

**AValiação DE NÍVEIS DE NITROgêNIO SOBRE A PRODUÇÃO DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) EM FERNANDES PINHEIRO, PR, EM LATOSSOLO VERMELHO ESCURO**

Rivail Salvador Lourenço\*  
Gustavo Ribas Curcio\*\*  
Marcos G. Rachwal  
Moacir José Sales Medrado

**RESUMO**

Este trabalho objetivou verificar a resposta na produtividade de erva-mate em função da adubação nitrogenada. Foi conduzido no município de Fernandes Pinheiro, PR, de 1993 a 1995, numa altitude de 893 m e a 50°35' de longitude oeste e 25°27' de latitude sul. O clima da região, segundo Köppen, é do tipo Cfb, subtropical úmido sem estação seca, precipitação média anual de 1.442 mm. Geologicamente, a área é composta por siltitos, arenitos e folhelhos do Grupo Guatá do Permiano. Foram selecionadas três áreas para o desenvolvimento dos ensaios; Latossolo Vermelho Escuro álico A moderado textura média; Latossolo Vermelho Escuro álico epidistrófico A proeminente textura muito argilosa e Latossolo Vermelho Escuro álico A proeminente textura muito argilosa. Os tratamentos foram os seguintes: T1 (Testemunha) = 0 g de uréia/planta; T2 = 75 g de uréia/planta; T3 = 150 g de uréia/planta; T4 = 225 g de uréia/planta; T5 = 322,8 g de sulfato de amônio/planta; T6 = 150 g de uréia/planta + cobertura morta, "palitos" resultante do beneficiamento da erva-mate. Considerando a produtividade das erva-mates em três safras de ano e meio, concluiu-se que: a utilização da cobertura morta é altamente recomendável; a adubação nitrogenada é recomendável somente nos solos de textura média; é indiferente a utilização de uréia ou de sulfato de amônio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cobertura morta; uréia; sulfato de amônio.

**EFFECT OF N LEVELS ON ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) YIELD, IN DARK RED LATOSOL, IN FERNANDES PINHEIRO, PR**

**ABSTRACT**

The objective of this work was to test the effect of N fertilization on erva-mate (*Ilex paraguariensis*). The study was developed from 1993 to 1995 in the municipality of Fernandes Pinheiro, State of Paraná (50°35'W, 25°27'S, and 893 m above sea level). According to Köppen's classification the climate of the region is Cfb, tropical sub-humid without dry season and annual rainfall of 1,443 mm. Three soil types were selected: sandy loam Dark Red Latosol, heavy clay Dark Red Latosol and another

---

\* Eng.Agrônomos, Doutores, CREA n° 3.636/D e 1.742/D, respectivamente, Pesquisadores da *Embrapa* - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

\*\* Eng.Agrônomos, Mestres, CREA n° 12563/D e 12014/D, respectivamente, Pesquisadores da *Embrapa* - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

heavy clay Dark Red Latosol, very acid on the A horizon. Levels of N, in grams of urea per plant, were the following: T1 = 0 g; T2 = 75 g; T3 = 150 g; T4 = 225 g; T6 = 150 g plus mulching (chopped erva-mate sticks) and T5 = 322.8 g of ammonium sulfate. Three years after treatment application the following conclusions were obtained: mulching is highly recommended; N fertilization is recommended only for sandy loam soils; there was no difference between N source as well as between urea and ammonium sulfate effects.

**KEY WORDS:** mulching; urea; ammonium sulfate.

## 1. INTRODUÇÃO

A erva-mate, (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) é planta essencialmente sul-americana, aparecendo na composição da vegetação nativa de uma extensa área que abrange Brasil, Bolívia, Uruguai e Argentina. No Brasil, acompanha, geralmente, a área de ocorrência natural do pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia* Bert.), numa vasta área que se estende do Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, São Paulo, até Minas Gerais (EDWIN & REITZ, 1967).

Sob o aspecto sócio-econômico, o plantio da erva-mate promove a fixação do homem na zona rural, pois, além de ser uma cultura permanente, a sua safra ocorre justamente na entressafra dos produtos agrícolas (feijão, milho, etc.), gerando trabalho e receita.

O diagnóstico do sistema de manejo da erva-mate, na região de Erechim, no Alto Uruguai, RS, mostrou que apenas 38% dos produtores de erva-mate efetuavam adubação no plantio e que destes, cerca de 20% faziam adubação química e cerca de 80% adubação orgânica. Em média, colocavam 99 g/planta de adubo químico e cerca de 4,1 t/ha de adubação orgânica. Em relação a adubação de manutenção, 49% a praticavam, e destes, 28% com adubação química e 71,6% com adubação orgânica, colocando cerca de 94,8 g/planta de adubo químico e 5,2 t/ha de adubação orgânica. Quanto à adubação verde 54% dos produtores a realizam (MOSELE, 1992).

Numa cultura como a da erva-mate, onde o produto exportado é composto de folhas e ramos finos, a exportação, principalmente do nitrogênio, é expressiva e contínua. Apesar disso, há pouca literatura referente à adubação dessa cultura, mesmo que de reposição, refletindo escassez de estudos a esse respeito e expondo os produtores a iniciativas incertas.

O objetivo deste trabalho foi verificar a resposta na produtividade da erva-mate, em função da adubação nitrogenada.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O nitrogênio é o macronutriente aniônico mais abundante nas plantas e também o mais exigido pela maioria das culturas (MALAVOLTA, 1980). BELLOTE & STURION (1985), em estudo sobre deficiências minerais em plantas de erva-mate observaram, aos seis meses de idade, que de todos os elementos, o nitrogênio foi o mais limitante à produção de matéria seca.

De acordo com SOSA (1994), os elementos N e K participam em maior porcentagem na composição nutricional da erva-mate, obtendo-se através da adubação, com esses elementos, um aumento de até 50% sobre a produção normal da planta. A erva-mate necessita de N, P e K, numa proporção de 4:1:1, sendo aplicados 100 kg de N, 25 kg de P e 25 kg de K/ha, usando-se as seguintes fórmulas

200 kg de uréia + 50 kg de superfosfato triplo + 50 kg de sulfato ou cloreto de potássio e 200 kg de superfosfato triplo 15 (15.15.15) + 150 kg de uréia (RELATÓRIO... 1981).

PRAT KRICUN (1985), estudando o efeito de várias combinações das doses de N (80kg/ha), P (75 kg de  $P_2O_5$ /ha), e K (80kg de  $K_2O$ /ha) em ervais em produção, observou aumentos de 36 a 76%, na produção. De acordo com esta experiência, o nitrogênio foi o mais eficiente, seguido do fósforo e do potássio. Posteriormente, estudou a proporção em que cada um dos três elementos deveria estar em uma formulação, fixando o nitrogênio em 100 kg/ha, agregando doses crescentes de P e K. Foi observado, também, que todas as proporções superaram a testemunha. O estudo de doses e fracionamento mostrou que não há vantagem em fracionar a adubação e que 100 kg de N/ha foi a melhor dosagem.

