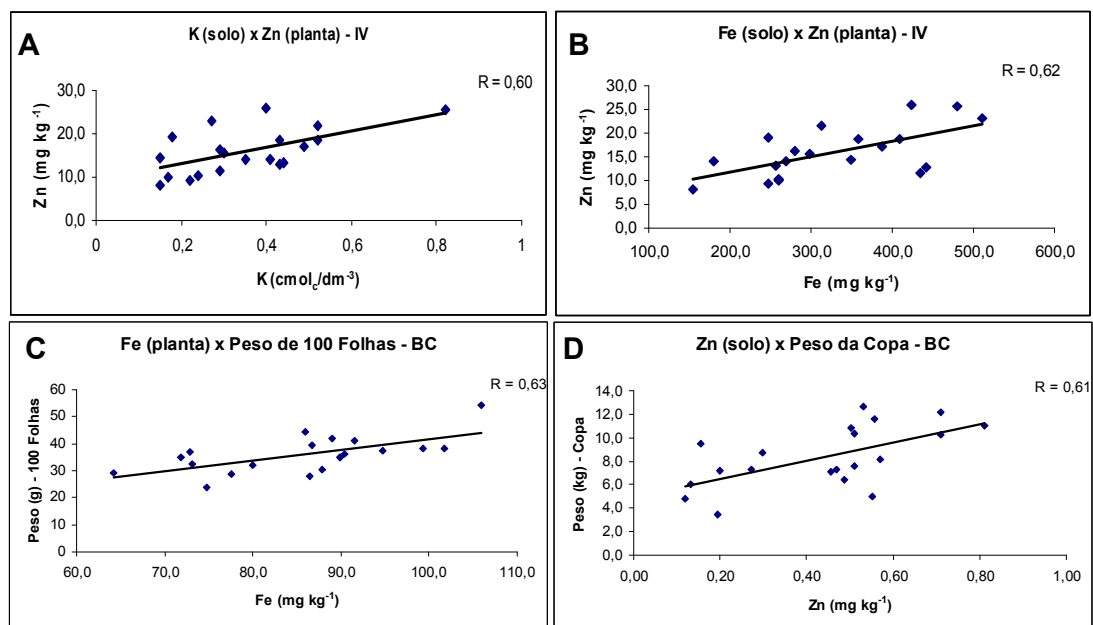
No entanto, quando analisadas as variáveis para a procedência de Barão de Cotegipe, obteve-se correlação significativa entre as concentrações de Zn do solo e o peso da copa ($r = 0,61$) e entre os teores foliares de Fe com o peso de 100 folhas ($r = 0,63$) (Figura 7 C e D).

O Fe é encontrado no solo principalmente na constituição de óxidos, sulfetos e silicatos (BRADY, 1983), sendo que a maior parte desse nutriente encontra-se na forma oxidada (Fe^{3+}), indisponível para a absorção das plantas, as quais o absorvem na forma Fe^{2+} . Em solos altamente intemperizados, como já abordado anteriormente, os óxidos de Fe acumulam-se como óxidos hidratados na fração argila e, com teores totais extremamente variáveis dependendo do material de origem, encontram-se na faixa de 10 a 100 g kg^{-1} (BORKERT; PAVAN e BATAGLIA, 2001).

A absorção de Fe pelas plantas depende principalmente mais das condições de pH e da aeração do que da quantidade do nutriente presente no solo, uma vez que, a maioria dos solos brasileiros apresenta altas concentrações de Fe (BORKERT, PAVAN e BATAGLIA, 2001; GONÇALVES e VALERI, 2001), porém, teores acima de 1000 mg kg^{-1} são considerados tóxicos (BATAGLIA, 1991). Os solos intemperizados das regiões tropicais apresentam compostos Fe^{3+} , os quais são insolúveis e tendem a acumular-se nesse tipo de solo (THOMPSON e TROEF, 1973). Por serem retidos fortemente ou formarem compostos, torna-se muito baixa a solubilidade desse nutriente (MOTTA e SERRAT, 2006), desta maneira, sua

absorção é altamente dependente da capacitação genética da planta (JOLLEY e BROWN, 1994).

FIGURA 7 - CORRELAÇÕES LINEARES SIMPLES OBTIDAS ENTRE OS NUTRIENTES DO SOLO X PLANTA E PLANTA X PRODUÇÃO



5 CONCLUSÃO

Constatou-se superioridade de peso da biomassa fresca para a procedência de Barão de Cotegipe, o que não foi acompanhado pelo peso da massa seca de 100 folhas. No entanto, o peso da massa seca de 100 folhas diferiu estatisticamente entre as progênies de Ivaí e Barão de Cotegipe, não tendo sido verificada essa diferença entre as procedências.

Os teores de macronutrientes N, P, K, Ca e Mg foram considerados dentro do nível de suficiência para a cultura, tanto para procedência de Ivaí, quanto para Barão de Cotegipe. As concentrações de N, P, Ca e Mg apresentaram diferença significativa entre as procedências analisadas, o que não foi constatado para o K.

As progênies da procedência de Ivaí, em relação às concentrações de N, P, K, Ca e Mg diferiram significativamente. Nas progênies de Barão de Cotegipe, os teores de Ca e Mg apresentaram diferença significativa.

Os teores foliares de Fe, Cu e Mn foram considerados satisfatórios para ambas as procedências. Foi obtida baixa concentração de Zn, elevada de B e teores normais de Al para a espécie. Os teores de Zn, Fe, Cu, Al e Na diferiram significativamente entre as progênies tanto de Ivaí quanto de Barão de Cotegipe, não tendo sido verificada diferença significativa para o B. O Mn apresentou diferença significativa apenas para as progênies de Barão de Cotegipe.

A procedência de Ivaí apresentou teores mais elevados tanto de macro como de micronutrientes, comparativamente à procedência de Barão de Cotegipe, indicando que um programa de melhoramento genético poderá refletir significativamente na melhoria da qualidade da erva-mate.

Os conteúdos de N, K, Ca, Fe, Cu e Na diferiram estatisticamente entre as progênies de Ivaí e Barão de Cotegipe. O P, B e Al apresentaram diferença significativa apenas para a progênie de Ivaí, enquanto o Mg e Mn diferiram estatisticamente apenas para as progênies de Barão de Cotegipe. Não se constatou diferença ao nível de significância determinada de Zn tanto para as progênies de Ivaí bem como para as de Barão de Cotegipe.

Observou-se correlação entre as variáveis foliares para Ca x Mg ($r= 0,67$) e P x Fe ($r= 0,72$) para a procedência de Ivaí e de Ca x Mg ($r= 0,82$) para Barão de Cotegipe.

Para as progênies de Ivaí obteve-se diferença significativa para N, P e Ca quando analisados quanto a sua eficiência de nutrientes. No entanto, para a procedência de Barão de Cotegipe constatou-se diferença estatística apenas para o Ca e Mg.

Os micronutrientes Fe e Cu, bem como o elemento Na diferiram estatisticamente ao analisar a eficiência desses nutrientes para as progênies de Ivaí. Porém, para a procedência de Barão de Cotegipe, constatou-se diferença significativa para Zn, Fe, Cu, Mn, Al e Na.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. A. de, FERREIRA, M. E.; BORKERT, C. M. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: zinco e cobre. In: MICRONUTRIENTES e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 125–150.
- ALLOWAY, B.J. **Zinc in soils and crop nutrition**. 2004. 116 p. Disponível em: <<http://www.zinc-crops.org/Crops/Alloway-all.php>>. Acesso em: 20 jun. 2007.
- AMBERGER, A. **Pflanzenernährung Ökologische und physiologische Grundlagen**. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer Verlag. 1988. 238 p.
- ANUÁRIO brasileiro da erva-mate. Santa Cruz do Sul. Gazeta. Grupo de Comunicações, 1999. 63 p.
- AZZOLINI, M.; MACCARI JUNIOR, A. Erva-mate e seu uso medicinal. In: MACCARI JUNIOR, A.; MAZUCOWSKI, J.Z. **Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate**. Curitiba: SEAB, 2000. p. 92-104.
- BATAGLIA, O. C. Análise química de plantas. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Ed.). **Micronutrientes na Agricultura**. Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p. 289-308.
- BELLOTE, A. F. J.; STURION, J. A. Deficiências minerais em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil): resultados preliminares. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10., 1985. Curitiba. **Anais...** Curitiba: PNPf, 1985. p.124-127. (Documentos, 15).
- BOHNEN, H.; MEURER, E.J.; BISSANI, C. Solos ácidos e solos afetados por sais. In: MEURER, J. (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. 3. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2006. p. 163-183.
- BORILLE, A. M. W.; REISSMANN, C. B.; FREITAS, R.J.S. Relação entre compostos fotoquímicos e o N em morfotipos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St, Hil). **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 23, n. 1, p. 183-198, 2005.
- BORILLE, A. M. W. **Relação entre compostos fitoquímicos e o nitrogênio em morfotipos de erva-mate (Ilex paraguariensis St. Hil.)**. Curitiba, 2004. 109 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- BORKERT, C. M.; PAVAN, M.A.; BATAGLIA, O.C. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: ferro e manganês. In: MICRONUTRIENTES e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 151-185.
- BORSOI, G. A.; COSTA, E.C. Avaliação nutricional de plantas de erva-mate atacadas e não atacadas pelo *Hedypathes betulinus* (Klung, 1925). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 131-142, 2001.
- BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1983. p. 647.
- CALDEIRA, M. V. W.; RONDON NETO, R. M.; SCHUMACHER, M. V. Acúmulo e exportação de micronutrientes em um povoamento de Acácia-Negra (Acácia

