EFEITOS DA ADUBAÇÃO COM MACRONUTRIENTES E BORO NO DESENVOLVIMENTO E NO EQUILÍBRIO NUTRICIONAL DO *Eucalyptus saligna* Smith

CARLOS MARCHESI DE CARVALHO
engenheiro agrônomo

Professor Assistente do Departamento
de Agricultura e Silvicultura da Fa-
culdade de Ciências Agronômicas
«Campus» de Botucatu — UNESP

Orientador: Prof. Dr. HELLÁDIO DO AMARAL MELLO

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura «Luiz de Queiroz», da
Universidade de São Paulo, para a
obtenção do grau de Doutor em
Agronomia na área de Solos e Nutrição
de Plantas.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo – Brasil
Outubro de 1980

ã Roxy

ao Carlinhos

ã Cynthia

Ofereço

A G R A D E C I M E N T O S

Ao Professor *Helládio do Amaral Mello*, pela segura e dedicada orientação.

Ao Professor *Ricardo A.A. Veiga* pelas sugestões e colaborações oferecidas ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas dos Departamentos de Química e de Fertilidade do Solo do Instituto Agronômico de Campinas pelo auxílio na execução de análises de planta e solo.

Aos colegas do Centro de Energia Nuclear na Agricultura-CENA, Piracicaba, pelos auxílios prestados.

Aos colegas e funcionários dos Departamentos de: Ciências do Solo, Bioestatística e Ciências Ambientais pelo auxílio em diferentes momentos na realização deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura e Silvicultura pelas inúmeras colaborações.

Às empresas Boituvense Florestal e Eucatex S.A. pelas facilidades oferecidas na instalação dos ensaios.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

1.	RESUMO	1
2.	INTRODUÇÃO	4
2.1.	GENERALIDADES	4
2.2.	OBJETIVOS	7
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3.1.	ADUBAÇÃO DE EUCALIPTOS COM MACRONUTRIENTES	10
3.2.	ADUBAÇÃO DE EUCALIPTOS COM MICRONUTRIENTES	23
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1.	MATERIAIS	30
4.1.1.	REGIÃO DE ESTUDO	30
4.1.1.1.	Local 1 (Pirambônia).....	31
4.1.1.2.	Local 2 (Vitoriana)	32
4.1.2.	DESCRIÇÃO DO MEIO FÍSICO	32
4.1.2.1.	Clima	32
4.1.2.2.	Geologia.....	33
4.1.2.3.	Solos	38
4.1.2.3.1.	Morfologia e Clas- sificação	38
4.1.2.3.2.	Relevo e Drenagem.	40
4.1.2.3.3.	Granulometria e fertilidade	40
4.1.2.4.	Vegetação primitiva	41
4.1.3.	SEMENTES	42

4.1.3. SEMENTES	42
4.1.4. FERTILIZANTES E CORRETIVOS	42
4.2. MÉTODOS	43
4.2.1. EXPERIMENTO 1 (PIRAMBÓIA)	43
4.2.1.1. Produção de mudas	43
4.2.1.2. Amostragens, análises - químicas e granulométricas do solo	43
4.2.1.3. Preparo do solo	44
4.2.1.4. Espaçamento, Calagem, a dubação e plantio	47
4.2.1.5. Delinamento experimental	47
4.2.1.6. Tratamentos	48
4.2.1.7. Avaliações dos efeitos dos tratamentos	48
4.2.1.8. Análise estatística dos dados	50
4.2.2. EXPERIMENTO 2 (VITORIANA)	51
4.2.2.1. Adubação e calagem	51
4.2.2.2. Tratamentos	52
4.2.2.3. Avaliações dos efeitos dos tratamentos	52
5. RESULTADOS	54
5.1. EXPERIMENTO 1	55
5.1.1. AVALIAÇÃO AOS 3 MESES	55
5.1.2. AVALIAÇÃO AOS 6 MESES	68
5.1.3. AVALIAÇÃO AOS 12 MESES	72
5.1.4. AVALIAÇÃO AOS 48 MESES	77

5.2. EXPERIMENTO 2	86
5.2.1. AVALIAÇÃO AOS 6 MESES	86
5.2.2. AVALIAÇÃO AOS 18 MESES	88
5.2.3. ANÁLISE FOLIAR	93
5.2.3.1. Análise foliar aos 6 meses ...	93
5.2.3.2. Análise foliar aos 18 meses ..	107
6. DISCUSSÃO	122
6.1. NITROGÊNIO	122
6.2. FÓSFORO	128
6.3. POTÁSSIO	133
6.4. BORO	136
7. CONCLUSÕES	143
8. SUMMARY	145
9. BIBLIOGRAFIA CITADA	149

1. RESUMO

O presente trabalho foi realizado visando verificar os efeitos que a comprovada deficiência mineral de um micronutriente (boro), em um determinado solo, poderia ter na resposta à adubação mineral dos macronutrientes (N, P e K), bem como, de um modo mais generalizado, no equilíbrio nutricional das plantas de *Eucalyptus saligna* Smith. Para tanto, foram instalados dois ensaios em solos originários de mesmo material geológico (Membro superior da Formação Pirambóia), na região de Botucatu, Estado de São Paulo. Ambos os ensaios foram conduzidos segundo um delineamento experimental fatorial 3^3 (N x P x K), com parcela sub-dividida (com e sem boro), com duas repetições e confundimento de dois graus de liberda-

dade da interação tripla. Cada parcela foi constituída por 100 plantas, plantadas no espaçamento de 3,0 x 1,5 m. As aplicações de macronutrientes (N, P e K) foram semelhantes nos dois ensaios, sendo que as doses 1 corresponderam a 36 kg de N/ha, fornecido como sulfato de amônio 20%; 60 kg de P_2O_5 /ha, na forma de superfosfato simples 20% e 24 kg de K_2O /ha na forma de cloreto de potássio. As doses 2 corresponderam exatamente ao dobro da 1. As aplicações de micronutriente (boro) foram de: 1,18 kg de B/ha (5 g de bórax/planta) no primeiro ensaio e de 2,36 kg de B/ha (10 g de bórax/planta) no segundo ensaio.

O primeiro ensaio foi acompanhado até os 4,5 anos e o segundo até 1,5 ano de idade após plantio, tendo sido avaliados: o desenvolvimento das plantas (altura, diâmetro, área basal e volume cilíndrico), o padrão do povoamento (falhas e variações dentro de tratamento em cada um dos parâmetros avaliados), o estado nutricional das plantas (análises foliares sistemáticas aos 6 e 18 meses no segundo ensaio) e a concentração de boro solúvel em água quente ao longo do perfil.

A análise e a interpretação dos dados obtidos nos ensaios permitiram as seguintes conclusões:

1. Em solos deficientes em boro as aplicações isoladas de N e K agravam os efeitos dessa deficiência em plantas de *E. saligna* Sm.

2. Teores de 0,37 a 0,45 ppm de boro solúvel em água quente ao longo do perfil são insuficientes para o desenvolvimento normal das plantas. Nessas condições, a concentração foliar de boro em plantas com sistemas severos de deficiência encontra-se ao redor de 5 a 10 ppm. Concentrações foliares de boro superiores a 20-30 ppm aos 18 meses de idade

estão relacionadas com crescimento normal das plantas. Solos com 0,45 a 0,70 ppm de boro solúvel em água quente ao longo do perfil proporcionam crescimento normal às plantas de eucalipto.

3. Aplicações de até 72 kg de N/ha podem proporcionar aumentos significativos na produção de madeira por um período superior a 1-1,5 ano de idade desde que não ocorram outros fatores limitantes ao crescimento.

4. Em solos deficientes em P, K e B, aplicações de até 120 kg de P_2O_5 /ha, 48 kg de K_2O /ha e 1,18 kg de B/ha - podem determinar aumentos na produção de madeira, podendo estas respostas persistir por período superior a 4 anos.

5. Efeito positivo do potássio na produção somente se verifica quando os teores de boro no solo forem suficientes para o crescimento normal das plantas.

6. Adubações fosfatadas podem reduzir os teores de cobre nas folhas de eucalipto a limites críticos.

7. Solos com baixo poder tampão podem, com as adubações, determinar rápidas e profundas modificações nas relações dos nutrientes nas folhas do eucalipto.

8. Fertilizações incompletas ou desbalanceadas em solos de baixa fertilidade podem provocar graves desequilíbrios nutricionais, o que nas condições menos drásticas determinam uma simples desuniformidade no povoamento florestal, mas, em condições mais severas podem reduzir o crescimento, deformar a arquitetura normal das plantas pela morte de ramo e levar à morte das árvores, trazendo invariavelmente como consequência prejuízos na produção de madeira.

2. INTRODUÇÃO

2.1. GENERALIDADES

Desde o aparecimento do homem na face da Terra, há dois milhões de anos, o equilíbrio dos seres vivos no ambiente terrestre tem sido abalado profundamente. Tal fato atingiu níveis alarmantes nos últimos cem anos, culminando com o desaparecimento de espécies vegetais e animais e com o definhamento dos recursos naturais. A floresta tem sido, ao longo de todos estes anos, a vítima principal da destruição pelo homem e se constitui no exemplo típico do desaparecimento dramático do potencial primitivo de recursos naturais.

Ao lado das destruições irresponsáveis das ma-

tas naturais, a pressão exercida por uma agricultura ávida de maiores áreas para atender em alimentos a uma população que cresce em ritmo exponencial afastou a floresta para regiões marginais, relegando-a, assim, à última opção de ocupação da terra.

As regiões mais industrializadas do Brasil e São Paulo em particular, possuem exemplos que caracterizam bem esses acontecimentos. Segundo dados de Cavalli et alii (1974), citado por VICTOR (1975), a destruição das matas naturais no Estado de São Paulo foi de tal ordem que fez com que passássemos de 79,7% de cobertura territorial com florestas, em 1854, para apenas 8,3%, em 1973. A pressão agrícola, pode bem ser apreciada nos resultados apresentados por POTMA et alii (1976), onde 14,0 e 16,6%, respectivamente das áreas totais correspondentes às regiões Sudeste e Sul, foram incorporadas pela produção agrícola no período de 1958 a 1972.

Todas essas ocorrências justificam a tendência decrescente da participação das florestas naturais, hoje perfeitamente concentrada na região Norte e, portanto, distante dos centros urbanos e industriais, na produção florestal brasileira (FERREIRA, 1977). Assim, diante de uma demanda de madeira nitidamente crescente nas regiões mais industrializadas do país, cabe às florestas implantadas a responsabilidade de atender à totalidade do mercado madeireiro, abastecendo as indústrias de transformação e o mercado de madeira na sua forma natural. Paradoxalmente, o atendimento de um mercado madeireiro crescente deverá se verificar com uma área florestal decrescente, e ainda, em solos com as maiores limitações agrícolas de conservação e fertilidade. Agravando ainda esta situação, verifica-se nas áreas industrializadas uma

elevação dos custos de capital, mão-de-obra e terra, que sofreram aumentos sensíveis, especialmente nos últimos cinco anos.

A solução de toda esta problemática somente poderá ser atingida a partir da otimização dos fatores de produção, aumentando a produtividade e reduzindo a rotação das florestas nas áreas a elas destinadas e marginalizadas pela agricultura.

Fazendo-se uma análise do problema florestal de aumento de produção, enquadrando-o nas previsões de possibilidades feitas por ARMY e GREER (1967), pode-se afirmar que a Silvicultura no Brasil se encontra na metade da primeira fase de aumento de produção. Segundo esses autores, o aumento de rendimento das colheitas em sua primeira fase seria conseguido pelo controle de ervas daninhas, combate às pragas e moléstias, fertilização e posteriormente pelo uso de plantas melhoradas. Ao lado das preocupações com melhor preparo de solo, maiores cuidados com o material genético a ser utilizado, plantio, tratos culturais e proteção florestal, verifica-se atualmente no Brasil um uso quase que generalizado de fertilizantes na implantação de florestas, particularmente nas de eucalipto. Entretanto, este procedimento carece de uma base de pesquisa mais profunda e, especialmente, de repetições no espaço e no tempo a fim de que a orientação no uso de fertilizantes venha a ter não apenas o suporte técnico do conhecimento da necessidade biológica da planta, com as interações de todos os nutrientes em seu interior e nos diferentes solos e climas de reflorestamento do país, mas sobretudo a segurança da eficiência econômica deste investimento no empreendimento florestal.

Urge, portanto, a necessidade de um maior número de pesquisas não só com a utilização de macronutrientes, mas também com os micronutrientes, visto que os solos destinados às florestas são, de um modo geral, tradicionalmente de baixa fertilidade. Assim o fazendo, estar-se-á caminhando no sentido de adquirir o conhecimento necessário para o uso racional de fertilizantes, aumentando a produtividade das florestas de modo a sustentar um mercado consumidor em expansão, exatamente no momento em que o mundo se prepara para conviver com uma energia fóssil escassa.

2.2. OBJETIVOS

A utilização em escala comercial de fertilizantes minerais em florestas, de um modo geral e no mundo todo, tem se restringido à aplicação de tão somente um, ou eventualmente dois ou três macronutrientes. Em alguns países, entretanto, os estudos de nutrição mineral de algumas essências florestais em determinados solos permitiram identificar deficiências severas de certos micronutrientes, o que estabeleceu a necessidade de suas inclusões nas adubações.

No Brasil o número de ensaios de adubação de florestas é muito pequeno, e mais reduzido ainda aqueles com a inclusão de micronutrientes. Entretanto, os solos destinados às florestas são, via de regra, de baixa fertilidade e o uso de solos semelhantes pela Agricultura tem levado a diagnosticar problemas sérios de deficiência de alguns micronutrientes em culturas agrícolas, principalmente boro e zinco.

No presente trabalho pretendeu-se estudar os

efeitos que a comprovada deficiência mineral de um micronutriente (boro), em um determinado solo, poderia ter na resposta à adubação mineral dos macronutrientes (N, P e K), bem como, de um modo mais generalizado, no equilíbrio nutricional das plantas de *Eucalyptus saligna* Smith.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O uso de fertilizantes minerais em floresta durante longo período de tempo se restringiu quase que exclusivamente a áreas experimentais; contudo, a partir do início da década de 1960 passou a apresentar grande expansão em sua utilização comercial. Este fato se verificou, de um modo semelhante, em praticamente todos os países com intensa atividade florestal.

Essa assertiva pode ser deduzida dos trabalhos de BAULE (1975), onde analisa o consumo atual e faz previsões do uso de fertilizantes em florestas, em diferentes partes do mundo na presente década; e em diversas outras publicações, podendo-se citar as de HAGNER (1967) referindo-se à Suécia,

JERVEN (1967) para a Noruega, SALONEN (1967) para a Finlândia, AUCHMOODY & FILIP (1973) e SAFFORD (1973) para os Estados Unidos, KRAUSE (1973) para o Canadá, BALLARD (1978) e MEAD & GADGIL (1978) para a Nova Zelândia.

No caso específico do Brasil, BAULE (1975), com base em informações de Mello, referiu-se à fertilização de tão somente 2000 ha anuais de florestas nos anos 1970/71, apresentando contudo previsões da ordem de 25000 ha em 1972, de 32000 ha em 1975 e de 50000 ha em 1980.

De modo geral as adubações de florestas realizadas nos diferentes países têm se restringido à aplicação de um único macronutriente ou, quanto muito, a uma mistura de dois ou três elementos (BAULE, 1975), sendo raras as utilizações de micronutrientes. No Brasil, com poucas exceções, a fertilização tem-se processado exclusivamente com nitrogênio, fósforo e potássio.

3.1 - ADUBAÇÃO DE EUCALIPTOS COM MACRONUTRIENTES

Particularmente para o eucalipto, as pesquisas com o uso de fertilizantes minerais vêm sendo conduzidas há pouco tempo, iniciando-se provavelmente com G. de Beaucorps em 1959 no Marrocos, onde bons resultados foram obtidos com a aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio.

A partir dessa época, o número de estudos de fertilização mineral de eucalipto aumentou sensivelmente, de certa forma acompanhando a própria evolução da importância desta cultura tanto dentro do panorama florestal como do indus -

trial e energético mundial.

Atualmente, inúmeros são os países que utilizam o eucalipto em seus programas florestais, dedicando ainda grande atenção ao estudo de métodos que intensifiquem a produção florestal. Neste particular, a adubação tem se mostrado, de um modo geral, um método extremamente eficiente, como demonstram os trabalhos de pesquisa que se seguem.

Kaplan (1960), citado por KARSCHON (1961), conduziu ensaio de fertilização em plantações novas de *E. gomphocephala* em Israel, utilizando esquema fatorial 2^3 , onde as doses 1 eram: 500 kg/ha de sulfato de amônio, 750 kg/ha de superfosfato simples, e 250 kg/ha de cloreto de potássio. As aplicações dessas dosagens foram efetuadas em duas vezes, aos 2 e aos 3 anos de idade. Dentre outros efeitos dos tratamentos, Kaplan observou que a aplicação de N levou a aumento no crescimento em altura, a despeito de ser o solo rico em nitratos. Por sua vez, P e K não propiciaram respostas significativas no crescimento. As análises foliares realizadas mostraram que os teores de N e P nas folhas foram aumentados em decorrência da aplicação desses nutrientes.

Marion (1960), citado por KARSCHON (1961), relata resultados referentes a *E. gomphocephala* em Marrocos. Foram aplicados em conjunto ou isoladamente no momento de plantio, 400 kg de sulfato de amônio, 300 kg de superfosfato simples e 150 kg de cloreto de potássio. Decorrido 1 ano após plantio não se constatou diferença entre os tratamentos que receberam fertilizantes nos parâmetros avaliados de crescimento e de sobrevivência das plantas: entretanto, todos esses tratamentos superaram a testemunha. Decorridos 4 anos após o plantio o melhor tratamento foi o completo (NPK), superando

os demais. Os melhores resultados observados com as aplicações isoladas de nutrientes foram, em ordem decrescente de importância, K, P e N. O autor sugere aplicação de 200 a 300 kg/ha de superfosfato simples e 100 kg/ha de KCl, tendo a não recomendação de N sido justificada tanto pelo menor efeito desse nutriente no crescimento das plantas como pelo elevado custo dos adubos nitrogenados.

Goes (1960), citado por KARSCHON (1961), relata que bons resultados foram obtidos em Portugal para *E.gomphocephala* com a aplicação, em solos ácidos, de 120 g/planta de Escória de Thomas, 60 g de cálcio-cianamida e 20 g de cloreto de potássio, no momento do plantio.

HEIBERG et alii (1966) em ensaio de fertilização com *E. grandis* na África do Sul, em solo anteriormente ocupado por acácia, verificaram boas respostas a P e K, não observando resposta à aplicação de N. Os autores recomendam a fertilização com 224,2 kg/ha de superfosfato simples e 336,3 kg/ha de cloreto de potássio.

MOHR, KIRK & DICKS (1969) encontraram para diversas espécies de eucalipto na África do Sul uma resposta altamente significativa à fertilização; entretanto a dosagem ideal de N, P e K estaria na dependência do tipo e da fertilidade do solo. Os autores sugerem que, quando não se realiza a fertilização no momento de plantio, ela deve ser executada em faixa paralela às plantas e em prazo o mais curto possível após a instalação do maciço.

COOLING & JONES (1970) realizaram em Zâmbia ensaio fatorial com *E. grandis* combinando aplicações de três níveis de B e três tratamentos com NPK. Os tratamentos com

macronutrientes foram: testemunha; 84 g/planta da formulação 5-15-12; e, finalmente, esta última aplicação acrescida de 84 g sulfato de amônio. Os níveis de B foram 0, 56 e 112 g de borato de sódio por planta. A aplicação de macronutrientes produziu sensível aumento no crescimento e no vigor das plantas, com redução no número de capinas, mas não eliminou a morte de ponteiros, o que foi conseguido tão somente com a aplicação de B. Esses resultados ainda permaneciam evidentes aos 4 anos de idade.

CROMER (1971) relata resultados de experimentos de fertilização conduzidos na Austrália com diversas espécies de eucalipto. Todas as espécies testadas responderam à aplicação isolada de N, quando esta era efetuada pouco após o plantio, mas não à aplicação isolada de P. O *E. globulus* em certos casos respondeu melhor à aplicação conjunta de N e P do que a apenas N. O efeito do N no crescimento, tanto para esta espécie como para *E. regnans*, foi diretamente proporcional à quantidade aplicada.

PENNEFATHER & MCGILLIVRAY (1971) observaram para *E. grandis*/*E. saligna* na África do Sul, em ensaio com 5 anos e 9 meses de idade, resposta significativa no diâmetro das plantas à aplicação de P, mas não à fertilização com N. Em outro ensaio avaliado com 4,5 anos houve resposta tanto a P como a N, e a análise econômica mostrou como rentável a aplicação no momento de plantio de: 336,3 kg/ha de cloreto de potássio e 448,4 kg/ha de superfosfato simples.

FLORES (1972), no Peru, verificou para *E. botryoides*, em ensaio fatorial 5 x 2 x 2 com N, P e K, que no sexto mês a melhor resposta era para o tratamento completo, com as aplicações respectivas de 40, 80 e 32 kg/ha daqueles macronutrientes.

HANS & BURLEY (1972) desenvolveram estudos de densidade da madeira e comprimento de fibras em ensaio já referido por COOLING & JONES (1970) em povoamentos florestais de *E. grandis*, em Zâmbia, sob efeito de fertilizantes à base de N, P, K e B. Foi observada a ausência de efeitos negativos dos fertilizantes sobre as propriedades da madeira. Os tratamentos que levaram a aumento na produção volumétrica tenderam, dentro de certos limites, e não significativamente, a uma diminuição na densidade. Variações tanto entre árvores dentro das parcelas como dentro da árvore no sentido longitudinal do tronco foram elevadas. Grandes variações entre árvores sugerem a possibilidade da seleção de plantas que respondam bem à fertilização. Em todas as combinações de níveis de N, P e K, quando na presença de B, levaram a um aumento de diâmetro. Pequenas doses de N, P, K e B produziram fibras com comprimentos ligeiramente superiores aos observados tanto com a aplicação de grandes doses como na ausência de fertilizantes.

CHAVES SANCHEZ & GUTIERREZ DE LOMA (1974) apresentaram resultados de ensaios de adubação de eucaliptos na Espanha. A aplicação do N levou a maiores crescimento tanto da primeira como da segunda rotação do povoamento a partir das brotações das touças. Os incrementos médios anuais foram de 3,6 m³/ha nas parcelas não fertilizadas, contra 12; 15; 20 e 27 m³/ha nas parcelas que receberam 200; 400; 600 e 800 kg/ha da formulação 20:10:10, respectivamente.

McINTYRE & PRYOR (1974) em ensaio de adubação, preparo de solo e época de aplicação de fertilizantes para *E. grandis*, na Austrália, verificaram que a aplicação de N e P juntos foram os tratamentos que proporcionaram maior crescimento, com melhor resposta em solos preparados com enxada rotativa, do que naqueles preparados com arado "Mathis", obser-

vando ainda haver pouca diferença entre plantio e adubação de verão e plantio e adubação de inverno. Os autores não pesquisaram K. Os tratamentos envolveram as aplicações isoladas ou em combinações de uréia, fosfato mono-amônio, superfosfato simples e formulação 20:11, em dosagens que variaram de 28 a 168 g/planta de cada adubo. Concluem, ao final, que os tratamentos com os níveis mais elevados de N na presença de P foram os melhores, e que o melhor crescimento foi obtido com a aplicação de N e P, um mês e meio após plantio, seguido de outra aplicação de N três meses após a primeira.

CROMER et alii (1975) em experimento com *E. globulus* conduzido na Austrália, verificaram que a aplicação de uma quantidade moderada de fertilizante N e P, após 4 anos, levou a um aumento de 5 vezes na biomassa acima do solo em comparação com as parcelas não fertilizadas. Foram aplicados 0; 34; 101; 202 kg de N/ha e 0; 15; 45; 90 kg de P/ha, em cobertura, na forma de mistura de fosfato de amônio e sulfato de amônio, contendo respectivamente 18% de N e 8% de P. Aos 4 anos de idade as concentrações de N e P foram menores que aos 2 anos em todos os componentes analisados: madeira, casca, ramos vivos, ramos mortos e folhas. As folhas contêm 60-70% do P na idade de 2 anos e 40-50% na idade de 4 anos. Concluem que, como as folhas contêm a maior quantidade de nutrientes por ocasião da exploração, devem as mesmas permanecer no solo.

SCHÖNAU & PENNEFATHER (1975) analisaram resultados obtidos em dois experimentos de adubação de *E. grandis* na África do Sul, onde foram estudados através de delineamento fatorial 3^3 os efeitos da aplicação de N, P e K em três níveis, em solos anteriormente cultivado com *Acácia mearnsii*. Os níveis utilizados foram: 0, 23 e 46 kg/ha de N, na forma de nitrato de cálcio amoniacal; 0, 18,6 e 37,2 kg/ha de P, na

forma de superfosfato simples; 0, 168 e 336 kg/ha de K, em um dos locais, e 0, 84 e 168 kg/ha de K, em outra localidade, na forma de cloreto de potássio. Aos 8 e 9 anos não se observou efeito significativo do N que apesar disso, mostrava ainda tendência à redução no crescimento. Este efeito depressivo do N no desenvolvimento das plantas chegou a ser estatisticamente comprovado em determinado momento ao longo das várias avaliações efetuadas. Os efeitos do P foram significativos, sendo a taxa ótima de superfosfato simples de 130 g/planta em um dos ensaios, e o dobro dessa no ensaio conduzido em solo de melhor fertilidade. Os efeitos do K foram positivos apenas no ensaio instalado em solo mesotrófico, mostrando, em função dos níveis utilizados, uma resposta que acompanha uma equação quadrática.

SCHUTZ (1976) analisou trabalhos de diversos autores a respeito de fertilização em *Eucalyptus* e *Pinus* na África do Sul. No caso de eucaliptos, relata que para *E. grandis* foram instalados mais de duas dezenas de ensaios, mostrando regra geral respostas sensíveis a N e P no crescimento inicial, o que levou à generalização do uso de fertilizantes em vista principalmente das vantagens financeiras decorrentes da redução no número de capinas necessárias à formação dos povoamentos, tendo sido reduzida em média de quatro para uma única capina. A melhor época de aplicação de fertilizantes para ambos os gêneros foi a do primeiro mês após plantio. A aplicação dos fertilizantes na superfície tem sido melhor do que a sub-superficial. A quantidade mais comumente utilizada era a de 150 g/planta de uma mistura fertilizante com uma proporção do tipo 3:2:1. Segundo ainda o autor, o eucalipto requer P com uma alta taxa de N.

DONALD & SCHUTZ (1977) realizaram experimento de

adubação com vários níveis de N, P e K, na África do Sul, com *E. grandis*. Foram avaliadas a produção, a uniformidade do talhão, o fator de forma e as propriedades da madeira. Foram constatadas respostas iniciais na produção volumétrica, que não mais persistiam à época da exploração, aos nove anos. As respostas iniciais do crescimento em altura frente à fertilização mantiveram-se tão somente até a avaliação efetuada aos três anos e oito meses. Constatou ainda que o aumento da concentração de N levou a diminuição na variância dos diâmetros e que não houve diferença significativa entre os tratamentos 000, 111, 220 e 222 na densidade básica da madeira, no comprimento das fibras, e no fator de forma das árvores. Assim, o aumento de diâmetro devido à fertilização não determinou prejuízos na qualidade da madeira.

Segundo os mesmos autores, a falta de persistência das respostas iniciais sobre o crescimento até a época de exploração deve-se a uma competição interna dentro do povoamento. Uma resposta acentuada à fertilização no plantio, manter-se-ia enquanto a planta pudesse ter um crescimento livre e conseqüentemente pudesse utilizar amplamente os nutrientes adicionados, ao passo que com o fechamento das copas haveria uma maior competição pelos fatores umidade e luz. Estes, e não mais os nutrientes, passariam a ser fatores limitantes do crescimento.

BALLARD (1978), referindo-se a pesquisas com adubação de florestas na Nova Zelândia, afirma que a não persistência dos efeitos iniciais dos fertilizantes deve-se, no caso do N, à grande mobilidade desse elemento no solo, sendo lixiviado para regiões abaixo da zona radicular, e também à baixa proporção representada pelo N aplicado com relação ao que é acumulado na biomassa da porção acima do solo. No caso do P,

tais justificativas não seriam válidas, visto que na maioria dos solos a sua mobilidade é muito reduzida e a demanda em P pelas plantas é relativamente pequena em relação a outros nutrientes. Com o desenvolvimento da planta e com o déficit hídrico na camada superficial, o sistema radicular passa a ter menos contato com a zona fertilizada do solo, onde permanece retida a maior parte do fósforo aplicado.

No Brasil, o número de pesquisas com adubação de eucalipto aumentou muito nos últimos anos. Ensaio foram instalados nas mais diferentes regiões de certo modo acompanhando a expansão do próprio reflorestamento no país. Entretanto, a maior parte de seus resultados ainda não tem sido dada a público em vista da não conclusão desses experimentos, justificando assim o reduzido número de trabalhos científicos publicados.

MELLO et alii (1961) conduziram ensaio fatorial NPK $3 \times 3 \times 3$, em Piracicaba-SP, onde os níveis dos nutrientes ensaiados eram constituídos por: 11 g/planta de N, 6 g de P_2O_5 e 22,5 g de K_2O , nas formas de, respectivamente, nitrocálcio de Cubatão, superfosfato simples e cloreto de potássio. Este estudo, contudo, avaliou tão somente os efeitos desses nutrientes na sobrevivência das plantas. O solo era arenoso, profundo e ácido, com teores médios de N e P e baixos de K, Ca, Mg e matéria orgânica. Foram observados efeitos tanto de N como de K prejudiciais à sobrevivência. Destacam os autores a possibilidade de que tal efeito seja decorrente exclusivamente da concentração salina exagerada na região das raízes, motivada ou por excesso de adubo ou pelo tamanho das covas de plantio, cujas dimensões eram de 10 x 10 x 20 cm.

