

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE PLANTAS DE ERVA-MATE ATACADAS E NÃO ATACADAS PELO *Hedypathes betulinus* (Klug, 1825)¹**NUTRITIONAL EVALUATION OF ERVA MATE PLANTS, WHICH WERE ATTACKED, AND PLANTS OF THE SAME SPECIES, WHICH WERE NOT ATTACKED BY *Hedypathes betulinus* (Klug, 1825)**Geedre Adriano Borsoi² Ervandil Corrêa Costa³**RESUMO**

A pesquisa teve por objetivo avaliar e comparar os teores nutricionais de plantas de erva-mate, *Ilex paraguariensis* St. Hil., atacadas e não-atacadas pela broca-da-erva-mate *Hedypathes betulinus* (Klug, 1825) (Col.: Cerambycidae), para identificar possíveis desequilíbrios nutricionais no solo e nas folhas. A área amostrada está localizada no município de Catanduvas, SC. O erval estudado é homogêneo, com idade de 8 anos e densidade de 2.100 plantas/ha. As amostragens de folhas e de solo foram realizadas nos meses de fevereiro e abril de 1999. As amostras foram submetidas à análise química, em Laboratório de Análise Química. Foram interpretados os teores para cada elemento químico, realizaram-se os testes de comparações de médias “t” e “f” e o teste de homogeneidade de variâncias. Observou-se que o solo apresenta teores considerados adequados de N e P, teores baixos de K, Ca e Mg e altos para S, B, Fe, Mn, Zn, Cu, Na, Al, Al+H, Ph e SMP, para a erva-mate. Já na análise foliar, as plantas apresentam teores considerados adequados de K, Ca, B, Zn e Na, teores baixos de P, Mn e S e altos de N, Mg, Fe, e Cu. Nessa análise, chamou a atenção, as altas concentrações de N e os baixos níveis de S no tecido foliar. O teste “t” registrou diferença significativa para o P do solo e de folhas e o teste “f”, revelou o ferro do solo, como elemento químico com diferença significativa entre as médias das duas condições de plantas. O P e o Fe do solo e ainda, o K, S e Mn de folhas foram os elementos químicos que registraram heterogeneidade significativa de variâncias. Das variáveis estudadas, as plantas atacadas foram as que revelaram maior variação entre as médias.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*, análise química, análise foliar, *Hedypathes betulinus*.

ABSTRACT

The present research aimed at evaluating and comparing the nutritional levels of erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), plants which were attacked by *Hedypathes betulinus* (Klug, 1825) (Col.: Cerambycidae), and plants of the same specie, which were not attacked by this insect. This

1. Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS)
2. Engenheiro Florestal, MSc. Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS)
3. Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Titular do Departamento de Defesa Fitossanitária, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS)

objective was established in order to identify possible nutritional instabilities in the soil and in the leaves of these erva mate plants. The area where the investigation was conducted is localized in Catanduvas (SC). The plantation of erva mate, which had density of 2100 plants/ha, was eight years old and it was homogeneous. The samples of the plants and the soil were collected between February and April in 1999. They also were submitted to chemical analysis on Soil Analysis Laboratory. In this place, it was interpreted the levels of each chemical element and it was applied the tests of comparisons means “t” and “f” and test of homogeneity of variances, of erva mate plants. Soil showed levels adequate of N and P, low levels of K, Ca and Mg and right to S, B, Fe, Mn, Zn, Cu, Na, Al, Al+H, ph and SMP. In the tissue analysis, plants presented levels adequate of K, Ca, B, Zn and Na low levels of P, Mn and S and right to N, Mg, Fe and Cu. The test “t” demonstrated expressive difference for the P of the soil and leaves. The test “f” demonstrated Fe of soil as chemical variables with significant differences. P and Fe of the soil and K, S and Mn of the leaves were the chemical elements that showed expressive heterogeneity of variances. Comparing the two varieties of erva mate plants, the ones, which were attacked by the insect, revealed more variation between the means.

Key words: *Ilex paraguariensis*, chemical analysis, tissue analysis, *Hedypathes betulinus*.

