ADUBAÇÃO NPK, DO CHAZEIRO (*Camellia sinensis* (L.)
O. Kuntze), EM LATOSSOLO AMARELO ÁLICO, NO
VALE DO RIBEIRA - SP.

MAURO SAKAI
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ DIAS COSTA

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz", da
Universidade de São Paulo, para ob-
tenção do título de Doutor em
Agronomia. Área de Concentração:
Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1997

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Sakai, Mauro

Adubação NPK, do chazeiro (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze), em latossolo amarelo álico, no Vale do Ribeira - SP / Mauro Sakai. - - Piracicaba, 1997.
60 p.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997.
Bibliografia.

1. Adubação NPK 2. Chá 3. Rendimento (da cultura) I. Título

CDD 633.72

ADUBAÇÃO NPK DO CHAZEIRO (*Camellia sinensis* (L.)
O. Kuntze), EM LATOSSOLO AMARELO ÁLICO, NO
VALE DO RIBEIRA - SP.

MAURO SAKAI

Aprovado em: 14 de maio de 1997

Comissão julgadora:

Prof. Dr. José Dias Costa	ESALQ/USP
Dr. Carlos Antonio Menezes Ferras	IAC
Prof. Dr. João Tessarioli Neto	ESALQ/USP
Dr. Roberto Tetsuo Tanaka	IAC
Prof. Dr. Ronaldo Ivan Silveira	ESALQ/USP

Prof. Dr. José Dias Costa
Orientador

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Agronômico pelas condições de trabalho e oportunidade de realizar esse treinamento.

Ao Prof. Dr. José Dias Costa, pelo incentivo, orientação, paciência, e amizade dedicada.

Aos pesquisadores científicos Dr Luis Alberto Saes e Dra. Celi Teixeira Feitosa, pelo incentivo durante a realização do curso e pela colaboração na condução do experimento.

Aos pesquisadores científicos Dr. Toshio Igue e Dr. José Antônio Quaggio, pelo incentivo e orientação nas análises estatísticas.

Ao pesquisador científico Dr. Carlos Antônio Meneses Ferraz e ao Sr Jorge Kanegai, pelo apoio, amizade e incentivo à realização do experimento com a cultura do chá.

Aos pesquisadores Dr. Otavio Tisselli Filho e Dr. Orlando Melo de Castro, diretores do Instituto Agronômico, pelo apoio institucional.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura da ESALQ e da Estação Experimental “José Cione” de Pariquera-Açu, pela colaboração nos trabalhos de campo e laboratório.

À CAPES, pelo apoio financeiro, através da concessão da bolsa de complementação salarial.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	ix
SUMMARY.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3. MATERIAL E METODOS.....	12
3.1. Local do experimento.....	12
3.2. Solo e clima.....	12
3.3. Chazal.....	13
3.4. Tratos culturais.....	13
3.5. Adubação.....	13
3.6. Delineamento experimental e Tratamentos.....	14
3.7. Parâmetros avaliados e analisados.....	15
3.7.1. Teores de nutrientes nas folhas.....	15
3.7.2. Características de fertilidade do solo.....	15
3.7.3. Produção de folhas verdes.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1. Alterações químicas do solo.....	17
4.2. Composição química dos brotos.....	27
4.3. Efeito da adubação sobre a produção de folhas verdes.....	41
5. CONCLUSÕES.....	52
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
7. APÊNDICE.....	55

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Efeito das doses de nitrogênio sobre o pH em Latossolo Amarelo Álico, Pariquera-Açu, SP.....	19
Figura 2 Teores de Ca trocável do Latossolo Amarelo Álico, em função da adubação nitrogenada. Pariquera-Açu, SP.....	21
Figura 3 Efeito da adubação nitrogenada sobre a concentração de Mg trocável do Latossolo Amarelo Álico. Pariquera-Açu, SP.....	22
Figura 4 Efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de P disponível no solo Latossolo Amarelo Álico, Pariquera-Açu, SP.....	23
Figura 5 Teores de P disponível no solo Latossolo Amarelo Álico, tratados com diferentes doses de fósforo. Pariquera-Açu, SP.....	24
Figura 6 Influência da adubação potássica sobre o teor de K trocável no Latossolo Amarelo Álico, Pariquera-Açu, SP.....	26
Figura 7 Teor de nitrogênio nas folhas verdes de chá para diferentes doses de N, em Latossolo Amarelo Álico, Pariquera-Açu, SP.....	30
Figura 8 Efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de K nas folhas verde de chá, em Latossolo Amarelo Álico. Pariquera-Açu, SP. Safra de 1991-1992.....	31
Figura 9 Efeito da interação N x P, no teor de K nas folhas verdes de chá em Latossolo Amarelo Álico. Pariquera-Açu, SP.....	32
Figura 10 Efeito da adubação nitrogenada sobre a concentração de Ca nas folhas verdes de chá, em Latossolo Amarelo Álico. Pariquera-Açu, SP.....	33
Figura 11 Efeito da interação entre a adubação nitrogenada e fosfatada sobre o teor de N nas folhas verdes de chá, em Latossolo Amarelo Álico. Safra de 1991/92. Pariquera-Açu, SP.....	35

	Página
Figura 12 Efeito da adubação fosfatada sobre os teores de K nas folhas verdes de chá, em Latossolo Amarelo Álico, Pariquera-Açu, SP. Safras de 1991/92 e 1992/93.....	36
Figura 13 Efeito da adubação potássica sobre o teor de K nas folhas verdes de chá, em Latossolo Amarelo Álico. Pariquera-Açu, SP.....	38
Figura 14 Efeito da adubação potássica sobre o teor de Ca nas folhas verdes de chá, em Latossolo Amarelo Álico. Pariquera-Açu, SP. Safra 1992/93.....	39
Figura 15 Efeito da adubação potássica sobre o teor de Mg nas folhas verdes de chá, em Latossolo Amarelo Álico, Pariquera-Açu, SP.....	40
Figura 16 Influência da adubação nitrogenada sobre a produção de folhas verdes de chá. Pariquera-Açu, SP.....	43
Figura 17 Efeito da adubação potássica sobre a produção de folhas verdes de chá, em Latossolo Amarelo Álico, Pariquera-Açu, SP.....	44

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 “Grau de abastecimento de potássio da planta em função dos teores desse elemento no solo e nas folhas de chá”.....	5
Tabela 2 Efeitos das doses crescentes de NPK sobre as propriedades químicas do solo. Safra de 1990/91.....	18
Tabela 3 Efeitos das doses crescentes de NPK sobre as propriedades químicas do solo. Safra de 1991/92.....	18
Tabela 4 Análise do efeito de doses de adubação NPK sobre os teores de macronutrientes nas folhas verdes. Safra de 1991/92.....	28
Tabela 5 Análise dos efeitos de doses de NPK sobre as concentrações de macronutrientes nas folhas verdes de chá. Safra de 1992/93.....	29
Tabela 6 Análise dos efeitos das doses de adubação NPK sobre a produção de folhas verdes. Safras de 1989/90 a 1992/93.....	42
Tabela 7 Dados climáticos coletados no posto meteorológico da Estação Experimental “José Cione”, no período de julho de 1989 a junho de 1993.....	46
Tabela 8 Efeito da adubação NPK sobre as concentrações de micronutrientes nas folhas verdes de chá. Safra de 1992/93.....	51
Tabela 9 Efeito da adubação NPK sobre as propriedades química do solo. Safra 1990/91.....	56
Tabela 10 Efeito da adubação NPK sobre as propriedades química do solo. Safra 1991/92.....	57
Tabela 11 Efeito da adubação NPK nos teores de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas verdes de chá. Safra 1990/91.....	58
Tabela 12 Efeito de doses de NPK sobre a concentração de macro e micronutrientes nas folhas verdes de chá. Safra de 1992/93.....	59

ADUBAÇÃO NPK, DO CHAZEIRO (*Camellia sinensis* (L.)
O. Kuntze), EM LATOSSOLO AMARELO ÁLICO, NO
VALE DO RIBEIRA - SP.

Autor: MAURO SAKAI

Orientador: PROF. DR. JOSÉ DIAS COSTA

RESUMO

A teicultura é uma das principais atividades agrícolas do Vale do Ribeira, no Estado de São Paulo, e tem na adubação um sério problema, em virtude de praticamente não existirem trabalhos de pesquisa sobre esse assunto no País. As recomendações atualmente existentes, são baseadas em trabalhos realizados em outros países, e na estimativa de exportação de nutrientes através da análise foliar. Neste contexto, o presente trabalho foi planejado e conduzido com o objetivo de estudar as respostas do chazeiro à adubação com NPK, em Latossolo Amarelo Álico, na a produção de folhas verdes de chá e nos teores desses nutrientes na folha, com a finalidade de se obter informações que possibilitem o uso mais eficiente de fertilizantes, com aumento na produção.

O delineamento experimental utilizado foi o fatorial $\frac{1}{2}$ de 4x4x4 dividido em dois blocos. O clone de chá utilizado foi o 'IAC 259', plantado em 1974, a uma densidade de 7400 plantas/ha, no espaçamento de 1,80 m x 0,75 m. A parcela experimental era constituída de 5 linhas de 10 metros de comprimento, com um total de 65 plantas/canteiro. Os tratamentos consistiram nas aplicações de adubos nitrogenado, fosfatado e potássico nas dosagens de 125, 250, 375 e 500 kg de N/ha,

80, 160, 240 e 320 kg de P_2O_5 /ha, e 80, 160, 240 e 320 kg de K_2O /ha, totalizando 32 combinações de NPK, que foram aplicadas em 3 vezes.

O chazeiro respondeu positivamente apenas à adubação nitrogenada, de forma linear, até a dose de 375 kg de N/ha. O nitrogênio além de aumentar a produção alterou as características químicas do solo, principalmente o pH e os teores K, Ca e Mg, que diminuíram. Na folha, a aplicação de doses crescentes de N, aumentou a concentração de N e diminuiu as de P, K, Ca e Mg.

A adubação fosfatada apesar de aumentar a disponibilidade de P à planta, não influenciou a produção de folhas verdes do chazeiro e nem o seu teor nas folhas. A medida que se aplicou maior quantidade de P no solo ocorreu tendência para a diminuição da concentração de Zn nas folhas.

A produção foi afetada pela adubação potássica de forma negativa, principalmente na safra de 1992/93. No solo, o potássio tornou-se mais disponível com o aumento nas doses aplicadas, e em consequência ocorreu o aumento do seu teor nas folhas.

THE NPK MANURING OF TEA PLANT(*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze), IN A
YELLOW LATOSSOL, AT RIBEIRA VALLEY, SP.

Author: MAURO SAKAI

Adviser: PROF. DR. JOSÉ DIAS COSTA

SUMMARY

Tea cultivation is one of Ribeira Valley's most important agricultural activity, and the manuring has been identified as the indispensable operation for obtaining increased yields and economic returns. In this context, the present work was carried out to study the responses of tea yield to NPK fertilization in a Yellow Latosol, at Ribeira Valley, in the State of São Paulo.

The experiment was set out in commercial gardens, in the form of $\frac{1}{2}$ (4 x 4 x 4) factorial design, with two blocks. The clone of tea was "IAC 259" planted in 1974, at planting density of 1,80 m x 0,75 m., making a total of 7400 plants per hectare and each effective plot consisted of 65 plants. The treatments consisted of nitrogen, phosphate and potassium application at the rates of 125, 250, 375 and 500 kg of N/ha; 80, 160, 240 and 320 kg of P_2O_5 /ha; and 80, 160, 240 and 320 kg of K_2O /ha., to give 32 combinations of NPK in the soil.

From October 1989 to June 1993, at each plucking round, the weight of leaf produced was recorded. Throughout the period, plucking standard was maintained at the normal commercial practice consisting mainly of two leaves and bud. Soil analysis were carried out in January 1990 and 1992 and leaf analysis were also made.

The results showed that tea yields responses a nitrogen application, but the effects of phosphate and potash fertilizers were not clear. The response of nitrogen was linear up to 375 kg N/ha. The nitrogen acidifies the soil and pH has been reduced. The base availabilities of the soil, like K, Ca and Mg also have been reduced with increasing application levels of nitrogen. The nitrogen content of the leaf increased with increasing N rates, but de P, K, Ca and Mg decreased.

The phosphate application increased the P available in soil solution, but the yield and leaf content were not affected, but the Zn content was decreased.