BRASIL SOBRINHO et alii (1961a) realizaram ensaio

de competição de tipos de localização de adubo no plantio de *E. saligna*, em solo de cerrado na região de Pirassununga-SP. Foram cotejadas: a) adubação imediatamente antes ao plantio em covas de 22,5 x 22,5 x 20,0 cm; b) aplicação de fertilizantes 60 dias após o plantio em faixa lateral, à 30 cm da muda; c) aplicação em sulco paralelo ao de plantio; d) plantio e aplicação no mesmo sulco; e) aplicação de metade da dose total dos fertilizantes nitrogenados e potássicos na cova e o restante 60 dias após plantio; e f) testemunha sem adubação. Os efeitos da fertilização no crescimento das plantas foram altamente positivos, e em função dos resultados observados com os tratamentos de localização de adubo, recomendam a aplicação do adubo no mesmo sulco de plantio (d), pois embora tão eficiente quanto os tratamentos a e e, foi de execução mais simples. Os mesmos autores estudaram ainda em outro ensaio, BRASIL SOBRINHO et alii (1961b), os efeitos das dimensões das covas de plantio, interagindo com adubação, na sobrevivência e no desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. Testaram três tamanhos de covas (10 x 10 x 20 cm; 22,5 x 22,5 x 20 cm e 30 x 30 x 20 cm) e um nível de adubação NPK contendo 12 g de N, 18 g de P_2O_5 e 24 g de K_2O /cova. Os resultados permitiram recomendar a utilização de covas de 22,5 x 22,5 x 20 cm, quando se faz a adubação no momento de plantio. Concluem não existir influência do tamanho das covas nos tratamentos sem adubação.

ALBUQUERQUE (1968) realizou ensaio de adubação com *E. alba*, em Telêmaco Borba-PR, testando duas formulações e dois métodos de aplicação, na cova e em cobertura. Foram comparadas as formulações 4:12:4 e 12:4:8, utilizando sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, na base de 250 g por planta. Decorridos 6 meses após plantio, não se constatou diferença significativa entre os tratamentos.

Entretanto, o tratamento 4:12:4 aplicado na cova apresentava altura média de 1,61 m contra 0,76 m da testemunha.

MELLO (1968), conduziu ensaio fatorial $3 \times 3 \times 3 \times 2$ (N, P, K e calcário) com *E. saligna*, plantado na região de Mogi Guaçu-SP, em que as dosagens simples dos nutrientes controlados foram de: 30 kg de N/ha na forma de sulfato de amônio; 40 kg de P_2O_5 /ha na forma de superfosfato simples; 50 kg de K_2O /ha na forma de cloreto de potássio; e calcário dolomítico na dose de 2 t/ha. O solo da região era barro-argilo-arenoso de baixa fertilidade, sendo pobre em todos os macronutrientes analisados (P, K e Ca + Mg). Os resultados observados ao longo de 2 anos permitiram concluir que a fertilização mineral teve ação positiva e pronunciada sobre o desenvolvimento das plantas, principalmente com a aplicação de N e P. Interações significativas foram constatadas com a aplicação desses dois nutrientes, onde a presença de um aumentava o efeito do outro. Efeito semelhante também foi observado com as aplicações de N e K, tendo o K mostrado efeitos positivos e significativos sobre o crescimento inicial somente quando na presença de N. O calcário teve também efeito positivo sobre o crescimento das plantas. Aos 2 anos somente o P influenciava positivamente o crescimento em altura, o mesmo se dando para P e Ca no caso do diâmetro. O autor não constatou efeitos prejudiciais da adubação sobre a densidade básica da madeira e comprimento de fibras, exceção feita tão somente para o calcário, cuja aplicação determinou uma pequena redução no comprimento das fibras.

Van GOOR & NASCIMENTO (1970), em publicação a respeito de adubação em plantações florestais, recomenda o uso, por hectare, de 80 kg de P_2O_5 , 1500 kg de CaO, 8 kg de N em cobertura, e 25 kg de bórax. Tanto P como calcário seriam aplicados de uma só vez no plantio, enquanto os demais se-

riam fornecidos em cobertura, posteriormente.

MELLO et alii (1970) relatam resultados obtidos por ocasião do corte aos 5 anos de idade do ensaio já referido em MELLO (1968). Nessa idade persistia o efeito positivo do P sobre a produção de madeira, não mais se constatando efeitos de N e de Ca. Embora tenha sido observada uma interação significativa N x Ca, o desdobramento não revelou significância entre os contrastes.

BRANDI et alii (1971) conduziram ensaios de adubação visando ao estudo dos efeitos sobre *E. kirttoniana*, *E. paniculata*, *E. camadulensis*, *E. botryoïdes*, *E. propinqua* e *E. citriodora* em Viçosa-MG. Foram utilizados 120 g de superfosfato simples e 40 g de sulfato de amônio por cova. Nos tratamentos que receberam fertilizante nitrogenado, foram aplicadas doses adicionais de sulfato de amônio, na base de 40 g tanto aos 2 como aos 8 meses, e mais ainda 80 g por cova aos 12 meses. Ao final de 18 meses não se pôde constatar nenhuma diferença entre os tratamentos.

KNUDSON et alii (1972) relatam resultados obtidos em experimento de fertilização mineral de *E. saligna* em solo de cerrado, com baixos teores de N, P, K e Mg, em Lagoa Santa MG. O ensaio constou de cinco sub-experimentos, sendo: a) um fatorial N x P em 3 níveis na presença de KCl; um fatorial B x Zn em 2 níveis na presença de NPK; b) K em 3 níveis na presença de NP; c) calcário em 2 níveis na presença de NPK; e fontes de fósforo em 2 níveis na presença de NK. O N foi aplicado como sulfato de amônio nas dosagens de 0; 30 e 60 kg de N/ha; o P foi aplicado como superfosfato triplo nas dosagens de 0; 45 e 90 kg de P_2O_5 /ha; o K foi aplicado como cloreto de potássio nas dosagens de 0; 30 e 60 de k_2O /ha; o cal-

cário dolomítico foi aplicado nas dosagens 0 e 375 kg/ha; a Apatita de Araxá foi utilizada nas dosagens de 0; 900 e 1.800 kg/ha; o gesso a 0 e 150 kg/ha; o zinco foi aplicado como sulfato de zinco na dosagem de 0 e 7,5 kg/ha ou 3 g/planta; e o boro foi aplicado como bórax na dosagem de 5 kg/ha ou 2 g por planta. Observaram um efeito altamente positivo de N e P, e negativo de K. Boro e Zinco tiveram efeitos positivos, embora somente B tenha atingido os níveis de significância esta-tística.

SIMÕES et alii (1972) relatam resultados preliminares sobre a fertilização fosfatada no plantio de *E. saligna*, na região de Salto-SP. Foram testados os seguintes tratamentos: a) calcário a lanço mais NPK no plantio, com P na forma de superfosfato simples; b) idem, com P na base de 1/3 de superfosfato simples e 2/3 de fosforita; c) tratamento "a" acrescido de micronutrientes; d) idem ao tratamento "c", sendo utilizado entretanto FTE em vez da mistura de micronutrientes; e) calcário e fosforita a lanço e K no plantio; f) idem ao tratamento "e" mas acrescido de N no plantio; g) calcário mais termosfosfato a lanço; h) sem calcário, com NPK no plantio, sendo 30% superfosfato simples e 70% de termosfosfato faixa preta; i) idem ao "h" mas com P sendo fornecido como termosfosfato Yoorin; j) testemunha, sem fertilizantes. O nitrogenado utilizado foi o sulfato de amônio; os fosfatados foram: superfosfato simples, fosforita e termosfosfato; como fonte de K foi utilizado o cloreto de potássio; os micronutrientes consistiram de mistura de B, Zn, Cu, Fe, Mn e Mo, sendo também em-pregado o FTE. Decorrido 1 ano após plantio, as avaliações revelaram que os tratamentos "b", "h", "a" e "d" foram supe-riores à testemunha. No segundo ano, os tratamentos "d", "b", "h", "a" e "c" foram, em ordem decrescente, superiores à testemunha.

3.2 - ADUBAÇÃO DE EUCALIPTOS COM MICRONUTRIENTES

Com relação ao uso de micronutrientes em plantações de eucalipto, salvo raras exceções, pode-se afirmar ser este procedimento praticamente incomum. Este fato não resulta de um comportamento privilegiado daquela essência florestal que, a despeito de seu rápido crescimento e grande produtividade, fosse pouco exigente em nutrientes ou altamente eficiente no aproveitamento das reservas do solo, tornando-se desnecessária qualquer correção pelo homem. A destinação das florestas a solos agrícolas marginais, de baixa fertilidade, não aproveitados pela agricultura e pecuária, parece justificar um aumento na frequência de constatações de comportamentos anormais de crescimento que, dentre outras causas sugere uma sensibilidade do gênero a deficiências do solo no fornecimento de certos nutrientes ao eucalipto. Como consequência disto, aumenta o número de constatações de povoamentos com produção extremamente baixas, anomalias de crescimento, sensibilidade a ocorrências de fenômenos climáticos naturais e suscetibilidade a pragas e doenças. Frequentes constatações de anomalias moderadas, como o baixo desenvolvimento de um povoamento florestal, sugere, ao lado da necessidade de um perfeito conhecimento da interação planta-clima, a necessidade de um melhor entendimento planta-solo.

Dentre os micronutrientes, a literatura disponível revela a deficiência de B como mais frequente e a de maior importância sobre o desenvolvimento dos eucaliptos.

SAVORY (1962) estudou na Rodésia as causas de uma anomalia caracterizada por morte de ponteiros em eucaliptos, outras folhosas e pinheiros. Instalando ensaios com eucalipto

to, verificou que a simples adição de B foi capaz de prevenir aquela anomalia, recomendando a aplicação de 84 kg/ha de boro. Notou ainda que após as árvores atingirem um certo tamanho demonstravam terem se tornado livres das mortes de ponteiros. O autor salienta que a deficiência desse micronutriente é comum em solos tropicais secos onde a precipitação é predominantemente sazonal, particularmente em solos lixiviados e culturas perenes.

COOLING (1967) verificou, para planta de *E. grandis* com 6 meses de idade em Zâmbia, uma redução significativa dos prejuízos causados por geada em decorrência da aplicação de B, descrevendo as diferenças entre os sintomas de danos devido a geada e a morte de ponteiros causadas por deficiência de B.

FOOT (1968) conduziu ensaios de fertilização com *E. saligna* em duas localidades de baixa precipitação em Malawi, verificando que a aplicação de boro em um dos locais eliminou a morte de ponteiros, enquanto que nas parcelas testemunhas 25% das plantas apresentavam esse sintoma.

McCOMB et alii (1970), com base em constatação de baixo crescimento e sintomas de deficiência nutricional de *E. grandis* em experimento em vasos com solos superficiais e de sub-solos de origem basáltica na Nigéria, destaca a necessidade de ensaios de campo testando pelo menos P, B, Ca e N.

COOLING & JONES (1970) estudaram a importância de B e de uma formulação com NPK (84 g/planta de 5:15:12) em *E. grandis*, em Zâmbia. Como fonte de B foi utilizado o boro de sódio contendo 14,3% desse micronutriente. O uso de N, P e K melhorou a taxa de crescimento e o vigor das plantas ,

reduzindo a competição com ervas daninhas, mas levou a grave incidência de morte de ponteiros, somente evitada com a aplicação de borato. As parcelas que receberam esse nutriente propiciaram um aumento da produção volumétrica de madeira, produziram árvores com fustes retos que se mostraram mais resistentes às geadas. O autor recomenda o uso de no mínimo 56 g de borato por planta.

HANS & BURLEY (1972), op. cit., verificaram para *E. grandis* em Zâmbia, no que se refere a B, que além de aumento na produção volumétrica não levou a prejuízos na densidade básica da madeira e no comprimento das fibras. Houve uma tendência de redução na densidade com aumento das doses crescentes de B.

BARRET, CARTER & SEWARD (1975), em revisão a respeito do *E. grandis* na Rodésia, referem-se a vários ensaios de fertilização com emprego de B, que objetivavam verificar se baixos teores desse elemento no solo levariam a prejuízos no crescimento e sobrevivência das plantas. Em síntese, os autores afirmam que a utilização de B não tem permitido generalização de conclusões, tendo-se notado uma grande variação de respostas à sua aplicação tanto com relação à eliminação de mortes de ponteiros, como a dosagens ótimas, níveis tóxicos e aumento da resistência ao frio. De modo geral os níveis de 28 a 112 g de borato (14,3% de B) por planta têm sido as dosagens mais utilizadas naquele país.

PRYOR (1975), em publicação sobre biologia do eucalipto, refere-se a aspectos nutricionais do gênero, destacando a capacidade de este completar seu ciclo de vida em solos com concentração muito baixa de nutrientes, sobretudo de fósforo. Apesar disso, o eucalipto mantém a capacidade de res -

ponder acentuadamente a melhorias nas condições de fertilidade do solo. Refere-se também a maiores crescimentos onde houve acúmulo de cinzas, o que tem sido constatado em diversos países. Com relação a micronutrientes, cita que raramente são relatadas deficiências do eucalipto plantado como espécie exótica, à exceção do sub-gênero *Monocalyptus*. Refere-se ainda à necessidade de aplicação de B juntamente com N e P, em Zâmbia, para assegurar o crescimento efetivo das plantas.

BALLARD (1978), em revisão sobre pesquisas e experiências com fertilizantes na implantação de espécies arbóreas exóticas na Nova Zelândia, cita que os principais elementos utilizados na adubação de florestas são P, N e B. A adubação varia de 6 a 10 g sendo aplicado às vezes até 17 g de P por planta, ficando esta definição de dosagem em função da maior ou menor deficiência do solo da região. Normalmente o efeito do P persiste por um período de apenas 3 a 4 anos. O N é geralmente aplicado na base de 15 g por planta, chegando até ao dobro dessa dosagem no estabelecimento de plantações de eucalipto em determinados locais, persistindo seus efeitos por somente 1 a 2 anos. O B é usado de modo menos frequente e principalmente para *Pinus radiata*, em doses de 0,8 g de B por planta, com efeitos por 3 a 4 anos. A deficiência de B foi identificada no início da década de 1960 como responsável por morte de ponteiros, o que determinaria uma má formação na estrutura das plantas. A interação N x P tem sido constatada com frequência. A aplicação de P e N juntamente com B normalmente propiciam maiores crescimentos enquanto que P e N aplicados isoladamente são às vezes responsáveis por aumento na incidência de morte de ponteiros.

No caso específico do Brasil, ao lado de ensaios

de nutrição conduzidos em condições de laboratório envolvendo a omissão de B, realizados por Accorsi et alii (1961) e Haag et alii (1965), citados por MALAVOLTA et alii (1974), onde foram descritas deficiências desse micronutriente. A primeira constatação dessa deficiência no campo parece ter sido feita pelo Dr. L. D. Pryor em 1969, em plantações de *E. grandis* em Mogi Guaçu - SP.

Pesquisas de campo envolvendo a aplicação dos micronutrientes B e Zn foram realizadas pela primeira vez no País por KNUDSON et alii (1972), op. cit. Ambos os nutrientes determinaram efeito positivo sobre o crescimento de *E. saligna* em solos de cerrado de Minas Gerais, embora apenas B, na base de 2 g de bórax por planta, tenha atingido os níveis de significância estatística.

CARVALHO (1973) relatou resultados experimentais conduzidos para *E. saligna* em várias localidades do Estado de São Paulo, onde foram estudados métodos de aplicação e dosagens de B e Zn. O autor constatou em uma das localidades, resposta altamente significativa à aplicação de B, tanto em aplicação no solo como por via foliar. Dentre as dosagens utilizadas mostrou-se recomendável a aplicação de 10 g de bórax por planta.

TOKESHI et alii (1976) pesquisaram deficiência de B em plantações de *E. citriodora* com 12 a 18 meses de idade, em árvores com sintomas de manchas cloróticas nas folhas, morte dos ponteiros, fendilhamento da casca e exudação de goma. Em plantas com 12 meses aplicaram solução de 0,6% de bórax por planta, observando que as plantas assim tratadas acusaram aumento de crescimento e emissão de brotos e folhas normais pelo menos 30 dias antes que as plantas não pulverizadas. Em outro ensaio aplicaram bórax no solo na base de 0, 6, 12 e 18

g/planta, concluindo que ambos os níveis mais elevados reduziram o percentual de plantas com sintomas, de 67,5% na testemunha para 2,46% e 2,85%, respectivamente.

MALAVOLTA et alii (1978) estudaram o efeito da omissão e doses crescentes de B na solução nutritiva sobre o crescimento, sintomas e teores foliares desse elemento em *E. citriodora*, *E. grandis* e *E. urophylla*. Os sintomas de deficiência apareceram primeiro para *E. citriodora* e posteriormente seguiram-se, pela ordem, as outras espécies. A ordem inversa foi observada no que concerne à toxidez. Os autores referem-se aos teores de B nas folhas com sintomas de deficiência como sendo de 27 ppm para *E. citriodora* e 31 ppm para as outras espécies em estudo. Os sintomas de toxidez foram observados quando as folhas apresentavam 361 ppm para *E. citriodora* e *E. grandis*, e 313 ppm para *E. urophylla*.

ROCHA FILHO et alii (1978) realizaram estudos de nutrição de *E. urophylla* em soluções nutritivas carentes de macronutrientes e dos micronutrientes B e Fe. Obteve-se um quadro sintomatológico ligado aos seguintes níveis com relação à matéria seca: N = 0,69%, P = 0,04%, K = 0,14%, Ca = 0,04%, Mg = 0,05%, S = 0,05%, Fe = 50 ppm e B = 8 ppm.

ROCHA FILHO et alii (1979) estudaram em solução nutritiva a influência do B sobre o crescimento e a composição química do *E. grandis*. Os níveis de B utilizados foram os de 0; 0,125; 0,250; 0,500; 1,000; 2,000 e 4,000 ppm. Constataram-se sintomas de toxidez a partir da concentração de 1 ppm de B, limite que ao mesmo tempo determinou uma redução no crescimento. Não foram observadas interações de ordem prática com os demais nutrientes analisados. Folhas novas com teores inferiores a 46 ppm de B mostravam sintomas de

carência. Sintomas de toxicidade de B foram observados quando os teores desse micronutriente nas folhas eram superiores a 100 ppm nas folhas novas e 124 nas velhas. Os autores concluem que a concentração ótima de B nas folhas é de 68,5 ppm nas folhas novas e de 85,7 ppm nas maduras. O nível crítico de B nas folhas foi verificado como sendo de 61 ppm.

Desse modo, até a instalação do presente trabalho em 1972, a literatura compulsada relatava tão somente os trabalhos de SAVORY (1962), COOLING (1967), FOOT (1968), McCOMB et alii (1970) e COOLING & JONES (1970), referentes a deficiências de B em eucaliptos.

Assim, a despeito da inegável relevância do assunto, raros eram os trabalhos conduzidos com micronutrientes em eucalipto, e poucos se preocuparam com distúrbios nutricionais ou interações entre macro e micronutrientes em eucalipto, o que motivou a realização do presente estudo.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. MATERIAIS

4.1.1. REGIÃO DE ESTUDO

Uma série de quatro ensaios prévios com micronutrientes (B, Zn e Cu) foram instalados em áreas de reflorestamento de quatro regiões do Estado de São Paulo: Lençóis Paulista (LVa - arenito Bauru), São Manoel (LVa - arenito Bauru), Pirambóia (RLV - arenito Pirambóia) e Paulínia (LE - argilitos e folhelhos). Em um dos locais onde o ensaio com micronutrientes demonstrou ocorrer deficiência única e acentuada de boro, instalou-se um experimento fatorial (N x P x K x B), a fim de estudar o efeito que esta deficiência poderia ter na expressão dos efeitos dos demais elementos controla-

dos. Posteriormente, novo ensaio fatorial ($N \times P \times K \times B$) foi instalado nas proximidades do anterior, com o intuito de ver comprovados os resultados até então verificados, mas agora com um melhor acompanhamento das plantas através de análise foliar sistemática.

Os ensaios fatoriais foram instalados em uma região geoeconômica distando entre si cerca de 30 km. Estes apresentam solos provenientes do mesmo material geológico e se encontram submetidos ao mesmo ambiente climático. Ambos os locais estão situados na região centro-leste do Estado de São Paulo, sub-região Médio Tietê, na província geomorfológica da Depressão Periférica, conforme divisão de ALMEIDA (1964). São locais bastante próximos da "cuesta" de Botucatu (5 a 10 km em linha reta), o que muito provavelmente determinará condições climáticas intermediárias entre a região do alto da "cuesta" (Botucatu) e a da Depressão.

4.1.1.1. Local 1 (Pirambóia)

Um dos ensaios (Experimento 1) foi instalado dentro de uma vasta área de reflorestamento da firma Técnica Boituvense Florestal do Brasil S/C Ltda.. Este local, de acordo com a folha topográfica de Anhembi (FUNDAÇÃO IBGE, 1970a), situa-se a cerca de 4 km, em linha reta, do Distrito de Pirambóia, município de Anhembi - SP. Apresenta as coordenadas geográficas de $22^{\circ}58'$ de Latitude Sul e $48^{\circ}09'$ de Longitude Oeste de Greenwich, e altitude na área do ensaio de aproximadamente 530 m.

4.1.1.2. Local 2 (Vitoriana)

O Experimento 2 localiza-se em uma área de reflorestamento da Eucatex S/A Indústria e Comércio. Este local, de conformidade com a folha topográfica de Botucatu (FUNDAÇÃO IBGE, 1970b), situa-se a cerca de 5 km, em linha reta, do Distrito de Vitoriana, Município de Botucatu - SP. Apresenta as coordenadas geográficas de $22^{\circ}45'$ de Latitude Sul e $48^{\circ}18'$ de Longitude Oeste de Greenwich, e altitude aproximada na área do ensaio de 560 m.

4.1.2. DESCRIÇÃO DO MEIO FÍSICO

4.1.2.1. Clima

As condições climáticas da região onde se localizam os experimentos, segundo CAMARGO et alii (1971) e SECRETARIA DA AGRICULTURA (1974 e 1975), caracterizam-se por uma precipitação pluviométrica média anual variando dentro dos limites de 1.200 e 1.300 mm, uma evapotranspiração potencial para 125 mm de retenção de água do solo de 1.000 a 1.100 mm, uma deficiência hídrica de 20 a 50 mm e um excedente hídrico anual de 200 a 300 mm.

Tendo em vista a localização de uma das áreas experimentais no município de Anhembi e a outra no município de Botucatu, e ainda a inexistência de postos meteorológicos nos locais dos ensaios, são apresentados o balanço hídrico médio do município de Botucatu, as precipitações pluviométricas mensais dos anos de 72, 73, 74, 75 e 76 e os balanços hí

dricos dos anos 72 e 75 do posto pluviométrico mais próximo daqueles locais (Posto Meteorológico da Fazenda Experimental "Presidente Médici" - UNESP) (TABELA 1 e FIGURAS 1, 2 e 3).

De acordo com SETZER (1966), o tipo climático é o Cwa, definido como clima mesotérmico de inverno seco, em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C , e a do mês mais quente ultrapassa 22°C . A temperatura média anual está entre 20 e 21°C (SECRETARIA DA AGRICULTURA, 1974), as precipitações médias anuais de Anhembi e Botucatu são, respectivamente, 1.250 e 1.328 mm (SECRETARIA DOS SERVIÇOS E OBRAS PÚBLICAS, 1972).

4.1.2.2. Geologia

Ambos os locais, de conformidade com as descrições e mapas apresentados por SOARES (1975), apresentam o mesmo material geológico original. Este autor, define e separa claramente as Formações Botucatu e Pirambóia, e ainda, distingue dentro desta última um Membro Inferior e um Membro Superior. Os dois locais de ensaio situam-se no Membro Superior da Formação Pirambóia, com uma fisiografia que o autor descreve como constituída de encostas escalonadas e extensos areais sobre as colinas tabuliformes. O Local 1 encontra-se relativamente distante das encostas escalonadas e exatamente sobre um daqueles extensos areais de configuração dunar. O Local 2 localiza-se mais próximo de uma encosta escalonada em um areal que não apresenta bem nitidamente o caráter dunar.

TABELA 1. Distribuição mensal da precipitação pluviométrica dos anos 1972, 1973, 1974, 1975 e 1976. Posto meteorológico da Fazenda Experimental "Presidente Médici", UNESP - Botucatu - SP. (Valores em mm)

M E S E S	A N O S				
	1972	1973	1974	1975	1976
Janeiro	379,2	125,8	114,9	173,1	221,1
Fevereiro	345,5	144,6	66,8	215,8	228,1
Março	97,0	157,4	468,4	41,6	153,4
Abril	61,0	85,4	26,6	67,6	101,0
Maio	68,0	53,5	18,8	15,7	199,2
Junho	6,2	53,3	116,0	5,2	108,5
Julho	135,0	40,9	0,0	43,6	104,7
Agosto	69,9	28,7	7,9	0,8	106,9
Setembro	128,6	56,5	32,8	57,4	204,3
Outubro	229,4	124,8	162,9	102,6	172,0
Novembro	227,8	37,3	55,6	400,0	144,0
Dezembro	168,5	211,8	352,3	191,2	219,2
T O T A L	1.916,1	1.120,0	1.423,0	1.314,6	1.962,4

Fonte: Departamento de Ciências Ambientais.

FIGURA 1. Balanço hídrico médio do Município de Botucatu - SP.

FIGURA 2. Balanço hídrico do ano de 1.972.

FIGURA 3. Balanço hídrico do ano de 1.975.

4.1. 2.3. Solos

4.1.2.3.1. *Morfologia e classificação*

Segundo os critérios da COMISSÃO DE SOLOS (1960), ambos os locais apresentam solos que no Estado de São Paulo foram designados como Regossolo "intergrade" para Latossolo Vermelho Amarelo, designação esta substituída posteriormente por Areias Quartzosas Vermelho Amarelas. De acordo com o SOIL SURVEY STAFF (1967), os solos seriam classificados como Entissolos, e mais propriamente Quartzopsamment. São solos extremamente arenosos, profundos, excessivamente drenados, ácidos e de baixa fertilidade.

Seguem abaixo as descrições morfológicas dos perfis, de acordo com RANZANI (1969), observados através da abertura de trincheiras em cada uma das áreas experimentais.

a - Local 1

A₁ 0-27 cm; pardo avermelhado escuro (5 YR 3/4 úmido),
pardo avermelhado (5 YR 5/3 seco); areia
barrenta; maciço que se rompe em granular,
pequena, muito fraco e grãos simples; macio,
muito friável, não plástico, não pegajoso;
raízes finas, abundantes; limite suave gradual.

A₃/B₁ 27-55 cm; vermelho (2,5 YR 4/6 úmido), alaranjado
(5 YR 4/6 seco); areia barrenta; maciço;
macio, muito friável, não plástico, não
pegajoso; raízes finas, abundantes; limite suave, gradual.

B₂₁ 55-110 cm; vermelho (2,5 YR 4/6 úmido), alaranjado (5 YR 4/6 seco); areia barrenta; maciço; muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, comuns, limite suave, difuso.

B₂₂ 110-180 cm; pardo avermelhado (2,5 YR 4/4 úmido), alaranjado (5 YR 5/6 seco); barro arenoso; maciço; muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, poucas.

Observação: Pontuações de areia lavada ocorreram ao longo do perfil.

• - Local 2

Ap 0-15 cm; pardo avermelhado (5 YR 4/3 úmido, 5/3 seco); areia, composta granular, pequena, fraco e grãos simples; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, abundantes; limite suave, claro.

A₃ 14-45 cm; pardo avermelhado (5 YR 5/3 úmido), cinza rosado (5 YR 6/2 seco); areia barrenta; maciço que se rompe em grãos simples, macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, comuns; limite suave, gradual.

B₁ 45-95 cm; pardo avermelhado (5 YR 4/3 úmido), pardo avermelhado claro (5 YR 6/4 seco); barro arenoso; maciço que se rompe em composta

granular, pequena, fraco e grãos simples; macio muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, comuns; limite suave, difuso.

B₂ 95-200 cm; alaranjado (5 YR 4/6 úmido), amarelo avermelhado (5 YR 6/6 seco); barro arenoso; maciço que se rompe em granular, pequena, fraco e grãos simples; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso, raízes finas, poucas.

Observação: Presença de pontuações de areia lavada ao longo do perfil, em grande quantidade, especialmente até a profundidade de 150 cm.

4.1.2.3.2. *Relevo e drenagem*

O relevo de ambas as áreas experimentais é suavemente ondulado, apresentando declives uniformes e em um único sentido. A declividade do Local 1 é ao redor de 3%, enquanto que no Local 2 atinge 5%. Apesar de serem solos com drenagem interna excessiva, revelam problemas severos de erosão, que tendem à formação de grandes vossorocas, quando mal manejados, principalmente na região de Pirambóia, onde o caráter arenoso e mal estruturado dos solos é acentuado.

4.1.2.3.3. *Granulometria e fertilidade*

Os solos são de textura muito leve, bastante

arenosos, de consistência muito friável, baixa fertilidade e muito suscetíveis à erosão. Os resultados analíticos dos perfis são apresentados nas TABELAS 2 e 3, respectivamente relativos à análise granulométrica e análise química de fertilidade. Cabe ressaltar, através do exame da TABELA 2, que o solo do Local 2 (TABELA 2) possui um teor de areia grossa bem superior ao do Local 1. Enquanto este apresenta um total de areia grossa inferior a 33% em praticamente todos os horizontes, o solo do Local 2 apresenta valores superiores a este limite. Segundo a COMISSÃO DE SOLOS (1960) este fato caracterizaria uma situação de transição para o Latossolo Vermelho Amarelo - fase arenosa.

4.1.2.4. Vegetação primitiva

Nos locais dos ensaios a vegetação primitiva foi constituída pelo que se denomina de vegetação de cerrado. Mesmo sem a eliminação desta vegetação, essas terras vinham sendo utilizadas pelos pecuaristas, ao longo de muitos anos, como invernada, visto desenvolverem sob a vegetação arbórea, gramíneas utilizadas pelo gado.