- mearnsii DE WILD.) procedência Bodalla – Austrália. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 33, n. 1, p. 73-78, 2002.
- CALDEIRA, M.V.W.; WATZLAWICK, L.F.; SOARES, R.V.; VALÉRIO, A.F. Teores de micronutrientes em espécies arbóreas da floresta Ombrófila Mista Montana – General Carneiro/PR. **Ambiência Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava, v. 2, n. 1, p. 29-50, 2006..
- CAMPOS, M.A. **Balanco de biomassa e nutrientes em povoamento de *Ilex paraguariensis*. Avaliação na safra e na safrinha**. Curitiba, 1991. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- CARNEIRO, C; REISSMANN, C.B; MARQUES, R. Comparação de Métodos de Análise Química de K, Ca, Mg e Al, em folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Revista Cerne**, v. 12, n. 2, p. 113, 2006.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa/Florestas, 2003. v. 1. (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras).
- CHENERY, E. M.; SPORNE, K. R. A note on the evolutionary status of Aluminium-accumulators among dycotiledons. **New Phytol.**, v. 76, p. 551-554, 1976.
- COELHO, A. M; ALVES, V. M. C. Resposta da cultura do milho à adubação fosfatada. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 102, p. 6, 2003.
- COELHO, G.C. RACHWAL, M.; SCHNORRENBERGER, E.; SCHENKEL, E.P. Efeito do sombreamento sobre a sobrevivência, morfologia e química da erva-mate. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE ERVA-MATE, 2; REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA-MATE, 3, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Ed. Dos Organizadores, 2000. p.396-399.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2004.
- CONTO, A.J. A estrutura da produção de erva-mate na região sul. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE ERVA-MATE, 2.; REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA-MATE, 3., 2000, Encantado. **Anais...** Porto Alegre: Ed. dos Organizadores, 2000. p. 210 -214.
- DA CROCE, D.M.; FLOSS, P.A. **Cultura da erva-mate no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1999. 81p. (Boletim Técnico, 100).
- DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A.C. Avaliação do estado nutricional da planta e disponibilidade no solo. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P (Ed.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. 734 p.
- DEDECEK, R. A. Manejo de Solos Florestais. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1997. p. 317–336.
- DONADUZZI, C.M; CARDOZO JR, E.L; DONADUZZI, E.M; SILVA, M.M. da; STURION, J.A; CORREA, G. **Varição nos Teores de Polifenóis totais e taninos em dezesseis progênies de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) cultivadas em três municípios do Paraná**. Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR, Umuarama, v. 7, n. 2, p. 129-134, 2003.

DORDAS, C; SAH, R; BROWN, P.H; ZENG, Q; HU, H. Remobilização de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: MICRONUTRIENTES e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 43-69.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1979.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. Ed. Londrina: Editora Planta, 2006.

FERREIRA FILHO, J.C. **Cultura e preparo da erva-mate**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1948. 53 p.

FIEDLER, H.J.; NEBE, W. e HOFFMANN, F. **Forstliche Pflanzenernährung and Düngung**. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1973. 481 p.

FLOSS, P.A. Programa de melhoramento genético da erva-mate na Epagri. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1. REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPq, 1997. p.279 - 284. (Serie Documentos, n. 33).

FOSSATI, L.C. **Avaliação do estado nutricional e da produtividade da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em função do sítio e da dioícia**. Curitiba, 1997. 113 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná.

FOSSATI, L.C.; REISSMANN, C.B. Avaliação do estado nutricional e da produtividade de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (erva-mate), em função do sítio. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPq, 1997. p. 439. (Serie Documentos, n. 33).

GAIAD, S.; RAKOCEVIC, M.; REISSMANN, C.B. N sources affect growth, nutrient content, and net photosynthesis in mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 5, p.689-697, 2006.

GONÇALVES, J.L. de M; VALERI, S.V. Eucalipto e Pinus. In: FERREIRA, M. E. et al. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 393–423.

GREGIANINI, T. S.; WINGE, H. Variabilidade de proteínas de reserva em populações naturais de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil., Aquifoliaceae). In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA MATE, 2.; REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA-MATE, 3. 2000, Encantado. **Anais...** Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000. p. 373-380.

GREIZERSTEIN, E. J.; GIBERTI, G.C.; BARRAL, D.; POGGIO, L. Espécies de *Ilex* Del Cono Sur:Estúdios Citogenéticos y de Electroforesis de Proteínas. In: 2 Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 2.; Reunião Técnica da Erva-Mate, 3. Encantado. **Anais...** Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000. p. 116-120.

- GUPTA, U.C. Micronutrientes e elementos tóxicos em plantas e animais. In: MICRONUTRIENTES e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 13 – 41.
- HARIDASAN, M. Aluminium accumulation by some cerrado native species of central Brazil. **Plant and Soil**, The Hague, v. 65, n. 2, 265-273, 1982.
- HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v. 12, n. 1, p. 54 -64, 2000.
- HARIDASAN, M. ARAÚJO, G.M. Perfil nutricional de espécies de duas florestas semidecíduais em Uberlândia, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 295–303, 2005.
- HEINRICHS, R.; MALAVOLTA, E. Composição mineral do produto da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 5, p.781-785, 2001.
- HILDEBRAND, C.; HILDEBRAND, E.E.; REISSMANN, C.B. **Manual de análise química de solo e planta**. Curitiba: Departamento de Solos, Universidade Federal do Paraná, 1977. 225 p.
- IAPAR. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina, 1994. 49 p. (Documentos; 18).
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da extração vegetal e silvicultura**. Rio de Janeiro, 2004. v. 19, 59 p.
- INOVE, M. T; RODERJAN, C. V; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto madeira do Paraná**. Curitiba: FUPEF, 1984.
- JOLLEY, V.D.; BROWN, J.C. Genetically controlled uptake of and use by plants. In: MANTHEY, J.A.; CROWLEY, D.E.; LUSTER, D.G. (Ed). Biochemistry of metal micronutrients in the rhizosphere. Boca Raton. Lewis Publishers, 1994. p. 251-266.
- JONES JR, J.B. Plant Nutrition Manual. CRC Press, Boca Raton. Florida. 1998, 149 p.
- JONES JR, J.B.; CASE, V.W. Sampling, handling and analyzing plant tissue samples. In: WESTERMANN et al. Soil Testing and Plant analysis. 3^a Ed. (EDS). SSSA, Book Series. 389 - 420, 1990.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras: Manual de identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Vol. 01, 3^o Ed. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 1949.
- MA, J.F.; RYAN, P.R.; DELHAIZE, E. Aluminium tolerance in plants and the complexing role of organic acids. Trends in Plant Science. v. 6(6), p. 273 -278, 2001.
- MACCARRI JUNIOR A.; MAZUCHOWSKI, J. Z. **Produtos Alternativos e Desenvolvimento da Tecnologia Industrial na Cadeia Produtiva da Erva-Mate**. Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Erva-Mate / MCT / CNPq / Projeto PADCT Erva-Mate. Curitiba – Paraná, 160 p. 2000.
- MACCARI JUNIOR, A.; PINTO, A.R.J. Aplicações potenciais da erva-mate em produtos de higiene e no tratamento de resíduos. In: MACCARI JUNIOR, A.; MAZUCOWSKI, J.Z. **Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate**. Curitiba, 2000. p.122 – 135.

MACCARI JUNIOR, A.; SANTOS, A.P.R. Parâmetros tecnológicos para a utilização industrial da erva-mate. In: MACCARI JUNIOR, A.; MAZUCOWSKI, J.Z. **Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate**. Curitiba – SEAB, 2000. p. 43-68.

MALAVOLTA, E. Elementos da nutrição mineral de Plantas. Ed. Agronômica CERES Ltda. São Paulo, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e Aplicações. Piracicaba. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1989. p. 201.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2ª ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 281 p.

MARSCHNER, H. Rhizosphere pH effects on phosphorus nutrition. In: Genetic manipulation of crop plants to enhance integrated nutrient management in cropping systems. 1995. p.107 – 115. Phosphorus: proceedings of an FAO/ICRISAT Expert Consultory Workshops, 15 – 18 Março, 1994. ICRISAT Asia Center, India. Johansen, C; Lee, K.K; Sharma, K.K; Subbarao, G.V and Kuenemans, E.A. eds. Patancheru, 502, 324. Andhra Radesh, India International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.

MAZUCHOWSKI, J. Z. Manual da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Curitiba: EMATER-Pr, 1989. 104 p.

MAZUCHOWSKI, J. Z. Manual da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Curitiba: EMATER-Pr, 1991. 104 p.

MEDRADO, M. J. Trabalhos no cultivo de plantas industriais – erva – mate: produção. Curitiba: SENAR-PR, 2004a.

MEDRADO, M. J. Trabalhos no cultivo de plantas industriais – erva – mate: adubação, tratos culturais e podas. Curitiba: SENAR-PR, 2004b.

MEDRADO, M.J.S. LOURENÇO, R.S; RODIGHIERI, H.R, DEDECEK, R.A, PHILIPPOVSKY, J.F e CORREA, G. Implantação de ervais. Colombo: Embrapa Florestas, 2000.

MELLO, F. de A. F. de.; BRASIL SOBRINHO, M.de O. C do.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COBRA NETTO, A.; KIEHL, J de C. Fertilidade do Solo. São Paulo: Nobel, 1983.