REISSMANN et al. (1985), avaliaram as exportações de macronutrientes pela exploração da erva-mate, em Mandirituba, no Estado do Paraná. Com base no peso médio da copa, estimaram o montante das exportações de nutrientes durante o período da safra. Foi demonstrado que as exportações através da coleta da copa são sensivelmente influenciadas pela época da exploração. Neste sentido, considerando-se a igualdade de biomassa coletada, exportam-se 15% de N, 41% de P e 28% de K a mais em outubro do que em junho. Tendo em vista que as altas exportações de N, P e K (como função dos altos níveis destes elementos) coincidem com a fase de maior atividade fisiológica, sugere-se que a exploração se restrinja ao período de maio a agosto, quando a planta se acha em relativo repouso vegetativo. Observaram ainda, que o nível de P decresce muito a partir de outubro, atingindo níveis abaixo de 0,08% do peso da matéria seca, o que pode indicar que a produção possa estar sendo limitada em função de uma possível deficiência de fósforo.

Conforme CHRISTIN (1988), dentro de um plano de manejo de solo, com um sistema de aração do tipo conservacionista, a fertilização é indispensável para repor os nutrientes levados pelas colheitas e para compensar a menor disponibilidade de elementos à disposição da planta. Neste sistema, a pouca remoção do solo não favorece a mineralização, especialmente do nitrogênio, elemento este de vital importância para o cultivo, motivo pelo qual é conveniente a fertilização, ainda que se aclare que esta prática resulta realmente benéfica se integrada a um conjunto de técnicas de manejo. Citando Errecaborde de Laserre (1973), o autor sugere que a fertilização deve ser feita durante a primeira quinzena do mês de fevereiro para os ervais que são colhidos no inverno, devendo aplicar-se 100 Kg de nitrogênio, 25 kg de fósforo e 25 kg de potássio por hectare, incorporados na projeção da copa.

Na Argentina, além da adubação química, os adubos orgânicos mais usados são serragem e maravalha, geralmente em decomposição, e o capim elefante com cortes semestrais ou quadrimestrais. O Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária-INTA, considera que se a produção girar em torno de 4.000 ou 5.000 kg, significa que o problema não está relacionado apenas com a fertilidade. Se no entanto, a produtividade estiver em torno de 9.000 a 10.000 kg, recomenda a adubação química (FRANCO, 1992).

De 1959 a 1972, desenvolveu-se em três localidades da província de Misiones, uma série de experiências sobre o efeito e proporções de NPK, doses e épocas de aplicação de nitrogênio. As conclusões foram que, 100 Kg de  $N/ha \cdot ano^{-1}$ , aumentou os rendimentos de forma significativa. Observou-se a conveniência de complementar o nitrogênio com fósforo e potássio na razão de 25  $kg/ha \cdot ano^{-1}$  de cada um deles. A fertilização mais cedo ou parcelada não resultou eficiente (PRAT KRICUN & BELINGHERE, 1995).

Em trabalhos efetuados a partir da década de 80, concluiu-se que não existe interação significativa entre as diferentes densidades de plantas e níveis de

nitrogênio, comportando-se ambos de forma independente (PRAT KRICUN, 1992). Em altas densidades, entre 1.900 e 4.000 plantas/ha, o incremento das doses de nitrogênio até 300 kg/ha, provocou um aumento linear dos rendimentos. Com baixas densidades, entre 1.100 a 1.480 plantas, este incremento foi observado até 100 kg/ha, com níveis superiores, o comportamento foi errático (PRAT KRICUN & BELINGHERE, 1995).

Errecaborde de Laserre (1973), citado por PRAT KRICUN & BELINGHERE (1995), com base em experiências realizadas entre 1967 e 1972, observou que em baixas densidades de plantas o comportamento do nitrogênio é errático e até depressivo.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Local**

O estudo foi conduzido no município de Fernandes Pinheiro, PR, segundo planalto, altitude de 893 m e a 50°35' de longitude oeste e 25°27' de latitude Sul. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb, subtropical úmido sem estação seca, precipitação média anual de 1.442 mm, com a temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C e a média do mês mais frio superior a 10°C, com mais de cinco geadas por ano.

A cobertura florestal original da região pertence aos grupos tipológicos floresta pluvial subtropical, em menor extensão, e floresta de pinhais (formação de Araucária), em grande maioria (CARVALHO, 1980).

#### **3.2. Caracterização Pedológica**

A área é composta por siltitos, arenitos e folhelhos do Grupo Guatá do Permiano, sobre os quais se desenvolveram os solos estudados.

Foram instalados três experimentos nos seguintes solos:

##### **LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ÁLICO**

A moderado textura média fase floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado. Perfil 1 - talhão 8 -

##### **LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ÁLICO EPIDISTRÓFICO**

A proeminente textura muito argilosa, fase floresta subtropical perenifólia, relevo ondulado. Perfil 2 - talhão 9.

##### **LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ÁLICO**

A proeminente textura muito argilosa, fase floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado. Perfil 3 - talhão 18.

As áreas selecionadas mostraram-se muito semelhantes em termos de declividade, forma e comprimento das pendentes e posição na paisagem. A descrição dos perfis de solo bem como suas caracterizações químicas, físico-hídricas e textural constam das Tabelas 1, 2 e 3, e foram determinadas seguindo as normas preconizadas por EMBRAPA (1979).