No Local 1 ocorre uma infestação grande de leiteiro (*Peschiera fuchsiaeifolia* (DC.) Miers) e em alguns locais aparece mandacaru (*Cereus* sp.). É característico desta mesma região, no Local 1, o cambarã-do-campo (*Moquinia Gardnerii* BK.) como vegetação arbórea de cerrado e, em alguns locais, aparece também o amendoim do campo (*Platypodium elegans* Vog.) e o jacarandã-do-campo (*Machaerium acutifolium* Vog.).

No local 2 predomina o angico cascudo (*Anade -*

nanthera falcata (Benth.) Speg.), o óleo capaúva (*Copaifera langsdorffii* Desf.), o barbatimão (*Stryphnodendron bartiman* (Vellozo) Forero), o barbatimão de folha miúda (*Dimorphandra mollis* Benth.), e o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).

Em ambos os locais aparecem o capim barba-de-bode (*Aristida pallens* Cav.), o indaiã (*Attalea exigua* DR.) e o capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.).

4.1.3. SEMENTES

As sementes utilizadas na produção das mudas para a instalação dos experimentos foram da espécie *Eucalyptus saligna* Smith, obtidas junto ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais de Piracicaba (IPEF) e colhidas na área de produção de sementes do Horto de Mairinque - SP (FEPASA).

4.1.4. FERTILIZANTES E CORRETIVOS

Os fertilizantes utilizados nos experimentos foram: sulfato de amônio (20% de N), superfosfato simples (20% de P_2O_5), cloreto de potássio (60% de K_2O) e o tetraborato de sódio (10,6% de B).

Ambos os experimentos receberam calcário dolomítico, proveniente de Laranjal Paulista - SP, o qual foi distribuído uniformemente em toda a área de ensaio. A sua composição química aproximada foi de 25,66% de CaO e 22,56% de MgO, conforme análise da Secretaria da Agricultura, e granu-

lometria atendendo à legislação em vigor.

4.2. MÉTODOS

4.2.1. EXPERIMENTO 1 (Pirambóia)

4.2.1.1. Produção das mudas

As mudas utilizadas no Experimento 1 foram produzidas através de semeadura direta nas embalagens de saco plásticos, tendo sido consideradas aptas ao plantio quando apresentavam de 20 a 25 cm de altura.

4.2.1.2. Amostragens, análises químicas e granulométricas do solo

Logo após a escolha da área para a instalação do ensaio, foi feita uma amostragem do solo com o fim de avaliar a sua fertilidade e obter informações que pudessem orientar a aplicação de calcário. Assim, uma amostra composta, obtida dentro de um critério puramente agrícola e de acordo com as orientações contidas em CATANI et alii (1955), foi colhida e encaminhada ao laboratório para análise. Posteriormente, por ocasião da abertura da trincheira para estudo da morfologia, procedeu-se a uma nova amostragem do solo, agora retirando amostras dos horizontes ao longo de todo o perfil.

As análises químicas do solo foram feitas como segue: a) o valor pH foi determinado em um potenciômetro ME

TROHN, modelo E 350 B, com eletrodo de vidro, empregando-se a relação 1:2,5; b) a matéria orgânica foi calculada segundo o método de Walkley e Black, descrito em MALAVOLTA e COURY (1954); c) hidrogênio, alumínio, potássio, cálcio e magnésio trocáveis e o fósforo solúvel em H_2SO_4 0,05N, conforme os métodos descritos em CATANI e JACINTHO (1974); e d) capacidade de troca catiônica, calculada pela soma de bases trocáveis mais o teor de hidrogênio e alumínio trocáveis.

As análises granulométricas do solo em estudo foram feitas em amostras de 10 g de terra fina seca ao ar, seguindo método da pipeta (KILMER e ALEXANDER, 1949), e empregando-se solução de NaOH 0,1 N como dispersante.

4.2.1.3. Preparo do solo

Após a vegetação primitiva ter sido derrubada por tratores com lâminas frontais, todo o resíduo vegetal da derrubada foi arrastado para fora da área experimental e queimado. A seguir foram feitas duas gradagens, sendo uma pesada (250 kg/disco) e outra leve (80 kg/disco). Antes da primeira gradeação procedeu-se à distribuição do calcário de modo a aproveitar a operação de preparo do solo para a incorporação do corretivo. Posteriormente o solo foi sulcado a intervalos de 3 m entre um sulco e outro, utilizando-se um sulcador comum. Este equipamento permitiu a abertura de sulcos de até 30 cm de profundidade, dispostos no sentido de "cortar as águas".

TABELA 2. Resultados das análises granulométricas dos solos ao longo dos perfis.
(Valores em percentagens)

Perfil	Horizontes	Profundidade	A R E I A			Limo	Argila	Classe
			grossa	fina	Total			
			2-0,25	0,25-0,05	2-0,005			
					0,05-0,002	0,002	Textural	
R L V (Local 1)	A ₁	0- 27	33,8	52,4	86,2	3,5	10,3	areia barrenta
	A ₃ /B ₁	27- 55	30,9	53,8	84,7	3,3	12,0	areia barrenta
	B ₂₁	55-110	20,5	54,9	84,4	1,5	14,1	areia barrenta
	B ₂₂	110-180	29,6	52,1	81,7	4,7	13,6	barro arenoso
R L V (Local 2)	A ₁	0- 15	48,8	40,2	89,0	2,0	9,0	areia
	A ₃	15- 45	63,4	20,6	84,0	3,0	13,0	areia barrenta
	B ₁	45- 95	57,3	23,7	81,0	5,0	14,0	barro arenoso
	B ₂	95-200	52,2	28,8	81,0	5,0	14,0	barro arenoso

TABELA 3. Resultados das análises químicas dos solos ao longo dos perfis.

Perfil	Horizontes	Profundidade	pH	Matéria Org. (%)	Complexo Trocável (e.mg/100g solo)					
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	H ⁺	Al ³⁺	PO ₄ ³⁻ CTC
R L V (Local 1)	A ₁	0- 27	4,5	0,26	0,16	0,40	0,02	1,36	0,48	0,01 2,42
	A ₃ /B ₁	27- 55	4,0	0,05	0,32	0,56	0,01	1,60	0,56	0,02 3,05
	B ₂₁	55-110	4,1	0,10	0,16	0,24	0,02	1,20	0,48	0,01 2,10
	B ₂₂	110-180	4,0	0,16	0,32	0,24	0,01	1,04	0,48	0,01 2,09
R L V (Local 2)	A ₁	0- 15	5,5	0,24	0,32	0,11	0,16	2,08	0,43	0,05 3,10
	A ₃	15- 45	4,8	0,24	0,17	0,05	0,05	2,72	0,94	0,02 3,93
	B ₁	45- 95	4,7	0,21	0,13	0,05	0,04	2,34	1,04	0,02 3,60
	B ₂	95-200	4,6	0,03	0,19	0,06	0,04	1,97	1,00	0,02 3,26

4.2.1.4. Espaçamento, calagem, adubação e plantio

O espaçamento adotado para plantio das mudas no Experimento 1 foi o de 3,0 x 1,5 m, considerando os resultados obtidos por GUIMARÃES (1956), e de modo a facilitar comparações com experimento conduzido com a mesma espécie por MELLO (1968) em um LVA na região de Mogi Guaçu - SP. O espaçamento foi demarcado no terreno através dos sulcos abertos anteriormente no sentido perpendicular ao do declive e, dentro da linha, por covas em alinhamento perpendicular aos sulcos. Os adubos foram distribuídos ao longo dos sulcos mas de forma a ficarem mais concentrados junto às covas abertas. O plantio foi feito manualmente no dia 11/02/72, ou seja, no dia seguinte à aplicação dos fertilizantes. Tomou-se o cuidado de, no plantio, misturar muito bem o adubo como o solo antes de colocar a muda na cova. A aplicação de calcário foi feita em toda a área, manualmente à lanço, com uma antecedência ao plantio de pouco mais de dois meses. A quantidade de calcário aplicada na área experimental foi o correspondente a 1,5 ton/ha. O boro foi aplicado em cobertura, quando as plantas apresentavam seis meses de idade, ocasião em que se evidenciavam os primeiros sintomas de deficiência.

4.2.1.5. Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado tanto para o Experimento 1 como para o Experimento 2 foi o de fatorial 3^3 (N x P x K), com parcela sub-dividida (com e sem boro), com duas repetições e com confundimento de dois graus de liberdade da interação tripla, através do grupo W de Yates, segundo

GOMES (1966). Cada sub-parcela foi constituída por 50 plantas (5 linhas de 10 plantas), que no espaçamento 3,0 x 1,5 m define uma área de 225 m². Destas, apenas as 24 plantas centrais foram consideradas nas avaliações, o que estabelece uma área útil de apenas 108 m² e define a existência de uma bordadura simples. Cada bloco apresentou 18 sub-parcelas, o que correspondeu a uma área total de 4.050 m². Os três blocos com duas repetições exigiram, assim, o preparo de uma área total de 24.300 m² para todo o experimento.

4.2.1.6. Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos pela combinação de 3 elementos (N, P e K) em 3 níveis (0, 1 e 2), em sub-parcelas com o elemento boro em 2 níveis (0 e 1). Deste modo foi possível perfazer um total de 54 tratamentos (3 x 3 x 3 x 2) distribuídos em 3 blocos repetidos duas vezes. Os níveis utilizados para nitrogênio (N) foram 0, 36 e 72 kg de N/ha, na forma de sulfato de amônio (20%). Os níveis adotados para o fósforo (P) foram 0, 60 e 120 kg de P₂O₅/ha, na forma de superfosfato simples (20%). Os níveis adotados para potássio (K) foram 0, 24 e 48 kg de K₂O/ha, na forma de cloreto de potássio (60%). Os níveis aplicados de boro (B) foram 0 e 1,18 kg de B/ha, na forma de bórax (10,6%), ou seja, 5 g do produto comercial bórax por planta.

4.2.1.7. Avaliações dos efeitos dos tratamentos

Os efeitos dos tratamentos sobre as plantas de

Eucalyptus saligna Sm., consideradas tanto isoladamente como em conjunto nas parcelas, foram avaliados por meio de mensurações sistemáticas das alturas e diâmetros das plantas; cálculos das áreas basais e volumes cilíndricos das parcelas; avaliações dos padrões ("stand") de cada parcela através dos cálculos das porcentagens de falhas e coeficientes de variação das alturas e diâmetros. As medições das alturas das plantas foram feitas de 3 em 3 meses no primeiro ano, a partir do terceiro mês de plantio; semestralmente no segundo ano e, a partir deste, anualmente. As avaliações dos diâmetros das plantas tiveram início tão somente a partir do décimo-oitavo mês do plantio. De posse dos diâmetros e alturas correspondentes, foram calculados tanto as áreas basais como os volumes cilíndricos das parcelas. Além dessas avaliações foram observados os aparecimentos de toxidez ou deficiências e descritos os sintomas, procurando ao mesmo tempo relacionar possíveis efeitos dos tratamentos com os sintomas. De forma não sistemática em todos os tratamentos, mas com o intuito de tão somente relacionar os sintomas com a severidade das deficiências, foi feita uma amostragem de folhas aos 2,5 anos e analisados de modo especial os teores de boro. As folhas foram colhidas do terço superior da copa das plantas, tomando-se o terceiro e o quarto pares das folhas dos ramos de crescimento determinado, particularmente aqueles situados em lados opostos tanto no sentido do alinhamento de plantio como perpendiculares a este, assim feito de modo a obter 16 folhas por plantas. Estas foram levadas para laboratório, lavadas, secadas, moídas e analisadas de acordo com SARRUGE e HAAG (1974).

4.2.1.8. Análise estatística dos dados

De conformidade com o delineamento experimental adotado para o Experimento 1, e em atendimento ao interesse prévio de avaliar a ação do boro na expressão dos efeitos do nitrogênio, fósforo e potássio, utilizou-se o seguinte esquema de análise de variância para todas as épocas de avaliação e todas as características das plantas e das parcelas consideradas:

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.
N	2
P	2
K	2
N x P	4
N x K	4
P x K	4
Blocos	5
Resíduo (a)	30
Parcelas	53
B	1
N x B	2
P x B	2
K x B	2
Resíduo (b)	47
Sub-parcelas	107
N dentro B ₀	2
N dentro B ₁	2
P dentro B ₀	2
P dentro B ₁	2
K dentro B ₀	2
K dentro B ₁	2
Resíduo (c)	variável

Quando necessário, os dados sofreram previamente transforma-

ções antes de serem submetidos à análise de variância. Os resultados de percentagem de falhas foram transformados em $\sqrt{\%}$ ou em $\sqrt{\% + 0,5}$ tendo em vista as características dos dados e de acordo com o que determina SNEDECOR (1962). Os resultados de coeficiente de variação sofreram previamente a transformação $\arcsin \sqrt{\%}$ (SNEDECOR, op. cit.). As comparações das médias dos tratamentos foram feitas através da aplicação do Teste de Tukey. Tanto a análise de variância como o teste de Tukey foram executados segundo as recomendações de GOMES (1966).

4.2.2. EXPERIMENTO 2 (Vitoriana)

O Experimento 2 foi instalado em sua totalidade à semelhança do Experimento 1, entretanto, algumas modificações foram introduzidas na adubação e calagem, nas épocas de avaliação e na análise foliar, que passou a ser sistemática, tomando-se amostras de todos os tratamentos em ambas as épocas de avaliação.

4.2.2.1. Adubação e calagem

Tão somente quando as mudas replantadas tiveram os seus pegamentos assegurados é que foram aplicados os fertilizantes, agora então em cobertura, no mesmo sulco utilizado para o plantio. Isto ocorreu exatamente dois meses após a operação de plantio, com o intuito de se evitar que os fertilizantes pudessem afetar o pegamento das mudas e as replantas virem prejudicar a uniformidade da parcela. Des

te modo, enquanto o plantio das mudas foi feito no dia 15/01/75, a aplicação dos fertilizantes ocorreu no dia 12/03/75. O calcário foi aplicado como no Experimento 1, em toda a área experimental e com dois meses de antecedência ao plantio, mas numa dosagem de 2,0 ton/ha, considerando-se um teor mais elevado de Al^{3+} no presente solo.

4.2.2.2. Tratamentos

Uma pequena modificação nos tratamentos do Experimento 2 foi feita, aumentando-se o nível de boro de 1,18 kg de B/ha para 2,36 kg de B/ha, ou seja, 10 g em lugar de 5 g do produto comercial bórax por planta. Assim se procedeu em decorrência dos resultados mais recentes conseguidos com o Experimento 1, nesta ocasião já com 3 anos de andamento.

4.2.2.3. Avaliações dos efeitos dos tratamentos

As verificações dos efeitos dos tratamentos no Experimento 2 foram feitas tão somente aos 6 e 18 meses, incluindo-se nessas ocasiões, além das mensurações já referidas anteriormente, uma amostragem sistemática de folhas das plantas de todas as sub-parcelas. Aos 6 meses apenas as sub-parcelas da primeira repetição foram amostradas, enquanto que na avaliação de 18 meses todas as sub-parcelas, num total de 108, foram amostradas. Ambas as amostragens foram feitas no mês de julho, ou seja, início de inverno e na metade da estação seca.

O critério adotado para a colheita de folhas foi o seguinte: de 4 plantas tomadas ao acaso em cada sub-parcela com 24 plantas úteis foram colhidas 32 folhas, sendo, portanto, 8 de cada planta; dentro de cada planta, as folhas foram colhidas dos ramos de crescimento determinado do terço superior da copa, tomando-se em cada ramo o terceiro par de folhas de cada um dos 4 lados opostos, considerando-se como referência o sentido do alinhamento dos blocos e o perpendicular a este. Este critério foi adotado levando-se em consideração os trabalhos de orientação geral para análise foliar em floresta de LAVENDER (1970) e EVERALD (1970), e ainda os critérios adotados e as observações contidas em MELLO (1968), RICHARDS e BEVEGE (1969) e BEVEGE e RICHARDS (1972).

As folhas das quatro plantas de cada sub-parcela formaram uma amostra composta, sendo após colheita colocadas em sacos plásticos etiquetados e encaminhadas ao laboratório, onde foram lavadas, secadas, moídas e analisadas de conformidade com o que recomenda SARRUGE e HAAG (1974).

5. R E S U L T A D O S

A despeito de no Experimento 1 terem sido conduzidas avaliações trimestrais no primeiro ano, semestrais no segundo e anuais a partir dessa época, serão apresentados resultados referentes aos 3; 6; 12 e 48 meses. A escolha dessas épocas na apresentação dos resultados se prende ao fato de que as análises estatísticas revelaram para esses momentos modificações mais acentuadas no comportamento das plantas frente aos tratamentos.

Os resultados referentes a altura e diâmetro das plantas, coeficiente de variação dentro de tratamentos e porcentagens de falhas aos 3; 6; 12 e 48 meses no Experimento 1

estão relacionados nas tabelas 4 a 8.

No Experimento 2, os resultados de altura e diâmetro obtidos nas avaliações de 6 a 18 meses constam na tabela 9, e os teores determinados pelas análises foliares estão reunidos nas tabelas 10 a 13.

Os resultados originais obtidos para ambos os experimentos foram analisados estatisticamente, sendo apresentados e discutidos a seguir os valores correspondentes às médias, à diferença mínima significativa pelo teste de Tukey e ao coeficiente de variação do ensaio.

5.1 - EXPERIMENTO 1

5.1.1 - AVALIAÇÃO AOS 3 MESES

Os resultados correspondentes à avaliação conduzida aos 3 meses de idade estão apresentados nas tabelas 14 e 15.

A análise de variância das médias das alturas revelou que já aos 3 meses após o plantio os efeitos de nitrogênio (N) e fósforo (P) foram altamente significativos, enquanto para potássio (K) e as interações não foram constatadas diferenças significativas.

Os elementos N e P que estimularam um maior crescimento inicial, levaram a maior desuniformidade do "stand", como mostram os valores dos coeficientes de variação médios das alturas, apresentados na Tabela 15. Ressalte-se que nessa ocasião não se evidenciavam quaisquer sintomas de deficiência nutricional.

TABELA 4. Anotações relativas a alturas das plantas, na avaliação de 3 meses após plantio, obtidas através dos diferentes tratamentos do Experimento 1

TRAT.	ALTURAS (cm)		C.V. (%)		FALHAS (%)	
	1. ^a Rep.	2. ^a Rep.	1. ^a Rep.	2. ^a Rep.	1. ^a Rep.	2. ^a Rep.
000	45,30	42,85	15,20	17,81	0	0
010	45,31	38,80	16,22	19,48	2	0
020	46,60	42,00	18,42	22,83	0	0
001	42,10	36,07	15,40	21,92	0	2
011	42,85	40,25	16,93	22,43	0	0
021	46,30	44,35	21,90	22,13	0	0
002	41,80	37,53	17,87	21,06	0	1
012	49,75	49,95	23,14	17,28	0	0
022	43,62	40,81	19,74	19,93	2	1
100	51,41	55,40	18,06	19,61	1	0
110	64,15	55,05	24,62	26,00	0	0
120	60,30	42,73	23,27	20,29	1	1
101	56,10	50,61	20,04	21,23	0	1
111	56,25	51,05	23,58	23,14	0	0
121	58,15	52,30	24,00	18,73	0	2
102	45,90	43,70	19,49	21,73	0	0
112	56,40	48,18	22,15	30,22	0	1
122	59,00	60,15	26,96	21,51	0	0
200	59,24	50,50	17,07	17,72	1	0
210	63,65	60,50	20,64	21,09	0	0
220	68,05	67,75	25,28	16,26	0	0
201	55,95	50,35	20,90	20,22	0	0
211	65,45	58,85	23,79	22,06	0	0
221	55,25	57,60	23,84	21,42	0	0
202	59,95	53,79	20,55	19,02	1	1
212	62,26	58,55	20,97	18,38	0	0
222	60,00	53,40	23,42	20,13	0	0

TABELA 5. Anotações relativas a alturas das plantas, na avaliação de 6 meses após plantio, obtidas através dos diferentes tratamentos do Experimento 1.

TRAT.	ALTURAS (cm)		C.V. (%)		FALHAS (%)	
	1. ^a Rep.	2. ^a Rep.	1. ^a Rep.	2. ^a Rep.	1. ^a Rep.	2. ^a Rep.
000	78,15	72,35	18,07	19,73	0	0
010	80,77	71,00	18,21	23,69	3	0
020	79,80	81,72	20,01	19,99	1	1
001	68,69	66,58	19,80	19,25	1	2
011	78,45	73,43	16,22	20,30	0	1
021	86,75	79,10	23,38	19,67	0	0
002	69,90	68,23	21,35	20,28	0	1
012	88,43	77,93	25,20	17,91	1	1
022	79,08	73,65	23,40	23,44	2	0
100	82,68	86,01	16,67	17,34	1	1
110	94,30	83,03	20,15	22,31	0	1
120	91,31	76,92	18,39	20,92	1	1
101	85,90	79,64	21,86	16,98	0	3
111	82,65	79,15	21,00	17,20	0	0
121	88,03	80,77	22,08	18,72	1	2
102	71,50	71,16	23,26	19,33	0	1
112	83,45	77,83	22,54	27,15	0	1
122	88,43	84,85	21,30	17,92	1	2
200	88,13	78,35	16,24	15,37	1	0
210	94,65	93,59	18,15	16,96	0	1
220	101,36	94,50	21,20	14,24	1	0
201	83,85	80,75	19,96	17,79	0	0
211	92,30	85,10	26,45	18,54	0	0
221	82,85	84,60	20,07	18,93	0	0
202	89,44	81,11	20,62	18,32	1	1
212	83,89	81,95	20,28	18,04	1	0
222	83,57	76,10	22,48	15,56	2	0

TABELA 6. Anotações relativas a alturas das plantas, na avaliação de 12 meses após plantio, obtidas através dos diferentes tratamentos do Experimento 1.

Trat.	Alturas Médias (cm)				Coeficientes de Variação (%)				Percentagens de falhas (%)			
	Com boro		Sem boro		Com boro		Sem boro		Com boro		Sem boro	
	1.ª Rep.	2.ª Rep.	1.ª Rep.	2.ª Rep.	1.ª Rep.	2.ª Rep.	1.ª Rep.	2.ª Rep.	1.ª Rep.	2.ª Rep.	1.ª Rep.	2.ª Rep.
000	328,00	283,47	333,40	272,20	22,97	27,26	22,28	29,37	0	2	0	0
010	338,30	259,80	338,57	219,59	22,55	31,05	25,31	33,75	6	0	2	2
020	310,40	305,83	288,37	245,60	32,41	24,36	31,12	27,12	0	4	2	0
001	307,76	255,63	246,94	266,00	27,04	32,39	29,76	26,31	2	4	2	0
011	347,00	332,24	265,60	265,10	15,46	21,25	28,97	30,21	0	2	0	2
021	371,60	338,80	392,80	262,20	20,33	29,20	27,16	33,16	0	0	0	0
002	253,40	314,60	272,86	256,87	32,02	25,20	33,05	32,26	0	0	2	4
012	405,60	360,20	251,25	295,92	20,25	22,39	35,64	24,65	0	0	4	2
022	402,20	308,40	289,38	216,80	16,20	22,64	29,86	38,63	0	0	4	0
100	303,47	291,60	276,00	307,29	25,96	33,36	27,01	20,68	2	0	0	4
110	367,80	322,08	244,40	271,43	20,95	24,38	26,86	32,18	0	4	0	2
120	363,27	287,55	326,80	288,98	23,21	26,80	26,67	31,95	2	2	0	2
101	367,00	338,20	263,60	281,46	31,94	23,26	30,07	30,92	0	0	0	4
111	357,76	293,80	280,40	249,20	19,18	27,55	32,37	34,06	2	0	0	0
121	340,00	294,00	326,04	256,67	29,15	27,79	29,77	34,76	0	0	4	4
102	264,08	314,29	243,88	220,60	34,14	22,79	26,04	29,11	2	2	2	0
112	314,60	311,22	269,40	216,67	27,44	29,96	37,84	39,44	0	2	0	4
122	369,20	373,40	256,12	227,29	26,33	20,03	31,29	35,42	0	0	2	4
200	348,16	292,24	263,06	277,00	23,73	18,76	35,67	27,68	2	2	2	0
210	362,60	342,24	278,20	228,16	22,15	24,44	29,39	30,61	0	2	0	2
220	403,20	375,92	316,46	256,80	21,78	18,73	35,13	37,92	0	2	4	0
201	345,31	291,40	208,00	247,20	26,45	25,04	32,17	29,52	2	0	0	0
211	405,00	313,60	313,80	239,00	19,75	24,79	29,64	29,66	0	0	0	0
221	324,20	340,43	220,00	262,00	27,65	26,17	32,26	34,56	0	6	0	0
202	397,80	287,75	263,67	249,60	23,55	24,88	32,62	36,61	0	2	2	0
212	379,00	362,80	246,33	235,31	23,07	20,81	29,64	32,77	0	0	2	2
222	336,80	317,80	275,53	230,40	31,21	25,92	30,80	36,64	0	2	6	0

TABELA 7. Anotações relativas a alturas das plantas, na avaliação de 48 meses após plantio, obtidas através dos diferentes tratamentos do Experimento 1.

TRAT.	Alturas Médias (m)				Coeficientes de Variação (%)			
	Com boro		Sem boro		Com boro		Sem boro	
	1. ^a Rep.	2. ^a Rep.	1. ^a Rep.	2. ^a Rep.	1. ^a Rep.	2. ^a Rep.	1. ^a Rep.	2. ^a Rep.
000	15,75	13,30	11,00	9,95	21,02	5,38	19,05	16,32
010	14,75	11,40	10,35	6,65	14,23	12,20	21,00	29,02
020	12,65	13,20	12,30	9,35	8,13	11,74	11,21	16,73
001	17,70	13,75	10,40	8,45	5,36	14,47	23,96	27,96
011	14,75	15,00	9,35	11,05	13,49	9,30	21,69	11,18
021	15,15	13,60	14,95	10,25	22,76	12,95	20,22	13,06
002	15,30	15,10	10,90	11,55	12,05	7,93	19,68	14,35
012	16,50	13,75	9,85	9,90	6,23	8,61	22,20	22,31
022	16,05	12,60	10,30	7,45	7,41	13,85	18,34	30,75
100	12,75	14,00	8,60	11,25	10,00	15,97	21,37	11,33
110	15,60	14,10	10,05	11,00	14,32	8,16	18,08	21,43
120	14,85	11,45	9,85	9,20	9,26	14,18	24,64	21,47
101	14,05	13,95	11,05	11,05	24,74	7,83	21,90	26,51
111	17,05	14,05	8,40	7,80	9,22	11,18	29,80	28,70
121	15,05	12,70	14,35	9,80	19,65	14,64	21,92	21,67
102	14,25	12,05	8,05	8,85	26,22	17,76	29,20	20,81
112	15,30	15,10	11,70	8,15	16,02	9,72	18,15	15,85
122	15,60	14,80	10,75	9,95	13,50	6,60	23,74	28,07
200	15,10	12,35	7,10	8,95	14,46	18,11	31,11	18,14
210	14,45	13,85	10,20	9,55	14,99	10,36	27,17	15,50
220	15,20	12,95	10,90	9,75	17,28	8,03	31,84	22,84
201	14,45	13,25	7,15	11,60	10,63	9,11	29,12	25,77
211	15,45	14,05	11,45	8,60	13,94	9,85	25,00	11,56
221	14,35	14,15	6,65	9,15	22,76	11,90	42,83	20,29
202	15,90	14,05	9,00	11,20	7,23	9,85	22,38	21,28
212	14,50	12,90	8,90	8,60	16,42	12,76	36,10	28,46
222	16,10	15,40	11,70	12,35	15,62	7,77	19,24	14,29

TABELA 8. Anotações relativas a diâmetros das plantas, na avaliação de 48 meses após plantio, obtidas através dos diferentes tratamentos do Experimento 1.

TRAT.	Diâmetros médios (cm)				Coeficientes de Variação (%)				Percentagens de falhas (%)			
	Com boro		Sem boro		Com boro		Sem boro		Com boro		Sem boro	
	1ªRep.	2ªRep.	1ªRep.	2ªRep.	1ªRep.	2ªRep.	1ªRep.	2ªRep.	1ªRep.	2ªRep.	1ªRep.	2ªRep.
000	11,64	10,27	9,43	9,61	40,99	32,88	36,26	36,59	2	10	2	12
010	11,39	8,78	9,84	7,99	29,63	40,16	43,66	36,25	10	10	8	26
020	9,67	9,34	10,09	7,05	35,22	39,92	36,16	40,17	10	4	10	12
001	11,06	9,86	8,76	9,04	42,41	37,46	42,29	35,44	10	10	12	6
011	10,78	9,91	9,55	8,99	34,66	36,76	44,48	46,50	2	6	8	16
021	12,34	9,47	11,22	8,93	26,78	34,36	37,09	38,55	8	8	8	18
002	10,18	10,04	8,90	9,79	41,79	36,27	48,22	41,61	4	6	8	18
012	11,62	10,09	8,72	8,76	35,22	33,51	44,38	38,80	2	4	22	4
022	11,59	11,31	8,88	8,37	25,82	36,82	40,08	47,94	2	4	10	16
100	9,86	8,91	8,57	8,52	23,56	43,26	37,28	32,45	12	18	10	10
110	13,80	11,09	9,85	8,49	32,17	39,41	49,56	47,87	2	8	16	6
120	10,89	8,00	8,65	8,10	25,04	47,53	39,24	36,16	12	6	6	20
101	11,34	9,54	9,07	8,60	44,35	29,20	42,71	45,99	2	4	10	16
111	11,22	9,56	8,25	8,43	29,77	44,50	48,26	36,23	2	6	12	14
121	10,86	9,51	10,74	8,49	36,23	47,76	45,63	43,60	8	14	10	22
102	11,23	10,31	8,15	7,77	42,81	34,57	49,48	43,17	8	6	6	14
112	12,64	11,02	10,11	8,62	31,62	40,88	55,31	55,97	8	10	10	20
122	13,17	10,60	9,92	7,87	31,65	25,40	54,01	46,10	12	4	8	22
200	11,28	9,73	8,19	7,64	33,39	28,52	54,94	50,23	8	6	22	10
210	10,20	9,70	8,77	7,88	31,26	36,46	40,27	49,52	2	10	12	22
220	12,17	9,26	9,91	8,57	31,51	36,09	33,47	44,87	6	4	18	18
201	10,17	9,02	7,63	8,60	35,82	40,96	44,51	42,65	8	10	16	14
211	11,47	9,34	9,09	7,25	33,95	39,03	49,51	44,47	2	8	8	4
221	12,72	9,92	7,53	9,12	40,86	38,02	57,50	41,02	4	8	10	20
202	12,30	10,23	8,31	8,64	39,28	32,20	46,29	42,96	2	6	14	14
212	11,05	10,23	8,31	7,92	39,05	37,73	47,74	45,39	4	4	10	14
222	11,86	10,09	9,46	8,29	41,54	37,71	44,02	46,55	12	6	12	14

TABELA 9. Resultados de alturas e diâmetros médios nas primeira e segunda avaliações do Experimento 2.