MOTTA, A.C.V.; SERRAT, B. M.; Princípios de Adubação. In: Diagnóstico e recomendação de manejo do solo: Aspectos Teóricos e Metodológicos. Curitiba: UFPR / Setor de Ciências Agrárias, 2006.

OLIVEIRA, Y.M.M. de; ROTTA, E. Área de distribuição natural de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS – SILVICULTURA DA ERVA-MATE 10. 1985, Curitiba **Anais...** Curitiba, EMBRAPA/CNPF, 1985. p. 17 – 35.

PANDOLFO, C.M.; FLOSS, P.A.; DA CROCE, D. M.; DITTRICH, R.C. Resposta da erva-mate (*Ilex paraguariensis*, St. Hil.) à adubação mineral e orgânica em Latossolo Vermelho aluminoférrico. **Ciência Florestal**, Santa Maria, V. 13, n. 2, p. 37-45. 2003.

- PAULA, M. L. de.; CHOCIAI, J. G. Uso e Aplicação Industrial da Erva-Mate em Cosméticos. In: MACCARI JUNIOR, A.; MAZUCOWSKI, J.Z. **Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate**. Curitiba – Paraná. p. 77 - 91, 2000.
- PEREIRA, J. C.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M e SANTOS, E. M. dos. Estimativa do conteúdo de nutrientes em um povoamento de *Acácia mearnsii* De Wild. NO RIO GRANDE DO SUL – BRASIL. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.24, n.2, p.193-199, 2000.
- PERKIN-ELMER. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Norwalk: Perkin Elmer Corporation, 1976. 476 p.
- RACHWAL, M.F.G.; CURCIO, G.R.; DEDECEK, R.A.; NIETSCHKE, K.; RADOMSKI, M.I. Influência da luminosidade sobre os teores de macronutrientes e taninos em folha de erva-mate. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE ERVA-MATE, 2; REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA-MATE, 3, 2000, Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre: Ed. Dos Organizadores, 2000. p.417-420.
- RADOMSKI, M. I.; SUGAMOSTO, N. F. B.; CAMPIOLO, S. Avaliação dos teores de macro e micronutrientes em folhas jovens e velhas de erva-mate nativa. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.4, n.único, parte 2, 1992 (b). p. 453-456.
- RAKOCEVICZ, M.; MEDRADO, M.J.S.; LUCAMBIO, F.; VALDUGA, T.A. Influência do Sexo, da Sombra e da Idade da Folhas no Sabor do Chimarrão. In: CONGRESO SUDAMERICANO DE LA YERBA MATE, 4. REUNIÓN TÉCNICA DE LA YERBA MATE, 4. EXPOSICIÓN DE AGRONEGOCIOS DE LA YERBA MATE, 2. **Anais...**Centro Provincial de Convenciones y Eventos, Posadas – Misiones, Argentina. Novembro de 2006. p. 31 – 36.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.F. *Biologia Vegetal*. 6ª Ed. Guanabara Koogan. p. 698 – 719, 2001.
- REISSMANN, C.B; CARNEIRO, C. Crescimento e Composição química de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), transcorridos oito anos de calagem. *Floresta*, v.34. n.3, Set/Dez 2004. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná.
- REISSMANN, C.B.; WISNIEWSKI, C. Aspectos nutricionais de plantios de pinus: In: GONÇALVEZ, J.L.M; BENEDETTI, V. *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF, 2000, p. 135-165.
- REISSMANN, C. B.; DÜNISCH, O.; BOEGER, M. R. Beziehung Zwischen Ernährungsbiologischer (Fe, Mn,Ca) und Strukturellen Merkmalen Ausgewählter Morphotypen Der Mate-Pflanze (*Ilex paraguariensis* St. Hil). In: HÜTTL, R. F. *Boden, Wald und Wasser*. Germany: KLUVER, 2003. p. 146-171.
- REISSMANN, C.B.; RADOMSKI, M.I.; QUADROS, R.M.B de. Chemical composition of *Ilex paraguariensis* St. Hil. under different management conditions in seven localities of Paraná State. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 42, n. 2, p.187-194, 1999.
- REISSMANN, C. B.; KOEHLER, C.W.; ROCHA, H.O. da.; HILDEBRAND, E.E. Níveis foliares e exportação de micronutrientes pela exploração da erva-mate. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v.9, p.103-106, 1987.
- REISSMANN, C.B.; PREVEDELLO, B.M.S.; QUADROS, R.M.B de; RADOMSKI, M.I. production and foliar N, P, K, Ca and Mg levels in erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.

- Hil.) related to increasing base saturation levels. **Arq. Biol. Tecnol.** V.40 (1), p.241-249, 1997.
- REISSMANN, C.B.; KOCHLER, C.W.; ROCHA, H. da.; CALDAS, R.L.S.; HILDEBRAND, E.E. Avaliação das exportações de macronutrientes pela exportação da erva-mate. IN: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10., Curitiba, 1983. **Anais...** Curitiba, 1985. p. 128-139.
- REISSMANN, C.B.; ROCHA, H. da.; KOCHLER, C.W.; CALDAS, R.L.S.; HILDEBRAND, E.E. Bio-elementos em folhas e hastes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) sobre cambissolos na região de Mandirituba-PR. **Revista Floresta**, v. 16, n.2., p. 49-54, 1983.
- REISSMANN, C.B.; CORRÊA, D.R.; BOEGER, M.R.; MACARRI JUNIOR, A.; CRUZ, A.C.L.; RIBEIRO, M.M.; WISNIEWSKI, C. Calibração preliminar de Fe e Mn em erva-mate utilizando a análise foliar e extração do solo com ácido cítrico 1% e ácido clorídrico 1 mol L⁻¹. In: CONGRESSO SUL AMERICANO DE ERVA-MATE, 3; FEIRA DO AGRONEGÓCIO DA ERVA-MATE, 1, 2003, Chapecó. **Anais...** Chapecó: Ed. News Print, 2003.
- REITZ, R.; EDWIN, G. Aquifoliáceas: Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí: R Reitz, 47 p., 1967.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. Projeto Madeira de Santa Catarina. **Levantamento das espécies florestais em Santa Catarina com a possibilidade de incremento e desenvolvimento.** Itajaí, Sc. Herbário Barbosa Rodrigues. 1978.
- REITZ, R. KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul.** Herbário Barbosa Rodrigues – HBR, Rio Grande do Sul, 1988.
- RESENDE, M. D. V. de; STURION, J. A.; MENDES, S. Genética e Melhoramento da Erva-Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1995. 33 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 25).
- RESENDE, M.D.V de.; SIMEÃO, R.M. e STURION, J.A. Fundamentos de Genética de populações para conservação de Germoplasma 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. Curitiba. **Anais...** Colombo. EMBRAPA-CNPQ, 1997. p.173 – 207. (Serie Documentos, n. 33).
- RESENDE, M.D.V. DE; STURION, J.A.; CARVALHO, A.P. DE, SIMEÃO, R.M; FERNANDES, J.S.C. Programa de melhoramento da erva-mate coordenado pela Embrapa: resultados da avaliação genética de populações, progênies, indivíduos e clones. Colombo: Embrapa/CNPQ, **Circular Técnica** n. 43, 2000. 65p.
- RIBEIRO, M. M. Influência da adubação nitrogenada na incidência de *Gyropsylla spegazziniana* (Hemiptera: Psyllidae) praga da erva-mate cultivada. Curitiba, 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - **Setor de Ciências Agrárias** Universidade Federal do Paraná.
- RIBEIRO, M. M.; REISSMANN, C. B.; CORRÊA, D. R.; KOEHLER, H. S. Composição química nitrogenada das folhas de erva-mate e levantamento de *Gyropsylla spegazziniana*. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 3. FEIRA DO AGRONEGÓCIO DA ERVA-MATE, 1, 2003, Chapecó. **Anais...** Chapecó, 2003. CD-ROOM.

RIBEIRO FILHO, M. R., SIQUEIRA, J. O.; CURI, N., SIMÃO, J. B. P. Fracionamento e biodisponibilidade de metais pesados em solo contaminado, incubado com materiais orgânicos e inorgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, p. 495-507, 2001.

ROBASSA, J. C. **Caracterização química de três morfotipos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em Latossolo Vermelho Escuro Álico na região de Ivaí – Pr.** Curitiba, 2005. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

ROCHA JUNIOR, W. F. da. **Análise do agronegócio da erva-mate com o enfoque da nova economia institucional e o uso da matriz estrutural prospectiva.** Florianópolis, 2001. 133 f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina.

RODRIGUEZ, O. Micronutrientes essenciais ao Citrus. In: **Micronutrientes.** Campinas: Fundação Cargil, 1982. p. 107-124.

RÖMHELD, V. Aspectos fisiológicos dos sintomas de deficiência e toxicidade de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: MICRONUTRIENTES e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 71-85.

ROSA, L. S. WENDLING, I.; GROSSI, F.; REISSMANN, C. B.; GODOY, C. M. P. de. Efeito da fertirrigação nitrogenada na produtividade de biomassa e estado nutricional em minijardim clonal de *Ilex paraguariensis* St. Hil. In: CONGRESO SUDAMERICANO DE LA YERBA MATE, 4.; REUNIÓN TÉCNICA DE LA YERBA MATE, 4.; EXPOSICIÓN DE AGRONEGOCIOS DE LA YERBA MATE, 2., 2006, Posadas. **Actas...** Posadas: INYM, 2006. p.161-166.

SERRAT, B. M.; KRIEGER, K. I.; MOTTA, A. C. V. Considerações sobre interpretação de análises de solos (com exemplos). In: **Diagnóstico e recomendação de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos.** Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias, 2006.