**TABELA 1. Caracterização química dos solos.**

T	Horizonte	CaCl <sub>2</sub>	pH	M.O	P	Al	Ca+Mg,	Ca	K	H+Al	CTC	cmols.dm <sup>-3</sup>				M
												S	V	%		
8	Ap 0-16	3,80	3,80	33,2	1,0	3,75	2,35	0,4	0,095	13,5	15,95	2,45	15	60		
	AB 16-44	3,89	3,89	26,8	-	3,80	2,10	0,5	0,036	10,4	12,55	2,15	17	64		
	BA 44-77	4,01	4,01	10,2	1,0	2,80	1,10	0,2	0,028	9,3	10,44	1,14	11	71		
	Bw1 77-110	4,01	4,01	12,8	-	2,30	0,50	0,15	0,046	7,2	7,75	0,55	7	81		
	Bw21 110-134	4,12	4,12	3,8	-	1,85	0,49	0,1	0,028	5,2	5,63	0,43	8	81		
	Bw22 134-152	4,20	4,20	6,2	-	1,90	0,60	0,15	0,031	4,5	5,14	0,64	12	75		
	BC 152-182 <sup>+</sup>	3,97	3,97	8,3	-	3,80	0,60	0,2	0,082	8,4	9,32	0,92	10	81		
9	Ap 0-15	4,04	4,04	62,6	2,0	2,30	3,00	1,65	0,537	10,9	14,45	3,55	25	39		
	AB 15-35	4,02	4,02	37,0	-	3,40	1,45	0,5	0,056	11,5	13,01	1,51	12	69		
	BA 35-57	4,03	4,03	29,4	-	3,20	0,95	0,25	0,033	10,4	11,39	0,99	9	76		
	Bw1 57-91	4,11	4,11	26,8	-	2,35	0,50	0,2	0,018	7,5	8,03	0,53	7	82		
	Bw21 91-132	4,30	4,30	14,0	-	1,15	0,50	0,2	0,033	4,2	4,74	0,54	11	68		
	BC 132-184 <sup>+</sup>	4,08	4,08	3,8	-	3,40	0,50	0,15	0,056	8,0	8,57	0,57	7	86		
	18	Ap 0-15	3,85	3,85	39,6	1,0	3,45	0,50	0,2	0,095	12,1	12,70	0,60	5	85	
	AB 15-38	3,95	3,95	31,9	-	3,60	0,50	0,15	0,036	8,8	9,35	0,55	6	87		
	BA 38-77	4,00	4,00	29,4	-	2,75	0,40	0,15	0,013	8,4	8,82	0,42	5	87		
	Bw1 77-114	4,12	4,12	20,4	-	1,60	0,30	0,15	0,010	6,8	7,11	0,31	9	84		
	Bw21 114-147	4,32	4,32	12,8	-	1,40	0,35	0,1	0,013	2,9	3,27	0,37	11	79		
	Bw22 147-200 <sup>+</sup>	4,40	4,40	4,4	-	0,35	0,30	0,1	0,010	2,4	2,71	0,31	11	53		

T = Talhão; S = Soma de bases; V = Saturação em bases; m = Saturação em alumínio

T8- Latossolo Vermelho Escuro Álico A moderado textura média; T9 - Latossolo Vermelho Escuro Álico Epidistrófico A proeminente textura muito argilosa ; T18 - Latossolo Vermelho Escuro Álico A proeminente textura muito argilosa.

**TABELA 2. Caracterização físico-hídrica dos solos.**

T	Horizonte	Retenção de umidade (atm.) Umidade (% em volume)						DA g/cm <sup>3</sup>	Porosidade %			
		0,06	0,1	0,33	1	15	AD		AFD	Total	MI	MA
8	Ap	36	33	30	26	25	11	7	1,09	53	36	17
	AB	37	34	28	25	24	13	9	1,11	57	37	20
	BA	36	33	27	24	23	12	9	1,19	53	36	17
	Bw1	38	33	27	24	23	15	9	1,12	56	38	18
	Bw21	38	35	32	29	28	9	6	1,25	49	38	11
	Bw22	37	34	31	29	27	10	5	1,28	51	37	14
9	Ap	40	39	36	34	33	7	5	0,94	57	40	17
	AB	50	49	46	45	41	9	4	1,13	59	50	9
	BA	47	45	43	41	39	8	4	1,04	57	47	10
	Bw1	46	43	41	39	37	9	4	0,97	62	46	16
	Bw2	52	51	49	48	46	6	3	1,10	60	52	8
	18	Ap	38	33	28	26	24	14	7	1,03	58	38
AB		40	37	32	31	29	11	6	1,10	53	40	13
BA		41	37	31	30	29	11	7	1,02	62	41	21
Bw1		41	37	31	31	31	10	6	0,96	60	41	19
Bw21		44	41	37	35	34	10	6	0,98	60	45	15
Bw22		39	36	33	32	31	8	4	0,96	57	39	18

AD: % de água retida a 0,06 atm. - % de água retida a 15 atm.

AFD: % de água retida a 0,1 atm. - % de água retida a 1 atm.

MI: Microporo

MA: Macroporo

T8: Latossolo Vermelho Escuro Álico A moderado textura média; T9 - Latossolo Vermelho Escuro Álico Epidistrófico A proeminente textura muito argilosa ; T18 - Latossolo Vermelho Escuro Álico A proeminente textura muito argilosa.

**TABELA 3 . Caracterização textural dos solos**

Talhão	Horiz.	Profundidade Cm	----- g/100g -----				
			Areia	A.grossa	A.fina	Silte	Argila
8	Ap	0-15	68	2	66	8	24
	Bw21	115-135	63	1	62	9	28
9	Ap	0-15	11	1	10	22	67
	Bw21	115-135	10	1	9	21	69
18	Ap	0-15	31	5	26	12	57
	Bw21	115-135	27	4	23		61

Talhão 8 - Latossolo Vermelho Escuro Álico A moderado textura média; Talhão 9 - Latossolo Vermelho Escuro Álico Epidistrófico A proeminente textura muito argilosa; Talhão 18 - Latossolo Vermelho Escuro Álico A proeminente textura muito argilosa.

### 3.3. Histórico das áreas

O talhão 18, com 17,34 ha e 37.706 plantas foi plantado em 1977. Seus primeiros registros de colheita são do ano de 1987 e acusaram um rendimento médio de 1,72 kg.planta<sup>-1</sup>; o qual passou a 2,03 e 3,12 kg.planta<sup>-1</sup> nos anos de 1989 e 1991, respectivamente.

O talhão 8, com 17,08 ha e 31.453 plantas, foi plantado em 1983 e sua primeira colheita, em 1987, registra a média de 0,78 kg.planta<sup>-1</sup>, rendimento este que se elevou a 1,81 kg.planta<sup>-1</sup> em 1989 e para 4,0 kg.planta<sup>-1</sup> quando se colheu 50% da planta, em setembro de 1990 e o restante, em janeiro de 1991.

O talhão 9, com 32,22 ha e 55.120 plantas, também plantado em 1983, tem registro de sua primeira colheita acusando 0,99 kg.planta<sup>-1</sup>, em 1987, 1,56 kg.planta<sup>-1</sup>, em 1989 e 3,6 kg.planta<sup>-1</sup> também colhendo 50%, em setembro de 1990 e os outros 50%, em janeiro de 1991.

O sistema de poda, em todas as áreas, era de poda drástica até o ano de 1993 e a partir do qual se iniciou uma poda corretiva nas erveiras com rebaixamento das plantas, sempre deixando uma porcentagem de ramos laterais enfolhados e substituindo-se o uso do facão e da foice pela utilização das tesouras e serrotes de poda.

Quanto aos tratos culturais, a partir de 1987, os registros apontam vários procedimentos de limpeza das áreas como, roçadas mecânicas, roçadas manuais, capinas nas linhas de plantio e, utilização de herbicida (Glyphosate a cerca de 1,08 l i.a/ha) desde 1989. Nos anos de 1991 e 1992, procedeu-se à gradeação em 100% da área nas entrelinhas das erveiras. Quanto à ocorrência de pragas, houve severa infestação da broca da erva-mate.