INTRODUÇÃO

A partir da década de 80, os adensamentos em florestas nativas exploradas e os plantios homogêneos de erva-mate, começaram a surgir intensamente sobre áreas que antes pertenciam as culturas agrícolas.

A formação de povoamentos homogêneos de erva-mate, já apresenta uma gama de mais de 80 espécies de insetos que sobrevivem em razão dessa planta. Dentre as espécies, a broca-da-erva-mate, ou o corintiano, *Hedypathes betulinus* (Klug, 1825) (Col.: Cerambycidae), é considerado o inseto que causa os danos mais severos nos cultivos de erva-mate (SOARES & IEDE, 1997). Os danos causados e a forma gradativa com que se dissemina sobre os plantios estão gerando preocupação aos produtores e industriais. Muitas técnicas imediatas, principalmente com o uso de produtos químicos, já foram aplicadas, mas nenhuma medida de controle gerou resultados satisfatórios até o momento.

A exportação anual ou bi-anual de nutrientes em função da colheita de erva-mate e a pouca reposição desses nutrientes, podem estar ocasionando a produção de substâncias químicas que diminuem a resistência da planta ao ataque ou que apresentem qualidades atrativas às pragas (CHABOUSSOU, 1999).

A avaliação do estado nutricional de plantas atacadas e de plantas não-atacadas, é de grande importância para o direcionamento das pesquisas no controle de *H. betulinus*. Além do estudo dos elementos químicos nas folhas torna-se importante também a análise de fertilidade do solo, visto que as plantas saudáveis podem estar sendo favorecidas por um microclima com excelentes qualidades nutricionais.

Seguindo esse raciocínio, o objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar os teores de nutrientes do solo e folhas de plantas de erva-mate, atacadas e não-atacadas pela broca-da-erva-mate.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

MARSCHNER (1986) refere-se à relação existente entre a nutrição das plantas e o ataque de pragas. Há exemplos de deficiências nutricionais que favorecem o ataque de pragas, enquanto outros apresentam correlação positiva entre o bom suprimento nutricional e o aumento do ataque de insetos.

Para LARA (1991), tanto macro como micronutrientes podem afetar a manifestação de resistência da planta, quer seja agindo sobre o inseto, quer sobre a planta, estando essa manifestação condicionada às exigências nutricionais de cada espécie.

PANIZZI & PARRA (1991) citaram o magnésio como principal elemento químico exigido pelo coleóptero *Anthonomus grandis*.

Segundo LARA (1991), o ataque da cigarrinha *Empoasca kraemer* e de outros insetos, que provocam clorose nas extremidades dos folíolos do amendoizeiro, ocorre em consequência dos baixos teores de N, P, K, Ca, Mg e Mn.

LARA (1991) comenta que o ataque da lagarta do cartucho, em milho da variedade Antigua, apresentou resultados positivos para os tratamentos com P, K ou PK e sem-adubação. Nesses tratamentos houve um pequeno ataque e com alta porcentagem de lagartas mortas. Em outro experimento, o autor descreve que o ataque da broca do colmo de arroz, aumenta o nível de infestação com o uso de N + P.

PANIZZI & PARRA (1991) descrevem a concentração de minerais em insetos e a quantidade mínima exigida por lepidópteros (Tabela 1).

TABELA 1: Concentração de minerais nos insetos e quantidade mínima exigida por lepidópteros.

N %	P ppm	K ppm	Mg ppm	Ca ppm	Na ppm	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	B ppm
8,6	9000	13000	1500	1000	500	100	100	20	20	5
					Nível mínimo exigido por lepidópteros (ppm)					
-	2000- 6500	8000- 9000	1000	300	10	20- 60	148	20	-	-

Fonte: PANIZZI & PARRA, (1991).

Segundo PRIMAVESI (1994), os nematóides, *Meloidogyna incognita* e *Meloidogyna exigua* são pragas sérias em cafezais, especialmente em solos arenosos, onde podem aniquilar com a cultura. Uma adubação verde com feijão-de-porco e aplicação de fósforo, cálcio e magnésio, controla esses nematóides. Em acácia-negra, somente foi observado o ataque do serrador, *Oncideres*

impluviata, em árvores com carência em magnésio.