SIDDIQI, M.; GLASS, A. D. M. Utilization Index: A modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Jornal of Plant Nutrition**, New York, v. 4, n. 3, p. 289-302, 1981.

SILVA, F. C da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília: Embrapa Solos, 1999. 370 p.

SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. de O.; CERETTA, C. A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: FUNDAMENTOS de química do Solo. 3. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2006. p. 63-90.

SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E.N.; GONÇALVES, A.N.; MOREIRA, A. Avaliação do estado nutricional do *Eucalyptus*: diagnose visual, foliar e suas interpretações. In: GONÇALVEZ, L. M.; BENEDETTI, V. A. G. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2000. p. 59-104.

SOSA, D. A. Evaluación de la productividad Del cultivo de yerba mate em relación al estado nutricional suelo/planta. In: CURSO DE CAPACITACIÓN EN PRODUCCIÓN DE YERBA-MATE, 1, 1992, Cerro Azul. **Anais...** Cerro Azul: INTA, Estación Experimental Agropecuaria, 1994. p. 61-64.

- SWIADER, J. M.; CHYAN, Y.; FREIJI, F. G. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. **Journal of plant nutrition**, New York, v. 17, n. 10, p. 1678-1669, 1994.
- THOMPSON, L. M.; TROEH, F. R. **Soils and soil fertility**. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1973. 495 p. .
- TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers**. 4. ed. New York: Macmillan Publishing Company, 1985.
- ULRICH, A.; HILLS, F. J. Plant analysis as an aid in fertilizing sugarbeet. In: WESTERMANN, falta prenome et al. Soil Testing and Plant analysis. 3ª Ed. (EDS). SSSA, Book Series. 429 -446, 1990.
- VALDUGA, E. **Caracterização química e anatômica da folha de *Ilex paraguariensis* Saint Hilaire e de algumas espécies utilizadas na adulteração do mate**. Curitiba, 1995. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- VAN DER DRIESSCHE, R. Nutrient Storage, retranslocation and relation ship of stress to nutrition. In: NUTRITION OF PLANTATION FOREST, 1984, Londres. **Anais...** Londres: Academic Press/Bowen, 1984. p. 181-209.
- VERÍSSIMO, V.; HERTER, F. G.; RODRIGUES, A. C.; TREVISAN, R.; MARAFON, A. C. Níveis de Cálcio e Boro em gemas florais de pereira (*Pyrus* sp.) no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 28-31, 2006.
- WENDT, S. N. **Genética de Populações em *Ilex paraguariensis* St. Hil.** Curitiba, 2005. 165 f. Dissertação (Mestrado em Processos Biotecnológicos) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.
- WINGE, H. Conservação genética da erva-mate no Brasil. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA, CNPF, 1997. p. 209-226. (Documentos, 33).
- WISNIEWSKI, C. CURCIO, G. R. Exportação de nutrientes com a primeira poda de formação da erva-mate em cordões vegetados na região de Irati-PR. In: 1º CONGRESSO SUL AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA/FLORESTAS, 1997.
- WISNIEWSKI, C.; CLARO, A. M.; MERLIN, P. E. B.; PEREZ, J. Exportação de biomassa e nutrientes com a segunda poda de formação da erva-mate no primeiro Planalto Paranaense. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2.; 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA/CNPF, 1997. p. 459. (Série Documentos n. 33).
- WISNIEWSKI, C.; JINZENJI, F.; CLARO, A. M.; SOUZA, R. M. Exportação de biomassa e macronutrientes com a primeira poda de formação da erva-mate na região de Pinhais – PR. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 15, p. 179–186, 1996.
- ZAMPIER, A. C. **Avaliação dos níveis dos nutrientes, cafeína e taninos em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) após adubação e sua relação com a**

produtividade. Curitiba, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

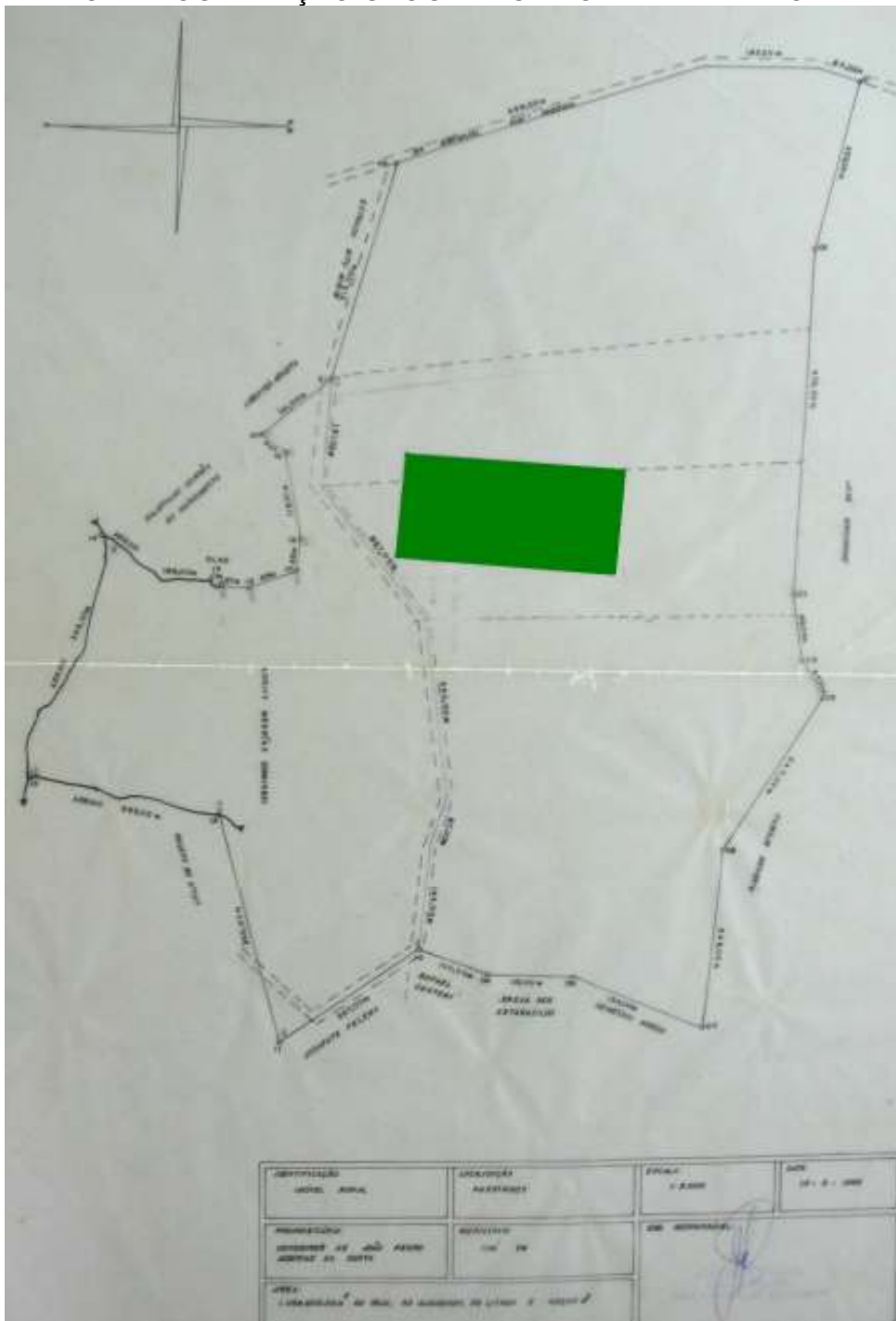
ZAMPIER, A. C. Avaliação dos níveis de nutrientes, cafeína e taninos após adubação mineral e orgânica e sua relação com a produtividade na erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil). In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 3.; FEIRA DO AGRONEGÓCIO DA ERVA-MATE, 1, 2003, Chapecó. **Anais...** Chapecó, 2003. CD-ROOM.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. Sistema de análise estatística (SANEST) para microcomputadores. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1., 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba. Campinas: Fundação Cargil. 1985. p.91-99.

ZÖTTL, H. W. International Symposium on Forest Fertilization. University of Freiburg Dederal Republic of Germany. Ministere de L`agriculture. 3-7 de December, 1973.