A partir de 1990, iniciaram-se as adubações a base de 100g do adubo fórmula (N-P-K) 4-20-20 mais 150g de sulfato de amônio por planta sempre no período compreendido entre outubro e dezembro. Segundo informações da empresa, não foram efetuados coroamentos nem incorporação do adubo.

Desde 1993, o manejo dos ervais tem a seguinte rotina: roçada mecânica em janeiro/fevereiro e Glyphosate em outubro/novembro. Controle da broca através da catação manual sendo alta ainda a infestação. Utilização de 10 litros.alqueire<sup>-1</sup>, de um adubo líquido, foliar, de formulação não revelada, em 3 aplicações nos meses de novembro, dezembro e janeiro, coincidentes com o pico das brotações. Segundo informações recentes da empresa, a produtividade média dos ervais estaria em torno de 5 kg.planta<sup>-1</sup>.

### 3.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com seis tratamentos, quatro repetições e dez plantas por parcela. Os tratamentos foram: T1 (Testemunha) sem uréia; T2: 75 g de uréia.planta<sup>-1</sup>; T3: 150 g de uréia.planta<sup>-1</sup>; T4: 225 g de uréia.planta<sup>-1</sup>; T5: 322,8 g sulfato de amônio.planta<sup>-1</sup>; T6: 150 g de uréia.planta<sup>-1</sup> + cobertura morta.

No tratamento 5, a utilização do sulfato de amônio visou verificar o efeito de uma outra fonte de nitrogênio, na forma amoniacal e com aporte de enxofre, mesmo porque é a segunda fonte de N mais facilmente disponível no mercado.

A cobertura morta (T8), foi composta de restos de ramos (sobra de palitos) não utilizados no produto final resultantes do beneficiamento da erva-mate para chimarrão, dispostos em montes a pleno sol nos campos de produção, já em adiantado estado de decomposição. Foram utilizados, para cada planta, 30 l (junho

de 1994), 20 l (março de 1995) e 40 l (fevereiro de 1996) do material contendo 83% de umidade, aproximadamente 5 kg de matéria seca por planta e por aplicação.

Todos os tratamentos receberam, por planta, na implantação do ensaio, em janeiro de 1993: 119 g de superfosfato triplo, 174 g de Cloreto de potássio, 20 g de Sulfato de Zinco e 15 g de Bórax. Ainda, o Cloreto de potássio (38 g.planta<sup>-1</sup>) participou de todos os parcelamentos a partir da terceira adubação. Em 29.02.96, procedeu-se nova adubação com superfosfato triplo à base de 119 g.planta<sup>-1</sup>.

As adubações nitrogenadas e potássicas foram parceladas em três aplicações no período das águas (outubro, dezembro e fevereiro), exceto, quando a poda de produção foi efetuada no verão (dezembro). Nessa oportunidade, o parcelamento foi efetuado em duas vezes (1/3 em outubro e 2/3 em fevereiro).

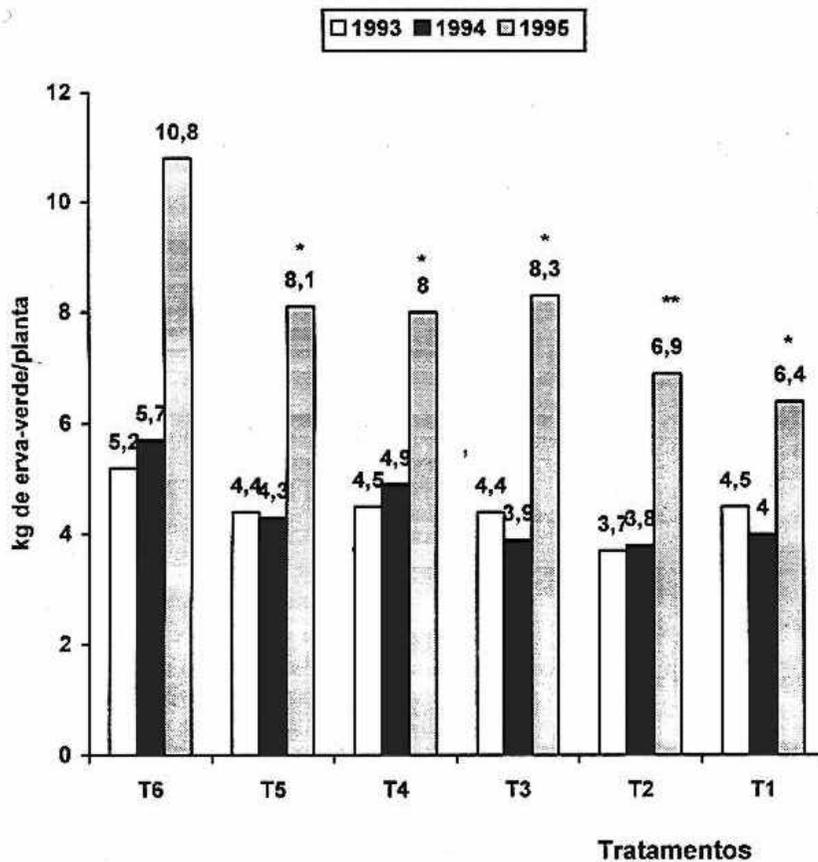
Nas adubações, as plantas eram coroadas, o adubo espalhado ao redor do tronco, na projeção da copa e, levemente incorporado com rastelo.

Foram efetuadas 3 podas de colheita, com intervalo de ano e meio, em 13.01.93, 09.08.94 e 20.12.95.

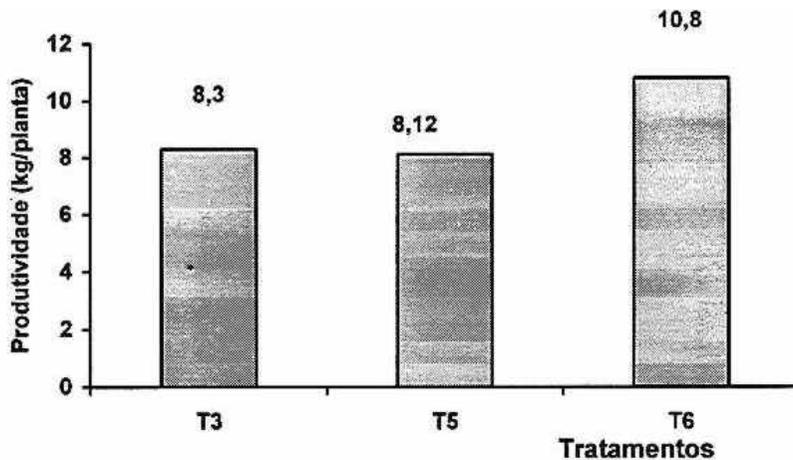
## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Latossolo Vermelho Escuro álico A moderado textura média (Talhão 8).**