The amount of potassium in leaf samples and the K available in the soil were changed by application of potash fertilizer, but the leaf production were decreased by increasing the rate of potassium fertilizer in the last year.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do chá constitui-se numa das principais atividades agrícolas do Vale do Ribeira, SP, ocupando uma área em torno de 5.000 ha, distribuída entre aproximadamente 840 produtores, nos municípios de Registro, Pariquera-Açu, Juquiá, Sete Barras, Tapiraí, e Jacupiranga, na sua maioria pequenos produtores, e com uma produção global de 10.000 toneladas de chá preto beneficiado por ano, sendo a segunda cultura mais importante na região, ficando atrás apenas da bananicultura.

A cultura do chá tem peso significativo na economia regional, tanto pela mão de obra absorvida na sua exploração e industrialização, como também pela geração de divisas, uma vez que 90% da produção é exportada.

Apesar de sua importância sócio-econômica para o Vale do Ribeira, a cultura carece de dados de pesquisa gerado na região e do emprego de técnicas agronômicas em larga escala, principalmente em relação a nutrição mineral, sendo as informações técnicas sobre a cultura praticamente inexistentes. As recomendações atualmente adotadas, são baseadas em trabalhos realizados em outros países, tais como no Japão, SriLanka, Índia e países africanos, bem como em estimativa de exportação de nutrientes através da análise foliar e na experiência dos teicultores e técnicos que trabalham na região.

Por outro lado, sabe-se que o rendimento de uma cultura está relacionado com o potencial genético do cultivar, com as condições climáticas e do solo, e com as práticas de cultivo empregadas, de maneira que, para aumentar a produtividade é necessária a utilização adequada de uma somatória de técnicas, destacando-se entre elas a da adubação. Sabe-se também que a extrapolação pura e simples dos resultados de experimentos de adubação obtidos em outras regiões pode conduzir ao fracasso a agricultura, especialmente em regiões como a do Vale do Ribeira, onde predominam solos de baixa fertilidade e clima quente e úmido.

No caso específico do chá, há um consenso bastante generalizado de que a planta se adapta às condições de baixa fertilidade. Entretanto, para se obter produções médias ou altas, há uma exigência considerável de nutrientes. Uma grande parte dos nutrientes absorvidos é exportada ao se colherem os brotos, provocando esgotamento progressivo do solo, caso não sejam aplicados fertilizantes em doses adequadas em reposição.

Quantidades insuficientes de nutrientes proporcionam produções e rendimentos industriais baixos, além das plantas se tornarem raquíticas, sujeitas ao ataque de insetos e de plantas epífitas. Já o excesso de adubo pode prejudicar a qualidade da bebida, aumentar as perdas de nutrientes por lixiviação, erosão e volatilização, fatores que diminuem a receita e aumentam o custo de produção, contribuindo assim para diminuir o lucro do teicultor.

Considerando-se esses fatores e a necessidade de estabelecer melhores critérios de adubação visando a sua eficiência técnica, realizou-se o presente trabalho de rendimento do chá, e de teores de nutrientes nas folhas, em função da adubação NPK..

2 REVISÃO DE LITERATURA

Dentre os fatores que influenciam a produção do chazeiro, a adubação constitui-se no principal deles, principalmente se respaldada em dados de pesquisa científica.

A adubação do chazeiro, para Ramos (1929), depende da fertilidade do terreno. Nos solos naturalmente férteis a adubação será dispensável por um período longo. Nos terrenos pobres ou esgotados devem ser usados adubos para restituir ao solo os nutrientes dele retirados. Podem ser usados adubos verdes, os adubos minerais e os esterco curtidos.

Solos ácidos proporcionam melhor desenvolvimento das plantas de chá, segundo Jacob & Coyle (1931). Porém, para eles, esses tipos de solos não são pobres apenas em cálcio, mas geralmente são também deficientes em outras bases, tais como potássio e magnésio, e portanto problemáticos para exploração contínua, podendo levar o solo a exaustão, se adubações balanceadas não forem realizadas. De acordo com esses autores, experimentos tem demonstrado que o sucesso de um chazal, depende essencialmente de aplicação de fertilizantes, como mostra o experimento realizado na Estação Experimental de Chá de Java, em Boeniaga Jong, onde os rendimentos das parcelas que receberam adubação completa de NPK foram 24% maiores que daquelas que não receberam adubos. Nas parcelas adubadas com NP ou PK o incremento foi de 10%, quando comparada com à testemunha sem adubo.

A planta de chá, de acordo com Dierendonk (1959), requer uma série de nutrientes para sua manutenção, sendo que uma tonelada de chá industrializado (aproximadamente 6000 kg de folhas verdes) remove do solo em tomo de 40 a 50 kg de N, 7 a 9 kg de P_2O_5 e 20 a 25 kg de K_2O . O teor de N na folha gira em tomo de 4,5%.

Para recomendação de adubação, o autor considera ainda as perdas de nutrientes através da lixiviação, erosão e poda. O chazeiro responde progressivamente à adubação nitrogenada de até 100kg de N/ha e declina rapidamente a capacidade produtiva quando cessa a aplicação de N, indicando claramente a necessidade de adubação nitrogenada. Para Die-rendonk (1959), a função do fósforo na planta não é corretamente conhecida, porém sabe-se que ele é fundamental no desenvolvimento de novos ramos e raízes. O teor de fósforo nas folhas é de 4 a 9 g de P por quilo de folha expresso em peso da matéria seca. O potássio é importante na economia de água pelo chazeiro, promovendo a absorção da água e retardando a transpiração. Essa propriedade é importante para regiões onde a temperatura é baixa e possui um longo período de estiagem.

Barua & Deb (1960), em experimentos realizados no norte da Índia em 15 anos sucessivos, onde foram testadas as doses de 0, 45, 90, 135, 179, e 224 kg de N/ha na forma de sulfato de amônio, verificaram que o nutriente aumentou a produção de forma linear até a dose de 135 kg de N/ha, e que existe uma relação linear entre a produção e o teor de N nos brotos, bem como uma relação linear entre as doses de N aplicadas e a % de N na folha até a dose de 179 kg de N/ha.

Dos ensaios de longa duração realizados pelo Departamento Científico da United Planter Association, na Estação Experimental do Sul da Índia, onde foram aplicados 0, 44,8 e 89,6 kg/ha de nitrogênio, 0, 22,4 e 44,8 kg/ha de ácido fosfórico, e 0, 22,4 e 44,8 kg/ha de potássio, Jayaraman (1963) relatou que a dose maior de nitrogênio aumentou o rendimento do chá de maneira significativa desde o primeiro ano, enquanto que a dose de 44,8 kg/ha não foi efetiva. A aplicação de nitrogênio proporcionou plantas mais vigorosas, indicando um melhor desenvolvimento de suas estruturas. Por outro lado, o fósforo foi ineficiente sobre aquelas variáveis. Quanto ao potássio, mesmo a menor dose, apresentou incremento na produção, passando de 1022,3 kg de chá por hectare na parcela sem potássio, para 1207,9 kg na parcela adubada com 22,4 kg/ha e para 1388 kg nas parcelas com 44,8 kg/ha de potássio. Verificou-se também que a aplicação de K melhorou a eficiência da adubação nitrogenada.

Para Oniani (1964), as necessidades das plantas de chá em potássio podem variar muito; em primeiro lugar em função da idade, produtividade e modo como é

cultivada; em seguida, de acordo com a natureza do solo, com suas reservas de potássio total e assimilável; e finalmente, devido às condições ecológicas do local onde se encontram os chazais. Dentre os métodos para verificar as necessidades reais de potássio, do ensaio de adubação, fornece os resultados mais exatos. Os dados apresentados mostraram que a maior parte do K trocável dos solos em plantações de chá que apresentavam rendimentos elevados, acha-se concentrada na camada mais superficial do solo, nos seus primeiros 20 cm, e que aquele proveniente do adubo foi fixado rapidamente pelo complexo coloidal do solo, não sofrendo praticamente nenhuma influência de lixiviação. O autor apresenta ainda uma escala de fertilidade potássica dos solos e o grau de abastecimento de K da planta em função dos teores nas folhas, reproduzida abaixo.

Tabela nº 1: “Grau de abastecimento de potássio da planta em função dos teores desse elemento no solo e nas folhas de chá”, (Oniani, 1964).

Nível das reservas	K ₂ O do solo mg/100g	K ₂ O das folhas (%)	
		novas	velhas
Solos vermelhos			
Reservas satisfatórias	> 20	> 1,2	> 1,0
“ médias	15 à 20	0,9 à 1,2	0,8 à 1,0
“ insuficientes	< 15	< 0,9	< 0,8
Solos cinza podzolizados			
Reservas satisfatórias	> 15	> 1,0	> 0,9
“ médias	10 à 15	0,8 à 1,0	0,7 à 0,9
“ insuficientes	< 10	< 0,8	< 0,7

Jourbitzky & Strausberg (1966), em experimentos realizados em Tchakva, no litoral do Mar Negro, com clima úmido marítimo; em Anasseouli, na região montanhosa e com clima mais seco; e em Lenkorane, no litoral do Mar Cáspio, no Azerbaidjan, com clima bastante seco, onde o chá só proporciona bons resultados sob irrigação; delineados em parcelas de chá que receberam adubações contínuas do oitavo ao vigéssimo sétimo ano, com doses de N variando de 0 a 700 kg/ha, e K₂O variando de 0 a 480 kg/ha,

verificaram que a aplicação de 300 kg/ha de N, mantendo as doses normais de P e K, aumentou os teores de N na folha na ordem de um ponto percentual e de 4 a 9 vezes a colheita de folhas verdes, em relação à testemunha. Observaram também que a aplicação de doses maiores, 500 e 700 kg/ha de N, não proporcionaram aumentos maiores que os obtidos com as doses menores. E que a dose mais eficiente de N foi de 100 kg de N/ha, promovendo aumento de 6 vezes na colheita e de 1,2 pontos percentuais no teor desse elemento nas folhas. Concluíram que o aumento da produtividade de chá, devido à aplicação de fertilizantes nitrogenados, foi sempre acompanhada de elevação dos teores de N nas folhas, e que o valor ótimo gira em torno de 4,7% independente das condições pedoclimáticas. E que a diminuição de 0,5 a 1,0 ponto percentual dos teores de N nas folhas poderia servir de índice das necessidades das plantas nesse elemento. Porém, que o diagnóstico foliar não é capaz de acusar aplicações excessivas de fertilizantes nitrogenados, pois elas refletem muito pouco sobre os teores de N das folhas. Verificaram ainda que ao contrário da adubação nitrogenada, a potássica aumentou a produção linearmente, e que esse incremento na produção foi menor que os obtidos com doses moderadas de N, e ainda que o nível ótimo de potássio nos brotos (broto + 1 par de folhas) foi em torno de 2,0%. Os mesmos autores concluíram ainda que o estudo de nutrição fosfatada do chá mostrou que as correlações existentes entre as doses de P aplicadas e a produção e teores de P nas folhas são de nível muito baixo. Concluíram também que os níveis de nutrição nitrogenada não afetaram os teores de K e P nas folhas, bem como os de K não influenciaram nos níveis de N e P nas folhas..

O trabalho para determinar o ganho adicional na produção de chá, em virtude da utilização de fertilizantes a base de P, realizado por Sem (1967) em diversas condições climáticas do nordeste da Índia, mostrou que em Assam Valley, a resposta à aplicação de P isoladamente ou em combinação com K não foi significativa quando as doses de N foram baixas (até 65 kg de N/ha). Entretanto, quando as doses de N foram maiores (90 e 135 kg de N/ha), as respostas foram positivas e significativas em todos os solos testados, como se a aplicação de altas doses de N tornasse o P o nutriente mais carente nas plantas e o seu fornecimento, proporcionasse resposta positiva. Na região de Door, as respostas à aplicação de P foram todas positivas em todos os solos e doses de N. Já na região

de Cachar, o efeito à adubação só foi positivo e significativo no solo “tecla”, enquanto que nos solos “clay flats” e “bheel” as respostas foram negativas e não significativas.

Em pesquisa realizada em Lenkorane, Azerbeidjã, sobre diagnose foliar, Akhmetov & Bairamov (1968), em ensaio que tinham os seguintes tratamentos: testemunha (sem adubo); adubação básica (P200 e K100) ; adubação básica + N100; adubação básica + N200; e adubação básica + N400, concluíram que o emprego de adubos minerais modificaram a composição química dos brotos e das folhas velhas do chazeiro. Com o aumento das doses de nitrogênio, os teores de nitrogênio aumentaram, e os de fósforo e potássio diminuíram. Os teores ótimos de N, P e K nos brotos que asseguraram as maiores colheitas foram os seguintes: N - 4,5 a 4,8%; P_2O_5 - 0,5 a 0,6%; e K_2O - 2,2 a 2,4% da matéria seca.