ANEXOS

ANEXO 1 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO EXPERIMENTO



Fonte: ERVATEIRA BITUMIRIM

ANEXO 2 – ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO DO EXPERIMENTO AMOSTRADOS À PROFUNDIDADE DE 0 - 20 cm

continua

AMOSTRAS	PROGÊNIES	pH CaCl ₂	pH SMP	N	P	K	Ca	Mg	Na	Al	C
				g kg ⁻¹	mg dm ³						cmol _c /dm ³
1	B1-IV-04 - 2/3/4	3,6	4,0	2,3	2,1	0,5	0,8	0,7	0,01	6,9	34,1
2	B2- IV-04 -1/2/3	3,8	4,3	2,7	0,8	0,2	0,4	0,6	0,01	5,4	29,3
3	B3-IV-04 -1/5/6	3,7	4,4	2,0	0,8	0,2	0,3	0,3	0,01	4,9	28,1
4	B4-IV-04 -2/3/4	3,7	4,2	3,3	1,0	0,3	0,7	0,6	0,01	5,9	36,5
5	B1-IV-08 -1/4/5	3,8	4,3	2,9	2,1	0,5	1,6	0,8	0,01	4,5	28,1
6	B2-IV-08 -4/5/6	3,7	4,2	3,3	1,9	0,4	0,8	1,0	0,01	5,6	34,1
7	B3-IV-08 -2/5/6	3,7	4,4	2,4	0,8	0,2	0,3	0,2	0,01	5,3	31,7
8	B4-IV-08 -1/3/5	3,6	4,1	2,9	1,9	0,4	0,9	0,9	0,01	5,8	32,9
9	B1-IV-10 -3/4/6	3,6	4,0	2,9	1,5	0,3	0,6	0,5	0,01	7,0	29,3
10	B2-IV-10 -1/4/6	3,7	4,4	2,4	1,2	0,4	0,7	0,6	0,01	4,9	30,5
11	B3-IV-10 -1/2/3	3,6	4,3	2,9	0,8	0,2	0,3	0,3	0,01	4,8	30,5
12	B4-IV-10-1/2/4	3,7	4,4	2,6	1,6	0,4	0,5	0,4	0,01	6,0	30,5
13	B1-IV-11-1/2/6	3,8	4,3	2,5	2,1	0,8	2,8	1,6	0,01	3,5	35,3
14	B2-IV-11-1/2/4	3,6	4,2	2,9	1,6	0,3	0,8	0,6	0,01	5,0	36,5
15	B3-IV-11-1/5/6	3,6	4,3	2,0	0,8	0,2	0,4	0,8	0,01	4,8	28,1
16	B4-IV-11-1/2/5	3,7	4,4	2,0	1,6	0,3	0,8	0,7	0,01	5,7	32,9
17	B1-IV-25 -3/4/6	3,7	4,3	3,3	0,4	0,2	0,3	0,1	0,01	5,4	31,7
18	B2-IV-25 -1/4/5	3,7	4,4	2,6	1,2	0,4	1,3	1,2	0,01	3,4	35,3
19	B3-IV-25 -1/2/3	3,7	4,2	3,2	1,5	0,4	1,0	0,9	0,01	5,9	35,3
20	B4-IV-25 -1/2/5	3,7	4,4	3,3	1,6	0,5	1,0	0,9	0,01	4,8	36,5
21	B1-BC-53 -3/4/5	3,7	4,3	2,1	0,8	0,3	0,5	0,1	0,01	5,2	31,7
22	B2-BC-53 - 1/2/3	3,6	4,3	2,1	1,0	0,3	0,4	0,6	0,01	5,3	29,3
23	B3-BC-53 -2/4/5	3,6	4,2	2,7	1,2	0,3	0,6	0,7	0,01	5,3	31,7
24	B4-BC-53 -1/3/6	3,7	4,2	2,7	1,2	0,3	0,6	0,4	0,01	5,8	32,9
25	B1-BC-59 -1/3/6	3,7	4,3	2,3	1,5	0,3	0,2	0,3	0,01	5,4	28,1
26	B2-BC-59 -2/4/6	3,6	4,2	2,7	1,6	0,4	0,7	0,8	0,01	6,1	35,3
27	B3-BC-59 -1/2/3	3,6	5,2	2,6	1,5	0,3	0,8	0,6	0,01	5,2	31,7
28	B4-BC-59 -1/3/5	3,7	4,2	3,3	1,9	0,6	0,4	0,5	0,01	5,8	30,5
29	B1-BC-61 -1/3/5	3,7	4,3	3,1	1,5	0,4	0,9	1,0	0,01	5,8	30,5
30	B2-BC-61 -1/2/5	3,6	4,2	2,8	1,0	0,2	0,6	0,7	0,01	4,2	28,1

AMOSTRAS	PROGÊNIES	pH CaCl ₂	pH SMP	conclusão							
				N	P	K	Ca	Mg	Na	Al	C
				g kg ⁻¹	mg dm ³	cmol _C /dm ³					g dm ³
31	B3-BC-61 -2/3/4	3,7	4,2	3,2	2,1	0,3	0,7	0,7	0,01	5,6	35,3
32	B4-BC-61 -3/4/5	3,6	4,3	2,4	1,5	0,4	0,7	0,7	0,01	5,1	35,3
33	B1-BC-65 -2/3/4	3,6	4	3,3	1,9	0,3	1,2	0,8	0,01	7,2	31,7
34	B2-BC-65 -1/2/3	3,7	4,4	2,7	1,5	0,4	0,5	0,3	0,03	4,3	32,9
35	B3-BC-65 -3/5/6	3,7	4,3	2,8	1,2	0,4	1,0	0,9	0,01	5,6	35,3
36	B4-BC-65 -1/2/5	3,6	4,2	2,9	1,2	0,2	0,4	0,4	0,02	4,8	26,9
37	B1-BC-69 -1/2/6	3,6	4	2,7	1,5	0,4	0,3	0,2	0,01	7,0	30,5
38	B2-BC-69 -1/2/6	3,7	4,2	2,8	1,5	0,4	0,6	0,8	0,03	5,9	31,7
39	B3-BC-69 -2/5/6	3,6	4,3	2,6	1,6	0,4	0,7	0,6	0,02	5,6	34,1
40	B4-BC-69 -1/4/6	3,8	4,5	2,6	2,5	0,6	1,7	1,2	0,01	3,7	31,7

ANEXO 3 – ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO COLETADO À PROFUNDIDADE
DE 0 - 20 cm

AMOSTRAS	PROGÊNIES	Fe	Mn	Cu	Zn	Zn *	Cu *
		mg kg ⁻¹					
1	B1-IV-04 -2/3/4	386,7	75,7	1,4	0,87	1,31	2,65
2	B2- IV-04 -1/2/3	154,7	25,9	1,2	0,14	2,08	1,57
3	B3-IV-04 -1/5/6	247,2	14,9	1,2	0,84	0,11	2,44
4	B4-IV-04 -2/3/4	434,3	41,0	1,0	0,61	0,42	1,82
5	B1-IV-08 -1/4/5	313,2	25,8	1,2	0,18	0,57	2,15
6	B2-IV-08 -4/5/6	256,9	29,1	1,0	0,12	0,15	2,04
7	B3-IV-08 -2/5/6	349,1	14,6	1,2	0,92	0,23	1,47
8	B4-IV-08 -1/3/5	442,5	36,0	1,1	0,80	0,57	1,66
9	B1-IV-10 -3/4/6	279,9	29,1	1,2	0,21	0,23	2,03
10	B2-IV-10 -1/4/6	180,2	15,5	1,3	2,38	0,58	2,28
11	B3-IV-10 -1/2/3	260,8	14,6	1,2	0,98	0,51	2,60
12	B4-IV-10 -1/2/4	423,7	30,6	1,2	0,57	0,20	2,62
13	B1-IV-11 -1/2/6	480,3	60,6	1,4	1,35	0,21	1,98
14	B2-IV-11 -1/2/4	298,0	43,2	1,2	1,28	0,32	2,33
15	B3-IV-11 -1/5/6	259,8	15,0	1,0	1,05	0,25	2,16
16	B4-IV-11 -1/2/5	510,4	39,6	1,2	0,71	0,05	2,22
17	B1-IV-25 -3/4/6	247,0	32,9	1,4	0,51	0,80	1,89
18	B2-IV-25 -1/4/5	269,9	30,8	1,2	0,30	1,53	2,29
19	B3-IV-25 -1/2/3	357,9	15,1	1,2	0,78	1,80	2,20
20	B4-IV-25 -1/2/5	409,9	42,5	1,1	0,51	2,76	2,21
21	B1-BC-53 -3/4/5	286,4	18,3	1,3	0,13	0,35	2,35
22	B2-BC-53 -1/2/3	150,5	18,9	1,3	0,46	0,17	2,55
23	B3-BC-53 -2/4/5	305,9	41,9	1,2	0,51	0,13	2,32
24	B4-BC-53 -1/3/6	311,4	29,5	1,1	0,49	1,45	1,92
25	B1-BC-59 -1/3/6	246,8	11,9	1,3	0,51	0,49	2,36
26	B2-BC-59 -2/4/6	307,3	32,9	1,1	0,55	0,40	2,23
27	B3-BC-59 -1/2/3	276,9	31,6	1,3	0,56	0,36	1,90
28	B4-BC-59 -1/3/5	357,7	30,9	1,1	0,50	0,35	2,13
29	B1-BC-61 -1/3/5	425,5	35,5	1,4	0,12	0,84	1,97
30	B2-BC-61 -1/2/5	252,1	28,2	1,3	0,30	0,88	1,91
31	B3-BC-61 -2/3/4	348,0	42,2	1,1	0,47	0,61	2,12
32	B4-BC-61 -3/4/5	353,7	39,0	1,1	0,71	0,93	2,16
33	B1-BC-65 -2/3/4	362,2	37,1	1,4	0,27	0,42	1,74
34	B2-BC-65 -1/2/3	363,1	55,3	1,4	0,16	0,39	1,92
35	B3-BC-65 -3/5/6	527,7	42,4	1,0	0,57	0,40	2,36
36	B4-BC-65 -1/2/5	412,7	37,0	1,1	0,71	0,65	2,23
37	B1-BC-69 -1/2/6	324,3	32,6	1,3	0,19	1,04	2,03
38	B2-BC-69 -1/2/6	270,8	34,8	1,1	0,20	0,50	2,09
39	B3-BC-69 -2/5/6	502,7	42,9	1,1	0,53	0,49	2,10
40	B4-BC-69 -1/4/6	359,4	37,3	1,1	0,81	0,59	1,75