Para o ano de 1993, não houve diferença significativa entre a produtividade média de massa foliar das plantas componentes dos diversos tratamentos, por se tratar da primeira poda efetuada no ano de instalação do ensaio (Fig. 1). Ainda, foi naquela ocasião que ocorreu a mudança no tipo de poda das erveiras onde se passou a rebaixar parceladamente as plantas. Estes procedimentos podem explicar, em parte, as produções semelhantes na colheita seguinte, em 1994, quando então se corrigiu a arquitetura das plantas. Entretanto, observa-se que para a safra do verão de 1995, houve uma resposta significativa que pode ser imputada à melhoria na técnica de poda, desde que não se registrou variação climática suficiente para justificar o aumento obtido pelo tratamento 1, por exemplo. Entre os tratamentos, houve efeito significativo, para o tratamento 6 onde o efeito físico da utilização da cobertura morta parece ter sido decisivo para aquele desempenho. Não se considera a possibilidade de uma imobilização temporária do N pela adição do material orgânico de cobertura desde que o mesmo se encontrava em adiantado estado de decomposição e, por não ter sido incorporado ao solo havia pequena superfície disponível para a ocorrência de tal processo de perda de N, definida pela interface cobertura morta/superfície do solo. A média do tratamento 6 (cobertura morta com palitos de erva-mate) foi comparada às dos outros tratamentos pelo teste de Dunnett unilateral. Os resultados não mostraram diferenças significativas para o ano de 1993. No ano de 1994, este tratamento foi significativamente superior aos tratamentos 1, 2 e 3 ao nível de 5%. Já, em 1995, o tratamento 6 foi significativamente superior a todos os outros tratamentos ao nível de 5% e a 1% sobre os tratamentos 1 e 2. Na safra de 1995 não houve diferenças devido às fontes de nitrogênio (uréia x sulfato de amônio) (Prob.>F 0,87087), comparando o tratamento 3 com o 5, já que os mesmos encerram a mesma quantidade de nitrogênio. Para verificar o efeito da cobertura morta, comparou-se os tratamentos 3 e 6 desde que ambos receberam 150 g de uréia, anualmente. Neste caso houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade (Prob.>F 0,01156), Figura 2, em favor do tratamento 6.

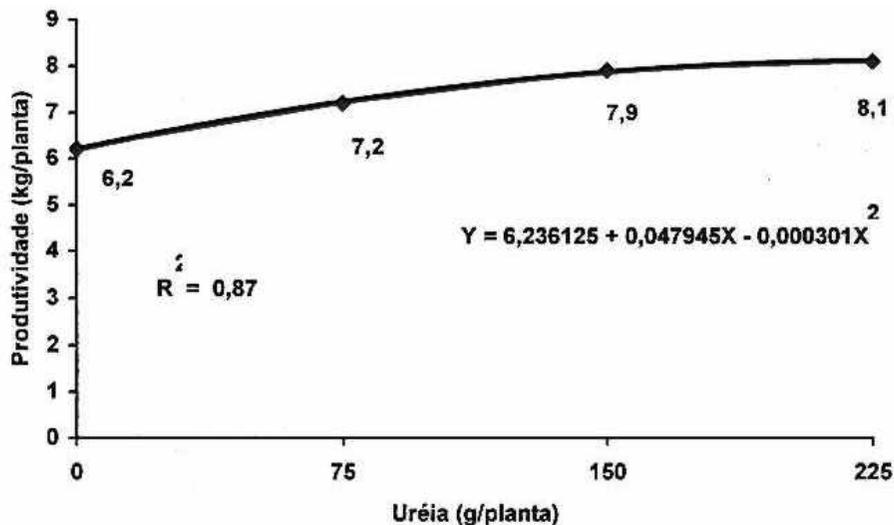


**FIGURA 1. Produção de erva-mate. Fernandes Pinheiro-PR. Os asteriscos referem-se às significâncias a 5% (\*) e 1% (\*\*), segundo o Teste de Dunett unilateral, para o ano de 1995.**



**FIGURA 2. Contraste entre fontes (T3 x T5) e tipos de adubação (T3 x T6). Talhão 8.**

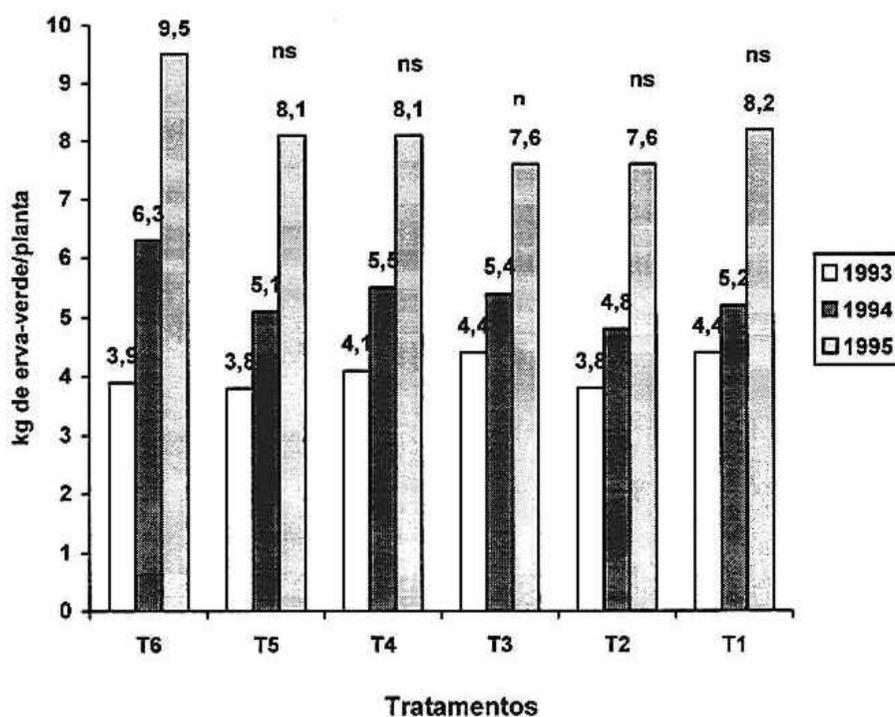
Analisando o efeito das doses de uréia em uma equação de regressão quadrática, pode-se relacionar a produtividade de massa foliar da erva-mate, em kg/planta, em função das doses aplicadas (Figura 3). Observa-se que com a menor dosagem (75 g/planta) de uréia já se alcança praticamente 89% da produção máxima obtida pela maior dosagem (225 g/planta) e que a dosagem intermediária proporcionou 97% da produção máxima. Essas observações deverão ser consideradas na relação custo benefício no manejo do erval.