De acordo com Willson (1969), a planta de chá absorve nitrogênio na quantidade necessária, de modo que, o teor de nitrogênio na folha não aumenta muito, mesmo que o teor no solo desse nutriente esteja em quantidade excessiva. Assim, o excesso de N se perderá com a lixiviação e volatilização, e conseqüentemente o produtor terá prejuízo, principalmente, se este excesso de N for devido à adubação. Por outro lado, se a quantidade de nitrogênio é restringida, o teor de N na folha diminui, mas na maioria das vezes a planta ajusta a absorção de N, para que o conteúdo de N na folha permaneça dentro de um estreito limite. Para o autor, o chá demora bastante para responder às aplicações de nitrogênio, provavelmente porque a planta necessita antes aumentar sua estrutura, para que as folhas possam aumentar a fotossíntese e proporcionar ganho extra na produção. E que o principal problema para se conseguir uma correta nutrição em fósforo, é de manter as condições ótimas do solo para a sua absorção, e assegurar que existem nutrientes suficientes no complexo solo-planta e conservar estas condições com aplicações regulares e em pequena quantidade, para repor as quantidades retiradas pelas colheitas. Afirma também que teores abaixo de 0,4% de P nos brotos de chá diminuem a produção de folhas verdes, servindo de referência para aplicação de adubos fosfatados. E que no caso do K a quantidade de reposição necessária desse elemento ao sistema solo-planta é grande, podendo variar de 30 a 120 kg de K/ha, dependendo do teor de K nas folhas. Constatou ainda que a deficiência de K, se o teor de K nas folhas for menor que 1,75%, é limitadora de

produção. E que a sua resposta, ao contrário do N, é rápida, apesar de Eden (1976) ter relatado que nos mais variados solos em que se cultiva o chá, ricos em feldspatos, a adubação potássica não mostra resultados imediatos. Por outro lado, a correção de deficiência de potássio pode também sanar deficiência de Mg, pois na África Ocidental, Willson (1969) verificou que a deficiência de Mg estava associado à deficiência de K. Isto é, quando se aplicava o potássio, os sintomas de deficiência em potássio e magnésio desapareciam, mas, quando se tentava corrigir a deficiência de Mg com aplicações de adubos magnesianos, não se verificavam melhorias no rendimento e nem tampouco os sintomas visuais de deficiência desapareciam. Com a aplicação de potássio e a eliminação de sua deficiência, a planta conseguia se suprir de Mg, apesar do seu baixo teor no solo.

Analisando vários experimentos de adubação, Willson (1975), concluiu que as respostas às adubações nitrogenadas na produção de chá em East Africa são comparáveis com as de outras regiões. Essas respostas são bastante variáveis devido principalmente as diferenças climáticas entre os vários locais de cultivo. Ensaios tem mostrado que adubações potássicas e fosfatadas podem aumentar a produção de chá com doses menores de nitrogênio. Porém, para o autor, o mais importante é que ao aplicar K e P, podem-se obter resposta economicamente viáveis para doses maiores de nitrogênio. O efeito no solo nesses experimentos, tem demonstrado que altas doses de nitrogênio aplicadas continuamente, abaixam o pH do solo, porém, adubos nitrogenados contendo cálcio, que são teoricamente neutros ou menos acidificantes que os adubos amoniacais, não promovem aumento na produção. A quantidade de nutrientes básicos nas folhas tende a diminuir com o aumento da produção devido à aplicação de adubos nitrogenados. Por outro lado Jayaraman (1957) relata que os adubos nitrogenados a base de N amoniacal, quando são aplicados ao solo reagem instantaneamente, determinando que o amônio entre no complexo de troca, deslocando outros íons metálicos e, em particular, o cálcio. Este é lixiviado, sobretudo na forma de sulfato de cálcio, e em parte sob a forma de nitrato de cálcio.

De acordo com Willson et ali (1975), resultados de experimentos confirmam que chazais adultos tem a produção aumentada, quando se incrementa a absorção de fósforo pelas plantas, nos solos ácidos. Para os autores, sendo o fósforo facilmente imobilizado em solo ácido, toma-se indisponível para a planta. Uma série de dados obtidos por

esses pesquisadores, em solos onde doses relativamente altas de P foram utilizadas, mostraram não existir aumento na disponibilidade de fósforo até que doses extremamente altas foram usadas. Por outro lado, mostraram também que o aumento de disponibilidade de P no solo pode reduzir os teores de bases disponíveis à planta. Isto aumenta a necessidade de se determinar corretamente a demanda de fertilizante potássico. Outro problema de acordo com Willson et al (1975), é que a maioria dos solos cultivados com o chá são pobres em fósforo, necessitando portanto de adubação fosfatada. Citam também que a resposta do chazeiro à adubação fosfatada, não é uniforme, e que varia largamente com o local, solo, tratamentos culturais, etc. A resposta à sua aplicação não é nada desprezível, apesar do conteúdo de P nos tecidos dos chazeiros serem baixos, e o suprimento seja freqüentemente suficiente, principalmente em plantações mais antigas, o efeito do seu emprego é apreciável e economicamente viável.

Baseado nos argumentos que a prática de adubação influencia a fisiologia das plantas de chá, e que adubações incorretas ocasionam danos difíceis e demorados de corrigir, Ranganathan (1975) conduziu experimentos de adubação, a partir de 1971, na Índia, para determinar os níveis ótimos de NPK, utilizando três combinações de doses de fósforo e potássio (40-80, 70-140 e 100-200 kg de P_2O_5 - K_2O /ha) nas parcelas e quatro doses de nitrogênio (60, 120, 180 e 240 kg/ha de N) nas subparcelas, e concluiu que as quantidades maiores de P_2O_5 - K_2O proporcionaram maiores produções, porém a dose econômica foi a de 70-140, e que a dose econômica de nitrogênio depende da quantidade de P_2O_5 - K_2O utilizada. Isto é, aumentando a dose de P_2O_5 - K_2O , pode-se aplicar maior quantidade de nitrogênio.

O emprego de adubações com NPK por período prolongado, de acordo com Godziashvili & Peterburgsky (1985), determina alterações sobre as propriedades do solo e aumenta o teor de matéria orgânica e de potássio. E de acordo com Willson (1975), a acidez do solo é mais afetada quando se emprega N na forma amoniacal.

Em se tratando de acidez do solo e N, Ranganathan & Natesan (1985), relatam que a condição mais importante para boa produção de chá é o solo estar com pH ótimo. E este pH, que proporciona o desenvolvimento da planta e boa produção, com bom aproveitamento de nutriente, especialmente o N, está em torno de 4,5 a 5,0 na maioria dos

solos dos países produtores de chá, apesar de existirem variedades que se desenvolvem melhor em pH de 6,0 a 6,5. O chá pode ser considerado uma planta calcífuga, e não se desenvolve bem em solos com alta saturação de base, ainda que necessite de pequenas quantidades de Ca para se desenvolver e manter altos níveis de produção.

O efeito da nitrificação da uréia e a liberação de potássio, magnésio e cálcio foram estudados por Wickremasinghe et al (1985) em condições simuladas, utilizando uréia com N^{15} em plantas com 7 anos cultivadas em vasos de 1,2 x 0,6 x 1,2 m, e verificaram que a uréia não se ionizava antes de hidrolizar-se rapidamente em íons amônio pela enzima urease, e por sua vez sofrer a nitrificação, enriquecendo a solução do solo com nitrato por 25 a 30 dias após a aplicação do fertilizante. Depois começa a diminuir devido às perdas por lixiviação e absorção pelas raízes das plantas. A liberação de K, Ca e Mg para a solução de solo devido à liberação de H^+ para a solução do solo durante a nitrificação da uréia. A liberação de H^+ acidifica o solo, e a liberação de K, Ca e Mg favorece a lixiviação desses nutrientes que são arrastados juntos com os nitratos que se formam na nitrificação da uréia.

Raij et al (1996), consideraram níveis de K trocável baixo quando o teor se encontrava abaixo de $1,5 \text{ mmol}_e/\text{dm}^3$ de solo, médio de 1,6 a $3,0 \text{ mmol}_e/\text{dm}^3$, e alto para teores acima de $3,0 \text{ mmol}_e/\text{dm}^3$ de solo, e para P (resina) como sendo baixo, médio e alto, os valores abaixo 15, de 15 a 40 e acima de $40 \text{ mg}/\text{dm}^3$ de solo, respectivamente.

Penteado & Furtado (1986), recomendam adubar os chazais do Vale do Ribeira no Estado de São Paulo, nos meses de agosto, dezembro, e março, com 100 gramas do formulado 12-4-8 ou 12-6-8 por planta, complementada com aplicações de adubos nitrogenados em outubro e janeiro, utilizando 80 gramas de nitrocálcio ou sulfato de amônio por planta.

Reuter (1988), realizando uma revisão sobre os dados de análise foliar, cita entre outros, os valores críticos para Cu, Zn, Mn, Fe e B que são: 12, 5, 100, 120, e 12 ppm respectivamente.

Para Squire & Callander (1981) a estação da seca reduz o crescimento dos brotos, e diminui a produção por 2 a 3 meses. Esse período também é responsável

pela flutuação cíclica da produção por um período de 6 a 8 semanas. Devido os brotos crescerem muito lentamente neste período, muitos outros surgem, para logo terem o crescimento paralisado, acumulando assim uma quantidade muito grande de brotos na superfície da mesa de colheita. Porém, com o início das chuvas, e os brotos atingindo o potencial hídrico de - 10 bars , todos passam a se desenvolver sincronizadamente e em pouco tempo atingem o ponto de colheita, que é abundante. O próximo pico, vai depender mais da época de quando ocorreu o primeiro, que das condições climáticas que ocorreram, porque é da parte basal dos brotos colhidos que surgirão os brotos que produzirão novo pico de colheita.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Local do experimento

O presente experimento foi instalado na propriedade do Sr. Jorge Kanegai, localizado no bairro Angatuba, município de Pariquera-Açu, Estado de São Paulo, próximo à Estação Experimental José Cione, do Instituto Agronômico, com latitude de 24° 37' S, e longitude de 47° 50' W, e altitude entre 30 e 60 metros.

3.2. Solo e clima

O solo onde o ensaio foi conduzido, de acordo com Sakai et al (1987), pertence ao grande grupo Latossolo Amarelo Álico, com textura argilosa e relevo suave ondulado (Unidade Pariquera). As características químicas desse solo (0 a 20 cm) coletado na projeção da copa, onde se realiza a adubação, conforme a análise realizada no laboratório da Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo foram: P = 43 mg/dm³ de solo; matéria orgânica (MO) = 23 g/dm³; pH em CaCl₂ = 4,1; K = 2,0 mmol/dm³; Ca = 17 mmol/dm³ de solo; Mg = 5 mmol/dm³ de solo; H + Al = 80 mmol/dm³; SB = 24 mmol/dm³; T = 104 mmol/dm³; e V% = 23.

O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen é o Cfa, isto é, subtropical úmido, com temperatura média anual de 21° C aproximadamente, e de 28, 3° C para as médias das temperaturas máximas e de 17° C para a médias das mínimas, e precipitação pluvial média anual de 1552 mm, com maior concentração nos meses de novembro a março.

3.3. Chazal

O chazal onde o experimento foi instalado é formado com plantas do cultivar IAC 259, com 15 anos de idade, de alta produtividade, e de boa qualidade de bebida. O espaçamento utilizado foi de 1,80 m entre as linhas e de 0,75 m entre as plantas, perfazendo 7400 plantas por hectare aproximadamente. As plantas foram podados a altura de 0,50 m do nível do solo, para que a mesa de colheita ficasse de 0,60 a 0,80 m do solo, com largura de cerca de 1,50 m. O chazal apresentava boa aparência, não mostrando sintomas de ataque de pragas e ou doenças. A produtividade média nos anos anteriores era de 12,5 toneladas de folhas verdes por hectare, por ano, portanto acima da média regional que é de 10,0 t/ha, mostrando que o chazal vinha sendo bem conduzido.

3.4. Tratos culturais

Os tratos culturais realizados no chazal, constituíram-se basicamente de podas de produção executadas no final de cada safra, podas laterais sempre que os ramos laterais começavam a atrapalhar a passagem da colhedeira, realizada de 2 a 3 vezes por safra, capinas manuais com enxada e utilizando herbicidas à base de paraquat, ou paraquat + diuron, a medida do necessário (normalmente 2 com enxada e 3 a 4 com herbicida).