* Ácido Clorídrico

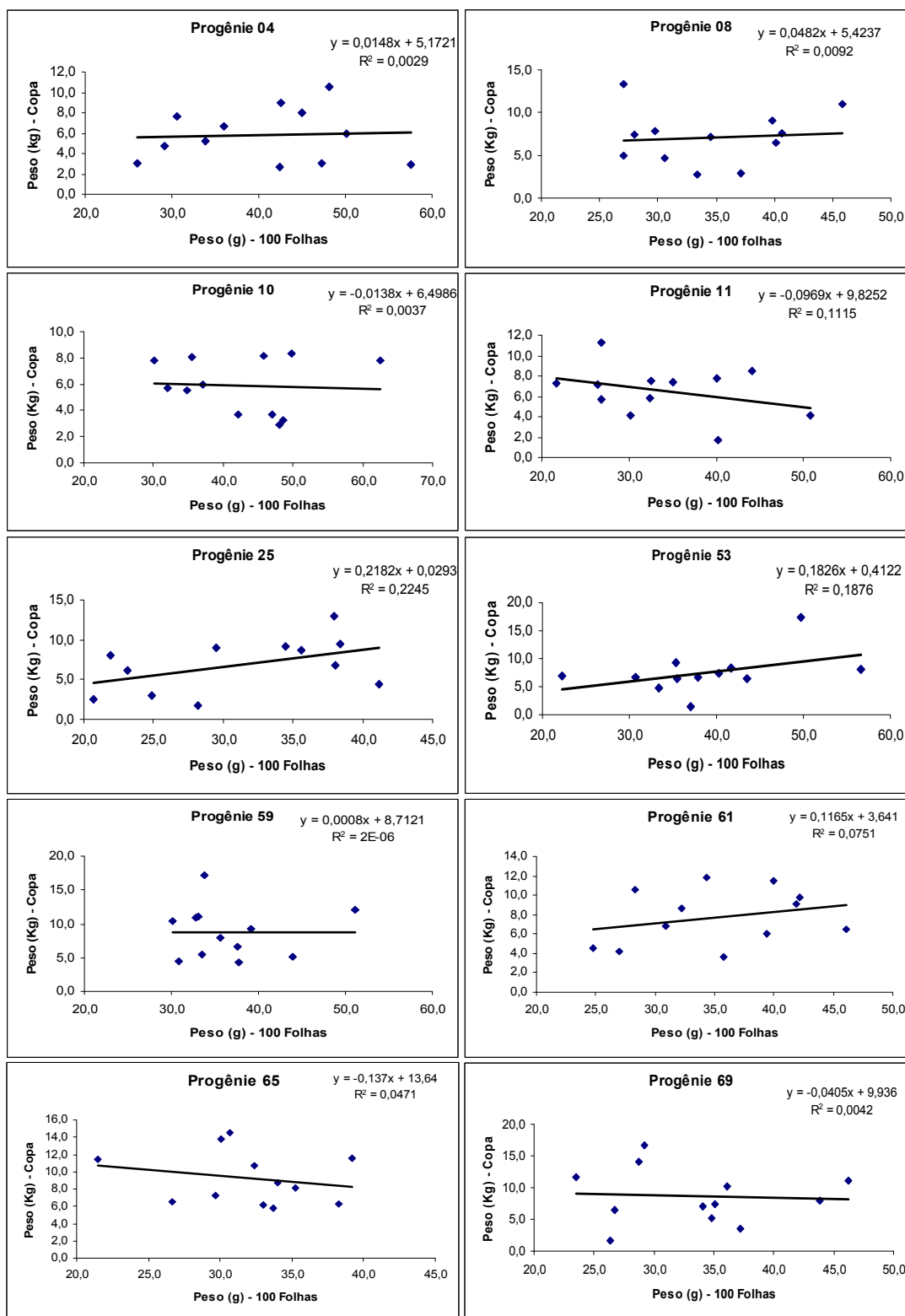
ANEXO 4 – ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO

AMOSTRAS	PROGÊNIES	ARGILA	AREIA	SILTE
		%		
01	B1-IV-04 -2/3/4	70	3,28	26,73
02	B2- IV-04 -1/2/3	75	2,02	22,99
03	B3-IV-04 -1/5/6	75	1,49	23,52
04	B4-IV-04 -2/3/4	75	1,79	23,22
05	B1-IV-08 -1/4/5	65	2,31	32,70
06	B2-IV-08 -4/5/6	75	1,73	23,28
07	B3-IV-08 -2/5/6	75	1,55	23,45
08	B4-IV-08 -1/3/5	75	2,12	22,89
09	B1-IV-10 -3/4/6	70	2,19	27,82
10	B2-IV-10 -1/4/6	65	1,81	33,20
11	B3-IV-10 -1-2-3	75	1,48	23,52
12	B4-IV-10 -1/2/4	75	2,62	22,38
13	B1-IV-11 -1/2/6	75	3,11	21,90
14	B2-IV-11 -1/2/4	75	2,66	22,34
15	B3-IV-11 -1/5/6	75	1,39	23,61
16	B4-IV-11 -1/2/5	65	1,47	33,53
17	B1-IV-25 -3/4/6	75	3,36	21,65
18	B2-IV-25 -1/4/5	75	1,70	23,30
19	B3-IV-25 -1/2/3	75	1,17	23,84
20	B4-IV-25 -1/2/5	65	1,79	33,21
21	B1-BC-53 -3/4/5	75	1,98	23,03
22	B2-BC-53 -1/2/3	65	1,58	33,42
23	B3-BC-53 -2/4/5	75	1,81	23,19
24	B4-BC-53 -1/3/6	70	1,28	28,72
25	B1-BC-59 -1/3/6	65	1,27	33,73
26	B2-BC-59 -2/4/6	75	1,74	23,27
27	B3-BC-59 -1/2/3	60	1,47	38,54
28	B4-BC-59 -1/3/5	80	1,49	18,52
29	B1-BC-61 -1/3/5	75	2,51	22,49
30	B2-BC-61 -1/2/5	75	1,98	23,03
31	B3-BC-61 -2/3/4	75	1,98	23,03
32	B4-BC-61 -3/4/5	75	1,57	23,44
33	B1-BC-65 -2/3/4	75	3,18	21,82
34	B2-BC-65 -1/2/3	70	2,91	27,10
35	B3-BC-65 -3/5/6	75	1,93	23,08
36	B4-BC-65 -1/2/5	65	1,41	33,60
37	B1-BC-69 -1/2/6	75	2,16	22,84
38	B2-BC-69 -1/2/6	75	2,26	22,74
39	B3-BC-69 -2/5/6	75	1,54	23,46
40	B4-BC-69 -1/4/6	80	2,23	17,78

ANEXO 5 – PESO DE 100 FOLHAS E DA COPA DE PROGÊNIES DE ERVA-MATE
(MÉDIA DE 3 PLANTAS/ PROGÊNIES)

AMOSTRAS	PROGÊNIE	PESO DE 100 FOLHAS	PESO DA COPA
		g	kg
01	B1-IV-04 -2/3/4	42,0	2,87
02	B2- IV-04 -1/2/3	45,9	7,65
03	B3-IV-04 -1/5/6	33,0	5,53
04	B4-IV-04 -2/3/4	42,0	8,07
05	B1-IV-08 -1/4/5	32,8	3,42
06	B2-IV-08 -4/5/6	28,0	8,72
07	B3-IV-08 -2/5/6	38,5	7,02
08	B4-IV-08 -1/3/5	37,9	9,20
09	B1-IV-10 -3/4/6	32,3	6,33
10	B2-IV-10 -1/4/6	46,3	3,28
11	B3-IV-10 -1-2-3	49,2	8,08
12	B4-IV-10 -1/2/4	43,3	5,93
13	B1-IV-11 -1/2/6	37,1	5,30
14	B2-IV-11 -1/2/4	26,9	7,33
15	B3-IV-11-1/5/6	39,4	5,80
16	B4-IV-11 -1/2/5	32,3	7,73
17	B1-IV-25 -3/4/6	29,7	4,55
18	B2-IV-25 -1/4/5	32,0	8,70
19	B3-IV-25 -1/2/3	27,8	4,47
20	B4-IV-25 -1/2/5	35,2	9,60
21	B1-BC-53 -3/4/5	30,4	6,03
22	B2-BC-53 -1/2/3	41,8	7,08
23	B3-BC-53 -2/4/5	44,5	10,38
24	B4-BC-53 -1/3/6	38,0	6,40
25	B1-BC-59 -1/3/6	54,4	7,60
26	B2-BC-59 -2/4/6	38,4	4,97
27	B3-BC-59 -1/2/3	34,7	11,58
28	B4-BC-59 -1/3/5	41,1	10,82
29	B1-BC-61 -1/3/5	36,3	4,75
30	B2-BC-61 -1/2/5	37,2	8,72
31	B3-BC-61 -2/3/4	28,0	7,30
32	B4-BC-61 -3/4/5	39,4	10,22
33	B1-BC-65 -2/3/4	32,5	7,27
34	B2-BC-65 -1/2/3	34,8	9,48
35	B3-BC-65 -3/5/6	28,8	8,12
36	B4-BC-65 -1/2/5	32,0	12,13
37	B1-BC-69 -1/2/6	23,8	3,47
38	B2-BC-69 -1/2/6	34,9	7,15
39	B3-BC-69 -2/5/6	37,2	12,68
40	B4-BC-69 -1/4/6	29,1	11,02

ANEXO 6 – CORRELAÇÃO ENTRE PESO DE 100 FOLHAS E O PESO DA COPA (MÉDIA DE 12 PLANTAS/PROGÊNIOS)