**FIGURA 3. Produtividade de massa foliar da erva-mate em função das doses de uréia, em g/planta.**

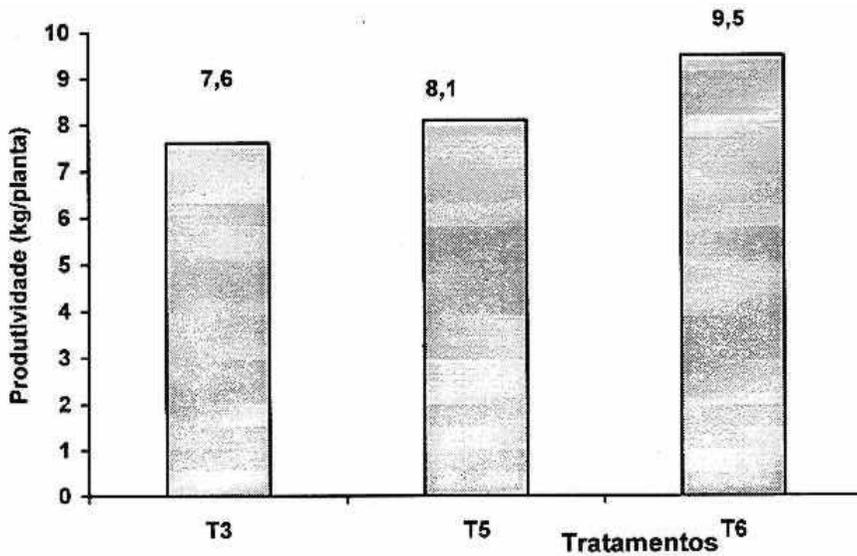
#### 4.2. Latossolo Vermelho Escuro álico epidistrófico A proeminente textura muito argilosa (Talhão 9)

Neste solo, para os três anos, a média do tratamento 6, quando comparada às dos outros tratamentos através do teste de Dunett unilateral, não evidenciou diferenças significativas nem a 5% de probabilidade (Fig. 4). Desde que este solo, diferentemente do anterior, possui características químicas e físicas mais favoráveis, notadamente quanto a saturação de bases, teor de argila e microporosidade (Tabelas 2 e 3), as respostas aos tratamentos utilizados foram menores, pois embora apresente maior retenção de água nas tensões de 0,06 a 15 atm., apresenta quantidade de água disponível e facilmente disponível (Tabela 2), ligeiramente inferiores.



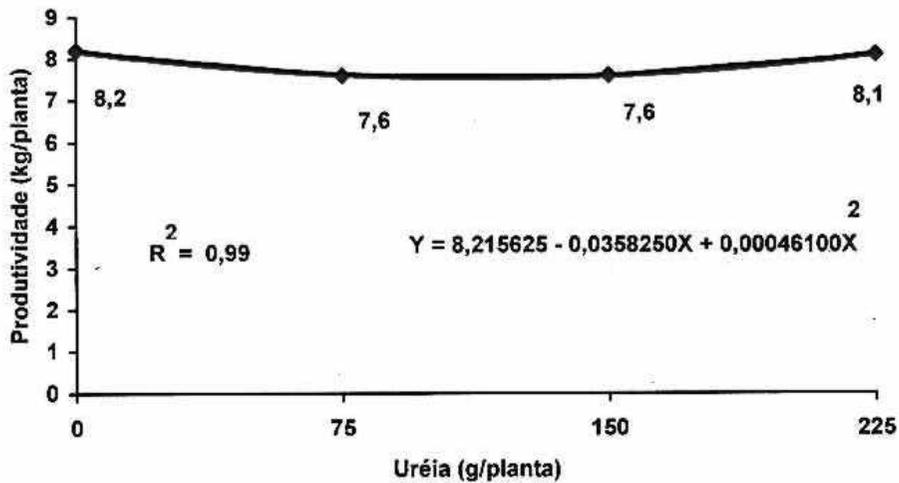
**FIGURA 4. Produção de erva-mate. Fernandes Pinheiro - PR. As letras n.s. (não significativo) referem-se ao Teste de Dunett unilateral para o ano de 1995.**

Na comparação de fontes e tipos de adubação (T3 x T5 e T3 x T6), através da aplicação do teste F para os contrastes em relação às suas produções médias de massa foliar em 1995, não se observaram diferenças significativas quanto ao uso de uréia ou sulfato de amônio, mas a utilização da cobertura morta para a mesma dose de uréia revelou esta diferença a 5% (Figura 5).



**FIGURA 5. Contraste entre fontes e tipos de adubação. Talhão 9. 1995.**

Uma regressão quadrática descreve a tendência de resposta às quatro doses de uréia testadas (Figura 6).

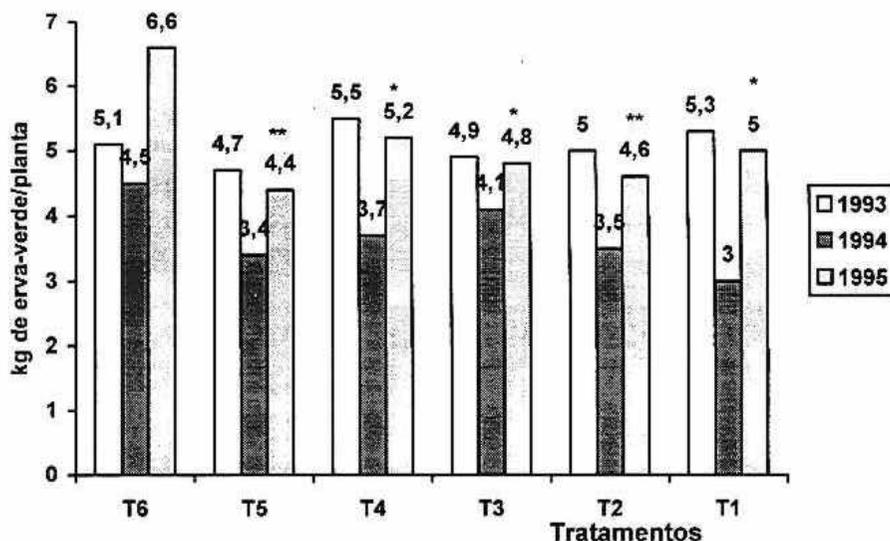


**FIGURA 6. Produtividade da erva-mate em função das doses de uréia, em kg/planta.**

#### 4.3. Latossolo Vermelho Escuro álico A moderado textura muito argilosa (18)

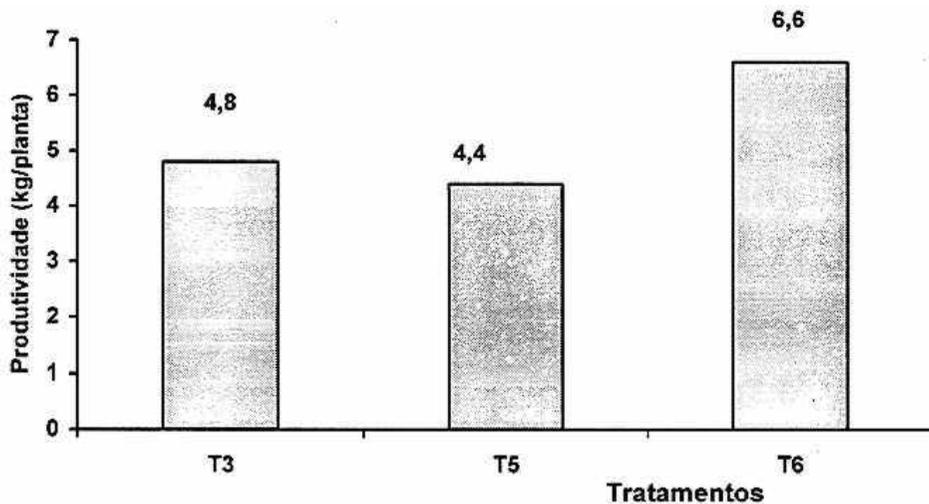
A aplicação do teste de Dunett unilateral, que compara o melhor tratamento (T6) com os tratamentos restantes, não mostrou diferença significativa entre eles para os