ANDRADE *et al.* (1997b), estudando a adubação fosfatada sobre danos causados por vaquinha e na nodulação do feijoeiro, concluiu que o maior número de furos nas folhas, se encontravam nos tratamentos sem-adubação e com NPK, e o menor, em que as plantas foram tratadas com esterco de curral e NPK + P. A nodulação do feijoeiro também foi maior nestes tratamentos. A nodulação foi menor na falta de P.

PRIMAVESI (1994) explica que o controle ecológico de pragas não se designa apenas ao combate da praga, o fortalecimento nutricional da planta de forma equilibrada, é muito importante, visto que os nutrientes existem em proporções exatas para cada espécie e em níveis próprios para cada variedade.

FOSSATI (1997) apresenta resultados de vários ensaios que demonstram relações entre o estado nutricional de árvores e o ataque de insetos e fungos. O autor relata que plantas malnutridas têm maior índice de ataque e podem ter maior mortalidade do que em povoamentos bem-adubados.

PRIMAVESI (1997) citou estudos realizados pela Embrapa de São Carlos, SP, em que foi constatado que as vaquinhas *Epicauta excavata*, somente aparecem em plantas cujas raízes excretam etanol. Etanol é um produto da respiração fermentativa e esta somente ocorre se as plantas crescem em solos compactos com poucos poros de ventilação. Portanto, tudo que aumenta a agregação da camada superficial do solo controla vaquinhas. Descreve também algumas pragas que podem ser controladas com o uso correto de certos elementos químicos, como por exemplo: O *Elasmopalpus lignosellus* que somente ataca plantinhas novas de milho e feijão quando a semente é deficiente em zinco. O *Spodoptera frugiperda* pode arrasar com cultivos de milho se o campo for deficiente em boro.

CHABOUSSOU (1999) descreve que a nutrição mineral parece ser um fator decisivo na resistência das plantas contra pragas. Comenta que “o excesso de N a deprime, o K e o Mg melhoram-na, os micronutrientes intervêm energicamente, especialmente o Zn, Li e I”. O autor ainda comenta que a avaliação nutricional da planta, só deve ser feita pela análise química das folhas. Elas nos dão a situação nutricional atual da planta. Já o solo sofre vários processos de trocas e reduções que dificultam a interpretação dos resultados.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área

O trabalho de campo foi realizado em um povoamento homogêneo de erva-mate com oito anos de idade no município de Catanduvas, Estado de Santa Catarina. A área pertence a uma empresa e a propriedade possui 200.000 m² com florestamento de erva-mate. A propriedade encontra-se a 2 km do perímetro urbano. O erval possui um espaçamento entre plantas de 2,0 m X 2,0 m. A área estudada é plana, possuindo aproximadamente 3 % de inclinação, com exposição solar sudeste. O município está situado na latitude sul 27° 04' e longitude oeste 51°40'.

Para MOSER (1990), o solo da região é classificado como Terra Bruna Estruturada Húmica. É um solo mineral não-hidromórfico, bem-drenado, com horizonte B textural e coloração tipicamente brunada. A profundidade dos perfis varia de 100 a 150 cm. Ocorrem em regiões de altitudes mais elevadas, dentro da Unidade de Relevo Planalto das Araucárias. O horizonte A, que varia de 25 a 60 cm, é geralmente do tipo proeminente ou apresenta caráter húmico. Uma característica marcante dessa classe de solo é a capacidade de contração com a perda de umidade. Como tais solos são derivados de rochas eruptivas básicas e intermediárias condiciona um teor variável de Fe_2O_3 , normalmente superior a 10,0%. Apresentam fertilidade natural muito baixa, são ácidos e com elevada quantidade de alumínio trocável. O teor de fósforo apresenta-se em níveis muito baixos, sendo um outro fator limitante a produção agrícola. Informa ainda, que esses solos ocorrem em uma área de 5.472 km², correspondendo a 0,9% da área total do Estado.