ANEXO 7 – TEORES DE MACRONUTRIENTES, MICRONUTRIENTES E Al E Na EM AMOSTRAS DE ERVA-MATE.
(MÉDIA DE 3 PLANTAS/PROGÊNIES)

continua

AMOSTRA	PROGÊNIE	N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Cu	Mn	Fe	Na	Al
		g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
01	B1-IV-04 -2/3/4	15,8	1,7	10,6	16,0	6,9	137,6	17,2	13,6	2862	110,6	266,7	661
02	B2- IV-04 -1/2/3	13,7	1,3	7,5	13,2	6,1	155,0	8,3	14,5	1751	105,6	166,7	657
03	B3-IV-04 -1/5/6	15,7	1,9	13,8	11,1	4,0	213,3	9,3	17,6	1799	111,7	300,0	797
04	B4-IV-04 -2/3/4	20,5	1,8	10,0	12,6	6,0	158,5	11,7	12,7	1740	99,8	233,3	580
05	B1-IV-08 -1/4/5	12,7	2,1	17,4	14,8	8,2	174,7	21,7	12,7	2057	125,2	266,7	787
06	B2-IV-08 -4/5/6	18,5	2,0	11,4	13,7	5,8	156,1	13,2	13,5	2177	127,4	300,0	803
07	B3-IV-08 -2/5/6	14,6	1,7	14,2	8,0	3,6	160,2	14,4	13,0	1478	107,4	300,0	820
08	B4-IV-08 -1/3/5	15,3	1,9	9,8	15,4	8,1	183,4	12,9	13,2	3093	114,9	200,0	800
09	B1-IV-10 -3/4/6	15,2	1,7	13,2	7,6	6,5	193,4	16,1	7,5	1944	125,2	166,7	787
10	B2-IV-10 -1/4/6	16,0	1,6	10,8	7,9	6,1	167,4	14,2	8,8	1922	119,1	133,3	797
11	B3-IV-10 -1-2-3	20,9	1,4	14,2	5,5	3,3	226,5	9,9	12,2	1521	102,1	100,0	923
12	B4-IV-10 -1/2/4	17,4	1,6	13,8	7,5	6,0	149,3	26,1	11,6	1814	70,7	200,0	840
13	B1-IV-11 -1/2/6	19,4	1,4	12,2	6,8	5,2	135,9	25,5	11,0	2118	77,1	200,0	437
14	B2-IV-11 -1/2/4	22,5	1,6	14,6	6,7	5,0	208,2	15,6	10,0	2118	92,6	266,7	600
15	B3-IV-11 -1/5/6	21,7	1,3	11,0	4,7	3,2	137,2	10,5	9,5	2117	74,1	233,3	580
16	B4-IV-11 -1/2/5	20,8	1,4	12,6	8,0	6,6	199,1	23,0	8,0	2302	82,3	266,7	590
17	B1-IV-25 -3/4/6	17,8	1,8	12,2	11,7	6,1	158,8	19,2	11,2	2736	94,1	233,3	897
18	B2-IV-25 -1/4/5	17,9	1,6	10,2	18,4	7,1	161,9	14,0	13,3	1303	83,3	133,3	747
19	B3-IV-25 -1/2/3	17,9	1,4	9,0	19,6	6,6	152,5	18,6	11,4	1950	82,9	100,0	707
20	B4-IV-25 -1/2/5	18,2	1,3	10,3	14,4	6,2	152,5	18,6	10,4	2364	60,1	100,0	663
21	B1-BC-53 -3/4/5	18,8	1,3	11,4	10,8	4,5	87,5	21,0	9,1	1939	87,8	200,0	597
22	B2-BC-53 -1/2/3	18,8	1,3	14,2	9,7	3,8	83,7	15,3	3,4	1167	89,0	266,7	560
23	B3-BC-53 -2/4/5	22,7	1,2	9,6	9,9	3,9	74,2	12,6	5,4	1547	85,9	233,3	447
24	B4-BC-53 -1/3/6	21,3	1,2	10,8	11,2	4,4	103,4	11,8	8,8	2812	99,3	266,7	683
25	B1-BC-59 -1/3/6	19,6	1,4	14,4	9,0	3,5	76,9	15,1	10,5	1243	105,9	300,0	627
26	B2-BC-59 -2/4/6	16,6	1,4	12,8	5,8	2,6	81,4	12,2	12,4	2113	101,8	200,0	637
27	B3-BC-59 -1/2/3	21,5	1,2	13,3	4,5	2,2	118,9	8,1	9,6	1180	89,9	300,0	683

conclusão

AMOSTRA	PROGÊNIE	N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Cu	Mn	Fe	Na	Al
		g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
28	B4-BC-59 -1/3/5	21,0	1,1	13,4	5,9	1,8	47,7	10,9	10,8	2142	91,5	300,0	673
29	B1-BC-61 -1/3/5	14,8	1,1	15,0	5,4	2,4	46,8	14,8	7,6	1481	90,4	200,0	593
30	B2-BC-61 -1/2/5	21,6	1,1	9,8	7,1	2,3	57,6	14,9	7,5	1275	94,7	133,3	693
31	B3-BC-61 -2/3/4	23,1	1,3	14,8	8,0	3,0	82,3	23,7	9,0	2450	86,4	100,0	670
32	B4-BC-61 - 3/4/5	21,8	1,7	12,2	7,2	2,9	99,0	15,1	7,0	2212	86,8	200,0	830
33	B1-BC-65 -2/3/4	17,9	1,4	13,0	6,2	2,4	95,8	13,2	3,9	1505	73,1	200,0	763
34	B2-BC-65 -1/2/3	22,5	1,4	13,4	7,9	2,5	103,2	15,7	5,3	2827	89,9	266,7	730
35	B3-BC-65 -3/5/6	21,3	1,3	9,8	6,9	2,7	79,5	20,7	5,6	2091	77,6	200,0	747
36	B4-BC-65 -1/2/5	22,6	1,3	11,4	7,4	2,6	127,0	16,9	6,8	2389	79,9	233,3	833
37	B1-BC-69 -1/2/6	18,1	1,3	10,4	6,1	2,0	110,4	29,5	7,1	3255	74,7	233,3	893
38	B2-BC-69 -1/2/6	18,4	1,3	10,6	7,4	2,2	92,5	24,8	7,8	2478	71,8	233,3	783
39	B3-BC-69 -2/5/6	18,7	1,2	11,8	8,7	2,3	56,0	19,1	7,9	2392	72,8	266,7	757
40	B4-BC-69 -1/4/6	19,2	1,2	12,6	6,5	1,9	82,4	16,0	6,9	2339	64,2	200,0	787

ANEXO 8 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS AMOSTRAS FOLIARES DE ERVA-MATE

N					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M	VALOR F	PROB.>F
Procedência	1	164,0340365	164,0340365	21,0086	0,00008
Progenie/Procedencia - IV	4	268,1856505	67,0464126	8,5869	0,00003
Progenie/Procedencia - BC	4	40,1056818	11,7764205	1,5083	0,20360
Procedência(Procedência)	8	315,2913323	39,4114165	5,0476	0,00120
Resíduo	110	858,8758410	7,8079622		
Total	119	1338,2012098			
Média Geral	18,9				
Coeficiente de Variação	14,7%				

P					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M	VALOR F	PROB.>F
Procedência	1	3,15576118	3,15576118	56,7152	0,00001
Progenie/Procedencia - IV	4	1,6510435	0,4127609	7,4181	0,00009
Progenie/Procedencia - BC	4	0,0905934	0,0226483	0,4070	0,80513
Procedência(Procedência)	8	1,7416369	1,2177046	3,9126	0,00551
Resíduo	110	6,1206514	0,0556423		
Total	119	11,0180502			
Média Geral	1,4				
Coeficiente de Variação	16,2%				

K					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Procedência	1	3,4340933	3,4340933	0,5207	0,52099
Progenie/Procedencia - IV	4	91,6560146	22,9140036	3,4745	0,01042
Progenie/Procedencia - BC	4	47,6866721	11,9216680	1,8077	0,13136
Procedência(Procedência)	8	139,3426867	17,4178358	2,6411	0,03692
Resíduo	110	725,4491539	6,5949923		
Total	119	868,2259339			
Média Geral	12,1				
Coeficiente de Variação	21,2%				

Ca					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Procedência	1	355,3518798	355,3518798	39,8664	0,00001
Progenie/Procedencia - IV	4	822,9889521	205,7472380	23,0825	0,00001
Progenie/Procedencia - BC	4	119,2223435	29,8055859	3,3438	0,01265
Procedência(Procedência)	8	942,2112956	117,7764119	13,2132	0,00001
Resíduo	110	980,4927625	8,9135706		
Total	119	2278,0559379			
Média Geral	9,5				
Coeficiente de Variação	31,5%				

Mg					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Procedência	1	276,8529517	276,8529517	144,1719	0,00001
Progenie/Procedencia - IV	4	20,2365282	5,0501321	2,6346	0,03729
Progenie/Procedencia - BC	4	31,2033583	7,8008396	4,0623	0,00446
Procedência(Procedência)	8	51,4398866	6,4299858	3,3484	0,01257
Resíduo	110	211,2326617	1,9202069		
Total	119	539,5254999			
Média Geral	4,3				

Coeficiente de Variação 32,1%

Zn					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Procedência	1	40,6810924	40,6810924	0,8325	0,63343
Progenie/Procedencia - IV	4	329,9496387	82,4874097	1,6880	0,15677
Progenie/Procedencia - BC	4	720,5366971	180,1341743	3,6862	0,00763
Procedência(Procedência)	8	1050,4863358	131,3107920	2,6871	0,0344
Resíduo	110	5375,3737546	48,8670341		
Total	119	6466,5411828			
Média Geral	15,9				
Coeficiente de Variação	43,9%				