TRAT.	Primeira Avaliação				Segunda Avaliação							
	Alturas Médias (cm)				Alturas Médias (cm)				Diâmetros Médios (cm)			
	Com boro		Sem boro		Com boro		Sem boro		Com boro		Sem boro	
	1ªRep.	2ªRep.	1ªRep.	2ªRep.	1ªRep.	2ªRep.	1ªRep.	2ªRep.	1ªRep.	2ªRep.	1ªRep.	2ªRep.
000	71,35	64,18	70,60	47,76	215,53	244,68	378,80	209,00	1,14	1,70	3,02	1,50
010	72,92	65,82	74,69	88,00	285,51	356,53	357,50	502,80	2,35	3,23	3,30	4,61
020	72,50	51,70	70,82	65,20	353,88	262,40	223,47	411,02	3,40	2,11	1,72	3,76
001	73,27	76,17	74,90	70,50	374,80	351,43	341,40	383,00	2,85	3,37	2,95	3,42
011	49,51	52,50	69,90	56,52	252,83	410,21	333,54	342,04	2,13	3,64	3,49	3,00
021	81,60	70,20	78,37	95,00	571,84	416,60	506,20	280,61	5,19	3,75	4,66	5,42
002	72,10	44,47	78,70	48,95	265,20	251,28	311,80	252,04	2,22	2,34	3,02	2,17
012	64,69	58,37	70,92	81,60	435,53	326,13	502,04	461,43	3,80	3,10	4,18	4,53
022	83,50	93,00	90,41	78,90	527,00	652,80	567,60	638,98	4,90	6,12	5,33	5,89
100	74,50	46,14	74,66	39,89	317,35	267,80	263,20	229,80	3,05	2,31	2,48	1,90
110	52,27	89,56	72,20	100,50	329,79	624,29	366,80	660,22	2,95	5,52	3,30	6,02
120	62,50	75,32	82,60	65,92	442,61	353,40	421,84	333,67	4,23	3,28	3,77	2,93
101	66,94	47,50	74,80	75,10	371,60	215,42	468,20	377,40	3,35	1,50	4,27	3,23
111	88,47	92,35	84,65	100,40	533,80	549,39	526,60	596,60	4,96	5,09	4,78	5,37
121	95,20	63,22	73,83	61,63	559,20	412,04	377,92	340,80	5,47	3,52	3,59	2,94
102	71,67	64,36	78,90	76,60	392,86	443,27	436,53	531,60	3,16	3,76	3,83	4,65
112	85,71	91,70	91,28	87,35	559,80	666,46	543,00	546,40	5,34	6,06	5,36	4,82
122	100,53	91,74	92,39	89,27	620,60	490,61	482,34	541,40	5,84	4,44	5,26	4,89
200	63,02	79,36	74,49	72,92	389,60	464,58	359,80	434,49	3,49	4,21	2,92	3,82
210	67,98	79,47	86,20	79,49	301,43	503,60	378,13	442,24	2,79	4,31	3,88	3,81
220	78,05	71,20	96,53	100,92	503,13	385,71	551,02	529,20	4,41	3,44	4,83	5,04
201	85,10	60,76	77,35	68,00	459,40	405,80	340,21	417,76	4,54	3,30	3,33	3,54
211	88,91	77,40	88,62	91,43	539,59	570,43	330,65	546,73	4,78	5,11	2,70	4,71
221	96,22	84,17	76,53	93,13	676,53	532,92	584,20	535,60	6,15	4,83	5,17	4,84
202	61,41	79,67	76,73	73,33	201,11	514,00	480,42	410,20	1,04	4,62	4,33	3,50
212	95,63	65,24	103,88	76,33	613,40	409,57	564,90	377,35	5,45	3,94	5,21	3,42
222	75,35	58,27	88,78	55,63	543,33	617,29	546,40	449,00	5,19	5,47	5,12	4,07

TABELA 10. Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio foliares, na primeira avaliação dos diferentes tratamentos do Experimento 2. (Valores em percentagem)

TRAT.	Nitrogênio		Fósforo		Potássio		Cálcio		Magnésio	
	Com boro	Sem boro	Com boro	Sem boro	Com boro	Sem boro	Com boro	Sem boro	Com boro	Sem boro
000	1,40	1,61	0,064	0,054	1,29	1,02	0,96	1,11	0,41	0,37
010	1,96	1,68	0,102	0,095	1,08	1,32	1,20	1,41	0,37	0,50
020	2,10	1,68	0,118	0,108	1,32	0,99	1,35	1,50	0,32	0,42
001	1,61	1,82	0,068	0,052	1,74	1,74	1,08	1,02	0,44	0,35
011	2,31	1,82	0,146	0,096	2,28	1,71	1,26	1,35	0,28	0,32
021	1,75	1,61	0,107	0,147	1,62	1,80	1,50	1,36	0,35	0,37
002	1,85	1,61	0,071	0,054	2,13	1,60	0,90	0,93	0,38	0,31
012	2,03	2,24	0,086	0,121	1,83	1,95	1,06	1,41	0,27	0,42
022	2,10	1,82	0,136	0,089	1,80	1,47	1,32	1,36	0,31	0,37
100	2,03	1,82	0,056	0,054	1,05	1,08	1,02	1,08	0,33	0,36
110	2,17	2,45	0,109	0,094	1,02	1,02	1,08	1,14	0,31	0,34
120	2,24	3,15	0,140	0,118	1,17	1,11	1,02	1,44	0,30	0,34
101	1,96	1,75	0,069	0,052	1,62	1,65	1,05	1,02	0,37	0,32
111	2,66	2,38	0,139	0,109	1,65	1,44	1,14	1,44	0,26	0,26
121	2,38	2,31	0,133	0,141	1,26	1,66	1,29	1,50	0,29	0,24
102	1,89	1,89	0,062	0,062	2,25	2,04	0,78	0,78	0,33	0,27
112	2,24	2,24	0,111	0,107	1,74	1,92	0,84	1,14	0,22	0,26
122	2,31	2,66	0,126	0,127	2,04	1,66	1,38	1,53	0,28	0,30
200	1,96	2,24	0,056	0,046	1,11	1,38	1,08	1,11	0,37	0,36
210	2,38	2,45	0,119	0,115	1,02	1,14	1,17	1,20	0,26	0,32
220	2,31	2,52	0,109	0,108	1,11	1,20	0,90	1,32	0,23	0,36
201	2,38	2,10	0,066	0,066	1,80	1,41	1,29	0,84	0,43	0,29
211	2,03	2,80	0,112	0,122	1,56	1,65	1,23	1,44	0,30	0,30
221	2,52	2,73	0,136	0,129	1,44	1,26	1,11	1,26	0,32	0,33
202	2,17	2,36	0,068	0,064	1,66	2,22	0,87	0,90	0,28	0,23
212	2,80	2,73	0,131	0,115	1,80	1,65	1,23	1,14	0,26	0,24
222	2,67	2,87	0,152	0,135	1,56	1,68	1,02	1,11	0,22	0,25

TABELA 11. Teores de boro, manganês, ferro, zinco e cobre foliares, na primeira avaliação dos diferentes tratamentos do Experimento 2. (valores em ppm)

TRAT.	Boro		Manganês		Ferro		Zinco		Cobre	
	Com boro	Sem boro	Com boro	Sem boro	Com boro	Sem boro	Com boro	Sem boro	Com boro	Sem boro
000	317	67	420	590	120	150	13	9	7	6
010	164	63	535	510	90	120	11	14	5	7
020	203	46	620	700	115	140	11	13	4	6
001	205	52	570	660	130	115	11	11	8	8
011	245	68	615	540	80	120	17	13	9	7
021	113	80	610	690	130	120	11	18	6	8
002	314	95	545	675	115	190	15	9	8	6
012	174	92	660	620	110	125	11	17	5	10
022	170	78	660	635	130	130	12	9	6	6
100	173	61	570	710	125	115	12	13	8	8
110	242	73	540	460	115	110	11	7	6	4
120	199	75	580	635	130	130	15	10	4	5
101	286	38	595	540	120	140	14	11	9	8
111	149	69	630	700	120	140	10	15	4	7
121	130	36	555	720	110	120	10	10	4	4
102	225	59	430	610	130	130	14	13	8	7
112	81	47	475	600	160	95	13	11	6	5
122	153	63	525	700	150	170	12	11	6	7
200	170	58	660	660	110	115	14	13	9	9
210	177	68	520	540	100	110	9	10	5	6
220	290	76	520	510	130	140	11	11	4	3
201	154	69	565	665	120	140	18	14	11	8
211	157	69	525	560	145	125	10	12	4	8
221	77	96	530	690	115	145	12	12	4	5
202	166	43	540	650	135	135	13	17	9	13
212	116	69	590	625	120	115	15	11	6	5
222	221	77	585	700	155	115	12	15	3	7

TABELA 12. Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio foliares, na segunda avaliação dos diferentes tratamentos do Experimento 2. (Valores em porcentagem)

Trat.	Nitrogênio		Fósforo		Potássio		Cálcio		Magnésio											
	Com boro 1.ª rep. 2.ª rep.	Sem boro 1.ª rep. 2.ª rep.	Com boro 1.ª rep. 2.ª rep.	Sem boro 1.ª rep. 2.ª rep.	Com boro 1.ª rep. 2.ª rep.	Sem boro 1.ª rep. 2.ª rep.	Com boro 1.ª rep. 2.ª rep.	Sem boro 1.ª rep. 2.ª rep.	Com boro 1.ª rep. 2.ª rep.	Sem boro 1.ª rep. 2.ª rep.										
000	1,90	2,06	2,35	1,61	0,076	0,129	0,124	0,088	0,83	0,43	0,60	0,58	0,61	0,81	0,73	0,63	0,15	0,26	0,20	0,19
010	1,91	2,03	2,21	2,38	0,076	0,099	0,124	0,120	0,55	0,48	0,63	0,58	0,66	0,50	0,53	0,54	0,14	0,17	0,18	0,20
020	2,44	1,99	2,00	2,09	0,107	0,103	0,133	0,116	0,63	0,43	0,83	0,48	0,83	0,72	0,64	0,86	0,20	0,11	0,16	0,23
001	2,11	2,11	2,06	2,02	0,120	0,120	0,076	0,069	0,73	0,45	0,53	0,43	0,57	0,57	0,50	0,32	0,17	0,22	0,15	0,12
011	2,03	1,99	2,11	2,05	0,112	0,084	0,092	0,095	0,73	0,60	0,53	0,50	0,55	0,76	0,79	0,88	0,16	0,16	0,18	0,21
021	2,78	2,27	2,23	2,42	0,129	0,120	0,120	0,157	0,65	0,70	0,90	0,50	0,56	0,63	0,76	0,63	0,15	0,17	0,19	0,19
002	2,14	1,74	2,03	1,99	0,112	0,080	0,116	0,095	0,80	0,43	0,65	0,45	0,63	0,77	0,72	0,77	0,19	0,15	0,19	0,22
012	2,17	1,94	2,62	1,85	0,112	0,116	0,124	0,116	0,80	0,75	0,78	0,58	0,65	0,61	0,54	0,77	0,18	0,16	0,17	0,18
022	2,21	2,17	2,31	1,93	0,116	0,116	0,142	0,112	0,63	0,43	0,50	0,58	0,71	0,67	0,62	0,73	0,19	0,21	0,19	0,24
100	1,96	1,83	2,05	2,05	0,107	0,080	0,120	0,080	0,63	0,55	0,75	0,58	0,66	0,59	0,59	0,82	0,21	0,11	0,20	0,18
110	1,78	2,52	2,08	2,29	0,088	0,167	0,092	0,116	0,63	0,70	0,55	0,63	0,57	0,68	0,81	0,77	0,16	0,24	0,18	0,22
120	2,16	2,15	2,16	1,97	0,129	0,124	0,142	0,124	0,43	0,60	0,55	0,48	0,61	0,54	0,56	0,62	0,20	0,19	0,17	0,20
101	2,14	1,97	2,33	2,12	0,099	0,124	0,112	0,116	0,85	0,93	0,70	0,65	0,67	0,54	0,54	0,75	0,19	0,18	0,16	0,22
111	2,39	1,97	3,47	2,00	0,138	0,112	0,138	0,124	0,68	0,50	0,58	0,53	0,74	0,81	0,66	0,74	0,18	0,24	0,18	0,25
121	2,42	1,82	1,99	1,88	0,147	0,103	0,142	0,073	0,65	0,50	0,83	0,43	0,93	0,60	0,69	0,56	0,21	0,18	0,17	0,09
102	2,20	2,04	1,96	2,23	0,116	0,120	0,095	0,133	0,65	0,75	0,48	0,78	0,56	0,56	0,70	0,59	0,16	0,19	0,18	0,17
112	2,23	1,90	2,57	2,53	0,107	0,088	0,162	0,133	0,70	0,50	0,98	0,63	0,75	0,56	0,74	0,65	0,22	0,16	0,21	0,17
122	2,20	2,20	2,38	2,34	0,124	0,116	0,133	0,111	0,68	0,43	0,90	0,68	0,63	0,51	0,59	0,75	0,17	0,14	0,17	0,20
200	2,11	2,20	2,41	2,12	0,138	0,133	0,147	0,116	0,45	0,48	0,43	0,53	0,68	0,54	0,58	0,57	0,20	0,20	0,18	0,23
210	2,05	2,00	1,88	2,17	0,107	0,107	0,088	0,116	0,63	0,48	0,43	0,58	0,60	0,69	0,80	0,65	0,16	0,13	0,22	0,20
220	2,50	1,89	1,99	2,35	0,138	0,112	0,107	0,133	0,88	0,58	0,45	0,48	0,59	0,64	0,51	0,76	0,18	0,17	0,19	0,18
201	2,17	1,79	2,02	2,18	0,103	0,073	0,120	0,099	0,63	0,55	0,83	0,58	0,64	0,50	0,68	0,38	0,21	0,12	0,19	0,14
211	2,77	2,20	2,38	2,37	0,147	0,138	0,116	0,129	0,55	0,65	0,63	0,43	0,66	0,57	0,53	0,77	0,20	0,19	0,15	0,24
221	2,29	2,28	2,35	2,24	0,107	0,133	0,116	0,138	0,63	0,55	0,65	0,50	0,83	0,55	0,89	0,50	0,23	0,20	0,24	0,20
202	2,05	2,28	2,31	2,03	0,099	0,142	0,157	0,133	0,58	0,55	0,55	0,48	0,61	0,77	0,61	0,65	0,17	0,23	0,19	0,18
212	2,23	2,03	2,03	1,84	0,124	0,142	0,133	0,103	0,53	0,80	0,60	0,43	0,64	0,43	0,82	0,52	0,22	0,17	0,22	0,18
222	2,32	1,89	2,20	2,20	0,142	0,095	0,133	0,107	0,70	0,60	0,60	0,65	0,77	0,99	0,72	0,76	0,21	0,20	0,17	0,11

TABELA 13. Teores de boro, manganês, ferro, zinco e cobre foliares, na segunda avaliação dos diferentes tratamentos do Experimento 2. (Valores em ppm)

TRAT.	Boro			Manganês			Ferro			Zinco			Cobre							
	Com boro	Sem boro		Com boro	Sem boro		Com boro	Sem boro		Com boro	Sem boro		Com boro	Sem boro						
	1.ª rep.	2.ª rep.	1.ª rep.	1.ª rep.	2.ª rep.	1.ª rep.	1.ª rep.	2.ª rep.	1.ª rep.	1.ª rep.	2.ª rep.	1.ª rep.	1.ª rep.	2.ª rep.	1.ª rep.					
000	43	56	29	30	575	697	945	485	111	121	75	113	12	12	10	9	19	12	9	12
010	43	30	33	27	645	447	597	472	86	97	72	102	6	11	11	11	8	11	11	13
020	43	47	30	37	950	502	880	512	133	100	114	111	10	3	17	5	11	6	12	10
001	38	38	33	32	900	435	737	280	66	91	81	60	4	7	3	7	5	11	11	8
011	30	45	33	40	510	630	847	550	100	108	99	137	13	6	7	10	16	13	10	12
021	36	37	32	33	572	575	825	612	66	93	87	109	7	7	8	10	7	12	6	9
002	32	43	30	34	912	880	982	542	77	123	120	179	11	8	8	23	13	12	12	13
012	38	32	30	33	892	405	660	757	72	103	71	137	8	12	7	14	5	11	6	11
022	40	41	32	27	860	462	597	492	90	130	83	133	6	7	13	10	9	7	16	12
100	32	44	24	32	850	742	770	587	120	132	79	135	11	3	9	4	12	9	10	10
110	30	37	21	28	487	860	787	902	91	106	96	100	8	13	7	14	11	10	8	10
120	39	43	29	29	902	427	700	312	115	99	79	112	11	10	11	14	14	12	12	9
101	33	37	24	26	922	537	857	947	107	107	91	188	8	8	7	13	9	12	9	23
111	46	44	40	27	1117	627	782	715	96	133	101	218	8	14	12	14	14	12	13	16
121	43	39	36	37	1127	330	790	592	120	82	95	83	13	16	9	7	16	10	11	10
102	39	30	34	25	702	442	1030	702	67	104	87	100	6	8	4	10	9	12	8	13
112	36	32	27	27	762	477	1065	455	104	106	97	174	16	5	7	1	11	8	10	9
122	28	36	17	34	830	577	597	690	89	84	71	119	6	12	9	15	7	9	11	11
200	43	37	32	27	1142	492	940	417	123	83	68	106	16	11	9	14	12	14	11	17
210	40	43	33	30	660	690	770	352	87	218	149	159	9	10	7	24	9	10	11	8
220	26	47	18	33	595	487	592	582	76	151	65	102	8	19	4	12	7	10	5	11
201	38	38	26	30	780	650	867	315	90	123	105	148	7	15	22	23	9	10	10	12
211	24	44	16	36	800	840	767	760	104	93	83	116	9	13	3	17	11	9	5	11
221	45	37	31	27	807	435	710	385	105	89	96	90	5	12	7	17	8	13	7	11
202	27	37	23	24	645	950	900	887	108	103	84	82	5	12	8	19	7	15	12	10
212	47	34	36	37	815	387	1342	435	79	94	83	100	6	10	9	12	10	9	14	18
222	40	44	27	31	1357	575	1105	592	99	139	80	125	33	6	17	10	10	7	16	18

TABELA 14. Alturas médias das plantas, obtidas através dos diferentes tratamentos do Experimento 1, e suas diferenças mínimas significativas. Resultados relativos à avaliação de 3 meses após plantio. (Valores em cm)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	43,12	P ₀	48,81	K ₀	53,31
N ₁	53,71	P ₁	53,74	K ₁	51,10
N ₂	58,95	P ₂	53,24	K ₂	51,37
D.M.S. 5% (Tukey)					2,55

C.V. (Parcelas) = 6,00%

TABELA 15. Coeficientes de variação médios das alturas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 1, e suas diferenças mínimas significativas. Resultados relativos à avaliação de 3 meses após plantio. (Valores transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\%}$)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	26,11	P ₀	25,93	K ₀	26,49
N ₁	28,26	P ₁	27,76	K ₁	27,46
N ₂	27,03	P ₂	27,70	K ₂	27,44
D.M.S. 5% (Tukey)					1,41

C.V. (Parcelas) = 6,36%

5.1.2. AVALIAÇÃO AOS 6 MESES

As determinações efetuadas aos 6 meses de idade permitiram a obtenção dos resultados expostos nas tabelas 16 e 17.

Depreende-se da análise de variância que os efeitos positivos sobre o crescimento em altura constatados na avaliação anterior para N e P, continuaram a ser altamente significativos.

Foi observado valor significativo para o K que, considerado isoladamente pelas médias gerais, mostrou ter efeito depressivo sobre o crescimento. É interessante notar que a avaliação anterior, aos 3 meses de idade já se constatava numa tendência para esse efeito (tabela 14), embora não comprovada estatisticamente.

Foi identificada uma interação entre N e K significativa ao nível de 5% de probabilidade, mostrando que na ausência de N esse efeito depressivo do K sobre o crescimento em altura não se verificava.

Com relação ao coeficiente de variação observa-se na tabela 17 que se constatou valor significativo no teste F apenas para K, ao nível de probabilidade de 5%. Não se constatou significância para N e P, ao contrário do que ocorreu na avaliação anterior. Isto poderia ser atribuído ao fato de que agora aos 6 meses de idade, mês de agosto e portanto época em que normalmente ocorre na região máximo déficit hídrico (figura 1) mas que no ano dessa avaliação, 1972, apresentou distribuição de chuvas que não determinou deficiência de água no solo (tabela 1 e figura 2), foram

observados acentuados sintomas de deficiência de boro (B).

Observações de campo revelaram que os sintomas que caracterizavam o agravamento dessa deficiência estavam relacionados com os tratamentos que favoreceram um maior crescimento inicial, principalmente o N, tendo sido observado nos casos caracterizados como mais graves a ocorrência de mortes de ponteiros de forma generalizada. As observações de campo mostraram também que os tratamentos correspondentes à aplicação de P, de um modo geral, acarretam sintomas de deficiência de B mais atenuados, ou até mesmo a sua inexistência.

TABELA 16. Alturas médias das plantas, obtidas através dos diferentes tratamentos do Experimento 1, e suas diferenças mínimas significativas correspondentes. Resultados relativos à avaliação de 6 meses após plantio. (Valores em cm)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	76,33	P ₀	77,91	K ₀	84,92
N ₁	82,65	P ₁	83,44	K ₁	81,03
N ₂	86,45	P ₂	84,08	K ₂	79,47
D.M.S. 5% (Tukey)					2,46
N ₀ P ₀	70,65	N ₀ P ₁	78,34	N ₀ P ₂	80,02
N ₁ P ₀	79,48	N ₁ P ₁	83,40	N ₁ P ₂	85,05
N ₂ P ₀	83,61	N ₂ P ₁	88,58	N ₂ P ₂	87,16
N ₀ K ₀	77,30	N ₀ K ₁	75,50	N ₀ K ₂	76,20
N ₁ K ₀	85,71	N ₁ K ₁	82,69	N ₁ K ₂	79,54
N ₂ K ₀	91,76	N ₂ K ₁	84,91	N ₂ K ₂	82,68
P ₀ K ₀	80,95	P ₀ K ₁	77,57	P ₀ K ₂	75,22
P ₁ K ₀	86,22	P ₁ K ₁	81,85	P ₁ K ₂	82,25
P ₂ K ₀	87,60	P ₂ K ₁	83,68	P ₂ K ₂	80,95
D.M.S. 5% (Tukey)					5,77

C.V. (Parcelas) = 3,66%

TABELA 17. Coeficientes de variação médios das alturas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 1, e suas diferenças mínimas significativas. Resultados relativos à avaliação de 6 meses. (Valores transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\%}$)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	26,92	P ₀	25,82	K ₀	25,62
N ₁	26,72	P ₁	26,91	K ₁	26,46
N ₂	25,67	P ₂	26,59	K ₂	27,24
D.M.S. 5% (Tukey)					1,41

C.V. (Parcelas) = 6,52%

5.1.3. AVALIAÇÃO AOS 12 MESES

Com a aplicação de B em cobertura aos 6 meses, já aos 9 se constataram diferenças significativas entre os tratamentos com e sem esse micronutriente, o mesmo ocorrendo nas condições efetuadas aos 12 meses, permitindo a obtenção dos resultados constantes nas tabelas 18, 19 e 20.

Da análise de variância depreende-se que os efeitos médios de N e K não atingiram os níveis de significância, permanecendo contudo significativo o efeito de P, agora ao nível de 5% de probabilidade.

Com respeito ao crescimento em altura, o efeito de B foi altamente significativo, o mesmo ocorrendo para as interações entre esse elemento e cada um dos macronutrientes controlados. Pelo desdobramento de graus de liberdade das interações, verificou-se que o efeito de P foi significativo tão somente na presença de B. Caso oposto constatou-se para o K, cujos efeitos depressivos sobre o crescimento em altura foram observados quando na ausência de B. Esses resultados podem ser observados na tabela 18.

Com relação ao coeficiente de variação, destinado a avaliar o padrão dos tratamentos, verifica-se na tabela 19 que os tratamentos que promoveram maior crescimento das plantas foram aqueles que também aumentaram de maneira mais pronunciada a desuniformidade dentro das parcelas, que somente foi reduzida com a aplicação de B. A aplicação do B, cujos efeitos resultaram em um acréscimo médio de 24% na altura, correspondeu a um coeficiente de variação significativamente inferior ao da média dos tratamentos onde não se aplicou esse micronutriente.

Ainda no que concerne ao coeficiente de variação, foi verificado efeito significativo na interação P x B, não se constatando significância do efeito de B quando da aplicação desse micronutriente na ausência de P. Foi também observado efeito linear significativo do K, levando a um aumento da variação dentro da parcela com os acréscimos nas dosagens, quando na ausência de B.

As análises referentes aos efeitos dos tratamentos sobre a sobrevivência das plantas foram efetuadas para todas as avaliações, desde os 3 meses de idade. Contudo, apenas a partir dos 12 meses é que se pode comprovar diferenças significativas. Nesta avaliação verificou-se significância ao nível de 5% de probabilidade na interação K x B. Observa-se na tabela 20 que nos tratamentos com B houve tendência de redução na porcentagem de falhas com o aumento na dose de K. Efeito oposto ocorreu para K na ausência de B. Cabe porém ressaltar que efeito significativo somente se verificou entre os tratamentos com e sem B no nível mais elevado de K.

Observações de campo permitiram verificar que nos tratamentos correspondentes aos níveis mais elevados de fertilizantes, especialmente de N, a sintomatologia de deficiência de B era mais acentuada do que na testemunha absoluta (tratamento 0000). Naqueles tratamentos essa deficiência levou a morte de ponteiros, ramificação excessiva, tortuosidade de caule e ramos, fissuras na casca, caneluras após a inserção dos ramos, além da ocorrência generalizada dos sintomas típicos de deficiência de B nas folhas. Na testemunha, por sua vez, a despeito da constatação da sintomatologia da deficiência desse micronutriente, não se chegou a verificar deformações severas a ponto de alterar tão intensamente a estrutura da planta.

TABELA 18. Alturas médias das plantas, obtidas através dos diferentes tratamentos do Experimento 1, e suas diferenças mínimas significativas correspondentes. Resultados relativos à avaliação de 12 meses após plantio. (Valores em cm)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	300,07	P ₀	287,05	K ₀	303,28
N ₁	296,65	P ₁	302,33	K ₁	300,27
N ₂	301,02	P ₂	308,37	K ₂	294,20
D.M.S. 5% (Tukey)					18,29
B ₀	266,60	B ₁	331,90		
D.M.S. 5% (Tukey)					10,62
N ₀ B ₀	276,64	N ₀ B ₁	323,51		
N ₁ B ₀	267,01	N ₁ B ₁	326,30		
N ₂ B ₀	256,14	N ₂ B ₁	345,90		
P ₀ B ₀	263,87	P ₀ B ₁	310,23		
P ₁ B ₀	261,57	P ₁ B ₁	343,09		
P ₂ B ₀	274,35	P ₂ B ₁	342,39		
K ₀ B ₀	279,57	K ₀ B ₁	327,00		
K ₁ B ₀	269,22	K ₁ B ₁	331,32		
K ₂ B ₀	250,99	K ₂ B ₁	337,40		
D.M.S. 5% (Tukey)					27,10
C.V. (Parcelas) = 10,54%			C.V. (Sub-parcelas) = 9,15%		

TABELA 19. Coeficientes de variação médios das alturas das plantas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 1, e suas diferenças mínimas significativas. Resultados relativos à avaliação de 12 meses após plantio. (Valores transformados em $\arcsen \sqrt{\%}$)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	31,40	P ₀	32,02	K ₀	31,35
N ₁	32,34	P ₁	31,38	K ₁	31,97
N ₂	32,00	P ₂	32,34	K ₂	32,41
D.M.S. 5% (Tukey)					1,51
B ₀	33,86	B ₁	29,96		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,97
N ₀ B ₀	33,11	N ₀ B ₁	29,69		
N ₁ B ₀	33,79	N ₁ B ₁	30,88		
N ₂ B ₀	34,68	N ₂ B ₁	29,31		
P ₀ B ₀	32,85	P ₀ B ₁	31,19		
P ₁ B ₀	34,04	P ₁ B ₁	28,71		
P ₂ B ₀	34,70	P ₂ B ₁	29,88		
K ₀ B ₀	32,90	K ₀ P ₁	29,81		
K ₁ B ₀	33,73	K ₁ P ₁	30,21		
K ₂ B ₀	34,96	K ₂ B ₁	29,87		
D.M.S. 5% (Tukey)					2,48
C.V. (Parcelas) 28,17%			C.V. (Sub-parcelas) = 7,85%		

TABELA 20. Percentagens médias de falhas, obtidas através de diferentes tratamentos do Experimento 1, e suas diferenças mínimas significativas. Resultados relativos à avaliação de 12 meses após plantio. (Valores transformados em $\sqrt{\% + 0,5}$)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	1,20	P ₀	1,21	K ₀	1,28
N ₁	1,25	P ₁	1,17	K ₁	1,06
N ₂	1,14	P ₂	1,22	K ₂	1,25
D.M.S. 5% (Tukey)					0,30
B ₀	1,26	B ₁	1,13		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,24
N ₀ B ₀	1,28	N ₀ B ₁	1,11		
N ₁ B ₀	1,37	N ₁ B ₁	1,13		
N ₂ B ₀	1,13	N ₂ B ₁	1,15		
P ₀ B ₀	1,19	P ₀ B ₁	1,22		
P ₁ B ₀	1,25	P ₁ B ₁	1,08		
P ₂ B ₀	1,35	P ₂ B ₁	1,08		
K ₀ B ₀	1,21	K ₀ B ₁	1,36		
K ₁ B ₀	1,04	K ₁ B ₁	1,08		
K ₂ B ₀	1,54	K ₂ B ₁	0,95		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,61
C.V. (Parcelas) = 42,78%			C.V. (Sub-parcelas) = 51,39%		

5.1.4. AVALIAÇÃO AOS 48 MESES

Os resultados de análise de variância correspondentes às avaliações conduzidas aos 48 meses após plantio estão apresentados nas tabelas 21 a 27.