anos de 1993 e 1994 (Figura 7). Somente para a produção de massa foliar, em 1995, essa diferença foi evidenciada a 5% quanto a todos os outros tratamentos e a 1% com referência aos tratamentos 2 e 5.



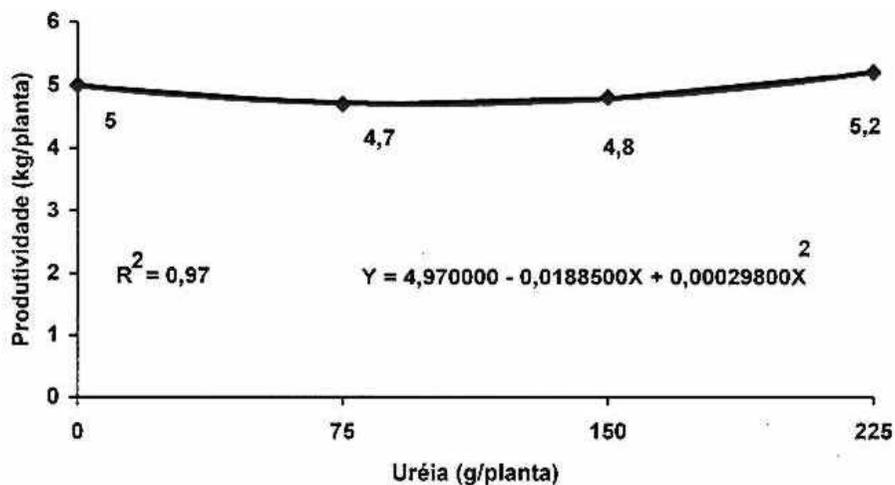
**FIGURA 7. Produção de erva-mate verde. Talhão 18. Fernandes Pinheiro - PR. Os asteriscos referem-se às significâncias a 5% (\*) e 1% (\*\*), segundo o Teste de Dunett unilateral, para o ano de 1995.**

Na Figura 8, os contrastes entre as médias do tratamento 3 e dos tratamentos 5 e 6, através da aplicação do teste F, em relação à produção de 1995, revelou significância ao nível de 1% para o tipo de adubação ou seja para o uso de cobertura morta. Não houve diferença em produção de massa foliar entre a utilização das fontes uréia e sulfato de amônio.



**FIGURA 8. Contraste entre fontes (T3 x T5) e tipos de adubação (T3 x T6)**

Quando se considerou as dosagens de uréia utilizadas, uma regressão quadrática não mostrou diferenças importantes na produtividade da erva-mate (Figura 9).



**FIGURA 9. Produtividade da erva-mate em função das doses de uréia em kg/planta.**

Considerando o atingimento de uma produtividade média do erval, de 10 kg de erva-verde por planta, estaria havendo uma exportação, a cada ano e meio, do equivalente a 440 g de uréia, 320 g de KCl e 65 g de Superfosfato triplo por planta.

Portanto, além do que se possa concluir para esse ensaio, deve haver uma

preocupação concomitante com as adubações de restituição a fim de prevenir ou corrigir o empobrecimento do solo. Essas adubações deverão ser mais solicitadas à medida do aprimoramento dos tratos culturais do erval e do melhoramento genético das erveiras as quais, por certo, aumentarão as retiradas dos nutrientes.

Numa análise comparativa dos três talhões, constata-se que as condições químicas caracteriza-os como solos de baixa fertilidade sendo que o solo do talhão 18 apresenta a menor saturação em bases e a maior saturação em alumínio trocável (Tabela 1). Na mesma tabela pode-se observar que com exceção dos primeiros 15 cm de profundidade do solo do talhão 9, todos os três perfis apresentam teores muito baixos de Ca + Mg e para o K, os valores também revelam carência em todos os perfis.

**TABELA 5. Produtividade de massa foliar da erva-mate em kg/planta, nos três ensaios, para o ano de 1995.**

Tratamentos	Talhão 9	Talhão 8	Talhão 18
T1	8,2	6,4	5,0
T2	7,6	6,9	4,6
T3	7,6	8,3	4,8
T4	8,1	8,0	5,2
T5	8,1	8,1	4,4
T6	9,5	10,8*	6,6*

\* Difere, pelo Teste Dunett ( $P < 0,05$ ), dos demais tratamentos dentro de cada talhão.

O teor de matéria orgânica nos três solos não constitui fator limitante à produção e, é notável que, embora o solo do talhão 18 possua teores de matéria orgânica semelhantes ou superiores ao solo do talhão 8, a sua CTC é menor do que a deste em todo o perfil, indicando piores condições de armazenamento de nutrientes.

Quanto às condições físicas, o solo do talhão 8 parece ser o mais restritivo pois, apresenta o dobro do teor de areia do solo do talhão 18 e seis vezes mais do que o do talhão 9. Embora as limitações químicas do solo do talhão 18 sejam maiores, a pobreza química do talhão 8, potencializada pelas suas condições texturais, aliada ainda às maiores quantidades de água facilmente disponível, permitiu-lhe desempenho significativamente diferenciado em função das diferentes doses de nitrogênio e, mais expressivamente à utilização da cobertura morta.

Portanto, conforme se observa na Tabela 5, a tendência evidente de aumento da produtividade propiciada pelo tratamento 6 (adição de "palitos" residuais do beneficiamento da erva-mate), revela-se plena e significativamente no solo de textura média (talhão 8), provavelmente, mitigando as conseqüências da menor capacidade de retenção de água naquele tipo de solo e no solo do talhão 18, provavelmente, pela sua extrema pobreza química.

Embora ligeiramente superiores, os teores de água disponível e de água facilmente disponível no solo do talhão 8, traduzem também as maiores oportunidades de perdas de água por evaporação. Neste sentido, a cobertura morta revelou-se mais eficaz neste solo, porque proporcionou menor evaporação e conseqüentemente maior eficiência no aproveitamento da água e nutrientes pela erva-mate.