O clima, segundo a classificação de Köppen, predomina na região o Cfb, com verões frescos. A precipitação média anual é de 2.000 mm, com temperatura média anual de 16°C. A temperatura média mensal é de 13°C em julho e 22°C em janeiro. Em geral, o clima da região é caracterizado como mesotérmico superúmido sem-estação seca. Todas as estações do ano estão sujeitas as mais diversas mudanças de clima, em consequência da região estar situada sob as passagens das frentes polares (NIMER, 1990).

Identificação das plantas atacadas e não-atacadas por *Hedypathes betulinus*

As plantas de erva-mate atacadas por *H. betulinus* foram identificadas macroscopicamente por meio dos orifícios formados pela larva na base do fuste e nos galhos, geralmente, sendo visível o depósito de serragem no solo próximo ao tronco e, normalmente, com os adultos alimentando-se das folhas e pedúnculos. A maioria dessas plantas apresentava menor altura, pouca massa foliar e aspecto debilitado.

As plantas não-atacadas foram identificadas pelo seu aspecto saudável e pela ausência de orifícios e de adultos de *H. betulinus* em suas folhagens.

Amostragem do solo e de folhas

Os dados de porcentagem de ataque e número de plantas por hectare, obtidos com base em um inventário, as amostras foram distribuídas em linha de plantio, na proporção de uma amostra de planta atacada para cada 1.365 plantas e uma amostra de planta não-atacada para cada 735 plantas. A proporção final de amostragem foi de 0,95 amostras de plantas atacadas e 0,95 amostras para as não-atacadas para cada hectare, totalizando 38 amostras para as duas condições de plantas.

As plantas-amostra foram identificadas com uma fita vermelha e com uma plaqueta de alumínio, contendo o seu respectivo número amostral.

Amostragem do solo

Em cada planta identificada, foram extraídas três subamostras de solo, orientadas pela projeção de copa da erva-mate. As subamostras foram extraídas com pá de corte a uma profundidade

de 20 cm. A abertura das trincheiras e o método de coleta tiveram como orientação a metodologia descrita por MALAVOLTA (1992) e pela Comissão de Fertilidade do Solo para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (1995).

Amostragem de folhas

Para a amostragem de folhas, foram realizadas quatro subamostras por planta, orientadas pelos quadrantes Norte, Leste, Sul e Oeste. As subamostras foram reunidas em uma única amostra, amostra composta, identificada e armazenada em saco de papel. A amostragem teve como orientação, a metodologia descrita para culturas perenes no sudeste do País onde as folhas escolhidas para a coleta, pertenciam ao terceiro e quarto par, posicionados da ponta em direção à base do ramo. As folhas coletadas pertenciam aos ramos situados no terço médio da copa.

Tanto para amostras de solo como de folhas, as coletas foram realizadas, parte, no mês de fevereiro e, parte, em abril de 1999. Nesse período que vai até o fim do outono, a erva-mate começa a ter um declínio acentuado no crescimento, diminuindo consideravelmente a emissão de brotações.

Análises químicas

As análises químicas de solo e de folhas foram realizadas no Laboratório de Solos do Centro de Ciências Rurais, da Universidade Federal de Santa Maria.

A metodologia empregada nas análises químicas foi as descritas por TEDESCO *et al.* (1995).

Para minimizar o erro entre os resultados das análises, foram realizadas três repetições para cada elemento químico estudado.

Elementos químicos analisados

Os elementos químicos analisados para as folhas foram: N (%), P (%), K (%), Ca (%), Mg (%), S (%), B (mg/l), Fe (mg/l), Mn (mg/l), Zn (mg/l), Na (mg/l), Cu (mg/l) e para solo foram analisados além destes o: Al (cmol_c/l), Al+H (cmol_c/l), MO (%), Argila (%), ph e índice SMP.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada por meio de um Software Científico, instalado no Departamento de Fitotecnia, CCR, UFSM.