Durante a condução do ensaio não ocorreu nenhum ataque de doença, ou de praga, não sendo utilizado qualquer tratamento com fungicida ou inseticida.

3.5. Adubação

A adubação objeto de estudo deste trabalho, foi realizada parcelarmente em 3 vezes por safra, sendo a primeira em agosto, a segunda em dezembro e a terceira em março.

As doses utilizadas foram: nitrogênio, 125, 250, 375 e 500 kg de N/ha; fósforo, 80, 160, 240 e 320 kg de P_2O_5 /ha; e potássio, 80, 160, 240 e 320 kg de K_2O /ha. O adubo foi aplicado em faixa, na projeção da mesa de colheita, procurando-se evitar o deslocamento do adubo na passagem de implementos agrícolas. Os adubos utilizados fo-

ram a uréia (N), superfosfato triplo (P₂O₅) e o cloreto de potássio (K₂O), que foram pesados e aplicados separadamente para cada linha de cada parcela.

3.6. Delineamento experimental e Tratamentos

O delineamento experimental adotado foi o fatorial $\frac{1}{2}$ de 4x4x4, dividido em dois blocos, com 32 tratamentos

As parcelas foram constituídas de 5 linhas de 10 metros de comprimento, com 13 plantas por linha. As parcelas com 65 plantas, ocupavam uma área de 50 m². Para efeito de coleta de dados foram consideradas como linhas úteis, as três linhas centrais da parcela. As combinações das doses dos adubos resultaram nos 32 tratamentos abaixo discriminados e divididos nos dois blocos. Os tratamentos foram aleatoriamente localizados dentro dos blocos.

Bloco I	Bloco II
1) 1-1-1	17) 1-1-4
2) 1-2-2	18) 1-2-3
3) 1-3-3	19) 1-3-2
4) 1-4-4	20) 1-4-1
5) 2-1-2	21) 2-1-3
6) 2-2-1	22) 2-2-4
7) 2-3-4	23) 2-3-1
8) 2-4-3	24) 2-4-2
9) 3-1-3	25) 3-1-2
10) 3-2-4	26) 3-2-1
11) 3-3-1	27) 3-3-4
12) 3-3-2	28) 3-4-3
13) 4-1-4	29) 4-1-1
14) 4-2-3	30) 4-2-2
15) 4-3-2	31) 4-3-3
16) 4-4-1	32) 4-4-4

3.7. Parâmetros avaliados e analisados.

3.7.1. Teores de nutrientes nas folhas.

Amostras foliares, constituídas de 30 brotos (broto + 1 par de folhas), coletados nas 3 linhas centrais de cada parcelas, no mês de janeiro, foram analisadas no Laboratório de Análise Foliar da Seção de Nutrição de Planta e Fertilidade do Solo do Instituto Agrônômico, e determinados os teores de macronutrientes, que foram correlacionados com os níveis de adubação e a produção de folhas verdes. Os micronutrientes também foram determinados e analisados para verificar as interferências das aplicações de fertilizantes na absorção desses nutrientes pelas plantas.

3.7.2. Características de fertilidade do solo.

Por ocasião da coleta de amostras foliares, foram coletadas amostras de solo de todas as parcelas e também analisadas no Laboratório de Instituto Agrônômico, sendo determinados os teores de macronutrientes, pH, teor de matéria orgânica (MO), e V%. Os resultados obtidos foram comparadas com os obtidos no início da experimento.

3.7.3. Produção de folhas verdes.

A produção de chá foi obtida pelas colheitas periódicas de brotos (broto apical + 1 ou 2 pares de folhas), e folhas tenras, feitas mecanicamente por máquinas tracionadas por homens, conforme prática usualmente adotada no Vale do Ribeira. O intervalo entre as colheitas variam com as condições climáticas a que o chazal está submetido; podendo variar de 10 a mais de 20 dias, de modo que durante uma safra, de setembro a maio, realizaram-se de 15 a 20 colheitas.

Foram efetuadas as colheitas durante 4 safras. As colheitas na primeira safra foram realizadas entre outubro de 1989 e maio de 1990. Nas três outras safras (1990/91, 1991/92 e 1992/93), as colheitas foram realizadas entre os meses de setembro a junho.

A produção no presente trabalho foi obtida utilizando-se as três linhas centrais de cada parcela. Sendo a colheita mecânica, o produto colhido foi selecionado, re-

tirando-se as impurezas, tais como folhas velhas, galhos secos, folhas de árvores e plantas daninhas, antes da pesagem.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Alterações químicas do solo

Os resultados da análise do solo estão nas tabelas 2 e 3, onde pode-se verificar que a adubação alterou as características químicas determinadas, sendo as mais marcantes o pH que variou com a aplicação de uréia, enquanto que o P e o K com a adubação fosfatada e potássica respectivamente.

Na figura 1, verifica-se o efeito das doses crescentes de nitrogênio aplicadas, sobre o pH do solo. Nota-se que o pH diminui bastante com o aumento do N aplicado no solo. A acidificação do solo do chazal foi devida basicamente ao uso da uréia, adubo nitrogenado, que contém o N na forma amídica. A uréia ao entrar em contato com a umidade do solo se hidrolisa, resultando em íons amônio, pela ação da enzima urease. Por sua vez os íons amônio sofrem a nitrificação através da oxidação bacteriana, liberando nitratos e íons H^+ que acidificam o meio e deslocam os íons metálicos, assim explicada por Wickremasinghe et al (1985). Os nitratos combinaram com as bases metálicas deslocadas, de acordo com Jayaraman (1957), principalmente o Ca, ficando sujeitos a lixiviações. Na acidificação do solo formam sulfatos que também combinam com os íons Ca, K e Mg, tornando os passíveis de lixiviação.

A acidificação do solo é quase inevitável nos chazais, em decorrência ao uso intensivo de fertilizantes nitrogenados portadores de N amoniacal, ou amídico, tendo em vista que, os nitrogenados teoricamente não acidificantes, como o nitrato de cálcio e calciocianamida, sugeridos por Jayaraman (1957), não produzem respostas desejadas, sendo que muitas vezes provocam efeitos supressivos na produção, segundo os relatos de Willson (1975).

Tabela 2: Efeito das doses crescentes de NPK sobre as propriedades química do solo.

Safr de 1989/90. Média de 8 parcelas.

Tratamento	M.O	pH	P	K	Ca	Mg	H + Al	S	T	V%
N-1	31,4	4.00	101.1	4,4	17,3	4,6	102,1	26,3	128,4	20.5
N-2	33,4	3.85	100.6	3,9	15,0	4,5	118,3	23,4	141,6	16.9
N-3	32,5	3.83	105.0	3,9	16,4	4,4	125,5	24,8	150,3	17.0
N-4	34,3	3.79	110.9	4,5	16,3	4,3	133,0	25,0	158,0	16.6
P-1	32,8	3.93	51.4	4,6	16,3	4,5	110,9	25,3	136,1	19.4
P-2	32,8	3.81	87.5	4,1	14,6	4,1	124,9	22,8	147,6	15.6
P-3	33,1	3.89	122.5	4,3	16,9	5,0	120,4	26,1	146,5	18.8
P-4	32,9	3.84	156.3	3,7	17,1	4,1	122,8	25,3	148,0	17.3
K-1	33,5	3.89	123.5	3,0	19,0	5,1	118,6	27,1	145,8	19.5
K-2	32,3	3.79	114.6	4,4	15,3	3,9	129,9	23,5	153,4	15.6
K-3	33,3	3.86	71.3	4,4	14,4	3,9	120,6	22,8	143,4	16.4
K-4	32,5	3.93	108.3	4,9	16,3	4,9	109,8	26,0	135,8	19.5
Média	32,9	3.87	104.4	4,2	16,2	4,4	119,7	24,8	144,6	17.8
C.V.%			55.8	29.64						

Tabela 3: Efeito das doses crescentes de NPK sobre as propriedades química do solo.

Safr 1990/91. Média de 8 parcelas.

Tratamento	M.O	pH	P	K	Ca	Mg	H + Al	S	T	V%
N-1	26,3	3.88	165.5	4,5	21,1	4,4	123,1	30,0	153,1	20.38
N-2	26,3	3.56	169.1	4,0	17,3	2,4	154,6	23,6	178,3	14.00
N-3	28,3	3.36	203.3	4,1	13,5	1,9	182,3	19,5	211,8	9.50
N-4	28,0	3.35	234.5	3,9	13,6	1,9	192,3	19,4	211,6	9.38
P-1	26,6	3.51	94.5	4,1	12,6	1,9	172,5	18,5	191,0	10.25
P-2	27,6	3.59	160.8	3,7	16,3	2,4	149,5	22,4	181,9	13.25
P-3	26,3	3.44	234.4	3,9	15,3	2,4	172,3	21,5	193,8	11.63
P-4	28,3	3.61	282.8	4,8	21,4	3,9	158,0	30,1	188,1	18.13
K-1	26,5	3.58	196.1	3,1	17,6	3,4	154,4	24,1	188,5	14.50
K-2	27,5	3.48	165.1	4,0	16,3	2,4	172,0	22,6	194,6	12.25
K-3	27,9	3.58	225.4	4,9	16,8	2,6	166,6	24,4	191,0	14.38
K-4	26,9	3.53	185.8	4,5	14,9	2,1	159,3	21,4	180,6	12.13
Média	27,2	3.54	193.1	4,1	16,4	2,6	163,1	23,1	188,77	13.31
C.V.%										

Obs.: MO= matéria orgânica em g/dm³ de solo; pH em CaCl₂; P = fósforo em mg/dm³ de solo; K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio), H + Al (acidez total a pH 7,0), S (soma de base), e T (capacidade de troca de cátions) em mmol/dm³ de solo; e V% = Saturação de base.

Figura 1: Efeito das doses de nitrogênio sobre o pH do Latossolo Amarelo Álico. Pariquera-Açu, SP. Média de 8 repetições.

Como a acidificação do solo, de acordo com Jayaraman (1957), (Willson, 1975). Godziashvili & Peterburgsky (1985), Wickremasinghe et ali (1985) tem o inconveniente de induzir a lixiviação nutrientes catiônicos, o produtor deve monitorar o seu chazal com realização de análises periódicas de solo, principalmente no Vale do Ribeira, onde o solo já é ácido por natureza e a precipitação pluviométrica acentuada.

Nas figuras 2 e 3 estão ilustrados os efeitos da adubação nitrogenada sobre a disponibilidade de cálcio e magnésio na plantas. Observa-se que os teores desses nutrientes no solo diminuíram, principalmente na safra de 1991/92, com o aumento nas doses aplicadas de N, contribuindo para diminuir a V% do solo, concordando com o relatada por Godziashvili & Peterburgsky (1985). A diminuição de Ca^{++} e Mg^{++} na solução de solo está provavelmente relacionada a acidificação do solo, em virtude da liberação de H^+ em decorrência a hidrolização e a nitrificação da uréia, que deslocam o Ca^{++} , Mg^{++} e K^+ para a solução do solo, favorecendo a lixiviação desses elementos.

A adubação nitrogenada elevou o teor de P disponível no solo de forma direta às doses aplicadas (1992). Na figura 4 pode-se observar que o efeito foi progressivo, tendo em vista que na safra de 1989/90 havia apenas a tendência de ocorrência desse efeito, enquanto que na safra de 1991/92 tornou-se bastante evidente. O aumento do teor de P disponível no solo, com o aumento das doses de N aplicadas, isto é, com a diminuição do pH, aparentemente contraria um dos benefícios da calagem, que é de elevar o pH e assim aumentar a disponibilidade do P.

A interferência da adubação fosfatada nas propriedades químicas do solo foi menor que a da nitrogenada. Logicamente o teor de P no solo foi afetado significativamente, pela aplicação de doses crescente de P, apresentando uma curva de resposta de forma linear, conforme se observa na figura 5.

A aplicação de adubos fosfatados, apresentou uma tendência de aumentar os teores de cálcio e magnésio do solo, provavelmente em virtude do Superfosfato Triplo conter esses elementos, principalmente o primeiro, em tomo de 12 a 14% e em consequência a soma de bases (S) também se elevou.

Figura 2: Teores de Ca trocável do Latossolo Amarelo Álico, em função da adubação nitrogenada. Pariquera-Açu, SP.

Figura 3: Efeito da adubação nitrogenada sobre a concentração de Mg trocável do Latossolo Amarelo Álico. Pariquera-Açu, SP.

**Figura 4: Efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de P disponível no solo
Latossolo Amarelo Álico. Pariquera-Açu, SP**

Figura 5: Teores de P disponível no solo Latossolo Amarelo Álico, tratados com diferentes doses de fósforo. Pariquera-Açu, SP.

esses elementos, principalmente o primeiro, em tomo de 12 a 14% e em consequência a soma de bases (S) também se elevou.