A tabela 21 refere-se aos efeitos dos tratamentos sobre a produção volumétrica de madeira, expressa em termos de volume cilíndrico e determinada com base em medições do diâmetro de todas as árvores e da altura total média estimada através de amostragem. A análise de variância revelou um efeito linear positivo e significativo de P ao nível de 5% de probabilidade. O mesmo ocorreu para K e B ao nível de probabilidade de 1%. Cabe destaque ao efeito de B, cuja aplicação redundou em acréscimo de 113% no volume cilíndrico quando comparado com a média dos tratamentos sem esse micronutriente. Duas interações foram significativas, correspondentes a $N \times P$ e $K \times B$. Na ausência de P, o acréscimo em N levou a redução no volume, o que não ocorreu quando na presença de P. A maior produção foi proporcionada pelo tratamento $N_1 P_1$. É interessante notar que dentro dos níveis de N as maiores produções foram observadas com as dosagens equilibradas de N e P, ou seja, os melhores tratamentos foram $N_0 P_0$, $N_1 P_1$ e $N_2 P_2$. O desdobramento da interação $K \times B$ mostrou que o efeito positivo e significativo do K só se verificou na presença de B.

Os resultados referentes à área basal, diâmetro médio e altura total média, constantes nas tabelas 22, 23 e 24, de modo geral foram similares aos obtidos para volume cilíndrico. Contudo, no caso de diâmetros médios (tabela 23), cabe ressaltar a constatação de significância na interação $N \times B$, com efeito linear negativo e altamente significativo do N quando na ausência de B.

No que concerne aos coeficientes de variação, tanto para diâmetros como para alturas (tabelas 25 e 26), foram observados resultados semelhantes na análise de variância. Dentre os efeitos isolados dos nutrientes aplicados destaca-se o relativo ao B, cuja aplicação levou a maior uniformidade no crescimento das plantas dentro das parcelas. Efeito oposto foi observado com relação ao N, que com o aumento na sua dosagem levou a maior desuniformidade de crescimento; entretanto, pelo desdobramento dos graus de liberdade da interação N x B, nota-se que esse efeito só foi constatado na ausência de B, tendo sido linear e significativo.

Particularmente com relação a diâmetro médio, um efeito semelhante ao de N foi verificado para K.

No que tange à porcentagem de falhas, constata-se pela tabela 27 a existência de efeito altamente significativo do B, cuja aplicação levou a uma maior sobrevivência das plantas.

As observações de campo conduzidas aos 48 meses permitiram visualizar a mesma sintomatologia da deficiência de B já descrita para a avaliação realizada 12 meses após o plantio.

TABELA 21. Volumes cilíndricos médios, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 1, e suas respectivas diferenças mínimas significativas. Resultados relativos à avaliação de 48 meses - após plantio. (Valores em m³/ha)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	228,36	P ₀	210,65	K ₀	206,00
N ₁	228,41	P ₁	230,01	K ₁	226,15
N ₂	215,30	P ₂	231,41	K ₂	239,92
D.M.S. 5% (Tukey)					24,59
B ₀	143,16	B ₁	304,89		
D.M.S. 5% (Tukey)					23,64
N ₀ P ₀	235,15	N ₀ P ₁	219,34	N ₀ P ₂	230,59
N ₁ P ₀	194,43	N ₁ P ₁	265,81	N ₁ P ₂	224,99
N ₂ P ₀	202,36	N ₂ P ₁	204,89	N ₂ P ₂	238,66
D.M.S. 5% (Tukey)					57,78
N ₀ B ₀	157,75	N ₀ B ₁	298,96		
N ₁ B ₀	146,88	N ₁ B ₁	309,94		
N ₂ B ₀	124,85	N ₂ B ₁	305,76		
P ₀ B ₀	134,31	P ₀ B ₁	286,98		
P ₁ B ₀	137,14	P ₁ B ₁	322,88		
P ₂ B ₀	158,03	P ₂ B ₁	304,79		
K ₀ B ₀	136,06	K ₀ B ₁	275,94		
K ₁ B ₀	150,93	K ₁ B ₁	301,37		
K ₂ B ₀	142,49	K ₂ B ₁	337,35		
D.M.S. 5% (Tukey)					60,33
C.V. (Parcelas) = 18,93%			C.V. (Sub-parcelas) = 27,21%		

TABELA 22. Áreas basais médias, obtidas através dos diferentes tratamentos do Experimento 1, e suas respectivas diferenças mínimas significativas. Resultados relativos à avaliação de 48 meses após plantio. (Valores em m²/ha)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	17,71	P ₀	16,72	K ₀	16,64
N ₁	17,86	P ₁	17,98	K ₁	17,44
N ₂	16,94	P ₂	17,81	K ₂	18,43
D.M.S. 5% (Tukey)					1,57
B ₀	14,05	B ₁	20,96		
D.M.S. 5% (Tukey)					1,18
N ₀ P ₀	17,88	N ₀ P ₁	17,41	N ₀ P ₂	17,84
N ₁ P ₀	16,12	N ₁ P ₁	20,14	N ₁ P ₂	17,32
N ₂ P ₀	16,17	N ₂ P ₁	16,38	N ₂ P ₂	18,26
D.M.S. 5% (Tukey)					3,69
N ₀ B ₀	15,01	N ₀ B ₁	20,41		
N ₁ B ₀	14,33	N ₁ B ₁	21,39		
N ₂ B ₀	12,80	N ₂ B ₁	21,07		
P ₀ B ₀	13,57	P ₀ B ₁	19,88		
P ₁ B ₀	14,10	P ₁ B ₁	21,86		
P ₂ B ₀	14,48	P ₂ B ₁	21,14		
K ₀ B ₀	13,65	K ₀ B ₁	19,63		
K ₁ B ₀	14,38	K ₁ B ₁	20,50		
K ₂ B ₀	14,11	K ₂ B ₁	22,75		
D.M.S. 5% (Tukey)					3,02
C.V. (Parcelas) = 15,45%			C.V. (Sub-parcelas) = 17,44%		

TABELA 23. Diâmetros médios das plantas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 1, e suas diferenças mínimas significativas correspondentes. Resultados relativos à avaliação de 48 meses após plantio. (Valores em cm)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	9,82	P ₀	9,51	K ₀	9,53
N ₁	9,77	P ₁	9,75	K ₁	9,65
N ₂	9,50	P ₂	9,83	K ₂	9,90
D.M.S. 5% (Tukey)					0,41
B ₀	8,76	B ₁	10,63		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,29
N ₀ P ₀	9,88	N ₀ P ₁	9,72	N ₀ P ₂	9,86
N ₁ P ₀	9,32	N ₁ P ₁	10,26	N ₁ P ₂	9,73
N ₂ P ₀	9,31	N ₂ P ₁	9,27	N ₂ P ₂	9,91
D.M.S. 5% (Tukey)					0,95
N ₀ B ₀	9,11	N ₀ B ₁	10,53		
N ₁ B ₀	8,79	N ₁ B ₁	10,75		
N ₂ B ₀	8,40	N ₂ B ₁	10,60		
P ₀ B ₀	8,62	P ₀ B ₁	10,39		
P ₁ B ₀	8,71	P ₁ B ₁	10,78		
P ₂ B ₀	8,96	P ₂ B ₁	10,71		
K ₀ B ₀	8,73	K ₀ B ₁	10,33		
K ₁ B ₀	8,85	K ₁ B ₁	10,45		
K ₂ B ₀	8,71	K ₂ B ₁	11,10		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,74
C.V. (Parcelas) = 7,22%			C.V. (Sub-parcelas) = 7,74%		

TABELA 24. Alturas médias, obtidas através dos diferentes tratamentos do Experimento 1, e suas respectivas diferenças mínimas significativas. Resultados relativos à avaliação de 48 meses após plantio. (Valores em cm)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	1234,17	P ₀	1203,19	K ₀	1176,94
N ₁	1212,64	P ₁	1205,83	K ₁	1233,33
N ₂	1197,92	P ₂	1235,69	K ₂	1234,44
D.M.S. 5% (Tukey)					78,58
B ₀	993,80	B ₁	1436,02		
D.M.S. 5% (Tukey)					49,13
N ₀ B ₀	1022,22	N ₀ B ₁	1446,11		
N ₁ B ₀	999,17	N ₁ B ₁	1426,11		
N ₂ B ₀	960,00	N ₂ B ₁	1435,83		
P ₀ B ₀	978,33	P ₀ B ₁	1428,06		
P ₁ B ₀	953,06	P ₁ B ₁	1458,61		
P ₂ B ₀	1050,00	P ₂ B ₁	1421,39		
K ₀ B ₀	977,78	K ₀ B ₁	1376,11		
K ₁ B ₀	1008,33	K ₁ B ₁	1458,33		
K ₂ B ₀	995,28	K ₂ B ₁	1473,61		
D.M.S. 5% (Tukey)					125,40
C.V. (Parcelas) = 11,15%			C.V. (Sub-parcelas) = 10,43%		

TABELA 25. Coeficientes de variação médios dos diâmetros, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 1, e suas respectivas diferenças mínimas significativas. Resultados relativos à avaliação de 48 meses após plantio. (Valores transformados em $\arcsen \sqrt{\frac{\%}{2}}$)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	38,13	P ₀	39,06	K ₀	38,05
N ₁	39,44	P ₁	39,67	K ₁	39,50
N ₂	39,82	P ₂	38,68	K ₂	39,85
D.M.S. 5% (Tukey)					2,00
B ₀	41,46	B ₁	36,81		
D.M.S. 5% (Tukey)					1,32
N ₀ B ₀	39,68	N ₀ B ₁	36,58		
N ₁ B ₀	42,07	N ₁ B ₁	36,82		
N ₂ B ₀	42,63	N ₂ B ₁	37,02		
P ₀ B ₀	40,92	P ₀ B ₁	37,19		
P ₁ B ₀	42,57	P ₁ B ₁	36,77		
P ₂ B ₀	40,89	P ₂ B ₁	36,46		
K ₀ B ₀	40,00	K ₀ B ₁	36,09		
K ₁ B ₀	41,36	K ₁ B ₁	37,64		
K ₂ B ₀	43,02	K ₂ B ₁	36,68		
D.M.S. 5% (Tukey)					3,37
C.V. (Parcelas) = 8,79%			C.V. (Sub-parcelas) = 8,69%		

TABELA 26. Coeficientes de variação médios das alturas das plantas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 1, e suas respectivas diferenças mínimas significativas. Resultados relativos à avaliação de 48 meses após plantio. (Valores transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\%}$)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	22,89	P ₀	24,40	K ₀	23,83
N ₁	24,83	P ₁	23,94	K ₁	24,98
N ₂	25,12	P ₂	24,49	K ₂	24,02
D.M.S. 5% (Tukey)					2,38
B ₀	27,98	B ₁	20,57		
D.M.S. 5% (Tukey)					1,48
N ₀ B ₀	26,31	N ₀ B ₁	19,47		
N ₁ B ₀	28,17	N ₁ B ₁	21,48		
N ₂ B ₀	29,47	N ₂ B ₁	20,77		
P ₀ B ₀	27,97	P ₀ B ₁	20,83		
P ₁ B ₀	28,00	P ₁ B ₁	19,88		
P ₂ B ₀	27,98	P ₂ B ₁	21,01		
K ₀ B ₀	27,07	K ₀ B ₁	20,59		
K ₁ B ₀	28,73	K ₁ B ₁	21,23		
K ₂ B ₀	28,15	K ₂ B ₁	19,89		
D.M.S. 5% (Tukey)					3,79
C.V. (Parcelas) = 16,91%			C.V. (Sub-parcelas) = 15,76%		

TABELA 27. Percentagens médias de falhas, obtidas através dos diferentes tratamentos do Experimento 1, e suas respectivas diferenças mínimas significativas. Resultados relativos à avaliação de 48 meses após plantio. (Valores transformados em $\sqrt{\%}$)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	2,87	P ₀	2,98	K ₀	3,11
N ₁	3,10	P ₁	2,86	K ₁	2,97
N ₂	3,04	P ₂	3,16	K ₂	2,93
D.M.S. 5% (Tukey)					0,29
B ₀	3,51	B ₁	2,49		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,29
N ₀ B ₀	3,34	N ₀ B ₁	2,40		
N ₁ B ₀	3,51	N ₁ B ₁	2,69		
N ₂ B ₀	3,68	N ₂ B ₁	2,40		
P ₀ B ₀	3,37	P ₀ B ₁	2,60		
P ₁ B ₀	3,48	P ₁ B ₁	2,25		
P ₂ B ₀	3,69	P ₂ B ₁	2,63		
K ₀ B ₀	3,53	K ₀ B ₁	2,68		
K ₁ B ₀	3,46	K ₁ B ₁	2,49		
K ₂ B ₀	3,55	K ₂ B ₁	2,32		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,74
C.V. (Parcelas = 10,62%			C.V. (Sub-parcelas) = 12,41%		

5.2. EXPERIMENTO 2

5.2.1. AVALIAÇÃO AOS 6 MESES

Da análise de variância dos resultados da avaliação conduzida 6 meses após o plantio foram extraídos os valores inseridos na tabela 28.

Com relação ao crescimento em altura, a análise de variância permitiu constatar efeitos altamente significativos e isolados para N, P e B. A aplicação de N e de P levou a maior crescimento das plantas, enquanto B teve efeito oposto.

Pela tabela 28 observa-se que o K apresentou a tendência de promover um maior crescimento com o aumento da dosagem, o que entretanto não pôde ser comprovado através da análise estatística.

O cotejo das médias dos tratamentos sem N , sem P e sem K, sugere que nas condições deste experimento o elemento mais limitante teria sido o P, vindo a seguir N e K.

A tabela 28 permite inferir que a concentração de B no solo teria sido suficiente para atender ao crescimento inicial das plantas, visto que a aplicação mesmo da dosagem mais baixa desse micronutriente levou à ocorrência de sintomas foliares típicos de toxidez e a uma pequena redução no crescimento médio das plantas.

O estudo das interações revela que os efeitos de N e P não foram alterados com a aplicação de B, apesar do efeito negativo constatado com a utilização do referido micronutriente.

TABELA 28. Alturas médias das plantas e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidas através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 6 meses após plantio. (Valores em cm)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	70,27	P ₀	68,78	K ₀	73,37
N ₁	77,82	P ₁	78,96	K ₁	76,67
N ₂	79,65	P ₂	80,00	K ₂	77,70
D.M.S. 5% (Tukey)					7,06
B ₀	78,04	B ₁	73,79		
D.M.S. 5% (Tukey)					3,25
N ₀ P ₀	66,08	N ₀ P ₁	67,12	N ₀ P ₂	77,60
N ₁ P ₀	65,92	N ₁ P ₁	86,37	N ₁ P ₂	81,12
N ₂ P ₀	74,35	N ₂ P ₁	83,38	N ₂ P ₂	81,23
D.M.S. 5% (Tukey)					16,59
N ₀ B ₀	72,87	N ₀ B ₁	67,66		
N ₁ B ₀	79,00	N ₁ B ₁	76,65		
N ₂ B ₀	82,24	N ₂ B ₁	77,07		
P ₀ B ₀	69,68	P ₀ B ₁	67,89		
P ₁ B ₀	83,55	P ₁ B ₁	74,36		
P ₂ B ₀	80,88	P ₂ B ₁	79,13		
K ₀ B ₀	75,75	K ₀ B ₁	70,99		
K ₁ B ₀	78,37	K ₁ B ₁	74,97		
K ₂ B ₀	80,00	K ₂ B ₁	75,41		
D.M.S. 5% (Tukey)					8,30
C.V. (Parcelas) = 16,04%			C.V. (Sub-parcelas) = 11,05%		

5.2.2. AVALIAÇÃO AOS 18 MESES

As tabelas 29 a 32 reúnem resultados de análises de variância correspondentes ao desenvolvimento das plantas decorridos 18 meses após o plantio.

Com relação ao volume cilíndrico, a análise de variância mostrou efeitos isolados significativos para N, P e K, promovendo maior promoção volumétrica. Foi constatada uma interação significativa N x P, sendo que o N só atingiu níveis de significância quando na presença do P na sua dose simples. Da mesma forma que no Experimento 1, os maiores volumes corresponderam aos tratamentos $N_1 P_1$ e $N_2 P_2$.

Apesar de não terem sido significativas as interações dos macronutrientes com B, o desdobramento dos graus de liberdade previsto no delineamento experimental permitiu constatar que de modo geral, houve redução do valor encontrado pelo teste F para os tratamentos com macronutrientes na ausência de B. Isso foi comprovado estatisticamente apenas no caso do N. Este fato decorre tanto de uma redução do crescimento das plantas provocada pelo B na ausência dos macronutrientes, como também pelo aumento de crescimento determinado pelo B em combinação com os outros nutrientes.

Os efeitos verificados com relação ao volume cilíndrico foram similares aos observados para área basal, diâmetro e altura.

O efeito depressivo sobre o crescimento em altura, constatado para B na avaliação realizada aos 6 meses, não mais persistia aos 18 meses após plantio.

TABELA 29. Volumes cilíndricos médios e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 18 meses após plantio. (Valores em m³/ha)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	13,98	P ₀	9,71	K ₀	12,81
N ₁	20,30	P ₁	20,76	K ₁	19,07
N ₂	20,61	P ₂	24,43	K ₂	23,02
D.M.S. 5% (Tukey)					6,12
B ₀	17,98	B ₁	18,62		
D.M.S. 5% (Tukey)					2,68
N ₀ P ₀	5,47	N ₀ P ₁	12,26	N ₀ P ₂	24,22
N ₁ P ₀	10,23	N ₁ P ₁	30,38	N ₁ P ₂	20,30
N ₂ P ₀	13,43	N ₂ P ₁	19,63	N ₂ P ₂	28,78
D.M.S. 5% (Tukey)					14,38
N ₀ B ₀	15,75	N ₀ B ₁	12,22		
N ₁ B ₀	19,26	N ₁ B ₁	21,35		
N ₂ B ₀	18,93	N ₂ B ₁	22,30		
P ₀ B ₀	10,35	P ₀ B ₁	9,07		
P ₁ B ₀	20,28	P ₁ B ₁	21,24		
P ₂ B ₀	23,31	P ₂ B ₁	25,56		
K ₀ B ₀	13,91	K ₀ B ₁	11,71		
K ₁ B ₀	17,77	K ₁ B ₁	20,38		
K ₂ B ₀	22,25	K ₂ B ₁	23,79		
D.M.S. 5% (Tukey)					6,84
C.V. (Parcelas) = 57,67%			C.V. (Sub-parcelas) = 37,73%		

TABELA 30. Áreas basais médias e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidas através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 18 meses após plantio. (Valores em m^2/ha)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N_0	2,90	P_0	2,29	K_0	2,76
N_1	3,83	P_1	3,92	K_1	3,68
N_2	3,89	P_2	4,41	K_2	4,19
D.M.S. 5% (Tukey)					0,79
B_0	3,55	B_1	3,54		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,38
N_0P_0	1,57	N_0P_1	2,83	N_0P_2	4,31
N_1P_0	2,38	N_1P_1	5,16	N_1P_2	3,94
N_2P_0	2,92	N_2P_1	3,78	N_2P_2	4,99
D.M.S. 5% (Tukey)					1,86
N_0B_0	3,21	N_0B_1	2,60		
N_1B_0	3,72	N_1B_1	3,93		
N_2B_0	3,71	N_2B_1	4,08		
P_0B_0	2,42	P_0B_1	2,16		
P_1B_0	3,91	P_1B_1	3,93		
P_2B_0	4,30	P_2B_1	4,52		
K_0B_0	2,92	K_0B_1	2,60		
K_1B_0	3,54	K_1B_1	3,81		
K_2B_0	4,17	K_2B_1	4,21		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,98
C.V. (Parcelas) = 38,60%			C.V. (Sub-parcelas) = 27,94%		

TABELA 31. Diâmetros médios e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 18 meses após plantio. (Valores em cm)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	3,42	P ₀	3,05	K ₀	3,35
N ₁	4,09	P ₁	4,20	K ₁	4,03
N ₂	4,20	P ₂	4,47	K ₂	4,35
D.M.S. 5% (Tukey)					0,53
B ₀	3,96	B ₁	3,86		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,29
N ₀ P ₀	2,48	N ₀ P ₁	3,45	N ₀ P ₂	4,35
N ₁ P ₀	3,13	N ₁ P ₁	4,98	N ₁ P ₂	4,18
N ₂ P ₀	3,55	N ₂ P ₁	4,18	N ₂ P ₂	4,88
D.M.S. 5% (Tukey)					1,25
N ₀ B ₀	3,66	N ₀ B ₁	3,19		
N ₁ B ₀	4,08	N ₁ B ₁	4,11		
N ₂ B ₀	4,12	N ₂ B ₁	4,28		
P ₀ B ₀	3,22	P ₀ B ₁	2,89		
P ₁ B ₀	4,25	P ₁ B ₁	4,15		
P ₂ B ₀	4,40	P ₂ B ₁	4,54		
K ₀ B ₀	3,48	K ₀ B ₁	3,22		
K ₁ B ₀	3,97	K ₁ B ₁	4,09		
K ₂ B ₀	4,42	K ₂ B ₁	4,27		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,73
C.V. (Parcelas) = 23,54%			C.V. (Sub-parcelas) = 18,82%		

TABELA 32. Alturas médias das plantas, obtidas através dos diferentes tratamentos do Experimento 2, e suas respectivas diferenças mínimas significativas. Resultados relativos à avaliação de 18 meses após plantio. (Valores em cm)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	385,04	P ₀	354,76	K ₀	379,30
N ₁	449,85	P ₁	462,48	K ₁	448,20
N ₂	469,71	P ₂	487,37	K ₂	377,10
D.M.S. 5% (Tukey)					57,05
B ₀	437,55	B ₁	432,18		
D.M.S. 5% (Tukey)					26,70
N ₀ P ₀	298,25	N ₀ P ₁	380,67	N ₀ P ₂	476,20
N ₁ P ₀	359,59	N ₁ P ₁	541,93	N ₁ P ₂	448,04
N ₂ P ₀	406,45	N ₂ P ₁	464,84	N ₂ P ₂	537,86
D.M.S. 5% (Tukey)					134,02
N ₀ B ₀	405,85	N ₀ B ₁	364,23		
N ₁ B ₀	446,91	N ₁ B ₁	452,79		
N ₂ B ₀	459,91	N ₂ B ₁	479,52		
P ₀ B ₀	368,09	P ₀ B ₁	341,43		
P ₁ B ₀	456,50	P ₁ B ₁	459,46		
P ₂ B ₀	479,07	P ₂ B ₁	495,66		
K ₀ B ₀	391,83	K ₀ B ₁	366,77		
K ₁ B ₀	440,64	K ₁ B ₁	455,77		
K ₂ B ₀	480,19	K ₂ B ₁	474,01		
D.M.S. 5% (Tukey)					68,16
C.V. (Parcelas) = 22,62%			C.V. (Sub-parcelas) = 15,83%		

5.2.3. ANÁLISE FOLIAR

No experimento 2 foram realizadas análises foliares aos 6 e 18 meses, a partir de amostras de cada um dos tratamentos do ensaio. Os principais resultados encontram-se sintetizados a seguir:

5.2.3.1 - Análise foliar aos 6 meses

As médias referentes aos teores dos elementos nas folhas e respectivas diferenças mínimas significativas estão inseridas nas tabelas 33 a 42.

a. Nitrogênio (tabela 33)

A análise de variância revelou que os efeitos isolados das aplicações de N, P e K levaram a um aumento de concentração do N nas folhas. A aplicação de B não alterou o teor de N nem modificou os efeitos médios decorrentes de N, P e K.

b. Fósforo (tabela 34)

Depreende-se da análise de variância que o teor de P nas folhas foi significativamente aumentado com as aplicações isoladas de N, P, K e B.

c. Potássio (tabela 35)

Os efeitos isolados médios das aplicações de N e de P resultaram em redução no teor de K nas folhas. Entretanto, interações significativas de N e de P com K mostram que a redução só ocorreu quando na presença de K. Ou seja, tanto N como P, e mais acentuadamente quando jun

tos, reduziram o teor de K nas folhas quando o K no solo era elevado. Na presença de B, o N promoveu uma redução do K foliar. Como era de se esperar, as aplicações de K determinaram acréscimos sensíveis no teor desse elemento nas folhas. As reduções nos teores foliares de N e de P, interagindo entre si e com B, não encontram explicações nos efeitos de diluição ou mesmo através do B alterando a competição entre K e Ca.

d. Cálcio (tabela 36)

A análise de variância indicou que os efeitos isolados da aplicação de N, K e B resultaram em menor concentração do cálcio (Ca) nas folhas. Efeito oposto foi verificado com relação ao P, cuja aplicação aumentou de forma sensível a concentração daquele nutriente nas folhas. O efeito negativo do N sobre o teor de Ca nas folhas somente se evidenciou no nível mais elevado de P, o que ressalta a importância do P, fornecido como superfosfato simples, sobre o teor do elemento em estudo.

e. Magnésio (tabela 37)

Infere-se, da análise de variância, que as aplicações de N, P e K acarretaram redução nos teores de magnésio (Mg) nas folhas. Constatou-se uma interação significativa para P x B, com redução na concentração de Mg quando os aumentos de dosagem de P ocorriam na presença de B.

f. Boro (tabela 38)

Depreende-se da análise estatística que apenas B isoladamente promoveu aumento significativo na concentração desse elemento nas folhas, triplicando o teor médio quando em cotejo com a média correspondente aos trata-

mentos que não envolveram a aplicação de B. Uma interação P x B foi evidenciada, observando-se uma redução nos níveis do micronutriente nas folhas com os acréscimos de P, mas apenas na presença de B. De modo geral, mas não significativamente, N e K apresentaram comportamento semelhante ao citado para P.

g. Manganês (tabela 39)

Os efeitos médios isolados de N, P e K não atingiram níveis de significância sobre os teores de manganês (Mn) nas folhas. Os efeitos de B foram significativos ao nível de 1% de probabilidade, reduzindo os níveis de Mn nas folhas.

h. Ferro (tabela 40)

A análise de variância revelou que um maior teor de ferro (Fe) nas folhas foi obtido em decorrência da aplicação de K. Tal efeito foi mais significativo quando na presença de B, particularmente pelo fato da aplicação desse micronutriente na ausência de K ter redundado numa redução do teor de Fe nas folhas.

i. Zinco (tabela 41)

Com relação ao zinco (Zn), a despeito de aumentos na dosagem de P terem mostrado tendência de reduzir os teores de Zn nas folhas, e de K ter mostrado efeito oposto, não se conseguiu encontrar diferenças estatisticamente significativas. Observando as tendências nota-se que N na ausência de P apresentou efeito positivo, fazendo com que as concentrações de Zn nas folhas aumentassem com os acréscimos de dosagens de P no solo.

j. Cobre (tabela 42)

Os teores de cobre (Cu) nas folhas foram significativamente reduzidos pelos aumentos nas dosagens de P aplicado ao solo. Foi observado efeito linear e positivo com a aplicação do K sobre o acréscimo no teor de Cu nas folhas. Esse efeito linear foi evidenciado de modo significativo tão somente na ausência de B. É interessante notar a ocorrência de significância na interação N x P, onde a aplicação de N na ausência de P resultou no aumento da concentração de Cu nas folhas. Comportamento inverso ocorreu quando na presença de P, com acréscimos no teor de Cu nas folhas em decorrência dos aumentos da dosagem de N aplicado ao solo.