Foram empregados, para determinar as diferenças significativas entre as médias das análises para cada elemento químico, os testes Tukey ou “t” e “F”. Posteriormente, avaliou-se a dispersão das médias em cada condição de planta (atacada e não-atacada), usando o teste de homogeneidade de variâncias. A significância foi calculada para uma probabilidade de erro menor ou igual a 5% (STORCK & LOPES, 1997).

Interpretação dos teores de nutrientes no solo e no tecido foliar

Para a interpretação dos teores médios dos macronutrientes foram utilizadas as

recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Para a interpretação dos micronutrientes foram empregadas as recomendações de MALAVOLTA (1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No solo onde se encontravam as plantas atacadas e não-atacadas, foram registrados teores adequados, para a erva-mate, de N e P, valores baixos para K, Ca e Mg e altos para S, B, Fe, Mn, Zn, Cu, Na, Al, Al+H, ph e Índice SMP (Tabela 2).

De maneira geral, as análises químicas das folhas de erva-mate apresentaram teores altos de N, Mg, B, Mn e Cu, teores baixos de P e S e teores considerados satisfatórios de K, Ca, Fe, Zn e Na, em relação a outras culturas, especialmente, as florestais. Em relação aos trabalhos com erva-mate realizados por REISSMANN & PREVEDELLO, (1992) e RADOMSKI *et al.* (1992), os teores encontrados são considerados altos para N, Mg, Fe e Cu, baixos para P, Mn e S e considerados satisfatórios para K, Ca, B, Zn e Na. Nessa relação, o S e o Na, foram comparados com as culturas agrícolas e florestais, por causa da ausência de pesquisas sobre esses dois elementos em erva-mate.

O teste Tukey, “t”, apresentado na Tabela 2, revelou o fósforo do solo e o fósforo das folhas, como elemento químico de diferença significativa entre as médias de plantas atacadas e não-atacadas. O fósforo em plantas atacadas, apresentou teor mais elevado do que em plantas não-atacadas. Esse fenômeno pode ser explicado pela teoria de Dyer & Bokhari (1976) descritos por PANIZZI & PARRA (1991) em que os pesquisadores, após longos estudos em laboratório com gafanhotos, provaram que o desfolhamento das culturas agrícolas feitas por esses insetos não só causam problemas físicos à planta, mas também aumentam a atividade metabólica dela. Tal reação foi uma forma com que a planta encontrou para não sofrer tanto com as perdas energéticas causadas pela diminuição da fotossíntese.

O teste “f”, apresentado na Tabela 3, revelou o fósforo do solo e das folhas, como elemento químico com desigualdade entre as duas condições de plantas analisadas. Ainda, esse teste revelou o ferro do solo como elemento químico de diferença significativa entre os dois tipos de plantas. Os teores de ferro no solo de plantas atacadas foram superiores aos das não-atacadas. Para o restante dos nutrientes analisados, não houve diferença significativa entre as médias dos dois tipos de plantas.

O fósforo apresentou teor médio no solo, tanto para plantas atacadas (4,64 mg/l) como para as não-atacadas (3,29 mg/l). A diferença para os dois tipos de plantas é significativo, pois, nesse solo, a acidez torna menos disponível o elemento para as plantas. A faixa em que se apresenta o ph, o fósforo aparece como formas iônicas $H_2PO_4^-$ e HPO_4^- (MALAVOLTA *et al.*, 1974).

Os teores de fósforo nas folhas foram relativamente diferentes entre plantas atacadas (0,09%) e não-atacadas (0,07 %). Valores semelhantes e considerados baixos foram encontrados em folhas velhas de erva-mate por RADOMSKI *et al.* (1992), em dois tipos de solo. Já em folhas jovens, os autores encontraram valores superiores a 0,20 %. REISSMANN & PREVEDELLO

TABELA 2: Comparação de médias entre os teores de elementos químicos do solo e de folhas, em plantas de erva-mate atacadas e não-atacadas por *Hedypathes betulinus*, em Catanduvas, SC, 1999.