O fertilizante potássico aplicado em doses crescentes aumentou o teor de K trocável no solo de forma linear e significativa ao nível de 1% de probabilidade (figura 6). Porém, a resposta foi afetada pelo efeito da adubação nitrogenada, provocando uma interação linear significativa entre esses dois nutrientes, indicando que a resposta da adubação potássica não foi igual para todas as doses de nitrogênio

Ao contrário do P a adubação potássica diminuiu as concentrações de Ca e Mg no solo, mostrando que devido ao antagonismo entre essas bases, a aplicação do K favoreceu a lixiviação de Ca e Mg.

O teor de MO no solo diminuiu com o passar dos anos, mas nas parcelas que receberam maior quantidade de N diminuíram menos, devido provavelmente ao fato das doses maiores de N terem promovido maior desenvolvimento das plantas, o que em consequência aumentou a quantidade de material podado, constituídos de galhos, ramos e folhas, que permaneceram na área após a poda. A diminuição de MO pode ser explicada pela época de coleta de amostra e as condições climáticas do período analisado. A primeira coleta de material que serviu de base para análise foi realizada antes da instalação do ensaio propriamente dito, no início do mês de agosto, 3 meses após a poda de produção, significando bastante material podado em decomposição, ao passo que as demais, foram realizadas no mês de janeiro, pelo menos 7 meses após a poda, e portanto os restos de poda já estariam mais decompostos e mineralizados, que em agosto. Nos dois primeiros anos do experimento, o clima foi mais seco, com maior período sem chuvas, e as temperaturas foram mais amenas, que não favorecem a decomposição da MO. Entretanto nos dois últimos anos, as chuvas foram mais abundantes e melhor distribuídas e as temperaturas também na primeira metade da safra foram maiores que nas primeiras safras, favorecendo a decomposição e mineralização mais rápida da MO. Esses resultados são contraditórios com os verificados por Godziashvili & Peterburgsky (1985), provavelmente em virtude do clima do Vale do Ribeira favorecer a decomposição mais rápida da MO.

Figura 6: Influência da adubação potássica sobre o teor de K trocável no Latossolo Amarelo Álico. Pariquera-Açu, SP. Média de 8 repetições.

4.2. Composição química dos brotos.

Conforme pode-se observar nos resultados (Tabelas nºs 4 e 5) obtidos, a composição de nutrientes dos brotos foi significativamente afetada pela aplicação de fertilizantes.

A aplicação de doses crescentes de nitrogênio aumentou linearmente a concentração de N nos brotos de chá, conforme podemos observar na figura 7. O teor médio de N nas folhas na safra de 1991/92 ($N=48,49$ g/kg) foi menor que na safra de 1992/93 ($N=52,08$ g/kg) acompanhando a maior produção de folhas verdes obtidas em 1992/93. Os dados de 1991/92 são compatíveis com os citados por Dierendonk (1959), Jourbitzky & Strausberg (1966), Akhmetov & Bairamov (1968), que foram de 45, 47 e 45 a 48 g/kg de N respectivamente, porém os de 1992/93 foram superiores.

A adubação nitrogenada aumentou a concentração de N nos brotos e diminuiu os teores de K, P, resultados esses que estão de acordo com os obtidos por Akhmetov & Bairamov (1968). O teor de K na folha variou de forma linear e significativa a nível de 1% de probabilidade a aplicação de doses crescentes de nitrogênio, na safra de 1991/92 (figura 8) e na safra seguinte apesar de manter a mesma tendência, o decréscimo no teor do elemento não foi significativo. O K na folha também foi influenciado pela interação linear entre a aplicação de N e P, provavelmente devido os teores de K variar com o incremento nas doses de N diferentemente para cada dose de P aplicado (figura 9). Os teores de Ca, S, Fe, e Zn também diminuíram nesses brotos, ao passo que o Mn, B, e Cu, aumentaram. O Mg teve a concentração na folha diminuída na safra de 1991/92 e aumentada na de 1992/93. A diminuição de K, Ca e Mg (em 1991/92), foi provavelmente em razão da acidificação do solo provocada pela adubação nitrogenada e em consequência dos nutrientes catiônicos terem sido deslocados para a solução do solo e posteriormente lixiviados, e portanto tornando-se menos disponíveis para as plantas, estando de acordo com Willson (1975) que verificou que os nutrientes básicos nas folhas tendem a diminuir com o aumento da produção. Na figura 10 observa-se o comportamento do Ca na folha, em relação a aplicação de adubos nitrogenados.

No caso do P, verificou-se que quando a dose de P aplicada no solo foi alta, ocorreu uma tendência da concentração do elemento na folha diminuir com o aumento na dose de N aplicada no solo, apesar da concentração de P na solução de

Tabela 4: Análise do efeito de doses da adubação NKP sobre os teores de macro nutrientes nas folhas de chá. Safra de 1991/92. Média de 8 repetições e expressa em g/kg da matéria seca.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
N-1	49,7	4,44	20,8	3,75	2,28	2,73
N-2	50,7	4,43	20,4	3,79	2,21	2,63
N-3	51,1	4,33	20,1	3,71	2,24	2,74
N-4	52,5	4,28	19,2	3,54	2,19	2,54
P-1	51,3	4,34	20,0	3,70	2,24	2,68
P-2	51,1	4,43	20,2	3,69	2,21	2,79
P-3	50,5	4,39	20,1	3,76	2,25	2,69
P-4	51,1	4,31	20,2	3,64	2,21	2,48
K-1	50,4	4,36	20,2	3,73	2,24	2,69
K-2	50,8	4,39	20,5	3,80	2,24	2,78
K-3	51,6	4,33	19,5	3,50	2,15	2,59
K-4	51,2	4,39	20,3	3,76	2,29	2,58
Média	51,0	4,37	20,1	3,70	2,23	2,66
C.V.%	2.73	4.57	4.81	11.59	4.33	
N.LIN	**	ns,	**	ns	ns	
N.QUA	ns	ns	ns	ns	ns	
N.CUB.	ns	ns	ns	*	ns	
P.LIN	ns	ns	ns	ns	ns	
P.QUA	ns	ns	ns	ns	ns	
P.CUB	ns	ns	ns	ns	ns	
K.LIN	ns	ns	ns	ns	ns	
K.QUA	ns	ns	ns	ns	*	
K.CUB	ns	ns	*	ns	ns	
N x P LIN	*	**	*	ns	ns	
N x K LIN	ns	ns	ns	ns	ns	
P x K LIN	ns	ns	ns	ns	ns	

Obs.: * = efeito significativo a 5% de probabilidade e ** a 1%.

Tabela 5: Análise dos efeitos de doses de NPK sobre as concentrações de macro nutrientes nas folhas verdes de chá. Safra de 1992/93. Média de 8 repetições, e expressa em g/kg da matéria seca.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg
N-1	41,2	4,44	21,7	4,31	2,38
N-2	43,3	4,40	21,7	4,33	2,44
N-3	43,0	4,39	21,5	4,13	2,39
N-4	44,8	4,40	21,1	4,11	2,43
P-1	42,9	4,43	21,3	4,23	2,40
P-2	43,3	4,44	22,0	4,29	2,41
P-3	43,2	4,44	22,0	4,21	2,45
P-4	42,9	4,33	20,7	4,15	2,36
K-1	43,5	4,38	20,4	4,23	2,44
K-2	42,5	4,45	21,7	4,26	2,40
K-3	42,9	4,39	22,0	4,24	2,41
K-4	43,4	4,41	21,8	4,15	2,38
Média	43,1	4,41	21,5	4,22	2,41
C.V.%	3.39	3.84	4.93	8.63	6.05
N.LIN	**	ns	ns	ns	ns
N.QUA	ns	ns	ns	ns	ns
N.CUB	ns	**	ns	ns	ns
P.LIN	ns	ns	ns	ns	ns
P.QUA	ns	ns	*	ns	ns
P.CUB	ns	ns	ns	ns	ns
K.LIN	ns	ns	*	ns	ns
K.QUA	ns	ns	ns	ns	**
K.CUB	ns	ns	ns	**	ns
N x P LIN	ns	ns	*	ns	ns
N x K LIN	ns	ns	ns	ns	ns
P x K LIN	ns	ns	ns	ns	ns

Obs.: * efeito significativo a 5% de probabilidade e ** significativo a 1%.

Figura 7: Teor de nitrogênio nas folhas verdes de chá tratados com diferentes doses de N , em Latossolo Amarelo Álico, Pariquera-Açu, SP.

Figura 8: Efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de K nas folhas verdes de chá, em Latossolo Amarelo Álico, Pariquera-Açu, SP. Safra de 1991/92.

Figura 9: Efeito da interação N x P no teor de K nas folhas verdes de chá em Latossolo Amarelo Álico. Pariquera-Açu, SP.

Figura 10: Efeito da adubação nitrogenada sobre a concentração de Ca nas folhas verdes de chá, em Latossolo Amarelo Álico. Pariquera-Açu, SP.

solo ter aumentado e portanto tornado o elemento mais disponível para o chazeiro. Essa tendência de diminuição de P na folha, talvez possa ser explicada pelo efeito da diluição do nutriente devido ao aumento na produção. Mas pode-se entender também que o chazeiro na presença de concentrações altas de N, desenvolve algum mecanismo de antagonismo a aplicação de doses elevadas de P, de modo que quanto maior for o fornecimento de P, menor será a sua absorção pela planta. Por essa razão a análise dos dados obtidos revelaram uma resposta interativa entre esses dois elementos. Assim, quando o nível de N fornecido à planta foi menor, a absorção de P aumentou com o incremento na sua disponibilidade, porém com as doses maiores de N, a planta absorveu proporcionalmente menos P.

A adubação fosfatada não aumentou o teor de P nos brotos (gema apical e um par de folha). Porém, assim como a adubação nitrogenada influenciou a absorção de P, a absorção de N foi influenciada pela adubação fosfatada, e pela interação linear entre nitrogênio e fósforo. O teor de N nos brotos não aumentou com o incremento na dose de nitrogênio nos tratamentos que receberam doses maiores de P, ao passo que nas dosagens menores de P o nitrogênio aumentou linearmente com os níveis de N aplicados no solo (figura 11).

Além da absorção de nitrogênio, a adubação fosfatada afetou a absorção de potássio (figura 12), apresentando uma resposta quadrática às doses aplicadas de P. Por outro lado, observou-se correlação positiva e significativa a nível de 5% de probabilidade entre a concentração de P nos brotos com todos os elementos nutritivos nas plantas, com exceção do enxofre e ferro. Mesmo o Zn que é considerado antagonico com o P, apresentou correlação positiva a nível de 1% de probabilidade no interior da planta, apesar de que, uma tendência de antagonismo foi verificado em relação a adubação fosfatada, isto é, quando se aumentaram as doses de aplicação de fósforo no solo, o teor de zinco na folha diminuiu.

A razão do teor de P nos brotos não ter aumentado com a adubação fosfatada, pode ter sido devido ao fósforo já se encontrar na solução de solo em nível

Figura 11: Efeito da interação entre a adubação nitrogenada e fosfatada sobre o teor de N nas folhas verdes de chá, em Latossolo Amarelo Álico. Safra de 1991/92. Pariquera-Açu, SP,

Figura 12: Efeito da adubação fosfatada sobre o teor de K nas folhas verdes de chá, em Latossolo Amarelo Álico. Safra de 1992/93. Pariquera-Açu, SP.

adequado às plantas do chá, 43 mg/dm^3 de solo, conforme a análise de solo. As concentrações de P observadas nos brotos foram superiores aos níveis considerados críticos por Willson (1969), $4,0 \text{ g de P/kg de matéria seca}$, e dentro dos limites de $0,4$ a $0,9\%$ citado por Dierendonk (1959), e um pouco abaixo das obtidas por Akhmetov & Bairmov (1968), entre $0,5$ a $0,6\%$.

A influência da adubação potássica sobre a concentração de K nos brotos foi bastante variável de um ano e para outro (figura 13). Na safra de 1991/92 a resposta do teor de K na folha à adubação potássica, não foi significativa. Já na safra de 1992/93, os fertilizantes potássicos apresentaram respostas lineares e significativas ao nível de 5% de probabilidade sobre o teor de K nas folhas. Além de influenciar no teor de K nas folhas, a adubação potássica afetou a absorção do Ca, de forma que a curva de resposta obedeceu uma equação quadrática (figura 14). O teor de Mg também foi alterado pelo K negativamente, apresentando uma curva de resposta quadrática (figura 15), principalmente na safra de 1992/93, devido a maior intensidade de acidificação diminuir a disponibilidade de Mg. O conteúdo de K trocável no solo, de acordo com a tabela de Raji et al (1996), se encontrava em nível elevado, não apresentando resposta homogênea no decorrer da experimentação.