## 5. CONCLUSÕES

Considerando a produtividade das erveiras, no período e condições em que foram conduzidos os ensaios, concluímos que:

- A adubação nitrogenada é significativa para o aumento da produtividade, somente para as erveiras sobre os solos de textura média;
- É indiferente a utilização de uréia ou sulfato de amônio como fonte de nitrogênio.
- A utilização da cobertura morta se constitui numa prática recomendável para o aumento da produtividade de massa foliar da erva-mate;

## AGRADECIMENTOS

Empresa Leão Júnior e funcionários, nas pessoas do Engenheiro Agrônomo Zacheu Burko e Joares Borcath; aos pesquisadores Edilson Batista de Oliveira e Renato Dedecek, Técnicos florestais e funcionários do CNPFlorestas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), 10., 1985, Curitiba. **Anais**. Curitiba: EMBRAPA-CNPF, 1985. p.124-127.
- CARVALHO, P.E. **Levantamento florístico da região de Irati-PR** (1ª aproximação). Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1980. (EMBRAPA-URPFCS. Circular Técnica, 3).
- CHRISTIN, O. Consideraciones sobre el manejo de yerbales. Fiesta Nacional de la Yerba Mate, 16, Jornadas Tecnológicas, Apóstoles, 1988. 9p.
- EDWIN, G.; REITZ, R. **Aquifoliaceae**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1967. 47p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. Não paginado.
- FRANCO, H.M. Erva-mate: O Mercosul dispõe dessa exclusividade. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.5, n.4, p.24-30, 1992.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980. 215p.
- MOSELE, S. **Diagnóstico do sistema de produção de erva-mate na região do Alto Uruguai-RS**. Erechim: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Missões, 1992. Não paginado.
- PRAT KRICUN, S.D. Investigación agronômica en la Republica Argentina. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), 10., 1985, Curitiba. **Anais**. Curitiba: EMBRAPA-CNPF, 1985. p.82-95.

- PRAT KRICUN, S.D.; BELINGHERI, L.D. Aplicación de nitrógeno en plantaciones de yerba mate con diferentes densidades. In: CURSO CAPACITACIÓN EN PRODUCCIÓN DE YERBA-MATE 1., 1992, Cerro Azul. **Resúmenes técnicos**. Cerro Azul: INTA-Estacion Experimental Agropecuaria Cerro Azul, 1992. p.71-72.
- PRAT KRICUN, S.D.; BELINGHERI, L.D. Aplicación de nitrógeno en plantaciones de yerba mate con diferentes densidades. In: WINGE, H.; FERREIRA, A . G.; MARIATH, J. E. de A.; TARASCONI, L. C., org. **Erva-mate: biología e cultura no Cone Sul**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1995. p.73-79.
- REISSMANN, C.B.; KOEHLER, C.W.; ROCHA, H.O. da.; HILDEBRAND, E.E. Avaliação das exportações de macronutrientes pela exploração da erva-mate. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), 10., 1985, Curitiba, 28 a 30 de novembro de 1985. **Anais**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985. p.128-138.
- RELATÓRIO de viagem; visita aos ervais de Misiones, Argentina, período 14 a 17.07.81. {s.l.: s.n.}, 1981. 6p.
- SOSA, D.A. Fertilización química. Abonos. Requerimientos nutricionales. In: CURSO DE CAPACITACIÓN EN PRODUCCIÓN DE YERBA-MATE, 2., 1994, Cerro Azul. Curso... Cerro Azul : INTA - Estacion Experimental Agropecuaria Cerro Azul, 1994. p.68-85.
- YERBA mate: resultados preliminares de trabajos realizados en 1992. Corrientes: Agencia de Extension Rural Santo Tomé, 1993. p.9.

**ANEXO 1**  
**QUADROS DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA**

**QUADRO 1. Análise de variância para produtividade nos anos de 93, 94 e 95.**

Causas de variação	G.L	Q.M.	F	Prob.>F
<b>Talhão 8</b>				
Tratamentos (1993)	5	0,9101	0,8833	0,51685
Tratamentos (1994)	5	0,7978		
Tratamentos (1995)	5	9,4524	6,0229	0,00331
<b>Talhão 9</b>				
Tratamentos (1993)	5	0,3777	0,6104	0,69539
Tratamentos (1994)	5	1,0220	1,1683	0,36963
Tratamentos (1995)	5	1,893	1,2997	0,31541
<b>Talhão 18</b>				
Tratamentos (1993)	5	0,3207	0,5187	0,75983
Tratamentos (1994)	5	1,1481	1,2229	0,34608
Tratamentos (1995)	5	2,3277	3,8966	0,01826

**QUADRO 2. Análise de variância do teste F para contrastes entre os níveis T3 vs. T6. Fernandes Pinheiro-PR. 1995.**

Causas de variação	G.L	Q.M	F	Prob.>F	
Talhão 8	T3 vs T6	1	12,8271	8,1732	0,0116
	Resíduo	15	1,5694		
Talhão 9	T3 vs T6	1	7,0688	4,8540	0,0416
	Resíduo	15	1,4563		
Talhão 18	T3 vs T6	1	6,1076	10,2239	0,0061
	Resíduo	15	0,5974		

**QUADRO 3. Análise de variância do teste F para contrastes entre os níveis T3 vs T5. Fernandes Pinheiro-PR. 1995.**

Causas de variação		G.L	Q.M	F	Prob.>F
Talhão 8	T3 vs T5	1	0,0392	0,0250	0,8709
	Resíduo	15	1,5694		
Talhão 9	T3 vs T5	1	0,5253	0,3607	0,5632
	Resíduo	15	1,4563		
Talhão 18	T3 vs T5	1	0,2965	0,4963	0,5018
	Resíduo	15	0,5974		

**QUADRO 4. Análise de variância para produtividade dos níveis 0, 75, 150 e 225 Kg/ha de uréia no ano de 1995. Fernandes Pinheiro-PR. 1995.**

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F	Prob.>F
Regressão linear (Talhão 8)	1	8,0455	6,0865	0,0343
Regressão quadrática (Talhão 8)	1	0,5663	0,4284	0,5347
Desvios de regressão (Talhão 8)	1	1,2777	0,9666	0,6469
Resíduo (Talhão 8)	9	1,3219		
Regressão linear (Talhão 9)	1	0,0195	0,0097	0,9208
Regressão quadrática (Talhão 9)	1	1,3283	0,6572	0,5566
Desvios de regressão (Talhão 9)	1	0,0015	0,0008	0,9770
Resíduo (Talhão 9)	9	2,0212		
Regressão linear (Talhão 18)	1	0,1531	0,2250	0,6499
Regressão quadrática (Talhão 18)	1	0,5550	0,8155	0,6065
Desvios de regressão (Talhão 18)	1	0,0180	0,0265	0,8685
Resíduo (Talhão 18)	9	1,3219		