Elem. Químico Solo	Médias das Plantas		Significância	
	atacadas	não atacadas	“t”	“F”
N (%)	0,62	0,62	n.s.	n.s.
P (mg/l)	4,63	3,29	*	*
K (mg/l)	68,52	59,89	n.s.	n.s.
Ca (mg/l)	2,06	1,46	n.s.	n.s.
Mg (mg/l)	0,55	0,35	n.s.	n.s.
S (mg/l)	46,63	48,68	n.s.	n.s.
B (mg/l)	0,82	0,84	n.s.	n.s.
Fe (mg/l)	89,15	72,73	n.s.	*
Mn (mg/l)	51,92	54,12	n.s.	n.s.
Zn (mg/l)	2,57	2,57	n.s.	n.s.
Cu (mg/l)	12,75	12,63	n.s.	n.s.
Na (mg/l)	15,89	14,52	n.s.	n.s.
Al (cmol _c /l)	3,90	4,13	n.s.	n.s.
Al ⁺ H (cmol _c /l)	11,43	10,36	n.s.	n.s.
MO (%)	4,33	4,27	n.s.	n.s.
Arg (%)	66,84	64,58	n.s.	n.s.
Ph (1:1)	4,61	4,59	n.s.	n.s.
SMP	4,76	4,87	n.s.	n.s.
Folhas	atacadas	não atacadas	“t”	“F”
N (%)	5,24	5,21	n.s.	n.s.
P (%)	0,09	0,06	*	*
K (%)	1,73	1,72	n.s.	n.s.
Ca (%)	0,67	0,61	n.s.	n.s.
Mg (%)	0,74	0,65	n.s.	n.s.
S (%)	0,12	0,12	n.s.	n.s.
B (mg/l)	64,47	56,21	n.s.	n.s.
Fe (mg/l)	114,40	113,15	n.s.	n.s.
Mn (mg/l)	268,59	219,91	n.s.	n.s.
Zn (mg/l)	42,08	37,90	n.s.	n.s.
Cu (mg/l)	13,83	14,66	n.s.	n.s.
Na (mg/l)	49,37	50,52	n.s.	n.s.

Em que: * = significativo a uma probabilidade de erro inferior a 5%; n.s. = não significativo.

(1992) encontraram teores que variaram de 0,05 % a 0,07 %, mesmo aumentando progressivamente a calagem. Esses valores foram considerados normais para a erva-mate, pois a espécie não apresentou sintomas de deficiência. Esses valores provam mais uma vez a tolerância da espécie aos baixos níveis de fósforo.

Para o ferro, a maior concentração desse elemento ocorre no solo das plantas atacadas, 89,15

mg/l, contra 72,73 mg/l em solo onde se encontravam as plantas não-atacadas. Os teores são considerados altos em culturas agrícolas, quando superam os 30,0 mg/l. Para solos ácidos os teores geralmente são altos MALAVOLTA (1989), o que de fato ocorre com o solo estudado. Nesse trabalho não foi possível relacionar os altos níveis de Fe no solo, com o ataque de insetos praga.

CHABOUSSOU (1999) comenta que, apesar do fósforo ser um elemento químico muito exigido pelos insetos, assim como o potássio e o magnésio, as pesquisas demonstram que não há aumento significativo da população, como ocorre com o uso do nitrogênio. Quando escreve sobre a determinação das carências nutricionais, discrimina o fósforo, por sugerir que as variações estão relacionadas com o cálcio, e que esse, sim, deverá ser obrigatoriamente analisado. O autor sugere que a resistência da planta é função de um mínimo de substâncias solúveis nos tecidos foliares, especialmente com nitrogênio. O fósforo de maneira geral, entraria como elemento formador de fosfotídeos e outras proteínas, favorecido por micronutrientes divididos em dois grupos, o primeiro que faz parte das enzimas, e são: Fe, Cu, Zn e Mo, e o segundo serve como ativadores dessas enzimas, e são: Mn, Cl, e B, além de outros como: I, Cd, Li e Co.

Teste de homogeneidade de variâncias entre plantas atacadas e não-atacadas por *H. betulinus*

O teste de homogeneidade para os teores nutricionais do solo, revelaram heterogeneidade para o fósforo e para o ferro, (Tabela 3). Essa variação comprova o que o teste “t” e “F”, demonstraram anteriormente na Tabela 2.