A concentração de K nas folhas de chá de acordo com os resultados das análises foliares, apresentou correlação positiva com o teor de Ca e P nas folhas e negativa com N, como já foi relatado anteriormente, contrariando os verificados por Ranganathan & Natesan (1985), em que o teor de Ca diminuiu com o aumento de K nas mesmas.

Figura 13: Efeito da adubação potássica sobre o teor de K nas folhas verdes de chá, em Latossolo Amarelo Álico, Pariquera-Açu, SP.

Figura 14: Efeito da adubação potássica sobre os teores de Ca nas folhas de chá, em Latossolo Amarelo Álico. Pariquera-Açu, SP. Safra de 1992/93.

Figura 15: Efeito da adubação potássica sobre o teor de Mg nas folhas verdes de chá, em Latossolo Amarelo Álico, Pariquera-Açu, SP.

4.3. Efeito da adubação sobre a produção de folhas verdes.

Os efeitos da adubação sobre a produção de folhas verdes (gema + um par de folha) do chazeiro foram avaliados anualmente entre 1989 a 1993. Nota-se pelos resultados obtidos (tabela 6), que a produção foi influenciada positivamente apenas pela adubação nitrogenada nas safras de 1990/91 e 1991/92 (figura 16), e negativamente em 1992/93 devido à adubação potássica (figura 17). Esses resultados não são concordantes com os obtidos por Ranganathan (1975), que obteve produções maiores com as dose mais altas de P_2O_5 - K_2O , em experimentos realizados na Índia. Essa diferença entre os resultados obtidos com os da Índia talvez seja devido aos altos teores de P e K encontrados no solo do experimento.

Na primeira safra, como o chazal utilizado, apesar de bem tratado, vinha sofrendo diminuição na aplicação nas doses de fertilizantes e a produção estava em declínio, a adubação utilizada no experimento não proporcionou aumento significativo na produção, apesar da aplicação de N ter mostrado uma tendência para incrementar a produção. Esse comportamento talvez seja devido a planta de chazeiro demorar para responder positivamente a adubação, fato explicado por Willson (1969) em razão do tempo necessário para o chá desenvolver suas estruturas antes de passar a produzir maior quantidade de brotos. Por essa razão não são recomendadas aumentos excessivos nas dosagens de N para promover acréscimos espetaculares na produção. Considerando que o ajuste nos níveis de adubação do chá deve ser realizado aos poucos, Willson (1969) não recomenda incremento acima de 25 kg de N/ha, por ano.

Os veranicos ocorridos na primeira metade da segunda safra, prejudicaram a brotação dos chazais da região, reduzindo a produção de folhas verdes em aproximadamente 30% de acordo com as informações obtidas nas indústrias processadoras do chá, e também com o Sr. Jorge Kanegai, proprietário do chazal onde se realizou a experimentação. Porém, no ensaio, esse prejuízo não foi tão drástico.

Tabela 6: Análise dos efeitos das doses de adubação NPK sobre a produção de folhas verdes de chá. Safras de 1989/90 a 1992/93, expressos em t/ha.

Tratamento	Prod. 89/90	Prod. 90/91	Prod. 91/92	Prod. 92/93	Média
N-1	15.41	13.84	17.55	20.33	16.78
N-2	16.74	16.46	20.28	21.08	18.64
N-3	18.00	18.67	22.24	21.64	20.14
N-4	17.24	18.77	22.15	21.46	19.90
P-1	16.73	16.57	20.87	21.41	18.89
P-2	16.85	16.74	20.24	20.90	18.68
P-3	17.00	17.40	20.59	20.64	18.91
P-4	16.81	17.03	20.51	21.57	18.98
K-1	16.99	17.15	20.07	21.30	18.49
K-2	16.96	16.75	19.80	20.82	18.26
K-3	16.76	16.91	21.32	21.28	19.39
K-4	16.67	16.94	21.02	21.12	19.33
Média	16.85	16.94	20.55	21.13	18.87
C.V.%	13.63	11.30	12.42	12.15	11.55
N.LIN	ns	**	**	ns	**
N.QUA	ns	ns	ns	ns	ns
N.CUB.	ns	ns	ns	ns	ns
P.LIN	ns	ns	ns	ns	ns
P.QUA	ns	ns	ns	ns	ns
P.CUB	ns	ns	ns	ns	ns
K.LIN	ns	ns	ns	*	ns
K.QUA	ns	ns	*	ns	ns
K.CUB	ns	ns	ns	ns	ns
N x P LIN	ns	ns	ns	ns	ns
N x K LIN	ns	ns	ns	ns	ns
P x K LIN	ns	ns	ns	ns	ns

Obs.: * efeito significativo a nível de 5% de probabilidade, e ** significativo a 1%.

Figura 16: Influência da adubação nitrogenada sobre a produção de folhas verdes de chá. Pariquera-Açu, SP.

Figura 17: Influência da adubação potássica sobre produção de folhas verdes de chá, em Latossolo Amarelo Álico, Pariquera-Açu, SP.

A diminuição na produção foi de 11,5% na média. Este prejuízo menor pode ser atribuído ao melhor estado nutricional em que se encontravam as plantas do experimento, principalmente com relação ao nitrogênio, pois os dados obtidos mostram que as perdas foram maiores (+/- 20%) nas parcelas que receberam doses menores de nitrogênio, enquanto que nos tratamentos que receberam as maiores doses de N, as perdas atingiram pouco mais de 4%. Com relação ao P e K existiu essa mesma tendência, porém não tão evidente. Este fato mostra a importância da adubação balanceada na produção de folhas verdes do chazeiro.

No início de cada safra, é comum a produção por corte oscilar de forma cíclica, em que uma colheita boa é seguida por duas fracas para só então voltar a apresentar outra colheita boa. Este fato é mais acentuado quando ocorre inverno mais seco e frio, como aconteceu nos dois primeiros anos do experimento. Na terceira e na quarta safra, a chuva foi abundante e melhor distribuída (tabela 7), inclusive no inverno, e a temperatura também foi mais elevada principalmente no inverno, proporcionando melhores colheitas desde o início da safra, de modo que a flutuação cíclica da produção foi menos pronunciada. O que está de acordo com Squire & Callander (1981), que dizem que esse fenômeno ocorre porque durante o período seco, gemas são formadas, porém não se desenvolvem por falta de água, entrando em dormência. Isto resulta na acumulação de gemas dormentes, constituindo-se em locais potenciais de desenvolvimento de novos brotos. Com a ocorrência de chuva, o potencial hídrico das gemas dormentes aumenta, e ao atingir índice superior a -10 bars, todas elas passam a se desenvolver, e após 10 a 15 dias proporcionam colheitas abundantes. Na colheita seguinte a produção diminui porque não existe mais acúmulo de gemas dormentes, e a planta devido ao déficit hídrico pelo qual passou, não está estruturada para produzir gemas em número suficiente para manter a produção ao mesmo nível. O próximo pico de produção não depende das condições climáticas, mas está relacionado com o primeiro pico, pois são na base dos brotos colhidos naquela ocasião que se formarão os brotos que serão colhidos, o que pode acontecer inclusive num período de pouca chuva. Assim, torna-se difícil correlaci-

Tabela 7: Dados climáticos coletados no posto meteorológico da Estação Experimental José Cione, no período de junho de 1989 a junho de 1993.

MÊS	TM	Tme	CHU	INSO	MÊS	TM	Tme	CHU	INSO
jjul/8	22.1	11.4	162.	155.8	jul/91	23.1	12.4	13.6	141.8
ago/8	23.5	13.4	20.0	146.9	ago/9	23.7	14.3	43.6	152.9
set/8	23.0	14.9	125.	98.8	set/9	24.0	14.0	52.8	128.2
out/8	24.6	15.0	58.6	150.5	out/9	27.0	17.2	184.	138.7
ov/89	27.3	17.3	92.4	163.1	nov/9	27.9	17.9	123.	172.7
dez/8	27.4	19.6	112.	112.9	dez/9	31.2	20.6	126.	209.7
jan/9	30.4	21.7	292.	127.0	jan/9	31.2	20.2	98.6	207.7
fev/9	31.9	21.1	89.2	232.2	fev/9	28.8	18.6	139.	156.6
mar/9	30.8	21.7	229.	169.4	mar/9	30.0	20.0	281.	136.4
abr/9	30.0	20.4	98.2	177.8	abr/9	27.8	17.3	104.	138.0
mai/9	24.6	14.6	58.0	183.1	mai/9	25.2	17.2	114.	93.0
jun/9	23.0	13.7	49.0	129.4	jun/9	24.9	15.9	18.0	111
jul/90	19.8	12.7	127.	66.1	jul/92	22.2	13.1	94.2	285.2
ago/9	21.8	13.6	58.2	96.1	ago/9	20.8	12.6	79.0	49.6
set/9	23.2	13.6	133.	120.1	set/9	22.9	15.5	79.8	87.0
out/9	26.5	18.5	80.4	112.7	out/9	26.4	17.0	126.	108.5
nov/9	29.3	20.8	70.4	136.5	nov/9	27.4	18.3	148.	114.0
dez/9	29.4	19.7	89.0	163.3	dez/9	29.6	18.9	87.0	179.8
jan/9	29.5	20.0	131.	162.8	jan/9	32.2	21.3	142.	136.4
fev/9	29.8	23.0	413.	166.3	fev/9	29.7	20.8	247.	86.8
mar/9	28.7	20.8	341.	111.8	mar/9	29.8	20.8	178.	136.4
abr/9	27.5	18.4	141.	175.2	abr/9	29.0	19.4	73.0	165.0
mai/9	26.1	15.9	91.0	176.5	mai/9	25.7	15.9	84.6	124.0
jun/9	23.7	14.9	100.	114.6	jun/9	23.2	12.9	97.6	105.0

onar os fatores climáticos com as produções de cada colheita. No presente trabalho, a correlação entre a chuva acumulada em 10, 20 e 30 dias antes da colheita com a produção não foi significativa, porém quando se analisou, com produção acumulada no mês a correlação foi altamente significativa, e o fator climático que melhor se correlacionou com a produção foi a média das temperaturas máximas.

A resposta à adubação na segunda safra foi positiva e significativa, sendo o nitrogênio responsável por proporcionar aumento na produção de forma linear. Esses resultados obtidos com a adubação nitrogenada estão de acordo com os de Barua & Deb (1960), e com os de Jayaraman (1963), que obtiveram respostas significativas à adubação com N, e observaram aumento no vigor das plantas. Da mesma forma como ocorreu para o presente ensaio, Jayaraman (1963) não encontrou resposta significativa para a aplicação de P. A produção média da safra no experimento foi levemente prejudicada pela seca, porque como já foi relatado, a produção das parcelas que receberam doses maiores de adubos compensaram as perdas ocorridas nas parcelas com doses menores de adubo, principalmente para adubação nitrogenada.

Em 1991/92, a safra foi normal, decorrente das condições climáticas terem sido mais favoráveis que na safra anterior. A resposta à adubação nitrogenada permaneceu acentuada e num nível mais elevada, que nos anos anteriores. Porém, as diferenças entre as produções dos tratamentos com doses menores para as doses maiores diminuíram, mostrando que as plantas foram mais eficientes na utilização do N, quando as condições climáticas foram favoráveis, principalmente no período pós poda e início da colheita.

As condições climáticas continuaram favoráveis na safra 1992/93, inclusive inverno sem déficit hídrico. Nessas condições, as plantas do chá aumentaram ainda mais a sua eficiência na utilização do nitrogênio, fazendo com que a diferença de produção entre as parcelas que receberam altas doses de N e as que receberam doses menores caíssem para 6,0%, eliminando as diferenças estatísticas que ocorreram nas duas safras anteriores. A produção média tornou a aumentar, mas nas parcelas que receberam doses maiores de N a produção diminuiu um pouco, talvez devido ao

excesso de N e à diminuição drástica de Ca e Mg da solução do solo, com níveis altos de K. Nessa safra a produção de folhas verdes foi influenciada pela aplicação de K, que apresentou uma curva de resposta significativa de forma quadrática, mostrando que a produção atingiu um pico e a partir daí passou a diminuir.