TABELA 33. Teores médios do nitrogênio foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 6 meses após plantio. (Valores em percentagem de N na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	1,836	P ₀	1,917	K ₀	2,119
N ₁	2,252	P ₁	2,298	K ₁	2,162
N ₂	2,458	P ₂	2,329	K ₂	2,263
D.M.S. 5% (Tukey)					0,153
B ₀	2,199	B ₁	2,165		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,136
N ₀ P ₀	1,657	N ₀ P ₁	2,007	N ₀ P ₂	1,843
N ₁ P ₀	1,890	N ₁ P ₁	2,357	N ₁ P ₂	2,508
N ₂ P ₀	2,205	N ₂ P ₁	2,532	N ₂ P ₂	2,637
D.M.S. 5% (Tukey)					0,387
N ₀ B ₀	1,766	N ₀ B ₁	1,906		
N ₁ B ₀	2,294	N ₁ B ₁	2,209		
N ₂ B ₀	2,536	N ₂ B ₁	2,380		
P ₀ B ₀	1,913	P ₀ B ₁	1,921		
P ₁ B ₀	2,310	P ₁ B ₁	2,287		
P ₂ B ₀	2,372	P ₂ B ₁	2,287		
K ₀ B ₀	2,178	K ₀ B ₁	2,061		
K ₁ B ₀	2,147	K ₁ B ₁	2,178		
K ₂ B ₀	2,271	K ₂ B ₁	2,256		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,355
C.V. (Parcelas) = 6,88%			C.V. (Sub-parcelas) = 10,97%		

TABELA 34. Teores médios do fósforo foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 6 meses após plantio. (Valores em percentagem de P na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	0,095	P ₀	0,060	K ₀	0,093
N ₁	0,101	P ₁	0,113	K ₁	0,105
N ₂	0,103	P ₂	0,126	K ₂	0,101
D.M.S. 5% (Tukey)					0,010
B ₀	0,096	B ₁	0,104		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,007
N ₀ P ₀	0,061	N ₀ P ₁	0,108	N ₀ P ₂	0,118
N ₁ P ₀	0,059	N ₁ P ₁	0,112	N ₁ P ₂	0,131
N ₂ P ₀	0,062	N ₂ P ₁	0,120	N ₂ P ₂	0,129
D.M.S. 5% (Tukey)					0,025
N ₀ B ₀	0,091	N ₀ B ₁	0,100		
N ₁ B ₀	0,096	N ₁ B ₁	0,105		
N ₂ B ₀	0,101	N ₂ B ₁	0,106		
P ₀ B ₀	0,056	P ₀ B ₁	0,065		
P ₁ B ₀	0,109	P ₁ B ₁	0,117		
P ₂ B ₀	0,122	P ₂ B ₁	0,129		
K ₀ B ₀	0,088	K ₀ B ₁	0,097		
K ₁ B ₀	0,102	K ₁ B ₁	0,109		
K ₂ B ₀	0,097	K ₂ B ₁	0,105		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,018
C.V. (Parcelas) = 9,78%			C.V. (Sub-parcelas) = 12,25%		

TABELA 35. Teores médios de potássio foliar e suas respectivas diferenças mínimas significantes, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 6 meses após plantio. (Valores em percentagem de K na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	1,605	P ₀	1,612	K ₀	1,135
N ₁	1,523	P ₁	1,545	K ₁	1,628
N ₂	1,483	P ₂	1,455	K ₂	1,848
D.M.S. 5% (Tukey)					0,069
B ₀	1,520	B ₁	1,554		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,114
N ₀ P ₀	1,620	N ₀ P ₁	1,695	N ₀ P ₂	1,500
N ₁ P ₀	1,615	N ₁ P ₁	1,465	N ₁ P ₂	1,490
N ₂ P ₀	1,600	N ₂ P ₁	1,475	N ₂ P ₂	1,375
N ₀ K ₀	1,170	N ₀ K ₁	1,815	N ₀ K ₂	1,830
N ₁ K ₀	1,075	N ₁ K ₁	1,550	N ₁ K ₂	1,945
N ₂ K ₀	1,160	N ₂ K ₁	1,520	N ₂ K ₂	1,770
P ₀ K ₀	1,155	P ₀ K ₁	1,660	P ₀ K ₂	2,020
P ₁ K ₀	1,100	P ₁ K ₁	1,715	P ₁ K ₂	1,820
P ₂ K ₀	1,150	P ₂ K ₁	1,510	P ₂ K ₂	1,705
D.M.S. 5% (Tukey)					0,173
N ₀ B ₀	1,533	N ₀ B ₁	1,677		
N ₁ B ₀	1,513	N ₁ B ₁	1,533		
N ₂ B ₀	1,513	N ₂ B ₁	1,453		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,298
C.V. (Parcelas) = 4,37%			C.V. (Sub-parcelas) = 13,07%		

TABELA 36. Teores médios de cálcio foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 6 meses após plantio. (Valores em percentagem de Ca na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	1,230	P ₀	0,990	K ₀	1,172
N ₁	1,148	P ₁	1,217	K ₁	1,233
N ₂	1,123	P ₂	1,295	K ₂	1,097
D.M.S. 5% (Tukey)					0,120
B ₀	1,218	B ₁	1,117		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,062
N ₀ P ₀	1,000	N ₀ P ₁	1,285	N ₀ P ₂	1,405
N ₁ P ₀	0,955	N ₁ P ₁	1,130	N ₁ P ₂	1,360
N ₂ P ₀	1,015	N ₂ P ₁	1,235	N ₂ P ₂	1,120
D.M.S. 5% (Tukey)					0,302
N ₀ B ₀	1,277	N ₀ B ₁	1,183		
N ₁ B ₀	1,230	N ₁ B ₁	1,067		
N ₂ B ₀	1,147	N ₂ B ₁	1,100		
P ₀ B ₀	0,977	P ₀ K ₁	1,003		
P ₁ B ₀	1,297	P ₁ B ₁	1,137		
P ₂ B ₀	1,380	P ₂ B ₁	1,210		
K ₀ B ₀	1,257	K ₀ B ₁	1,087		
K ₁ B ₀	1,250	K ₁ B ₁	1,217		
K ₂ B ₀	1,147	K ₂ B ₁	1,047		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,163
C.V. (Parcelas) = 10,02%			C.V. (Sub-parcelas) = 9,40%		

TABELA 37. Teores médios de magnésio foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 6 meses após plantio. (Valores em percentagem de Mg na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	0,365	P ₀	0,346	K ₀	0,351
N ₁	0,300	P ₁	0,306	K ₁	0,323
N ₂	0,299	P ₂	0,313	K ₂	0,290
D.M.S. 5% (Tukey)					0,029
B ₀	0,329	B ₁	0,314		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,017
N ₀ B ₀	0,382	N ₀ B ₁	0,348		
N ₁ B ₀	0,301	N ₁ B ₁	0,299		
N ₂ B ₀	0,302	N ₂ B ₁	0,297		
P ₀ B ₀	0,320	P ₀ B ₁	0,371		
P ₁ B ₀	0,331	P ₁ B ₁	0,281		
P ₂ B ₀	0,334	P ₂ B ₁	0,291		
K ₀ B ₀	0,380	K ₀ B ₁	0,322		
K ₁ B ₀	0,309	K ₁ B ₁	0,338		
K ₂ B ₀	0,297	K ₂ B ₁	0,283		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,044
C.V. (Parcelas) = 8,68%			C.V. (Sub-parcelas) = 9,21%		

TABELA 38. Teores médios de boro foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 6 meses após plantio. (Valores em ppm de B na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	141,78	P ₀	142,28	K ₀	140,11
N ₁	120,39	P ₁	118,11	K ₁	116,67
N ₂	119,61	P ₂	121,39	K ₂	125,00
D.M.S. 5% (Tukey)					40,60
B ₀	66,37	B ₁	188,15		
D.M.S. 5% (Tukey)					23,70
N ₀ B ₀	71,56	N ₀ B ₁	212,00		
N ₁ B ₀	58,11	N ₁ B ₁	182,67		
N ₂ B ₀	69,44	N ₂ B ₁	169,78		
P ₀ B ₀	60,56	P ₀ B ₁	224,00		
P ₁ B ₀	68,67	P ₁ B ₁	167,56		
P ₂ B ₀	69,89	P ₂ B ₁	172,89		
K ₀ B ₀	65,22	K ₀ B ₁	215,00		
K ₁ B ₀	64,33	K ₁ B ₁	169,00		
K ₂ B ₀	69,56	K ₂ B ₁	180,44		
D.M.S. 5% (Tukey)					61,92
C.V. (Parcelas) = 31,19%			C.V. (Sub-parcelas) = 32,80%		

TABELA 39. Teores médios de manganês foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 6 meses após plantio. (Valores em ppm de Mn na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	603,06	P ₀	591,94	K ₀	571,11
N ₁	587,50	P ₁	569,17	K ₁	608,89
N ₂	590,83	P ₂	620,28	K ₂	601,39
D.M.S. 5% (Tukey)					76,97
B ₀	625,74	B ₁	561,85		
D.M.S. 5% (Tukey)					29,51
N ₀ B ₀	624,44	N ₀ B ₁	581,67		
N ₁ B ₀	630,56	N ₁ B ₁	544,44		
N ₂ B ₀	622,22	N ₂ B ₁	559,44		
P ₀ B ₀	640,00	P ₀ B ₁	543,89		
P ₁ B ₀	572,78	P ₁ B ₁	565,56		
P ₂ B ₀	664,44	P ₂ B ₁	576,11		
K ₀ B ₀	590,56	K ₀ B ₁	551,67		
K ₁ B ₀	640,56	K ₁ B ₁	577,22		
K ₂ B ₀	646,11	K ₂ B ₁	556,67		
D.M.S. 5% (Tukey)					77,10
C.V. (Parcelas) = 12,67%			C.V. (Sub-parcelas) = 8,75%		

TABELA 40. Teores médios de ferro foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 6 meses após plantio. (Valores em ppm de Fe na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	123,89	P ₀	129,72	K ₀	120,28
N ₁	128,33	P ₁	116,67	K ₁	124,17
N ₂	126,11	P ₂	131,94	K ₂	133,89
D.M.S. 5% (Tukey)					12,51
B ₀	129,63	B ₁	122,59		
D.M.S. 5% (Tukey)					10,63
N ₀ P ₀	136,67	N ₀ P ₁	107,50	N ₀ P ₂	127,50
N ₁ P ₀	126,67	N ₁ P ₁	123,33	N ₁ P ₂	135,00
N ₂ P ₀	125,83	N ₂ P ₁	119,17	N ₂ P ₂	133,33
D.M.S. 5% (Tukey)					31,55
N ₀ B ₀	134,44	N ₀ B ₁	113,33		
N ₁ B ₀	127,78	N ₁ B ₁	128,89		
N ₂ B ₀	126,67	N ₂ B ₁	125,56		
P ₀ B ₀	136,67	P ₀ B ₁	122,78		
P ₁ B ₀	117,78	P ₁ B ₁	115,56		
P ₂ B ₀	134,44	P ₂ B ₁	129,44		
K ₀ B ₀	125,56	K ₀ B ₁	115,00		
K ₁ B ₀	129,44	K ₁ B ₁	118,89		
K ₂ B ₀	133,89	K ₂ B ₁	133,89		
D.M.S. 5% (Tukey)					27,78
C.V. (Parcelas) = 9,70%			C.V. (Sub-parcelas) = 14,85%		

TABELA 41. Teores médios de zinco foliar e suas respectivas diferentes mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 6 meses após plantio. (Valores em ppm de Zn na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	12,39	P ₀	12,86	K ₀	11,32
N ₁	11,60	P ₁	12,04	K ₁	12,64
N ₂	12,63	P ₂	11,71	K ₂	12,66
D.M.S. 5% (Tukey)					2,17
B ₀	12,03	B ₁	12,38		
D.M.S. 5% (Tukey)					1,42
N ₀ P ₀	11,43	N ₀ P ₁	13,70	N ₀ P ₂	12,03
N ₁ P ₀	12,53	N ₁ P ₁	11,13	N ₁ P ₂	11,13
N ₂ P ₀	14,62	N ₂ P ₁	11,30	N ₂ P ₂	11,97
D.M.S. 5% (Tukey)					5,48
N ₀ B ₀	12,47	N ₀ B ₁	12,31		
N ₁ B ₀	10,98	N ₁ B ₁	12,22		
N ₂ B ₀	12,64	N ₂ B ₁	12,61		
P ₀ B ₀	11,99	P ₀ B ₁	13,73		
P ₁ B ₀	12,22	P ₁ B ₁	11,87		
P ₂ B ₀	11,88	P ₂ B ₁	11,54		
K ₀ B ₀	10,96	K ₀ B ₁	11,69		
K ₁ B ₀	12,71	K ₁ B ₁	12,57		
K ₂ B ₀	12,42	K ₂ B ₁	12,89		
D.M.S. 5% (Tukey)					3,71
C.V. (Parcelas) = 17,39%			C.V. (Sub-parcelas) = 20,46%		

TABELA 42. Teores médios de cobre foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 6 meses após plantio. (Valores em ppm de Cu na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	6,59	P ₀	8,02	K ₀	5,80
N ₁	6,07	P ₁	6,01	K ₁	6,63
N ₂	6,42	P ₂	5,07	K ₂	6,66
D.M.S. 5% (Tukey)					1,14
B ₀	6,53	B ₁	6,20		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,82
N ₀ P ₀	6,87	N ₀ P ₁	7,08	N ₀ P ₂	5,83
N ₁ P ₀	7,81	N ₁ P ₁	5,42	N ₁ P ₂	5,00
N ₂ P ₀	9,37	N ₂ P ₁	5,52	N ₂ P ₂	4,37
D.M.S. 5% (Tukey)					2,88
N ₀ B ₀	6,94	N ₀ B ₁	6,25		
N ₁ B ₀	5,90	N ₁ B ₁	6,25		
N ₂ B ₀	6,73	N ₂ B ₁	6,11		
P ₀ B ₀	7,64	P ₀ B ₁	8,40		
P ₁ B ₀	6,39	P ₁ B ₁	5,62		
P ₂ B ₀	5,55	P ₂ B ₁	4,58		
K ₀ B ₀	5,69	K ₀ B ₁	5,90		
K ₁ B ₀	6,73	K ₁ B ₁	6,52		
K ₂ B ₀	7,15	K ₂ B ₁	6,18		
D.M.S. 5% (Tukey)					2,15
C.V. (Parcelas) = 17,52%			C.V. (Sub-parcelas) = 22,79%		

5.2.3.2 - Análise foliar aos 18 meses

As médias correspondentes aos teores dos elementos nas folhas e respectivas diferenças mínimas significativas encontram-se relacionadas nas tabelas 43 a 52.

a. Nitrogênio (tabela 43)

Depreende-se da análise de variância que a aplicação de N já aos 18 meses não acarretava acréscimo no teor de N nas folhas. Contudo, a utilização de P resultou em efeito linear significativo aumentando a concentração do N nas folhas, em parte em decorrência de concentração menor do N nos tratamentos que não receberam P. O desdobramento de graus de liberdade das interações mostrou a existência de efeito linear positivo e significativo de P na presença de B; os tratamentos com esse micronutriente na ausência de P apresentaram teor dos mais baixos de N nas folhas.

b. Fósforo (tabela 44)

A análise de variância revelou efeitos isolados significativos tanto de N como P. As aplicações destes nutrientes fizeram com que as concentrações de P nas folhas aumentassem proporcionalmente com os acréscimos nas suas dosagens.

c. Potássio (tabela 45)

Inferre-se da análise de variância que o teor de K nas folhas foi afetado de modo significativo e de forma quadrática pelo N, tendo o nível 1 determinado maior concentração do K.

A aplicação do K no solo resultou em efeito linear e positivo sobre o teor desse elemento nas folhas. Portanto, decorridos 18 meses, o K, à semelhança do P, proporcionava ainda aumentos de concentração nas folhas em decorrência de sua aplicação no plantio. Salienta-se que este aumento de concentração de K ocorreu mesmo diante de um maior crescimento das plantas determinado por sua aplicação. Assim, o conhecido efeito de diluição não se verificou mesmo com aumento sensível na produção de massa vegetal.

d. Cálcio (tabela 46)

O único efeito significativo observado foi linear e positivo, decorrente da aplicação de P. Manteve-se assim o efeito constatado aos 6 meses de idade.

e. Magnésio (tabela 47)

Não foi observado nenhum efeito dos diferentes tratamentos sobre os teores de Mg nas folhas.

f. Boro (tabela 48)

A análise estatística permite inferir que a aplicação de B em cobertura por ocasião do plantio determinou, mesmo aos 18 meses de idade, um aumento altamente significativo na concentração desse micronutriente nas folhas. Duas interações lineares significativas foram verificadas para $N \times B_0$ e $K \times B_1$. A aplicação de N na ausência de B determinou redução no teor de B nas folhas, ocorrendo efeito similar na aplicação de K na presença de B.

g. Manganês (tabela 49)

Foi identificado efeito linear significativo da aplicação de K, aumentando o teor de Mn nas folhas. O desdobramento de graus de liberdade das interações mostrou que, a despeito de tendência de efeito semelhante na presença de B, somente na sua ausência os acréscimos nas dosagens de K resultaram em aumento linear significativo do teor de Mn nas folhas.

h. Ferro (tabela 50)

Constatou-se efeito significativo apenas para a interação K x B, sendo que na ausência de B a aplicação de K determinou uma tendência a aumento na concentração de Fe, enquanto na presença desse micronutriente o efeito do K foi oposto.

i. Zinco (tabela 51)

Os teores de Zn nas folhas aumentaram de maneira linear e significativa com os aumentos da aplicação de N. Nenhum outro efeito significativo foi observado.

j. Cobre (tabela 52)

Verificou-se interação significativa para K x B, sendo que aumentos nas dosagens de K na ausência de B levaram a maiores teores de Cu nas folhas. Fato inverso ocorreu na presença de B.

k. Efeitos de blocos na análise foliar

Ao contrário do ocorrido para as análises foliares realizadas aos 6 meses de idade, onde não se verificou qualquer efeito significativo de blocos nas análises de variância dos 10 elementos estudados, aos 18 meses todas as determinações revelaram efeitos altamente significativos para blocos (tabela 52). Isto sugere uma variação da fertilidade do solo dentro da área onde se instalou o experimento que, aparentemente homogênea, ao se analisar a topografia e a vegetação primitiva, mostrou ser suficientemente variada a ponto de superar a contribuição decorrente da aplicação dos nutrientes controlados no ensaio. Esta variação, detectada apenas na análise foliar do material coletado aos 18 meses, provavelmente resulta do fato de que aos 6 meses o sistema radicular não explorava todo o volume de solo disponível às plantas e as quantidades aplicadas de nutrientes se encontravam concentradas em uma pequena camada de solo, e ainda em níveis mais do que suficientes para atender às necessidades das plantas nesta idade. Já aos 18 meses a participação do solo na alimentação das plantas de eucalipto era muito mais significativa que a proporcionada pela adubação. Considerando-se que aos seis meses de idade as plantas de eucalipto exploram uma camada de solo bem mais superficial que aos dezoito meses, sugere também que os horizontes superficiais do solo do local do experimento seriam suficientemente homogêneos a ponto de não proporcionar diferenças significativas entre blocos ao se analisar os teores dos nutrientes nas folhas, o que não ocorria com os horizontes mais profundos. Salienta-se assim, ao se estudar a fertilidade do solo para fins florestais, a importância de se incluir na amostragem do solo horizontes sub-superficiais.

TABELA 43. Teores médios de nitrogênio foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidas através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 18 meses após plantio. (Valores em percentagem de N na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	2,118	P ₀	2,074	K ₀	2,101
N ₁	2,174	P ₁	2,194	K ₁	2,214
N ₂	2,170	P ₂	2,195	K ₂	2,147
D.M.S. 5% (Tukey)					0,144
B ₀	2,180	B ₁	2,128		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,084
N ₀ B ₀	2,126	N ₀ B ₁	2,111		
N ₁ B ₀	2,244	N ₁ B ₁	2,104		
N ₂ B ₀	2,171	N ₂ B ₁	2,169		
P ₀ B ₀	2,104	P ₀ B ₁	2,044		
P ₁ B ₀	2,268	P ₁ B ₁	2,119		
P ₂ B ₀	2,168	P ₂ B ₁	2,221		
K ₀ B ₀	2,120	K ₀ B ₁	2,082		
K ₁ B ₀	2,234	K ₁ B ₁	2,194		
K ₂ B ₀	2,186	K ₂ B ₁	2,108		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,214
C.V. (Parcelas) = 11,55%			C.V. (Sub-parcelas) = 10,02%		

TABELA 44. Teores médios de fósforo foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 18 meses após plantio. (Valores em percentagem de P na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	0,110	P ₀	0,110	K ₀	0,114
N ₁	0,118	P ₁	0,116	K ₁	0,115
N ₂	0,121	P ₂	0,122	K ₂	0,120
D.M.S. 5% (Tukey)					0,010
B ₀	0,118	B ₁	0,115		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,007
N ₀ P ₀	0,100	N ₀ P ₁	0,106	N ₀ P ₂	0,123
N ₁ P ₀	0,109	N ₁ P ₁	0,122	N ₁ P ₂	0,122
N ₂ P ₀	0,122	N ₂ P ₁	0,121	N ₂ P ₂	0,122
D.M.S. 5% (Tukey)					0,024
N ₀ B ₀	0,122	N ₀ B ₁	0,107		
N ₁ B ₀	0,119	N ₁ B ₁	0,116		
N ₂ B ₀	0,122	N ₂ B ₁	0,121		
P ₀ B ₀	0,111	P ₀ B ₁	0,110		
P ₁ B ₀	0,118	P ₁ B ₁	0,115		
P ₂ B ₀	0,124	P ₂ B ₁	0,120		
K ₀ B ₀	0,116	K ₀ B ₁	0,112		
K ₁ B ₀	0,113	K ₁ B ₁	0,117		
K ₂ B ₀	0,124	K ₂ B ₁	0,115		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,018
C.V. (Parcelas) = 15,22%			C.V. (Sub-parcelas) = 15,96%		

TABELA 45. Teores médios de potássio foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 18 meses após plantio. (Valores em percentagem de K na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	0,599	P ₀	0,604	K ₀	0,567
N ₁	0,638	P ₁	0,604	K ₁	0,616
N ₂	0,571	P ₂	0,600	K ₂	0,626
D.M.S. 5% (Tukey)					0,062
B ₀	0,593	B ₁	0,613		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,045
N ₀ B ₀	0,588	N ₀ B ₁	0,611		
N ₁ B ₀	0,647	N ₁ B ₁	0,629		
N ₂ B ₀	0,543	N ₂ B ₁	0,599		
P ₀ B ₀	0,585	P ₀ B ₁	0,624		
P ₁ B ₀	0,585	P ₁ B ₁	0,624		
P ₂ B ₀	0,608	P ₂ B ₁	0,592		
K ₀ B ₀	0,560	K ₀ B ₁	0,574		
K ₁ B ₀	0,593	K ₁ B ₁	0,639		
K ₂ B ₀	0,625	K ₂ B ₁	0,626		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,114
C.V. (Parcelas) = 17,78%			C.V. (Sub-parcelas) = 19,04%		

TABELA 46. Teores médios de cálcio foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 18 meses após plantio. (Valores em percentagem de Ca na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	0,659	P ₀	0,620	K ₀	0,654
N ₁	0,658	P ₁	0,664	K ₁	0,644
N ₂	0,648	P ₂	0,680	K ₂	0,667
D.M.S. 5% (Tukey)					0,067
B ₀	0,663	B ₁	0,646		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,037
N ₀ B ₀	0,663	N ₀ B ₁	0,654		
N ₁ B ₀	0,678	N ₁ B ₁	0,638		
N ₂ B ₀	0,649	N ₂ B ₁	0,648		
P ₀ B ₀	0,616	P ₀ B ₁	0,625		
P ₁ B ₀	0,695	P ₁ B ₁	0,633		
P ₂ B ₀	0,679	P ₂ B ₁	0,682		
K ₀ B ₀	0,670	K ₀ B ₁	0,637		
K ₁ B ₀	0,641	K ₁ B ₁	0,647		
K ₂ B ₀	0,679	K ₂ B ₁	0,655		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,096
C.V. (Parcelas) = 17,72%		C.V. (Sub-parcelas) = 14,75%			

TABELA 47. Teores médios de magnésio foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 18 meses após plantio. (Valores em percentagem de Mg na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	0,179	P ₀	0,181	K ₀	0,184
N ₁	0,183	P ₁	0,187	K ₁	0,183
N ₂	0,188	P ₂	0,182	K ₂	0,184
D.M.S. 5% (Tukey)					0,017
B ₀	0,186	B ₁	0,181		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,012
N ₀ P ₀	0,182	N ₀ P ₁	0,172	N ₀ P ₂	0,183
N ₁ P ₀	0,177	N ₁ P ₁	0,200	N ₁ P ₂	0,174
N ₂ P ₀	0,184	N ₂ P ₁	0,189	N ₂ P ₂	0,190
D.M.S. 5% (Tukey)					0,039
N ₀ B ₀	0,186	N ₀ B ₁	0,173		
N ₁ B ₀	0,183	N ₁ B ₁	0,184		
N ₂ B ₀	0,189	N ₂ B ₁	0,186		
P ₀ B ₀	0,180	P ₀ B ₁	0,182		
P ₁ B ₀	0,196	P ₁ B ₁	0,178		
P ₂ B ₀	0,182	P ₂ B ₁	0,182		
K ₀ B ₀	0,193	K ₀ B ₁	0,175		
K ₁ B ₀	0,181	K ₁ B ₁	0,185		
K ₂ B ₀	0,185	K ₂ B ₁	0,183		
D.M.S. 5% (Tukey)					0,030
C.V. (Parcelas) = 15,78%			C.V. (Sub-parcelas) = 16,65%		

TABELA 48. Teores médios de boro foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 18 meses após plantio. (Valores em ppm de B na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	35,64	P ₀	33,36	K ₀	34,62
N ₁	32,92	P ₁	34,07	K ₁	34,64
N ₂	33,56	P ₂	34,69	K ₂	32,86
D.M.S. 5% (Tukey)					3,24
B ₀	29,75	B ₁	38,33		
D.M.S. 5% (Tukey)					1,31
N ₀ B ₀	31,83	N ₀ B ₁	39,45		
N ₁ B ₀	28,77	N ₁ B ₁	37,07		
N ₂ B ₀	28,64	N ₂ B ₁	38,48		
P ₀ B ₀	28,61	P ₀ B ₁	38,11		
P ₁ B ₀	30,77	P ₁ B ₁	37,37		
P ₂ B ₀	29,86	P ₂ B ₁	39,51		
K ₀ B ₀	29,03	K ₀ B ₁	40,21		
K ₁ B ₀	30,93	K ₁ B ₁	38,34		
K ₂ B ₀	29,28	K ₂ B ₁	36,44		
D.M.S. 5% (Tukey)					3,33
C.V. (Parcelas) = 16,42%			C.V. (Sub-parcelas) = 9,89%		

TABELA 49. Teores médios de manganês foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 18 meses após plantio. (Valores em ppm de Mn na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	656,14	P ₀	734,53	K ₀	659,78
N ₁	722,17	P ₁	696,28	K ₁	692,56
N ₂	717,36	P ₂	664,86	K ₂	743,33
D.M.S. 5% (Tukey)					96,67
B ₀	699,44	B ₁	697,67		
D.M.S. 5% (Tukey)					61,10
N ₀ K ₀	642,25	N ₀ K ₁	622,75	N ₀ K ₂	703,42
N ₁ K ₀	693,83	N ₁ K ₁	778,58	N ₁ K ₂	694,08
N ₂ K ₀	643,25	N ₂ K ₁	676,33	N ₂ K ₂	832,50
D.M.S. 5% (Tukey)					227,09
N ₀ B ₀	654,00	N ₀ B ₁	658,28		
N ₁ B ₀	737,78	N ₁ B ₁	706,56		
N ₂ B ₀	706,56	N ₂ B ₁	728,17		
P ₀ B ₀	732,78	P ₀ B ₁	736,28		
P ₁ B ₀	723,06	P ₁ B ₁	669,50		
P ₂ B ₀	642,50	P ₂ B ₁	687,22		
K ₀ B ₀	644,56	K ₀ B ₁	675,00		
K ₁ B ₀	685,44	K ₁ B ₁	699,67		
K ₂ B ₀	768,33	K ₂ B ₁	718,33		
D.M.S. 5% (Tukey)					155,94
C.V. (Parcelas) = 23,86%			C.V. (Sub-parcelas) = 22,55%		

TABELA 50. Teores médios de ferro foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 18 meses após plantio. (Valores em ppm de Fe na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	101,39	P ₀	104,36	K ₀	107,94
N ₁	107,97	P ₁	110,31	K ₁	104,44
N ₂	105,69	P ₂	100,39	K ₂	102,67
D.M.S. 5% (Tukey)					16,54
B ₀	106,46	B ₁	103,57		
D.M.S. 5% (Tukey)					8,06
N ₀ K ₀	102,92	N ₀ K ₁	91,42	N ₀ K ₂	109,83
N ₁ K ₀	105,33	N ₁ K ₁	118,42	N ₁ K ₂	100,17
N ₂ K ₀	115,58	N ₂ K ₁	103,50	N ₂ K ₂	98,00
D.M.S. 5% (Tukey)					38,87
N ₀ B ₀	104,61	N ₀ B ₁	98,17		
N ₁ B ₀	112,50	N ₁ B ₁	103,44		
N ₂ B ₀	102,28	N ₂ B ₁	109,11		
P ₀ B ₀	105,61	P ₀ B ₁	103,11		
P ₁ B ₀	116,33	P ₁ B ₁	104,28		
P ₂ B ₀	97,44	P ₂ B ₁	103,33		
K ₀ B ₀	102,06	K ₀ B ₁	113,83		
K ₁ B ₀	110,39	K ₁ B ₁	98,50		
K ₂ B ₀	106,94	K ₂ B ₁	98,39		
D.M.S. 5% (Tukey)					20,57
C.V. (Parcelas) = 27,16%			C.V. (Sub-parcelas) = 19,79%		

TABELA 51. Teores médios de zinco foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 18 meses após plantio. (Valores em ppm de Zn na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	9,25	P ₀	10,17	K ₀	10,42
N ₁	9,81	P ₁	10,39	K ₁	10,22
N ₂	12,22	P ₂	10,72	K ₂	10,64
D.M.S. 5% (Tukey)					3,08
B ₀	11,00	B ₁	9,85		
D.M.S. 5% (Tukey)					1,62
N ₀ B ₀	10,17	N ₀ B ₁	8,33		
N ₁ B ₀	9,83	N ₁ B ₁	9,78		
N ₂ B ₀	13,00	N ₂ B ₁	11,44		
P ₀ B ₀	11,22	P ₀ B ₁	9,11		
P ₁ B ₀	10,94	P ₁ B ₁	9,83		
P ₂ B ₀	10,83	P ₂ B ₁	10,61		
K ₀ B ₀	10,68	K ₀ B ₁	10,17		
K ₁ B ₀	10,89	K ₁ B ₁	9,56		
K ₂ B ₀	11,44	K ₂ B ₁	9,83		
D.M.S. 5% (Tukey)					4,14
C.V. (Parcelas) = 50,89%			C.V. (Sub-parcelas) = 40,11%		

TABELA 52. Teores médios de cobre foliar e suas respectivas diferenças mínimas significativas, obtidos através dos diferentes tratamentos do Experimento 2. Resultados relativos à avaliação de 18 meses após plantio. (Valores em ppm de Cu na matéria seca foliar)

TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS	TRAT.	MÉDIAS
N ₀	10,58	P ₀	11,44	K ₀	10,72
N ₁	11,11	P ₁	10,67	K ₁	10,86
N ₂	10,75	P ₂	10,33	K ₂	10,86
D.M.S. 5% (Tukey)					1,64
B ₀	11,17	B ₁	10,46		
D.M.S. 5% (Tukey)					1,08
N ₀ K ₀	11,17	N ₀ K ₁	10,00	N ₀ K ₂	10,58
N ₁ K ₀	10,58	N ₁ K ₁	12,92	N ₁ K ₂	9,83
N ₂ K ₀	10,42	N ₂ K ₁	9,67	N ₂ K ₂	12,17
D.M.S. 5% (Tukey)					3,86
N ₀ B ₀	10,72	N ₀ B ₁	10,44		
N ₁ B ₀	11,28	N ₁ B ₁	10,94		
N ₂ B ₀	11,50	N ₂ B ₁	10,00		
P ₀ B ₀	11,67	P ₀ B ₁	11,22		
P ₁ B ₀	10,89	P ₁ B ₁	10,44		
P ₂ B ₀	10,94	P ₂ B ₁	9,72		
K ₀ B ₀	10,50	K ₀ B ₁	10,94		
K ₁ B ₀	10,78	K ₁ B ₁	10,94		
K ₂ B ₀	12,22	K ₂ B ₁	9,50		
D.M.S. 5% (Tukey)					2,76
C.V. (Parcelas) = 26,21%			C.V. (Sub-parcelas) = 25,74%		

TABELA 53. Médias dos teores foliares dos diferentes elementos analisados ao longo dos blocos, na avaliação de 18 meses após plantio. Valores em percentagem para os macronutrientes e em partes por milhão para os micronutrientes.