Para as folhas, o teste de homogeneidade foi significativo ou heterogêneo para o potássio, enxofre e manganês.

A concentração de potássio nas folhas apresentou pequena diferença entre os dois tipos de plantas, 1,74% para plantas atacadas e 1,73% para as não-atacadas respectivamente. RADOMSKI *et al.* (1992) encontraram valores inferiores para folhas velhas de erval nativo situado em três tipos de solo, 1,16% em Cambissolo pouco profundo álico, 1,26% em Litólico húmico álico e 1,47% em Podzólico Vermelho-Amarelo álico. Já em folhas jovens os teores superaram 2,5%. FOSSATI (1997) estudando a produtividade da erva-mate, em dez diferentes sítios, encontrou teores de K que variaram de 0,8 a 1,3%. O autor citou Sosa (1992), que considerou esses valores de K baixos para a erva-mate.

Quanto ao ataque de pragas, CHABOUSSOU (1999) afirma que o uso de macronutrientes, como o K ou o Ca no solo, estimula a resistência da planta contra o ataque de pragas. O uso da adubação potássica diminui o acúmulo de aminoácidos livres e favorece sua incorporação às proteínas.

O manganês apresentou valores altos quando comparado a culturas agrícolas e florestais, mas em relação aos trabalhos realizados por REISSMANN *et al.* (1992) com a erva-mate, ficou abaixo do nível médio esperado (1000 ppm). Apesar de ser um elemento benéfico quanto à resistência das plantas é necessário maiores estudos a respeito das concentrações mínimas exigidas pela erva-mate, relacionando-as ao ataque de insetos praga.

Os baixos níveis foliares de enxofre, encontrados neste estudo e a falta de pesquisas, com esse elemento na erva-mate, impossibilitam comparações. ANDRADE *et al.* (1997a) estudaram o

uso do enxofre no solo para controlar o ácaro rajado do feijoeiro, concluíram que nos tratamentos com esterco de curral havia o menor número de ácaros por planta. Já a adubação de NPK + S, somente S e sem-adubação, ocorreram as maiores populações de ácaros. Esse caso pode ser explicado pelo balanço equilibrado de nutrientes que ocorrem no esterco, principalmente com a presença da maioria dos micronutrientes.

TABELA 3: Teste de homogeneidade de variâncias para os elementos químicos do solo e folhas de plantas atacadas e não-atacadas pelo *Hedypathes betulinus*, em Catanduvas, SC, 1999.

Elem. Químico	Solo		Folhas	
	Fc	Teste	Fc	Teste
N	1,2608	homog.	1,1218	homog.
P	2,8588	heterog.	1,4416	homog.
K	1,9743	homog.	2,9422	heterog.
Ca	1,5565	homog.	1,2604	homog.
Mg	2,0463	homog.	1,1400	homog.
S	1,4547	homog.	2,3668	heterog.
B	1,2169	homog.	1,1694	homog.
Fe	2,3410	heterog.	1,4234	homog.
Mn	1,0066	homog.	3,3471	heterog.
Zn	1,7019	homog.	1,0771	homog.
Cu	1,0076	homog.	1,4675	homog.
Na	1,8769	homog.	1,5445	homog.
Al	1,2179	homog.	-	-
Al ⁺ H	1,0854	homog.	-	-
MO	1,1048	homog.	-	-
Arg	1,8549	homog.	-	-
Ph	1,3257	homog.	-	-
SMP	1,0113	homog.	-	-

Em que: $F_{tab.(5\%)}(18;18) = 2,22$; Fc = Variância de pl. atac./Variância de pl. não-atac.

MALAVOLTA *et al.* (1974) descreveram a concentração de enxofre na ordem decrescente das folhas para as raízes. Esse dado é importante, em consequência da broca atacar freqüentemente as regiões do fuste mais próximas ao solo. Às vezes, na construção de suas galerias, ela se dirige para as raízes, nas quais dificilmente a erva-mate resiste ao ataque.