A análise do efeito das doses de adubação NPK sobre a produção de folhas verdes nas quatro safras, mostrou que o N foi o único nutriente que apresentou curva de resposta positiva, linear e significativa a nível de 1 % de probabilidade, mostrando que a produção de folhas verdes pelo chazeiro aumenta linearmente com o incremento nas doses de adubação nitrogenada, evidenciando a importância da adubação nitrogenada como já era preconizada por Ramos (1929). As doses de fósforo e potássio na média dos quatro anos, não influenciaram na produtividade do chazeiro, mostrando que a menor dose já seria suficiente para suprir as plantas.

O aumento na produção devido a aplicações de doses maiores de nitrogênio foi acompanhada pelo aumento no teor de N na folha, conforme constatado por Barua & Deb (1960), e Jourbitzky & Strausberg (1966) que afirmaram que o aumento na produção devido a aplicação nitrogenada é sempre acompanhada de elevação dos teores de N na folha. Por outro lado, quando o nível de produção aumenta pelo uso mais eficiente do N, a concentração de N na folha diminuiu, conforme foi verificado na safra de 1992/93 em relação a safra 1991/92. Para Jourbitzky & Strausberg (1966), a concentração ótima de N na folha está em torno de 47 g/kg de matéria, e que diminuição de 5 a 10 g/kg poderia servir de referência para aplicação de N. No presente ensaio, a concentração de 41 a 52 g de N/kg da matéria seca (folhas verdes) proporcionou boas colheitas.

A adubação com doses crescentes de fósforo, aumentou o teor de P disponível no solo, sem contudo aumentar a produção de folhas verdes. A adubação fosfatada também não alterou a concentração de P nas folhas de chá, mostrando que os níveis de correlação entre o teor de P no solo, na folha e a produção são muito baixos estando de acordo com Jourbitzky & Strausberg (1966). A falta de resposta à adubação fosfatada poderia ser explicada em razão da dose menor aplicada no ensaio,

ser suficiente para abastecer as plantas de chá, e não devido ao nível baixo de fertilização nitrogenada como constatado por Sem (1967), em Assam Valley, tendo em vista que as doses maiores de N utilizadas no presente trabalho, foram elevadíssimas.

A aplicação de fertilizantes potássicos, aumentou o teor de K na solução do solo de 2,0 mmol/dm³ de solo para mais de 4,0 mmol/dm³, e na folha para mais de 20 g/kg de matéria seca, sem que houvesse aumento na produção para aplicações superiores a 80 kg de K₂O/ha, inclusive promovendo uma diminuição da produção na última safra. Esses resultados indicam que o teor de 3,0 mmol/dm³ de K no solo já é adequado para a produção de chá e a adubação acima dessa dose não ter promovido aumento na produção, confirma a tese de Oniani (1964) em que diz que teores acima de 2,0 mmol de K₂O/dm³ de solo são teores satisfatórios para produção de chá. Os teores de K por ele considerados satisfatórios está abaixo dos determinados por Akhmetov & Bairamov (1968), Willson (1975) e os que ocorreram no presente experimento. Quanto a afirmação de que os solos ricos em feldspatos não apresentam respostas imediatas à adubação potássica, não se aplica neste experimento, porque o solo utilizado não é rico em feldspato e o período de quatro anos não pode ser considerado curto. Acrescente-se ainda o fato de que o K, nas condições do ensaio chegou a ser prejudicial à produção.

Apesar da adubação ter acidificado o solo, a produção de folhas verdes aumentou, mesmo com os teores de Ca e Mg em níveis muito baixo, estando de acordo com as afirmações de Jacob & Coyle (1931), de que as plantas de chá se desenvolvem melhor nos solos ácidos, e com Willson (1969) de que a planta de chá consegue se suprir de Mg em solos com teor desse nutriente muito baixo, desde que não haja deficiência de potássio, Willson (1975).

Considerando que para produzir uma tonelada de chá manufaturado sejam necessários 5 toneladas de folhas verdes, verifica-se que a produção de chá industrializado variou em média de 3000 a 4800 kg de chá manufaturado por hectare, produtividade muito superior que à média mundial que está em torno de 2000 kg/ha, e mais de 3 vezes a produtividade obtida por Jayaraman (1963) no sul da Índia, evi-

denciando que o Vale do Ribeira é uma região propícia para o desenvolvimento do chazeiro.

Os nutrientes do solo e exportados pela colheita de folhas verdes foi em média de 150 a 200 kg de N, 15 a 21 kg de P, 60 a 100 kg de K, 10 a 20 kg de Ca e 6 a 11 kg de Mg por hectare/safra, equivalente a 41 a 45 kg de nitrogênio, 10 kg de P_2O_5 e 21 a 25 kg de K_2O por tonelada de chá industrializado, valores que estão de acordo com os de Dierendonk (1959).

Os teores de micronutrientes nas folhas verdes foram aparentemente influenciados apenas quando efetuou-se a adubação nitrogenada (tabela 8). Principalmente para o Mn, o teor aumentou nas folhas à medida em que se aplicaram doses maiores de N. Todavia, de acordo com os resultados não houve correlação entre os níveis de produção e os teores de micronutrientes nas folhas. Comparando os resultados de micronutrientes nas folhas com os de Reuter (1988), que relacionou todos os dados de teores de micronutrientes nas folhas de chá determinados por diversos pesquisadores, verifica-se que os níveis de Cu se encontrados estavam abaixo do nível crítico. Vale explicar que o nível crítico de Cu no chá é normalmente considerado aquele que influencia no processamento industrial, e não no estado nutricional da planta. Teores abaixo de 12 ppm de Cu na folha, promovem uma fermentação irregular, e em consequência prejudicam a qualidade da bebida, e estão acima da necessidade nutricional da planta..

Tabela 8: Efeito da adubação NPK sobre as concentrações de micronutrientes nas folhas verdes de chá. Safra de 1992/93. Média de 8 repetições, e expressa em mg/kg da matéria seca.

Tratamento	Cu	Zn	B	Mn	Fe
N-1	9.25	20.5	24.1	91.3	91.1
N-2	9.25	19.8	24.0	92.0	68.3
N-3	9.00	19.5	25.5	105.6	68.3
N-4	9.38	19.9	25.5	118.0	76.4
P-1	9.25	20.1	25.4	96.3	78.5
P-2	9.63	20.5	24.4	113.5	80.5
P-3	9.00	19.7	24.5	103.0	67.9
P-4	9.00	19.3	24.9	94.1	77.1
K-1	9.13	19.9	26.3	92.1	87.5
K-2	9.13	19.5	23.6	112.0	72.1
K-3	9.25	20.5	25.8	99.6	67.8
K-4	9.38	19.8	23.5	103.1	76.6
Média	9.22	19.9	24.8	101.8	76.0

5. CONCLUSÕES

Nas condições do experimento e em função dos resultados obtidos no presente trabalho conclui-se que:

A adubação NPK altera significativamente as características química do solo, em particular a acidez do solo, devido principalmente à uréia como fonte de N;

Os teores de macronutrientes nas folhas são alterados pela adubação NPK;

O teor de N na folha está parcialmente correlacionada com a produção de brotos pelo chazeiro;

A adubação nitrogenada aumenta a produção de folhas verdes no chazeiro; e

Após a utilização de adubos nitrogenados por vários anos seguidos, faz-se necessário a realização de análise do solo, e a aplicação de calcário dolomítico, para elevar o V% para 50%, para corrigir a acidez do solo, e recompor os teores de Ca e Mg.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKHMETOV, G. S. ; BAIRAMOV, B.I. Diagnose foliar da nutrição mineral do chá-zeiro. **Fertilité**, Paris, 30:65-68, 1968.
- BARUA, D. N.; DEB, S. B. Variation in the nitrogen content of tea leaves. **J. Sci. Food Agric.**, 11:366-370, julho. 1960.
- DIERENDONCK, F.J.E. van. Tea In: **The manuring of coffee, cocoa, tea and tobacco**. GENEVA, Centre D'Etude de L'Azote, 1959. n.3 cap. 4. p79-105.
- GODZIASHVILI, B. A.; PETERBURGSKY, A. V. Fertilización del té com potasio y magnesio en los suelos rojos de Georgia. **Revista de la Potasa**, Berna, sección 27, 114ª continuación, 8:1-6, 1985
- JACOB, A.; COYLE, V. Tea. In: JACOB, A.; COYLE, V. **The use of fertilisers in tropical and sub-tropical agriculture**. 1ª.ed. Londre, Ernest Benn Limited, 1931, cap. 8, p.165-173
- JAYARAMAN, V. Pesquisas sobre a fertilização do chá na Índia. **Fertilité**, Paris, 1:15-16, junho, 1957.
- JAYARAMAN, V. Empleo de fertilizantes en cosechas de té en el Sur de la India. **Revista de la Potasa**, Berna (Suiza), Sección 27, 38a. Continuación: 1-7, janeiro de 1963. Fertilizer use in tea in India. **Fertilizer News** 7(8):7-11, 1963.
- JOURBITZKY, Z. I.; STRAUSBERG, D. V. Diagnóstico foliar do chá para determinar a necessidade de adubações nitrogenadas e potássicas. **Fertilité**, 26:3-6, 1966. Extraído de **Physiol. des Plantes**, 10(3):377-82, 1963.
- ONIANI, O. T. Diagnóstico das necessidades de potássio da cultura de chá. **Fertilité**, 21: 20-23, 1964.
- PENTEADO, L. A. C.; FURTADO, E. L. Plante corretamente o chá preto. **Instruções**

- prática**, CATI, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Campinas, n. 229, 1986. 16p.
- RAIJ, B. van; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O. C.; e outros. **Recomendações de Adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônomo, Boletim Técnico, 100, 115 p. , 1985.
- RAMOS, P. **O chá**. Minas Gerais, Secretaria da Agricultura, 1929. 24p.
- RANGANATHAN, V. Ciertos aspectos del abonado del té. **Revista de la Potasa**, Berna (Suiza), Seccion 27, 71a. continuacion, n.8:1-6, 1975.
- RANGANATHAN, V.; NATESAN, S. Potassium Nutrition of Tea. In.: MUNSON, R. D. ed. **Potassium in Agriculture**. Madison, cap. 42, p.981-1022. 1985.
- REUTER, D.J. Temperate and Subtropical Crops. In.: REUTER D.J.; ROBINSON, J.B., ed. **Plant Analysis na Interpretation Manual**, Melbourne, p. 81-82, 1988.
- SEN, A. R. Responses of mature tea to phosphate and potash in north-east Índia. **Experimental Agriculture**, London, 3:55-62, 1967.
- SQUIRE, G.R.; CALLANDER, B. A. Tea Plantations. In.: KOZLOWSKI, T. T. ed. **Water deficits and plant growth**. Cap.7, vol. VI, Academic Press, London, p.471-510, 1981.
- WICKREMasinghe, K. N.; NALLIAH, P.; WIJEDASA, M. A. Effect of urea and ammonium sulphate on the nitrification and the release of potassium, magnesium and calcium in acid tea soils. **Sri Lanka Journal of Tea Science**, 54(1):11-17, 1985.
- WILLSON, K. C. La nutrición mineral del té. **Revista de la Potasa**, Berna, sección 27, 49^a. continuación, 49:1-21, noviembre, 1969
- WILLSON, K. C. Studies on the mineral nutrition of tea. II-Nitrogen. **Plant and Soil**, 42: 501-516, 1975.
- WILLSON, K. C.; HAINSWORTH, E.; GREEN, M. J.; O'SHEA, P.B.T. Studies on the mineral nutrition of tea. III. Phosphate. **Plant and soil**, 43:259-278, 1975.

APÊNDICE

Tabelas que serviram de base para confecção das demais tabelas apresentadas.

Tabela 9: Efeito da adubação NPK sobre as propriedades química do solo.

Safrá 1990/91.