Elementos	Blocos					
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆
N	2,27	2,25	2,15	2,15	2,10	2,01
P	0,117	0,121	0,119	0,126	0,119	0,096
K	0,69	0,57	0,69	0,59	0,55	0,53
Ca	0,62	0,66	0,71	0,68	0,57	0,69
Mg	0,17	0,19	0,19	0,20	0,20	0,16
B	27	38	33	35	33	37
Mn	736	851	888	697	465	554
Fe	86	88	104	113	108	132
Zn	7	8	13	13	11	11
Cu	9	11	12	12	12	10

6. D I S C U S S Ã O

Visando a obtenção de conclusões mais generalizadas, procurar-se-ã seguir discutir conjuntamente os resultados obtidos em ambos os experimentos.

6.1. NITROGÊNIO

Em ambos os ensaios a aplicação de N na forma de sulfato de amônio determinou um rápido aumento no crescimento em altura das plantas de eucalipto. Contudo, essa resposta passou a ser menos pronunciada ao longo do tempo, mantendo-se entretanto de forma significativa e por período mais prolongado apenas quando se efetuaram aplicações de B e de P, ou seja , na presença dos outros elementos mais limitantes ao crescimenen

to do eucalipto na região, o que é perfeitamente explicado por uma das leis básicas da Fertilidade do Solo - Lei do Mínimo ou de Liebig.

Respostas pouco duradouras do ritmo mais acelerado do crescimento inicial de essências florestais ante à aplicação de fertilizantes em geral, têm sido observadas por diversos autores, dentre os quais CROMER et alii (1975) SCHÖNAU & PENNEFATHER (1975), SCHUTZ (1976), DONALD & SCHUTZ (1977) e BALLARD (1978). A frequência na constatação desta ocorrência levou este último autor a estabelecer como regra, para a Nova Zelândia, uma eficiência da aplicação do N na implantação de florestas por tão somente 1 a 2 anos. Corroborando com esta afirmativa, em solos de cerrado do Estado de São Paulo, MELLO (1968) constatou que já aos 2 anos de idade não mais se observava efeito significativo do N sobre o desenvolvimento em altura das plantas. DONALD & SCHUTZ (1977) citando pesquisa de Luckhoff (1955) envolvendo adubação fosfatada de *E. grandis*, na qual não se observou efeito positivo no crescimento das plantas, afirmam que este fato resultaria tanto da lixiviação do P em solos arenosos como também da omisão do N nos tratamentos que receberam P. Entretanto, considerando vários outros experimentos na África do Sul, asseguram que uma competição interna no povoamento, devido à adoção de espaçamento mais fechado, seria a principal razão da falta de persistência até a época de exploração dos efeitos iniciais dos nutrientes sobre o crescimento. Outros autores, como Ranwell (1975), citado por DONALD & SCHUTZ (1977), entretando, ressaltaram a baixa proporção entre a quantidade aplicada como fertilizante e o total de nutrientes absorvidos pelas plantas de eucalipto com seu próprio desenvolvimento, como uma das principais causas da falta de persistência da resposta das plantas à fertilização.

Desse modo, considerando-se tais argumentos e a quantidade e o tipo de nitrogenado utilizado e, bem como ainda, as características dos solos dos ensaios, pode-se afirmar que a pouca persistência dos efeitos do N no desenvolvimento das plantas seria resultante tanto de uma lixiviação, que arrastaria este nutriente para uma camada de solo inferior à da radicular mais ativa, pela baixa CTC dos solos em estudo e rápida nitrificação do N-amoniaco nos solos tropicais, como também por uma imobilização do N pelo eucalipto, visto que já aos 2 anos de idade a absorção desse macronutriente pelo povoamento florestal é bem superior ao aplicado como fertilizante. Contudo, o fato de outros nutrientes, como P, K e B em um dos ensaios e mesmo N no outro, manterem suas respostas por períodos mais longos que o N no primeiro ensaio e, associando ainda a este fato, a constatação de que a aplicação de outros nutrientes, como P e B, aumenta a resposta e a persistência do efeito do N, parece eliminar a hipótese de que uma competição interna entre plantas devido à densidade populacional elevada, como se refere DONALD & SCHULTZ (1977), seria a razão da falta de durabilidade da resposta das plantas à adubação nitrogenada. Assim sendo, a lixiviação e a imobilização, reduzindo ao longo do tempo a disponibilidade do N aplicado como fertilizante, e bem como a baixa disponibilidade ou o esgotamento de outros nutrientes no solo, seriam as causas mais prováveis da não persistência de resposta ao N nas condições de: clima, solos, espaçamento e épocas de avaliação dos ensaios.

Outro aspecto a ressaltar com relação à aplicação de fertilizante nitrogenado é a ocorrência, no Experimento 1, onde o solo da área do ensaio era comprovadamente deficiente em B, de agravamento na deficiência desse micronutriente com os acréscimos dos níveis de N, com danos severos ao cresci -

mento e à forma das plantas.

Tal fato pode ser explicado através do conhecido efeito de diluição, provocado por um elemento cuja aplicação determine um rápido aumento de crescimento. Os nutrientes não aplicados resultarão em menor concentração nos tecidos caso o solo não disponha em quantidade e, principalmente, em intensidade suficiente para atender a uma exigência adicional determinada pelo ritmo de crescimento da planta. Dentre os trabalhos que abordam o problema cabe citar, especificamente com relação a eucalipto, o de autoria de COOLING & JONES (1970), referindo-se a aumento de morte de ponteiros com a aplicação de uma formulação contendo N, P e K. As constatações de BALLARD (1978) para *Pinus radiata* na Nova Zelândia, em que as aplicações de P e N usualmente agravam a incidência de "die-back" nos locais onde aqueles nutrientes aumentam a taxa de crescimento das plantas, coincidem com as observações aqui feitas com eucalipto e fortalecem as hipóteses aqui levantadas.

No que se refere aos estudos de avaliação do estado nutricional das plantas através de análises foliares, realizadas no Experimento 2 aos 6 e 18 meses, constata-se que as dosagens aplicadas de N foram suficientes para elevar de forma significativa os teores desse nutriente aos 6 meses de idade. Aos 18 meses este fato já não mais era observado, o que entretanto não determinava a eliminação dos efeitos significativos dos tratamentos com doses crescentes de N na produção de madeira. Assim, mais uma vez caracteriza-se aqui um efeito de diluição provocado por um aumento no crescimento das plantas, que, reduzindo a concentração foliar do N a níveis que não permitiam uma constatação de diferença estatística entre os tratamentos com e sem N, mostrava que o N se apresenta

va disponível ainda no solo em quantidade suficiente para as segurar a manutenção do ritmo inicial do crescimento das plantas.

Assim, aos 6 meses, concentrações foliares de N na matéria seca variando de 1,40 a 3,15%, com média de 1,84% , 2,25% e 2,46%, respectivamente para os tratamentos N_0 , N_1 e N_2 , e média geral de 2,18%, que através de um estudo de correlação com o desenvolvimento em altura definiu um coeficiente de correlação parcial simples de $r = 0,40$, estiveram relacionados com um aumento no crescimento das plantas. Entretanto, nessa época, através de estudo de regressão múltipla entre altura das plantas e concentração foliar dos nutrientes, o N não era incluído dentre os principais elementos responsáveis pelo maior ou menor crescimento das plantas. Já aos 18 meses a amplitude de variação do N em função dos tratamentos era de 1,89 a 2,93%, com média geral para o experimento de 2,15% e médias para os tratamentos N_0 , N_1 e N_2 de, respectivamente, 2,12%, 2,17% e 2,17%. Nestas condições, - contudo, através de análise de regressão múltipla entre os teores foliares dos nutrientes analisados e a produção, mostrava-se que o N se constituía no principal elemento responsável pela produção de madeira. Os cálculos de correlação - simples entre as concentrações de N e o desenvolvimento das plantas resultaram em valores de $r = 0,46$ para alturas, $r = 0,45$ para diâmetros e de $r = 0,41$ para volumes cilíndricos . Salienta-se que os teores de N nas folhas estiveram mais relacionados com as aplicações de P do que propriamente com as de N, sugerindo a existência não somente de um efeito puro do N mas também indireto, estimulante, de outros nutrientes sobre N, especialmente P, já que se constatou uma correlação elevada entre os teores de N e P nas folhas ($r = 0,58$). Este resultado é exatamente o oposto ao que é normalmente referido pela literatura, onde o N-amoniacal estimularia, em decor

rência de alterações morfológicas, químicas ou fisiológicas - no sistema raiz-solo, a absorção do fósforo. Poder-se-ia explicar este acréscimo na absorção de N, pela ação do P no sistema radicular aumentando a intercepção do N pela raiz.

Quanto aos níveis foliares de N observados no Experimento 2, pode-se afirmar serem bem superiores aos obtidos - por HAAG et alii (1961a) em ensaio em vasos com *E. alba*, onde os tratamentos com N apresentaram 0,84% de N, contra 1,74% no tratamento completo. Já Beaucorps (1959), citado por MALAVOLTA et alii (1974), analisando plantas de *E. camaldulensis* com 2 anos de idade constatou concentração de 2% de N na matéria seca.

Inúmeros outros autores relatam resultados de análise foliar para eucaliptos de diversas espécies conduzidos sob diferentes condições. Assim, HAAG et alii (1961b) analisando folhas colhidas em povoamentos florestais com 2 anos de idade, observaram teores de 2,07% de N para *E. alba* e 2,22 % para *E. grandis*. MELLO (1968), em análise foliar de *E. saligna* aos 2 anos de idade, encontrou o teor de 1,91% de N para a média dos tratamentos sem N, contra 2,06% e 2,04% para as médias dos tratamentos com doses 1 e 2 de N, correspondentes respectivamente a 30 e 60 kg de N por hectare. HAAG et alii (1976) encontraram valores de 1,62% a 1,91%, em condições de campo, para diversas espécies de eucalipto. LAMB (1976), em estudos conduzidos com *E. deglupta* aos 4 anos de idade, verificou teores de N foliar entre 1,5 e 2,5% na matéria seca, dependendo da época do ano e da posição das folhas amostradas na copa. ROCHA FILHO et alii (1979), em ensaio em vasos, obtiveram para *E. grandis* 2,79% a 3,46% de N em folhas novas. Assim sendo, com base nos resultados do presente ensaio e apoiado na queles da literatura pertinente, pode-se sugerir que um teor

foliar superior a 2% de N estaria relacionado com um desenvolvimento vigoroso e normal das plantas de *E. saligna*.

6.2. FÓSFORO

A aplicação de P na forma de superfosfato simples de terminou em ambos os ensaios um sensível aumento no crescimento das plantas, com significância perdurando durante todo o período em que foram acompanhados os experimentos.

A literatura compulsada mostrou que a persistência de resposta à fertilização fosfatada até o momento de exploração do eucalipto, tem sido frequentemente constatada. Dentre outros, cabe destacar o trabalho de MELLO et alii (1970), que observaram para *E. saligna* aos 5 anos de idade um efeito significativo para o P sobre a produção de madeira. De modo análogo, Ranwell, Kirk & Mullins (1974), citados por DONALD & SCHUTZ (1977), verificaram resposta significativa do eucalipto à aplicação de P aos 7 anos de idade. Fato semelhante foi observado por SCHONAU & PENNEFATHER (1975), em 2 ensaios com *E. grandis*, onde a época de exploração aos 8 e 9 anos de idade se constatava ainda efeito significativo do P na produção de madeira.

No presente trabalho, além do efeito isolado altamente significativo do fósforo na produção, em ambos os experimentos, foi possível identificar a interação N x P, que se manteve significativa até o período final de avaliação, aos 48 meses no Experimento 1 e aos 18 meses no Experimento 2. Desse modo, o efeito de N ou de P se fez sentir mais acentuadamente quando na presença do outro elemento. Assim, depreende-se que os solos dos locais de ensaio apresentavam N e P como elementos mais limitantes ao crescimento da espécie de eucalipto estudada. Depreende-se também a real importância de uma aplicação equilibrada de N e P na adubação de eucalipto em solos de cerrado de baixa fertilidade. Considerados isoladamen

te, esses dois elementos, N e P, têm realmente sido constatados como os mais limitantes ao crescimento de eucalipto, conforme se depreende dos resultados apresentados por MELLO(1968), MELLO et alii (1970), KNUDSON et alii (1972), CROMER et alii (1975), PRYOR (1975), SCHONAU & PENNEFATHER (1975), SCHUTZ (1976), DONALD & SCHUTZ (1977). Destaca-se no entanto, ao se analisar a interação N x P, o efeito sinérgico recíproco - desses nutrientes na produção de madeira, aumentando a significância e a persistência das respostas das plantas ante à aplicação conjunta e equilibrada desses nutrientes.

Esta ação tem sido relatada não só para essências florestais como também para diversas culturas agrícolas. No caso de eucalipto, pode-se citar os trabalhos de MELLO (1968) e McINTYRE & PRYOR (1974).

O efeito dessa interação sobre o crescimento das plantas pode ser atribuído a uma ação estimulante recíproca à absorção do outro elemento, como constatado através da análise foliar aos 6 meses de idade no Experimento 2.

Embora o efeito de N na absorção de P tenha sido significativo, o foi de modo mais intenso o de P na absorção de N. Na avaliação conduzida aos 18 meses tanto N como P estimulavam, mutuamente, a absorção do outro elemento. De certo modo, destaca-se o P, que elevou significativamente os teores - foliares de N com os acréscimos de suas dosagens quando a prôpria aplicação de N não o fez, isto em parte resultante do fato de as concentrações de N na ausência de P terem sido até mesmo inferiores às aquelas na ausência de N.

Este efeito estimulante de N sobre P mereceu a atenção de vários pesquisadores, tendo sido atribuído por WARING

(1967) a um estímulo à microflora e à microfauna do solo, não que foi apoiado por TABER & McFEE (1972) ao comprovarem para *Pinus radiata*, que o nitrogênio proporcionava um estímulo no desenvolvimento de organismos micorrízicos e não micorrízicos associados às plântulas, o que poderia levar a uma maior absorção de P. Por outro lado, KRUGNER (1976) constatou que a aplicação isolada de 145 kg de N por hectare, bem como a aplicação de formulação NPK na base de 145 kg de N, 50 kg de P_2O_5 e 100 kg de K_2O , estimulou o desenvolvimento de ectomicorrizas formadas por *Pisolithus tinctorius* em plântulas de *Pinus taeda*. Entretanto, a análise química da folhagem não mostrou qualquer efeito dos tratamentos nas concentrações de N e P, embora se tenha observado um aumento no crescimento das plantas sob efeito desses tratamentos. GRUNES (1959) afirma que o efeito do nitrogênio levando a um aumento da absorção de fósforo resulta de alterações morfológicas, químicas e fisiológicas, tanto isolada como combinadas. Segundo ARNON (1975), citando vários autores, o caráter morfológico seria resultante de uma ação do N aumentando o desenvolvimento radicular que, determinando um acréscimo na superfície de absorção, levaria a um aumento no absorvimento de P. A justificativa de natureza química resultaria ou de uma influência do N-amoniacal na absorção preferencial do P, ou aumento da solubilidade do P por redução do pH ante a ação do sulfato de amônio, ou ainda, mútuo aumento de solubilidade resultante do contato de fosfato de cálcio e sulfato de amônio. A ação fisiológica resultaria de uma interferência do nitrogênio no processo que controla a absorção do fósforo pela planta, como seja: estímulo na condução do P através do simplasto radicular até o xilema e efeito do N em processos metabólicos que controlam a taxa de absorção de P.

Outro aspecto a destacar é relativo aos teores de P

encontrados na análise foliar. Na primeira avaliação do Experimento 2, os níveis de P sob a ação dos tratamentos variaram de 0,048% a 0,152%, com média geral de 0,100% e médias para os tratamentos P_0 , P_1 e P_2 respectivamente de 0,060%, 0,113 % e 0,126%. Na segunda avaliação, a amplitude de variação esteve entre os limites de 0,072% a 0,147%, com a média geral de 0,116%, e médias para os tratamentos P_0 , P_1 e P_2 de 0,110% , 0,116% e 0,122% respectivamente.

A literatura compulsada revelou que os teores de P em eucalipto, sob diferentes condições, são até certo ponto próximos aos encontrados no presente trabalho. Beaucorps (1959) , citado por MALAVOLTA et alii (1974), encontrou em *E. camaldulensis* teor foliar de 0,070% de P. HAAG et alii (1961a) em ensaio em vasos com *E. alba* verificou na ausência de P valores variando de 0,050% a 0,091%, e no tratamento com NPK, Ca e Mg teores de 0,107% a 0,124%, sendo que as ausências de Ca e Mg promoveram sensível aumento na concentração de P nas folhas. HAAG et alii (1961b) constataram teores de 0,19% e 0,17%, respectivamente para *E. alba* e *E. grandis*. LAMB (1976) verificou para *E. deglupta* com 4 anos de idade teores de P nas folhas de 0,125% a 0,195%. ROCHA FILHO et alii (1979) - constatou teores de 0,20% a 0,27% para *E. grandis* cultivado - em vasos sob diferentes níveis de B. Todos esses resultados sugerem, ao considerarmos a significância dos tratamentos com aplicação de P, que teores ao redor de 0,120% de P nas folhas estão relacionados com um bom crescimento das plantas de eucalipto. Sugere, também, ao considerarmos a grande diferença das concentrações médias do tratamento P_0 aos 6 e 18 meses que, com o desenvolvimento radicular, a exploração de maior volume de solo e a evolução das simbioses micorrízicas, as plantas - conseguem um melhor suprimento de P nativo.

Dentre todas as interações observadas de P com ou

tros nutrientes, merecem destaque a de P com Ca e de P com Cu. Níveis crescentes de P, aplicado como superfosfato simples, - aumentam sensivelmente os teores de Ca na folha. Este seria resultante tanto de um estímulo do P à absorção do Ca fornecido pelo calcário mas, principalmente, do Ca do fosfato de cálcio e do gesso que compõem o superfosfato simples. Com relação ao Cu, as aplicações de doses crescentes de P reduziram a concentração de Cu na folha. Esta observação é clássica na literatura, e geralmente são acompanhadas de constatações de redução de absorção de Zn, como aqui também o foi, mas de forma não tão acentuada como a do Cu. Em função desta situação, poderia o Cu permanecer nos tecidos, pelo menos temporariamente, em concentração inferior ao nível crítico desse elemento nas folhas de eucalipto caso sua concentração no solo seja - baixa e as aplicações de P sejam elevadas.

6.3. POTÁSSIO

A aplicação de K na forma de cloreto de potássio de terminou na fase inicial do Experimento 1, como efeito médio, uma ausência de resposta desse elemento sobre o crescimento em altura das plantas de eucalipto que, ao longo do tempo, se transformou em efeito negativo. Nas avaliações posteriores no entanto, com o desdobramento das interações significativas, constatou-se que esse efeito negativo do K se mostrou relacionado tão somente com a ausência de B. Este aspecto foi evidenciado através da última avaliação quando se verificou um efeito médio isolado e positivo do K acompanhado de uma interação significativa B x K, onde a aplicação de B permitiu que se manifestasse o efeito do K. Nesse ensaio, foi possível, através da própria análise de variância dos parâmetros de avaliação estudados, de análises químicas de solo e de planta e da análise sintomatológica das anomalias observadas, comprovar a ocorrência de severa deficiência de B. Já no experimento 2 não se verificou deficiência de B, e houve uma acentuada resposta positiva do crescimento das plantas ao K como efeito isolado, que no entanto atingiu os níveis de significância estatística apenas a partir da segunda avaliação aos 18 meses. Este último aspecto leva a interpretação de que o K, apesar de ser rapidamente absorvido, aumentando a concentração foliar a níveis relativamente elevados, apresenta um efeito sobre o crescimento das plantas bem mais lento que o N e P, ou que esta absorção incontrolada pode atingir os limites do excesso, com prejuízo do próprio crescimento das plantas. Mostra também que, nas condições presentes, o K passa rapidamente para a solução do solo ficando pronta e prolongadamente disponível às plantas. Sofre assim pouca retenção pelos colóides ou imobilização por reações com outros componentes químicos do solo.

Surpreendentemente, em solos semelhantemente pobres em K nas regiões tropicais, raramente são relatadas respostas significativas da aplicação de fertilizantes potássicos no crescimento de essências florestais. Por outro lado, nas regiões de clima temperado, onde os solos são menos intemperizados, estas constatações parecem ser bem mais frequentes, o que aparentemente se mostra paradoxal. No caso do eucalipto a literatura compulsada refere-se frequentemente a ausência de respostas ou até mesmo efeito negativo à adubação potássica, mesmo em ensaios fatoriais. Contudo, os resultados do presente trabalho demonstraram que uma resposta positiva ao K pode ser obtida quando não ocorrer outro elemento limitante ao crescimento da planta, como se evidenciou particularmente para o B no Experimento 1.

Embora na literatura disponível não se tenha podido constatar essa interação B x K em pesquisas com eucalipto, tal interação já foi verificada para certas culturas agrícolas. É o caso, dentre outros, dos trabalhos de JONES & SCARSETH (1944), para alfafa, aveia e fumo, REEVE & SHIVE (1944) para tomateiro, SARRUGE & MALAVOLTA (1970) para caféiro e HILL & MORRIL (1975) para amendoim.

Cabe também referir que, através das análises foliares realizadas aos 6 e 18 meses após plantio, constatou-se uma interação significativa B x K, onde a aplicação de níveis crescentes de K na presença de B determinou redução sensível dos níveis de B na folha, mostrando uma ação do K tão somente no B adicionado como fertilizante e não naquele nativo.

Segundo o que comprovaram HADAS & HAGIN (1972), ocorre uma maior adsorção do B no solo por ação do K. Entretanto, a ação do K sobre o B seria provavelmente indireta, criando

novas condições no solo mais favoráveis para a adsorção do B, ou proporcionando novos sítios de adsorção com alta afinidade para o B. Outros autores, como REEVE & SHIVE (1944) e Sinha (1961), citado por HADAS & HAGIN (1972), sugerem entretanto uma ação interna do K afetando indiretamente o metabolismo do B pela planta.

As análises foliares indicaram para K aos 6 meses de idade o teor médio para o ensaio de 1,54%, com amplitude de 1,02% a 2,28%, e teores de 1,14%, 1,63% e 1,85%, respectivamente para as médias dos tratamentos K_0 , K_1 e K_2 . Aos 18 meses a média geral da concentração do K nas folhas foi de 0,60%, com amplitude de variação de 0,46% a 0,89%, e médias para os tratamentos K_0 , K_1 e K_2 de, respectivamente, 0,57%, 0,62% e 0,63%.

Os valores a que se refere a literatura são os de: 0,55% a 0,70% de K para *E. alba* cultivado em vasos, na ausência desse macronutriente, enquanto no tratamento completo era de 0,95% a 1,13% (HAAG et alii, 1961a); 1,04% para *E. alba* e 1,14% para *E. grandis*, em plantações com 2 anos de idade (HAAG et alii, 1961b); 0,66% para *E. saligna* aos 2 anos de idade no tratamento sem K, enquanto nos tratamentos que receberam 50 e 100 kg/ha de K_2O os teores médios eram de respectivamente 0,66% e 0,63% (MELLO, 1968); 0,27% a 0,48% como limites de variação entre médias de 5 espécies de eucalipto em 2 diferentes locais (HAAG et alii, 1976); 0,70% a 1,50% de K em *E. deglupta* aos 4 anos de idade, em estudo onde se variou a época e o local de amostragem dentro da copa (LAMB, 1976); 1,50% a 2,02% para *E. grandis* em casa de vegetação, com diferentes níveis de B no substrato (ROCHA FILHO et alii, 1979).

A rápida e, aparentemente, incontrolada absorção do

K pelas plantas, demonstrada pela análise de variância dos teores médios de K nas folhas aos 6 meses de idade justifica ter-se constatado uma média geral e limite superior da amplitude de variação bem superiores aos teores referidos na literatura para ensaios em condições de campo, sugerindo a existência de uma alimentação de luxo. No entanto, a inexistência de um efeito significativo do K no crescimento das plantas aos 6 meses de idade e a ocorrência de uma média para o tratamento K_0 superior a todas as concentrações de K foliar dos tratamentos aos 18 meses, ocasião em que os efeitos de K no crescimento mostraram que K_1 e K_2 não diferiam entre si e eram superiores a K_0 , sugere que aos 6 meses a exigência da planta em K era mais elevada e o solo tinha condições de atendê-la; já aos 18 meses a exigência seria menor mas o solo não mais era capaz de supri-la. No entanto, o limite inferior, que inclui todos os tratamentos e, portanto, inclusive aqueles na ausência de K, sugere uma maior necessidade desse elemento na fase inicial de crescimento das plantas.

6.4. BORO

O B foi aplicado em cobertura na forma de tetraborato de sódio (bórax), sendo que no primeiro experimento a aplicação produziu-se aos 6 meses de idade na base de 5 g por planta, e no segundo aos 2 meses, na base de 10 g por planta.

Em ambos os ensaios foram observados sintomas de toxidez após a aplicação de bórax, caracterizados por "queimaduras" no ápice das folhas e manchas circulares púrpuras distribuídas no limbo foliar, embora no Experimento 1 tenha sido utilizada metade da dosagem e a aplicação tenha sido promovida em plantas de maior desenvolvimento que no Experimento 2. Este fato demonstra assim que o B se torna prontamente dispo-

nível nos solos estudados, sendo rapidamente absorvido pelo eucalipto, a ponto de atingir níveis superiores a 200 ppm, os quais se mostraram tóxicos com prejuízo ao próprio crescimento.

As respostas ao B foram diferentes nos Experimentos 1 e 2. No Experimento 1 os efeitos manifestaram-se de maneira positiva, com resposta significativa já aos três meses após a sua aplicação. O efeito do B sobre o crescimento das plantas permanecia de forma marcante por ocasião da última avaliação conduzida aos 48 meses de idade, o que pode ser atribuído a uma eficiente reciclagem do B pela floresta. No experimento 2, por sua vez, decorridos 4 meses após a aplicação do B, ou seja, na avaliação de 6 meses após plantio, observou-se efeito negativo, altamente significativo. Assim, mesmo fornecendo-se uma boa dosagem de cálcio através da aplicação de calcário e superfosfato simples, a absorção de boro pelas plantas foi rápida, elevando os seus teores nas folhas a níveis tóxicos. Caracteriza-se uma não amenização da ação do boro com a presença do cálcio, como constatado por REEVE & SHIVE (1944) e JONES & SCARSETH (1944).

O efeito negativo constatado aos 6 meses no Experimento 2 não mais era observado na segunda avaliação realizada um ano após a primeira. Contudo, mesmo nessa época o efeito negativo decorrente da aplicação de B permanecia quando na ausência dos macronutrientes, enquanto na sua presença a resposta era positiva. Isso sugere que com o crescimento das plantas poder-se-ia esperar um efeito positivo significativo com a aplicação do bórax, desde que na presença dos macronutrientes limitantes.

Essas diferenças de comportamento, observadas nos -

dois experimentos ante à fertilização com B, poderiam ser atribuídas a problemas climáticos e/ou edáficos, como enfatiza do por SWAN (1967).

No entanto, no caso do presente trabalho a hipótese relacionada ao clima pode ser contestada através do exame dos dados constantes na tabela 1 e figuras 2 e 3. No experimento 1, onde se constatou acentuada deficiência de B, observava-se que no período subsequente ao plantio a precipitação pluviométrica foi superior e mais bem distribuída que a média para essa região, tendo inclusive o balanço hídrico calculado segundo Thornthwaite revelado ausência de déficit hídrico na aquele ano. No ano da implantação do Experimento 2, por sua vez, ocorreu precipitação em volume e distribuição bem próximos à média da região, com seu característico déficit hídrico invernal.

Para melhor análise da hipótese relacionada ao solo, foram extraídas amostras ao longo do perfil de ambos os locais de ensaio. Foi analisado o teor de B solúvel em água quente, sendo que os resultados referentes à área do Experimento 1 acusaram teores de 0,42 ppm no horizonte A_1 ; 0,45 ppm no A_3 ; 0,37 ppm no C_1 e 0,42 no C_2 . No experimento 2, os teores de B no solo foram de 0,45 ppm no horizonte A_1 ; 0,52 ppm no A_3 ; 0,69 ppm no B_1 e 0,70 ppm no B_2 . Segundo REISENAUER, WALSH & HOEFT (1977), de modo geral, dependendo da espécie vegetal, valores inferiores a 0,5-1,0 ppm de B solúvel em água quente são inadequados ao crescimento normal das plantas. ROCHA FILHO et alii (1979) constataram em ensaio em solução nutritiva que teores de 0,125 a 0,500 ppm de B propiciaram aumento sensível do crescimento das plantas ao se comparar com o nível zero, tendo o tratamento 0,25 ppm de B determinado o maior crescimento das plantas de *E. grandis*. Entretanto, as

observações do presente estudo sugerem que teores próximos ou inferiores a 0,45 ppm de B solúvel em água quente podem ser considerados como inadequados ao crescimento normal de *Eucalyptus saligna*.