CONCLUSÕES

O solo, onde se encontravam plantas atacadas e não-atacadas de erva-mate, apresentou teores adequados para N e P, teores baixos para K, Ca e Mg e altos para S, B, Fe, Mn, Zn, Cu, Na, Al, Al+H, ph e Índice SMP.

As análises químicas das folhas apresentaram teores altos de N, Mg, B, Mn e Cu, teores baixos de P e S e satisfatórios de K, Ca, Fe, Zn e Na.

O teste Tukey revelou o fósforo em plantas atacadas com teor mais elevado do que as não-atacadas, apresentando diferença significativa entre as duas condições de plantas.

O teste “F”, assim como o teste Tukey, revelou o fósforo do solo e das folhas como elemento químico de desigualdade entre as duas condições de plantas. O Teste também revelou o ferro do solo com diferença significativa entre as duas condições de plantas, sendo o de plantas atacadas com teores superiores ao das não-atacadas.

O teste de homogeneidade de variâncias, para os teores nutricionais do solo, apresentou heterogeneidade para o fósforo e ferro. Já para as folhas, o teste apresentou heterogeneidade para o K, S e Mn. A heterogeneidade, entre as duas condições de plantas, pode estar relacionada ao desequilíbrio nutricional do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, R. C.; FLORCOVSKI, J. L.; GROES, M. V. et al. Efeito da aplicação de enxofre no solo para controle de ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) em feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L.. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16.; ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 7., 1997. **Resumos...**, Salvador: Sociedade Entomológica do Brasil, 1997. p.283.
- ANDRADE, R. C.; ALMEIDA, C. L. L. M.; CALAFIORI, M. V. Influência da adubação fosfatada sobre os danos causados por vaquinha, *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) e na nodulação do feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* L.. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16.; ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 7., 1997. **Resumos...**, Salvador: Sociedade Entomológica do Brasil, 1997. p.284.
- CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. 2. ed. Porto Alegre: L & PM, 1999. 272 p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: SBCS - Núcleo Regional Sul, 1995. 224 p.
- FOSSATI, L. C. **Avaliação do estado nutricional e da produtividade de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em função do sítio e da Dioicia**. Curitiba: UFPR, 1997. 113p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 1997.
- LARA, F. M.. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: ÍCONE, 1991. 336p.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELO, F. A. F. et al. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 752p.
- MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no cerrado**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. **ABC da análise de solos e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 124p.

- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 647p.
- MOSER, J. M. Solos. In: IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro, 1990. v. 2, p. 85- 111.
- NIMER, E. Clima. In: IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro, 1990. v. 2, p. 151- 187.
- PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Malone, 1991. 359p.
- PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico de pragas e doenças: técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente**. São Paulo: Nobel, 1994, 137p.
- PRIMAVESI, A. M. Microorganismos e insetos do solo. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA SOBRE PRAGAS DE SOLO, 6., 1997, Santa Maria. **Anais e Ata...** Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Defesa Fitossanitária, 1997. 183p.. p.20-28.
- RADOMSKI, M. J.; 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, pt.2, p.453-456, 1992.
- REISSMANN, C. B. & PREVEDELLO, B. M. S. Influência da calagem no crescimento e na composição química foliar da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.4, pt.2, p.625-629, 1992.
- REISSMANN, C. B.; KOEHLER, C. W.; ROCHA, H. O. et al. Níveis foliares e exportação de micronutrientes pela exploração da erva-mate. In: CONGRESSO FLORESTAL DO PARANÁ, 1., 1987, Curitiba. **Anais ...** Curitiba, 1987. p.103-106.
- SOARES, C. M. S.; IEDE, E. T. Perspectivas para o controle da broca da erva-mate (*Hedypathes betulinus* Klug. 1825) (Col. : Cerambycidae). In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; e REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1997. p.391-400. (Documentos 33).
- STORK, L.; LOPES, S. J. **Experimentação II**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Fitotecnia, 1997. p.58-70.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEM, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos, 1995. 197p.. 174p. (Boletim técnico, 5).