Tratamento	MO	pH	P	K	Ca	Mg	H + Al	S	T	V%
1-1-1	29	4.1	42	2,9	20	6	89	29	118	25
1-1-4	29	4.1	39	6,4	14	4	89	24	113	21
1-2-2	27	4.0	127	4,3	19	5	99	28	127	22
1-2-3	30	4.0	45	5,4	17	5	99	27	126	21
1-3-2	43	3.9	74	5,0	16	3	122	24	146	16
1-3-3	25	4.0	58	4,7	14	4	99	23	122	19
1-4-1	29	4.0	195	3,6	21	5	110	30	140	21
1-4-4	39	3.9	229	2,7	17	5	110	25	135	19
2-1-2	29	3.6	58	4,2	09	3	135	16	151	11
2-1-3	37	4.0	65	5,7	17	4	99	27	126	21
2-2-1	39	3.7	172	3,9	12	4	150	20	170	12
2-2-4	39	3.9	60	3,2	15	5	122	23	145	16
2-3-1	37	3.9	56	0,2	16	6	110	22	132	17
2-3-4	29	3.9	183	5,4	18	6	110	29	139	21
2-4-2	32	3.9	140	3,7	18	4	110	26	136	19
2-4-3	25	3.9	71	5,0	15	4	110	24	134	18
3-1-2	30	3.7	78	3,7	14	4	150	22	172	13
3-1-3	34	3.7	54	3,1	09	3	135	15	150	10
3-2-1	36	3.7	56	2,9	11	3	150	17	167	10
3-2-4	27	3.7	49	5,2	11	3	122	19	141	13
3-3-1	24	3.8	278	3,2	24	6	110	33	143	23
3-3-4	34	4.3	65	5,6	26	8	80	40	120	33
3-4-2	30	3.8	206	3,8	20	5	122	29	151	19
3-4-3	45	3.9	54	3,6	16	3	135	23	158	15
4-1-1	45	4.3	17	4,2	32	7	80	43	123	35
4-1-4	29	3.9	58	6,2	15	5	110	26	136	19
4-2-2	30	3.7	51	4,0	14	3	135	21	156	13
4-2-3	34	3.8	140	3,9	18	5	122	27	149	18
4-3-2	37	3.7	183	6,1	12	4	166	22	188	12
4-3-3	36	3.6	83	4,1	09	3	166	16	182	9
4-4-1	29	3.6	172	2,7	16	4	150	23	173	13
4-4-4	34	3.7	183	4,7	14	3	135	22	157	14

Obs.: MO = gramas de matéria orgânica/dm³ de solo; pH em CaCl₂; P= fósforo em mg/dm³ K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio), H + Al (acidez total a pH 7,0), S (soma de base) e T (capacidade de troca de cátions) em mmol/dm³, e V%= Saturação de base.

Tabela 10: Efeito da adubação NPK sobre as propriedades química do solo.
Safra 1991/92.

Tratamento	MO	pH	P	K	Ca	Mg	H + Al	S	T	V%
1-1-1	23	3.9	37	2,3	17	4	122	23	145	16
1-1-4	30	3.8	58	4,1	14	2	150	20	170	12
1-2-2	29	4.0	208	4,0	29	5	122	38	160	24
1-2-3	32	4.1	179	5,1	25	5	99	35	134	26
1-3-2	26	3.7	138	3,8	16	3	150	23	173	13
1-3-3	20	3.6	208	6,8	16	3	135	26	161	16
1-4-1	25	4.3	160	3,7	33	1	72	47	119	39
1-4-4	25	3.6	336	6,0	19	3	135	28	163	17
2-1-2	25	3.3	117	4,1	7	1	166	12	178	7
2-1-3	29	3.6	40	5,2	15	2	150	22	172	13
2-2-1	25	3.3	226	2,8	16	1	205	20	225	9
2-2-4	23	3.5	125	4,0	13	1	166	18	184	10
2-3-1	26	3.6	363	2,6	21	3	166	27	193	14
2-3-4	25	3.6	117	4,3	16	3	135	23	158	15
2-4-2	30	3.6	96	4,4	22	3	150	29	179	16
2-4-3	27	4.0	269	4,6	28	5	99	38	137	28
3-1-2	25	3.2	179	3,1	10	1	228	14	242	6
3-1-3	26	3.3	169	6,0	11	1	228	18	246	7
3-2-1	30	3.5	58	3,2	9	1	106	13	199	7
3-2-4	25	3.4	192	3,7	12	2	166	18	184	10
3-3-1	26	3.4	219	2,4	17	4	150	23	173	13
3-3-4	32	3.3	208	4,1	13	1	186	18	204	9
3-4-2	30	3.5	137	5,5	20	3	166	29	195	15
3-4-3	32	3.3	464	4,5	16	2	228	23	251	9
4-1-1	30	3.5	30	3,6	14	2	186	20	206	10
4-1-4	25	3.5	126	4,3	13	2	150	19	169	11
4-2-2	30	3.4	160	3,1	14	2	166	19	185	10
4-2-3	27	3.5	138	3,8	12	2	166	18	184	10
4-3-2	25	3.1	286	3,8	12	1	228	17	245	7
4-3-3	30	3.2	336	3,2	11	1	228	15	243	6
4-4-1	27	3.1	476	4,4	14	2	228	20	248	8
4-4-4	30	3.5	324	5,3	19	3	186	27	213	13

Obs.: MO = gramas de matéria orgânica/ kg de solo; pH em CaCl₂; P = fósforo em mg/dm³; K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio), H + Al (acidez total a pH 7,0), S (soma de base) e T (capacidade de troca de cátions) em mmol/dm³; e V%= Saturação de base.

Tabela 11: Efeito da adubação NPK nos teores de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas verdes, expressos em g/kg de matéria seca. Safra de 1990/91.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
1-1-1	48,1	4,3	20,9	3,4	2,2	2,8
1-1-4	49,5	4,1	19,4	3,5	2,4	2,5
1-2-2	47,1	4,2	21,9	3,8	2,3	2,7
1-2-3	51,4	4,3	19,4	3,4	2,1	2,8
1-3-2	50,0	4,9	22,4	4,3	2,3	3,0
1-3-3	50,0	4,5	18,9	3,4	2,3	3,0
1-4-1	49,8	4,5	20,9	3,6	2,3	2,9
1-4-4	51,6	4,7	22,9	4,6	2,3	2,1
2-1-2	51,0	4,3	19,9	3,8	2,3	2,7
2-1-3	52,0	4,4	19,9	3,2	2,1	2,4
2-2-1	46,8	4,3	20,4	3,8	2,2	2,6
2-2-4	50,6	4,8	21,4	4,3	2,3	2,9
2-3-1	51,1	4,5	20,4	4,1	2,3	2,6
2-3-4	51,6	4,4	20,4	4,0	2,2	2,8
2-4-2	51,4	4,3	20,9	3,8	2,2	2,4
2-4-3	50,9	4,4	19,9	3,3	2,1	2,6
3-1-2	52,4	4,1	19,9	3,8	2,4	3,3
3-1-3	50,7	4,5	19,9	4,7	2,1	2,8
3-2-1	51,4	4,6	20,4	3,7	2,3	3,1
3-2-4	53,2	4,3	20,4	3,7	2,3	2,8
3-3-1	47,8	4,2	20,4	3,8	2,2	2,7
3-3-4	51,5	4,3	19,4	3,2	2,3	2,4
3-4-2	51,4	4,3	19,4	3,2	2,0	2,8
3-4-3	50,5	4,3	20,9	3,6	2,3	2,0
4-1-1	54,0	4,5	19,4	3,6	2,2	2,2
4-1-4	52,9	4,5	20,9	3,6	2,2	2,7
4-2-2	54,0	4,7	19,9	3,6	2,1	2,7
4-2-3	54,4	4,2	17,9	3,2	2,1	2,7
4-3-2	50,5	4,3	19,9	4,1	2,3	2,6
4-3-3	51,1	4,0	18,9	3,2	2,1	2,4
4-4-1	51,4	4,0	18,9	3,8	2,2	2,6
4-4-4	51,4	4,0	17,9	3,2	2,3	2,4

Tabela 12: Efeito de doses de NPK sobre a concentração de macro e micronutrientes nas folhas verdes de chá. Safra de 1992/93, expressos em g/kg e mg/kg da matéria seca, para os macros e micronutrientes respectivamente.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	B	Mn	Fe
1-1-1	40,6	4,3	20,1	4,3	2,4	8	19	24	93	149
1-1-4	40,6	4,5	21,6	4,4	2,4	10	20	21	83	71
1-2-2	37,5	4,1	22,0	3,8	2,3	8	18	23	54	103
1-2-3	43,9	4,5	22,0	4,4	2,4	10	24	26	93	88
1-3-2	43,0	4,5	23,5	4,5	2,5	10	20	27	117	79
1-3-3	41,1	4,8	21,6	4,7	2,5	10	22	26	111	61
1-4-1	41,4	4,5	20,6	3,8	2,2	9	21	21	59	111
1-4-4	41,1	4,3	22,5	4,6	2,3	9	20	25	120	67
2-1-2	41,0	4,4	20,1	4,3	2,4	9	21	24	92	64
2-1-3	43,0	4,3	22,5	3,9	2,2	9	19	21	81	55
2-2-1	43,3	4,5	21,6	4,8	2,5	10	20	29	141	104
2-2-4	47,3	4,6	23,0	4,5	2,6	11	22	25	79	70
2-3-1	44,4	4,4	21,1	4,5	2,6	10	22	24	83	72
2-3-4	43,2	4,5	22,0	4,3	2,5	9	19	25	98	64
2-4-2	44,7	4,0	22,5	4,5	2,5	9	18	24	103	60
2-4-3	39,5	4,5	20,6	3,8	2,2	7	17	20	59	57
3-1-2	42,5	4,6	21,1	4,4	2,5	10	21	26	103	69
3-1-3	42,5	4,5	22,5	4,5	2,5	10	21	24	132	68
3-2-1	44,4	4,4	21,6	4,0	2,4	9	19	23	98	60
3-2-4	40,7	4,4	21,6	4,2	2,3	10	20	24	143	84
3-3-1	44,0	4,2	21,6	3,9	2,4	7	18	22	70	60
3-3-4	42,5	4,3	21,1	3,6	2,2	8	18	24	98	66
3-4-2	43,9	4,2	20,6	3,8	2,2	8	19	21	83	60
3-4-3	43,8	4,5	22,0	4,6	2,6	10	20	40	118	79
4-1-1	46,5	4,3	21,1	4,3	2,5	10	21	43	88	80
4-1-4	46,6	4,5	21,6	3,7	2,3	8	19	20	98	72
4-2-2	45,0	4,4	21,6	4,4	2,3	10	19	20	183	72
4-2-3	44,1	4,6	22,5	4,2	2,5	9	22	25	117	63
4-3-2	42,3	4,5	22,5	4,4	2,5	9	20	24	161	70
4-3-3	45,3	4,3	22,5	3,8	2,4	9	19	24	86	71
4-4-1	43,2	4,3	15,3	4,2	2,5	10	19	24	105	64
4-4-4	45,4	4,3	21,1	3,9	2,4	10	20	24	106	119

Tabela 13: Efeito da adubação NPK sobre a produção de folhas verdes, em t/ha.

Período de 1989 a 1993,.

Tratamento	Prod. 89/90	Prod. 90/91	Prod. 91/92	Prod. 92/93	Média
1-1-1	16.40	14.02	17.80	19.81	17.01
1-1-4	16.76	14.72	20.37	21.99	18.46
1-2-2	18.41	14.51	16.97	19.40	17.33
1-2-3	12.58	11.36	16.10	19.80	14.96
1-3-2	13.53	13.82	16.75	19.20	16.16
1-3-3	14.34	12.81	16.70	19.74	15.56
1-4-1	16.47	15.64	17.09	23.99	16.56
1-4-4	14.79	13.82	18.63	18.72	18.23
2-1-2	14.33	16.44	20.49	18.84	17.52
2-1-3	19.87	16.74	23.90	25.61	21.53
2-2-1	17.52	17.48	19.87	20.50	18.84
2-2-4	14.77	15.40	17.67	19.50	16.83
2-3-1	15.60	16.60	18.03	19.71	16.78
2-3-4	15.87	14.36	18.09	16.63	16.94
2-4-2	18.00	15.17	21.23	24.49	19.41
2-4-3	17.92	19.51	22.98	23.34	21.25
3-1-2	15.41	17.05	19.31	19.74	17.99
3-1-3	17.39	15.95	19.79	18.20	17.72
3-2-1	19.86	17.57	21.99	25.29	19.02
3-2-4	16.32	20.19	25.24	20.19	22.64
3-3-1	18.89	19.02	22.91	21.59	20.60
3-3-4	20.64	21.86	25.13	25.24	23.22
3-4-2	18.09	20.26	23.29	21.69	20.83
3-4-3	17.43	17.49	20.23	21.24	19.10
4-1-1	15.71	20.21	23.96	21.69	21.88
4-1-4	17.94	17.46	21.36	25.41	19.05
4-2-2	20.37	17.54	19.44	23.95	17.62
4-2-3	14.96	19.84	24.68	18.55	22.21
4-3-2	17.56	19.18	20.91	19.23	19.22
4-3-3	19.59	21.54	26.18	23.78	22.77
4-4-1	15.46	16.68	18.94	17.81	17.22
4-4-4	16.29	17.70	21.70	21.27	19.24