Com relação aos teores foliares de B, HAAG et alii (1965) citado por MALAVOLTA et alii (1974), verificaram em ensaios com eucalipto em solução nutritiva valores de 95 ppm e 67 ppm de B, respectivamente para folhas inferiores e superiores em tratamentos sem B. No tratamento com B os teores foram de 176 ppm para as folhas inferiores e 83 ppm para as superiores. Ainda no que concerne a ensaios em solução nutritiva, ROCHA FILHO et alii (1979) estudaram o efeito de diversas dosagens de B no crescimento e concentração foliar de *E. grandis*, constatando para folhas novas teores de 12 ppm de B quando na ausência de B no substrato, e de 69 ppm no tratamento com 0,5 ppm de B. Em folhas maduras para os mesmos tratamentos observaram respectivamente os teores de 10 ppm e 73 ppm. Plantas submetidas a níveis superiores a 1 ppm de B no substrato (foram testados 1, 2 e 4 ppm) apresentavam sintomas de toxidez, sendo que ao nível de 4 ppm foram observados teores de 314 e 374 ppm de B respectivamente nas folhas novas e maduras.

Desse modo, os valores observados no Experimento 2, aos 6 meses de idade, são similares aos referidos por MALAVOLTA et alii (1978) e ROCHA FILHO et alii (1978) em solução nutritiva, podendo aqueles teores ser relacionados como níveis tóxicos de B para o eucalipto.

No que tange a estudos conduzidos a partir de ensaios de campo, HAAG et alii (1976) constataram teores foliares de B variando de 18 a 34 ppm em várias espécies de euca

lipto. Por sua vez, LAMB (1976), trabalhando com *E. deglupta* aos 4 anos de idade, verificou valores de B nas folhas entre 28 e 70 ppm.

No presente estudo, as análises foliares realizadas aos 18 meses no Experimento 1 permitiram constatar teores de 5 a 12 ppm de B em plantas com sintomas severos de deficiência de B, e de 24 a 28 ppm em plantas sem sintomas. Por outro lado, no Experimento 2 as amostragens sistemáticas em todos os tratamentos, conduzidas segundo o planejamento experimental, permitiram verificar aos 6 meses os teores extremos de 38 a 317 ppm de B, com uma média para os tratamentos sem B correspondente a 66 ppm desse micronutriente, e de 188 ppm para os tratamentos com B. No mesmo ensaio, aos 18 meses, os teores limites constatados foram de 16 a 47 ppm de B, sendo de 30 ppm a média correspondente aos tratamentos sem B e de 38 ppm a média dos tratamentos com esse micronutriente. Desse modo, não se tendo verificado sintomas de deficiência de B aos 18 meses no Experimento 2, e considerando os níveis de B dos tratamentos sem deficiência no Experimento 1, pode-se supor que para um crescimento satisfatório de *E. saligna* o nível de B nas folhas aos 18 meses deverá provavelmente situar-se ao redor de 20 a 30 ppm. As informações referentes ao teor de B nas folhas aos 6 meses nos tratamentos sem B, permitem inferir que nessa fase de crescimento inicial as plantas exigem uma concentração mais elevada de B, a qual estaria presumivelmente ao redor de 60 ppm desse micronutriente nas folhas.

Por outro lado, ao considerar-se aos 6 meses de idade os teores de B nos tratamentos que receberam bórax, e a rapidez de resposta à aplicação desse fertilizante, depreende-se que em solos de textura grosseira, como os existentes em ambos os locais de ensaio, a disponibilidade de B no solo é

rápida e sua absorção pelas plantas se realiza de maneira a atingir teores de duas até quatro vezes maiores que os normalmente encontrados nas folhas, mesmo quando aplicado em época de baixa precipitação pluviométrica.

A permanência da resposta ao B até a última avaliação do primeiro experimento e a diferença significativa entre os níveis de B nas folhas das plantas de tratamentos com e sem aplicação de bórax, permitem entender que uma única aplicação de B pode elevar de maneira significativa o teor desse micronutriente nas folhas e, onde o solo é deficiente, pode ~~promover~~ ^{promover} aumento na produção volumétrica por período superior a 48 meses. Tal prazo é superior ao citado por BALLARD (1978) que, referindo-se a ensaios de adubação de *Pinus radiata*, afirma que de modo geral a aplicação de B seria efetiva por somente 3 a 4 anos.

Dentre as interações verificadas entre B e outros nutrientes, cabe destacar aquela correspondente ao K. Na literatura compulsada não foram encontrados trabalhos que se referiram à interação K x B em pesquisas com eucaliptos, embora tenha sido objeto de pesquisa de vários autores com outras culturas. No presente trabalho, como já foi salientado, resposta ao K somente se evidenciou quando na presença do B. A aplicação do K, em solo com baixos teores de B levou a efeito negativo no desenvolvimento, enquanto que em aplicação conjunta com B o efeito foi positivo e significativo sobre o crescimento das plantas e a produção de madeira.

Essa interação B x K pode ser atribuída ao aumento de adsorção do B pelo solo com a aplicação de K (HADAS & HAGIN, 1972), ou a uma interferência fisiológica do K no aproveitamento do B pela planta (REEVES & SHIVE, 1944), ou ainda,

a um mero efeito de desequilíbrio nutricional resultante da aplicação de um macronutriente (K) em condições de severa de ficiência de um micronutriente (B), como já se justificou an teriormente para o caso do N, onde a aplicação deste nutriente determinou maior ocorrência da deficiência de B, com pre juízos no crescimento e na uniformidade da parcela.

7. CONCLUSÕES

1. Em solos deficientes em boro as aplicações isoladas de N e K agravam os efeitos dessa deficiência em plantas de *E. saligna* Sm.

2. Teores de 0,37 a 0,45 ppm de boro solúvel em água quente ao longo do perfil são insuficientes para o desenvolvimento normal das plantas. Nessas condições, a concentração foliar de boro em plantas com sintomas severos de deficiência encontra-se ao redor de 5 a 10 ppm. Concentrações foliares de boro superiores a 20-30 ppm aos 18 meses de idade estão relacionadas com crescimento normal das plantas. Solos com 0,45 a 0,70 ppm de boro solúvel em água quente ao longo

do perfil proporcionam crescimento normal às plantas de eucalipto.

3. Aplicações de até 72 kg de N/ha podem proporcionar aumentos significativos na produção de madeira por um período superior a 1-1,5 ano de idade desde que não ocorram outros fatores limitantes ao crescimento.

4. Em solos deficientes em P, K e B, aplicações de até 120 kg de P_2O_5 /ha, 48 kg de K_2O /ha e 1,18 kg de B/ha podem determinar aumentos na produção de madeira, podendo estas respostas persistir por período superior a 4 anos.

5. Efeito positivo do potássio na produção somente se verifica quando os teores de boro no solo forem suficientes para o crescimento normal das plantas.

6. Adubações fosfatadas podem reduzir os teores de cobre nas folhas de eucalipto a limites críticos.

7. Solos com baixo poder tampão podem, com as adubações, sofrer rápidas e profundas modificações nas relações dos nutrientes nas folhas.

8. Fertilizações incompletas ou desbalanceadas em solos de baixa fertilidade podem provocar graves desequilíbrios nutricionais, o que nas condições menos drásticas determina uma simples desuniformidade no povoamento florestal mas, em condições mais severas podem reduzir o crescimento, deformar a arquitetura normal das plantas pela morte de ramos e levar à morte das árvores, trazendo invariavelmente como consequência prejuízos na produção de madeira.

8. SUMMARY

EFFECTS OF MACRONUTRIENT (N, P e K) AND BORON
FERTILIZATION ON DEVELOPMENT AND NUTRITIONAL
BALANCE OF *Eucalyptus saligna* Smith.

The present work aimed to verify the effects that the confirmed mineral deficiency of a micronutrient (boron) in a certain soil could have in response to mineral fertilization of macronutrients (N, P and K), as well as, in a more general way, in the nutritional balance of *Eucalyptus saligna* Smith plants. For this purpose, two experiments were set in soils classified as Regosol intergrading to Red -Yellow Latosol (RLV) originating from the same geological

material (upper part of the Pirambóia Formation) in the region of Botucatu, State of São Paulo. Both experiments were carried on under a 3^3 (N x P x K) factorial experimental design, with split-plots (with and without boron), and two replications and confounding of two degrees of freedom of the interaction (N x P x K). Each plot was formed by 100 plants, planted on a 3.0 x 1.5 m spacing. The applications of macronutrients (N, P and K) were similar in the two experiments, and doses 1 corresponded to 36 kg of N/ha supplied as 20% ammonium sulphate; 60 kg of P_2O_5 /ha as 20% simple superphosphate and 24 kg of K_2O /ha as potassium chloride. Doses 2 corresponded exactly to the double of doses 1. Micronutrient (boron) applications were: 1.18 kg of B/ha (5 g of borax/plant) in the first experiment and 2.36 kg of B/ha (10 g of borax/plant) in the second experiment.

The first experiment was continuously checked until its 4.5 years of age and the second until 1.5 year after planting, being estimated: plant growth (height, diameter, basal area and cylindrical volume, stand (blank and parameter variations in each treatment), plant nutrition conditions (systematic foliar analyses at 6 and 18 months in the second experiment) and the concentration of hot water soluble boron along the profile.

The analyses and the interpretation of the data obtained in the experiments allowed the following conclusions:

1. In boron deficient soils, isolated applications of N and K aggravate the effects of that deficiency in *E. saligna* Sm. plants.

2. Contents of 0.37 to 0.45 ppm of hot water

soluble boron along the profile are insufficient to the normal development of the plant. In these conditions the foliar concentration of boron in plants which present severe symptoms of deficiency is around 5 to 10 ppm. Boron foliar concentrations superior to 20-30 ppm at 18 months of age are related to normal growth of plants. Soils presenting 0.45 to 0.70 ppm of hot water soluble boron along the profile provide normal growth to eucalyptus plants.

3. Applications of until 72 kg of N/ha may provide expressive increases in wood production within a period superior to 1 to 1.5 year of age since no occurrence other growth limiting factor can be observed.

4. In P, K and B deficient soils, applications of until 120 kg of P_2O_5 /ha, 48 kg of K_2O /ha and 1.18 of B/ha may determine wood production increases and the replies may last for a period superior to 4 years.

5. A positive effect of potassium in the production is observed only when the boron contents in the soil are sufficient for normal growth of plants.

6. Phosphatic fertilizations may reduce copper contents in eucalyptus leaves to critical limits.

7. Soils with low buffer capacity may cause, with the fertilizations, quick and deep modifications in nutrient relationship in the leaves of eucalypt.

8. Incomplete and unbalanced fertilizations in low fertility soils may cause serious nutrional imbalance in plants, which, in less drastic conditions, may increase the

variability of the stand but in more severe conditions may reduce the growth, distort the normal architecture of the plants by the death of branches and lead to the death of the trees, causing, invariably, losses in wood production.

9. BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALBUQUERQUE, M.V., 1968. Informações preliminares sobre ensaio de adubação em *Eucalyptus alba* na fazenda Monte Alegre. In: Congresso Florestal Brasileiro, Curitiba-PR, p. 183-184.
- ALMEIDA, F.F.M. de, 1964. Fundamentos geológicos do relevo paulista. In: *Geologia do Estado de São Paulo*, Boletim do Instituto Geográfico e Geológico, São Paulo, (41): 167 - 263.
- ARMY, F.A. e T.J. GREER, 1967. *Harvesting the Sun: Photosynthesis in Plant Life*. Ed. Anthony San Pietro e outros, New York, Academic Press. 342 p.

- ARNON, I., 1975. *Mineral Nutrition of Maize*. International Potash Institute (Ed.), Berna. 452 p.
- AUCHMOODY, L.R. e S.M. FILIP, 1973. Forest fertilization in the eastern United States: hardwoods. In: Forest Fertilization Symposium Proceedings, New York, p.211 - 222.
- BALLARD, R., 1978. Use of fertilizers at establishment of exotic forest plantations in New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry Science*, Rotorua, 8(1): 70 - 104.
- BARRET, R.L.; CARTER, D.T. e SEWARD, B.R.T., 1975. *Eucalyptus grandis in Rhodesia*. Rhodesia Forestry Commission, Rhodesia, 87 p. (Research Bulletin nº 5).
- BAULE, H., 1975. World-wide use of fertilizer in forestry at present and in the near future. *South African Forestry Journal*, Pretoria, (94): 13 - 19.
- BEVEGE, D.I. e B.N. RICHARDS, 1972. Principles and practice of foliar analysis as a basis for crop-logging in pine plantations. II. Determination of critical phosphorus levels. *Plant and Soil*, 37 (1): 159 - 169.
- BRANDI, R.M.; N.F. de BARROS e A.B. de VALE, 1971. Ensaio de adubação de *Eucalyptus* spp. *Revista Ceres*, Viçosa, 18 (96): 151 - 158.
- BRASIL SOBRINHO, M.O.C. do; F.A.F. de MELLO; N.S. RODRIGUES e H.A. MELLO, 1961a. Competição entre diferentes tipos de localização no plantio de eucalipto (*E. saligna* Smith). (Nota Prévia). In: Segunda Conferência Mundial do Eucalipto, São Paulo, Vol. 2, p. 919-925.

- BRASIL SOBRINHO, M.O.C. do; F.A.F. de MELLO; N.S. RODRIGUES e H.A. MELLO, 1961b. Efeitos das dimensões das covas de plantio sobre o desenvolvimento do *Eucalyptus* (*E. saligna* Sm.). (Nota Prêvia). In: Segunda Conferência Mundial do Eucalipto, São Paulo, Vol. 1, p. 660 - 666.
- CAMARGO, A.P.C.; J.V. CHIARINI; P.L. DONZELI e W. SICHMANN , 1971. Zoneamento de Aptidão Ecológica para a Cultura da Soja, Girassol e Amendoim no Estado de São Paulo. Instituto Privado para Fomento de Oleaginosas, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, 35p.
- CARVALHO, C.M., 1973. Nota prévia sobre alguns problemas na fertilização de *Eucalyptus saligna* Smith. (Deficiências de B, Zn e Cu). Segundo Congresso Florestal Brasileiro , Curitiba, 5 p. (Separata).
- CATANI, R.A.; J.R. GALLO e H. GARGANTINI, 1955. Amostragem de Solo, Métodos de Análise, Interpretação e Indicações Gerais para Fins de Fertilidade. Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, Campinas, 29 p. (Boletim nº 69).
- CATANI, R.A. e A.O. JACINTHO, 1974. Avaliação da Fertilidade do Solo - Métodos de Análise. Ed. Livro Ceres Ltda, São Paulo, 61 p.
- CHAVES SANCHES, M. e J.L. GUTIERREZ DE LOMA, 1974. Forest fertilizing to boost new forest resources: experiments in eucalypt stands in SW Spain. In: Symposium Internacional, EUCEPA, Madrid, 19 p. (Forestry Abstract).
- COMISSÃO DE SOLOS, 1960. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. Centro Nacional de Ensino e

Pesquisas Agronômicas, Rio de Janeiro, 634 p. (Boletim 12).

COOLING, E.N., 1967. Frost resistance in *Eucalyptus grandis* following the application of fertilizer borate. *Rhodesia, Zambia and Malawi Journal of Agricultural Research*, Salisbury, 5 (1) 97 - 100.

COOLING, E.N. e B.E. JONES, 1970. The importance of boron and NPK fertilizers to eucalyptus in the southern province, Zambia. *East African Agricultural and Forestry Journal*, Nairobi, 36 (2): 185 - 194. (Special Issue).

CROMER, R.N., 1971. Fertilizer trials in young plantations of eucalypts. *Australian Forest Research*, Canberra, 5 (2): 1 - 10.

CROMER, R.N.; M. RAUPACH; A.R.P. CLARKE e J.N. CAMERON, 1975. Eucalypt plantations in Australia - The potential for intensive production utilization. *Australian Pulp and Paper Industry Technical Association*, Sydney, 29 (3): 165 - 173.

DONALD, D.G.M. e C.J. SCHUTZ, 1977. The response of eucalyptus to fertilizer application at planting: the Low's Creek trial. *South African Forestry Journal*, Pretoria, (102): 23 - 28.

EVERALD, J., 1970. Foliar analysis - Sampling methods, interpretation and application of the results. *Quarterly Journal of Forestry*, London, 32: 51 - 66.

FERREIRA, R.J.F., 1977. O planejamento da política florestal

e a coordenadoria de planejamento do IBDF. *Brasil Florestal*, Brasília, Ano VIII, (32): 44 - 58.

FLORES, C.D. LUNA, 1972. Efecto del uso de fertilizantes en el crecimiento inicial de *Eucalyptus botryoides*. In: *Sepimo Congresso Forestal Mundial*, Buenos Aires, 2p. (Separata).

FOOT, D.L., 1968. *Eucalyptus saligna fertilizer trials*. M. - 362. A progress report. Silv. Res. Rec. Silv. Res. Sta., Dedza, Malawi, 5 p. (Circ.29). (Forestry Abstract).

FUNDAÇÃO IBGE, 1970a. *Carta do Brasil*. Folha SF-22-R - IV-4-Anhembi (Escala 1:50.000).

FUNDAÇÃO IBGE, 1970b. *Carta do Brasil*. Folha SF-22-R - IV-3 Botucatu (Escala 1:50.000).

GOMES, F.P., 1966. *Curso de Estatística Experimental*. 3a. ed. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP. 404 p.

GOOR, C.P. van e R. NASCIMENTO, 1970. Adubação em plantações florestais. *Brasil Florestal*, Brasília, 1 (1): 35 - 42.

GRUNES, D.L., 1959. Effect of nitrogen on the availability of soil and fertilizer phosphorus to plants *Advances in Agronomy*, New York, 11: 369 - 396.

GUIMARÃES, R.F., 1956. Ensaio de Espaçamento em *E. saligna* Sm. para Produção de Lenha. Serviço Florestal da Cia. Paulista de Estradas de Ferro, Rio Claro, 42 p. (Boletim nº 6).

HAAG, H.P.; F.A.P. MELLO; M.O.C. BRASIL SOBRINHO; W.R. ACCORSI; E. MALAVOLTA e S. ARZOLLA, 1961a. Estudos sobre a alimentação mineral do eucalipto. Sintomas das deficiências dos macronutrientes e composição mineral. In: Segunda Conferência Mundial do Eucalipto, São Paulo, Vol. 2, p. 926 - 932.

HAAG, H.P.; H.A. MELLO; F.A.F. de MELLO; M.O.C. BRASIL SOBRINHO e A.A. VEIGA, 1961b. Composição química de *Eucalyptus alba* Reinw e *Eucalyptus grandis* (Mill.) Maiden: resultados preliminares. In: Segunda Conferência Mundial do Eucalipto, São Paulo, Vol. 2, p. 1329 - 1334.

HAAG, H.P.; J.R. SARRUGE; G.D. de OLIVEIRA; F. POGGIANI e C. A. FERREIRA, 1976. Análise foliar em cinco espécies de eucaliptos. IPEF, Piracicaba, (13): 99 - 116.

HADAS, A. e J. HAGIN, 1972. Boron adsorption by soils as influenced by potassium. *Soil Science*, New Brunswick, 113 (3): 189 - 193.

HAGNER, S., 1967. The evolution of forest fertilization in Sweden. In: proceedings of the 5th Colloquium of the International Potash Institute, Jyvaskyla, Finland, p. 41 - 48.

HANS, A.S. e J. BURLEY, 1972. Wood quality of *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden in a fertilizer trial at Siamambo, Zambia. *East African Agricultural and Forestry Journal*, Nairobi, 38 (2): 157 - 161.

HEIBERG, J.K. e M. PENNEFATHER, 1966. Fertilizing of *Eucalyptus grandis* (*saligna*) on old wattle lands. *South African*

Forestry Journal, Pretoria, (57): 11 - 13.

HILL, W.E. e L.G. MORRILL, 1975. Boron, calcium and potassium interactions in spanish peanuts. *Proceedings. Soil Science Society of America*, Ann Arbor, 39(1): 80 - 83.

JERVEN, O. A brief summary on the evolution of forest fertilization in Norway. In: proceedings of the 5th Colloquium of the International Potash Institute, Jyvaskyla, Finland, p. 49 - 51.

JONES, H.E. e G.D. SCARSETH, 1944. The calcium-boron balance in plants as related to boron needs. *Soil Science*, New Brunswick, 57: 15 - 24.

KARSCHON, R., 1961. Soil evolution affected by eucalypts. The effects of fertilizer applications on growth. In: *Segunda Conferência Mundial do Eucalipto*, São Paulo, Vol.2, p. 897 - 910.

KILMER, V.J. e L.T. ALEXANDER, 1949. Method of making mechanical analysis of soils. *Soil Science*, New Brunswick, 68(1): 15 - 26.

KNUDSON, D.; H. CORREA e J.E. YAHNER, 1972. Adubação de *Eucalyptus saligna* Sm. em solos de cerrado de Minas Gerais. In: *Segunda Reunião Brasileira de Cerrados*, Sete Lagoas - MG, p. 101 - 125.

KRAUSE, K.H., 1973. Forest fertilization in eastern Canada, with emphasis on New Brunswick studies. In: *Forest Fertilization Symposium Proceedings*, New York, p. 188 - 205.

- KRUGNER, T.L., 1976. Development of Ectomycorrhizae, Growth, Nutrient Status, and Outplanting Performance of Loblolly - Pine Seedlings Grown in Soil Infested with *Pisolithus tinctorius* and *Thelephora terrestris* under Different Fertilization Regimes. Raleigh, EUA, North Carolina State University, 44 p. (Tese de Doctor of Philosophy).
- LAMB, D., 1976. Variations in the foliar concentrations of macro and micro elements in a fast-growing tropical eucalypt. *Plant and Soil*, The Hague, 45: 477 - 492.
- LAVENDER, D.P., 1970. *Foliar Analysis and How it is Used - A Review*. Corvallis, Oregon, School of Forestry, Forest Research Laboratory, 8 p. (Research Note 52).
- MALAVOLTA, E. e T. COURY, 1954. *Apostila de Práticas de Química Agrícola*. Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 49 p.
- MALAVOLTA, E.; H.P. HAAG; F.A.F. MELLO e M.O.C. BRASIL SOBRINHO, 1974. *Nutrição Mineral e Adubação de Plantas Cultivadas*. São Paulo, Livraria Pioneira Editora. 752 p.
- MALAVOLTA, E., P.E. TRANI; M.F. ATHAYDE; N.R. BRAGA; S.S.S. NOGUEIRA e S.A. MORAES. 1978. Nota sobre deficiência e toxidez de boro em espécies cultivadas do gênero *Eucalyptus*. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, 53 (4): 243 - 246.
- McCOMB, A.L.; G.O.A. OJO e J.K. JACKSON, 1970. *Fertilizer Response of Eucalyptus grandis Grown in a Basaltic Soil from the Mambilia Plateau, Nigéria*. Res. Leaflet. Sav. For. Res. Sta. 7 p. (Circ. nº 2). (Forestry Abstract).

- McINTYRE, D.K. e L.D. PRYOR, 1974. Response of flooded gum in plantations to fertilizers. *Australian Forestry*, Cambera, 37(1): 15 - 23.
- MEAD, D.J. e R.L. GADGIL, 1978. Fertilizer use in established radiata pine stands in New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry Science*, Rotorua, 8 (1): 105 - 134.
- MELLO, F.A.F. de; M.O.C. do BRASIL SOBRINHO; H.A. MELLO; A.A. VEIGA e S. ARZOLLA, 1961. Efeitos da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica sobre o "stand" em eucalyptus (*Eucalyptus alba* Reinw). In: Segunda Conferência Mundial do Eucalipto, São Paulo, vol. 2, p. 933 - 937.
- MELLO, H.A., 1968. Aspectos do Emprego de Fertilizantes Minerais no Reflorestamento de Solos de Cerrado do Estado de São Paulo, com *Eucalyptus saligna* Sm- Piracicaba, ESALQ - USP, 176 p. (Tese de Concurso).
- MELLO, H.A.; J. MASCARENHAS SOBRINHO, J.W. SIMÕES e H.T.Z. do COUTO, 1970. Resultados da aplicação de fertilizantes minerais na produção de madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. em solos de cerrado do Estado de São Paulo. IPEF, Piracicaba, (1): 7 - 26.
- MOHR, P.J.; R.D. KIRK e H.M. DICKS, 1969. Fertilization of timber with special reference to nitrogen, phosphate, and potassium responses from eucalypts first plantings. *Fert. Soc. South Afr. J.*, (2): 1 - 5.
- PENNEFATHER, M. e F. MacGILLIVRAY, 1971. Fertilizing of *Eucalyptus grandis* (saligna) on old wattle soils. *South African Forestry Journal*, Pretoria, (76): 1 - 5.

- POTMA, H.L.; S. KENGEN e M.R.A. ALPANDE, 1976. *Uma Análise - Estatística da Atual Situação Florestal Brasileira*. PRO DEPEF - Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal, Brasília, 72 p. (Boletim Série Técnica nº 9).
- PRYOR, L.D., 1975. *The Biology of Eucalypts*. The Institute of Biology, London, 83p. (Studies in Biology nº 61).
- RANZANI, G., 1969. *Manual de Levantamento de Solos*. São Paulo, Edgar Blucher Ltda. e Editora da Universidade de São Paulo, 2a. ed. 167 p.
- REEVE, E. e J.W. SHIVE, 1944. Potassium-boron and calcium-boron relationships in plant nutrition. *Soil Science*, New Brunswick, 57: 1 - 14.
- RICHARDS, B.N. e D.I. BEVEGE, 1969. Critical foliage concentrations of nitrogen and phosphorus as a guide to the nutrient status of *Araucaria* under planted to *Pinus*. *Plant and Soil*, The Hague 31(2): 328 - 336.
- REISENAUER, H.M.; L.M. WALSH e R.G. HOEFT, 1973. Testing soils for sulfur, boron, molybdenum, and chlorine. In: WALSH, L. e J.D. BEATON, editores. *Soil Testing and Plant Analysis*. Madison, Wisconsin EUA, Soil Science Society of America, Inc., p. 173 - 200.
- ROCHA FILHO, J.V. de C.; H.P. HAAG e G.D. OLIVEIRA, 1978. Deficiência de macronutrientes, boro e ferro, em *Eucalyptus urophylla*. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz-de Queiroz"*, Piracicaba, 35: 19 - 34.
- ROCHA FILHO, J.V.C.; H.P. HAAG; G.D. OLIVEIRA e J.R. SARRUGE,

1979. Influência do boro no crescimento e na composição química do *Eucalyptus grandis*. *Brasil Florestal*, Brasília, 9 (39): 29 - 33.

SAFFORD, L.O., 1973. Forest fertilization in the eastern United States: conifers. In: Forest Fertilization Symposium Proceedings, New York, p. 206 - 210.

SALONEN, K., 1967. Evolution of forest fertilization in Finland. In: Proceedings of the 5th Colloquium of the International Potash Institute, Jyväskylä, Finland, p. 39 - 40.

SARRUGE, J.R. e E. MALAVOLTA, 1970. Studies on the mineral - nutrition of the coffee plant. XXIII - On the relationships calcium/boron and potassium/boron. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 42 (2): 323 - 331.

SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. *Análises Químicas em Plantas*. Piracicaba, Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP. 56 p.

SAVORY, B.M., 1962. Boron deficiency in eucalypts in northern Rhodesia. *Empire Forestry Review*, London, 41 (2): 118 - 126.

SCHONAU, A.P.G. e M. PENNEFATHER, 1975. A first account of profits at harvesting as a result of fertilizing *Eucalyptus grandis* at time of planting in southern Africa. *South African Forestry Journal*, Pretoria, (94): 29 - 35.

SCHUTZ, C.J., 1976. Fertilization of fast-growing pines and eucalypts in South Africa. *South African Forestry Journal*, Pretoria, (98): 44 - 47.

SECRETARIA DA AGRICULTURA, 1974. *Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo*. Comissão de Zoneamento Agrícola, Vol. 1, 167 p.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, 1975. *Zoneamento Econômico Florestal do Estado de São Paulo*. Instituto Florestal do Estado de São Paulo, São Paulo, 80 p. (Boletim Técnico nº 71).

SECRETARIA DOS SERVIÇOS E OBRAS PÚBLICAS, 1972. *Atlas Pluviométrico do Estado de São Paulo*. Centro Tecnológico de Hidráulica, São Paulo. 83 p.

SETZER, J., 1966. *Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo*. Comissão Interestadual da Bacia paranã - Uruguai, São Paulo. 61 p.

SIMÕES, J.W.; H.A. MELLO; N.B. LEITE e A. CIERO NETTO, 1972. Resultados preliminares sobre a fertilização fosfatada no plantio de eucalipto (Nota Prêvia). IPEF, Piracicaba, (5): 61 - 64.

SNEDECOR, G.W., 1962. *Statistical Methods*. Iowa, EUA, IOWA State University Press. 534 p.

SOARES, P.C., 1975. Divisão estratigráfica do Mesozóico no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 5: 229 - 251.

SOIL SURVEY STAFF, 1967. *Supplement to Soil Classification System* (7 th Approximation). 2 ed. Washington Soil Cons. Serv. U.S. Dept. Agric. 207 p.

TABER, H.G. e W.W. McFEE, 1972. Nitrogen influence on phospho

rus uptake by *Pinus radiata* seedlings. *Forest Science*, Washington, 18(2): 126 - 132.

TOKESHI, H.; R.F. GUIMARÃES e M. TOMAZELLO Fº, 1976. Deficiência de boro em *Eucalyptus* em São Paulo. *Summa Phytopathologica*, Piracicaba, 2 (2): 122 - 126.

VITOR, M.A.M., 1975. Cem Anos de Devastação. Sociedade Brasileira de Silvicultura, São Paulo, 19 p. (Boletim).

WARING, H.D., 1967. The role of nitrogen in the maintenance of productivity in conifer plantations. In: World Symposium on Man-made Forest and their Industrial Importance, Canberra, Australia, Vol. 2: 1257 - 1273.