FE					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Procedência	1	4.757,7524133	4.757,7524133	20,4651	0,00009
Progenie/Procedencia - IV	4	13802,6072855	3450,6518214	14,8427	0,00001
Progenie/Procedencia - BC	4	5079,5545635	1269,8886409	5,4623	0,00073
Procedência(Procedência)	8	18882,1618491	2360,2702311	10,1525	0,00001
Resíduo	110	25572,8812877	232,4807390		
Total	119	49212,7955501			
Média Geral	91,9				
Coeficiente de Variação	16,6%				

CU					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Procedência	1	499,3917517	499,3917517	85,0917	0,00001
Progenie/Procedencia - IV	4	209,2206621	52,3051655	8,9123	0,00003
Progenie/Procedencia - BC	4	200,0559848	50,0139962	8,5219	0,00004
Procedência(Procedência)	8	409,2766469	51,1595809	8,7171	0,00003
Resíduo	110	645,5752507	5,8688659		
Total	119	1554,2436494			
Média Geral	9,7				
Coeficiente de Variação	24,8%				

MN					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Procedência	1	51.833,6333333	51.833,6333333	0,1139	0,73598
Progenie/Procedencia - IV	4	1313823,5666667	328455,8916667	0,7218	0,58144
Progenie/Procedencia - BC	4	6949055,3333333	1737263,8333333	3,8177	0,00631
Procedência(Procedência)	8	8262878,9000000	1032859,8625000	2,2698	0,06534
Resíduo	110	50055940,6666667	455054,0060606		
Total	119	58370653,2000000			
Média Geral	2053,7				
Coeficiente de Variação	32,8%				

B					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Procedência	1	217.813,8138786	217.813,8138786	150,5704	0,00001
Progenie/Procedencia - IV	4	9487,126857	2371,781714	1,6396	0,16830
Progenie/Procedencia - BC	4	5669,6832200	1417,4208050	0,9798	0,57717
Procedência(Procedência)	8	15156,8100773	1894,6012597	1,3097	0,26998
Resíduo	110	159125,0711564	1446,5915560		
Total	119	392095,6951			
Média Geral	127,9				

Coeficiente de Variação 29,7%

Al					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Procedência	1	27.724,80000000	27.724,8000000	1,3565	0,24509
Progenie/Procedencia - IV	4	715472,4000000	178868,1000000	8,7513	0,00003
Progenie/Procedencia - BC	4	509410,0000000	127352,5000000	6,2308	0,00031
Procedência(Procedência)	8	1224882,4000000	153110,3000000	7,4911	0,00009
Resíduo	110	2248294,6666667	20439,0424242		
Total	119	3500901,8666667			
Média Geral	710,5				
Coeficiente de Variação	20,1%				

Na					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Procedência	1	0,0053332	0,0053332	1,4024	0,23705
Progenie/Procedencia - IV	4	0,1443333	0,0360833	9,4880	0,00002
Progenie/Procedencia - BC	4	0,0716667	0,0179167	4,7112	0,00185
Procedência(Procedência)	8	0,2160000	0,0270000	7,0996	0,00013
Resíduo	110	0,4183335	0,0038030		
Total	119	0,6396667			
Média Geral	215				
Coeficiente de Variação	28,2%				

ANEXO 9 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AS AMOSTRAS DE SOLO

N					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Local	1	0,0000000	0,0000000	0,0000	1,00000
Bloco	3	0,6500000	0,2166667	1,5294	0,22860
Progenie/Local - IV	4	0,7570001	0,1892500	1,3359	0,28161
Progenie/Local - BC	4	0,7120000	0,1780000	1,2565	0,31088
Progênie (Local)	8	1,4690001	0,1836250	1,2962	0,29590
Resíduo	27	3,8250000	0,1416667		
Total	39	5,9440001			
Média Geral	2,7				
Coeficiente de Variação	13,8%				

P					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Local	1	0,0490000	0,0490000	0,2499	0,62662
Bloco	3	0,4260000	0,1420000	0,7242	0,54920
Progenie/Local - IV	4	1,1779999	0,2945000	1,5020	0,22877
Progenie/Local - BC	4	0,2330000	0,0582500	0,2971	0,87709
Progênie (Local)	8	1,4109999	0,1763750	0,8995	0,52033
Resíduo	27	5,2939993	0,1960740		
Total	39	7,1799992			
Média Geral	1,4				
Coeficiente de Variação	31,6%				

K					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Local	1	0,0006400	0,0006400	0,0333	0,85078
Bloco	3	0,0313700	0,0104567	0,5433	0,66065
Progenie/Local - IV	4	0,1404300	0,0351075	1,8240	0,15260
Progenie/Local - BC	4	0,0166300	0,0041575	0,2160	0,92570
Progênie (Local)	8	0,1570600	0,0196325	1,0200	0,41568
Resíduo	27	0,5196800	0,0192474		
Total	39	0,71			
Média Geral	0,35				
Coeficiente de Variação	38,8%				

Ca					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Local	1	0,1960000	0,1960000	0,8941	0,64489
Bloco	3	0,4910000	0,1636667	0,7466	0,53650
Progenie/Local - IV	4	1,9479999	0,4870000	2,2215	0,09258
Progenie/Local - BC	4	0,2650000	0,0662500	0,3022	0,87382
Progênie (Local)	8	2,2129999	0,2766250	1,2618	0,30881
Resíduo	27	5,9190000	0,2192222		
Total	39	8,8189998			
Média Geral	0,74				
Coeficiente de Variação	62,8%				

Mg					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Local	1	0,0490000	0,0490000	0,5538	0,53040
Bloco	3	0,2660000	0,0886667	1,0021	0,40838
Progenie/Local - IV	4	0,9530000	0,2382500	2,6927	0,05157
Progenie/Local - BC	4	0,2230000	0,0557500	0,6301	0,64803
Progênie (Local)	8	1,1760000	0,1470000	1,6614	0,18726
Resíduo	27	2,3890000	0,0884815		
Total	39	3,8800000			
Média Geral	0,65				
Coeficiente de Variação	45,7%				

Fe					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Local	1	836,3107524	836,3107524	0,0984	0,75410
Bloco	3	51665,7439475	17221,9146492	2,0269	0,13277
Progenie/Local - IV	4	17844,5389422	4461,1347356	0,5250	0,72088
Progenie/Local - BC	4	31987,5180744	7996,8795186	0,9412	0,54320
Progênie (Local)	8	49832,0570166	6229,0071271	0,7331	0,57958
Resíduo	27	229414,0925007	8496,8182408		
Total	39	331748,2042			
Média Geral	332,7				
Coeficiente de Variação	27,7%				

Mn					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Local	1	57,6000092	57,6000092	0,2960	0,59708
Bloco	3	555,8129920	185,2709973	0,9520	0,56874
Progenie/Local - IV	4	645,7599075	161,4399769	0,08296	0,51981
Progenie/Local - BC	4	323,2150087	80,8037522	0,4152	0,79781
Progênie (Local)	8	968,9749162	121,1218645	0,6224	0,65328
Resíduo	27	5254,4068106	194,6076597		
Total	39	6836,794728			
Média Geral	32,8				
Coeficiente de Variação	42,5%				

Cu					
CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Local	1	0,0010000	0,0010000	0,0533	0,81390
Bloco	3	0,0080000	0,0026667	0,1420	0,93323
Progenie/Local - IV	4	0,0320000	0,0080000	0,4260	0,79028
Progenie/Local - BC	4	0,0320000	0,0080000	0,4260	0,79028
Progênie (Local)	8	0,0640000	0,0080000	0,4260	0,79028
Resíduo	27	0,5069998	0,0187778		
Total	39	0,5799998			
Média Geral	1,2				
Coeficiente de Variação	11,4%				

Zn

CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Local	1	1,0112400	1,0112400	5,5289	0,02480
Bloco	3	0,4344900	0,1448300	0,7918	0,51162
Progenie/Local - IV	4	0,5481200	0,1370300	0,7492	0,56927
Progenie/Local - BC	4	0,1275000	0,0318750	0,1743	0,94751
Progênie (Local)	8	0,6756200	0,0844525	0,4617	0,76533
Resíduo	27	4,9383603	0,1829022		
Total	39	7,0597104			
Média Geral	0,6				
Coeficiente de Variação	71,7%				

Na

CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Local	1	0,9000000	0,9000000	4,5000	0,04089
Bloco	3	1,1000000	0,3660000	1,8333	0,16389
Progenie/Local - IV	4	0,0000000	0,0000000	0,0000	1,00000
Progenie/Local - BC	4	1,7000000	0,4250000	2,1250	0,10449
Progênie (Local)	8	1,7000000	0,2125000	1,0625	0,39480
Resíduo	27	5,4000000			
Total	39	9,1000000			
Média Geral	0,15				
Coeficiente de Variação	38,8%				

Al

CAUSAS DA VARIACAO	G.L	S.Q	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Local	1	0,2889998	0,2889998	0,4559	0,51196
Bloco	3	1,0260001	0,3420000	0,5396	0,66308
Progenie/Local - IV	4	7,1399993	1,7849998	2,8161	0,04434
Progenie/Local - BC	4	3,7270005	0,9317501	1,4700	0,23813
Progênie (Local)	8	10,8669997	1,3583750	2,1430	0,10215
Resíduo	27	17,1139991	0,6338518		
Total	39	29,2959987			
Média Geral	5,4				
Coeficiente de Variação	14,8%				

