

MARCOS ANTONIO DOLINSKI

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA CULTURA DA AMEIXEIRA
'REUBENNEL' NA REGIÃO DE ARAUCÁRIA - PR**

**CURITIBA
2007**

MARCOS ANTONIO DOLINSKI

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA CULTURA DA AMEIXEIRA
'REUBENNEL' NA REGIÃO DE ARAUCÁRIA - PR**

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

Orientador: Dr. Antonio Carlos Vargas Motta

Co-Orientadora: Dra. Beatriz Monte Serrat

**CURITIBA
2007**

Dolinski, Marcos Antonio
Adubação nitrogenada e potássica na cultura da ameixeira
'Reubennel' na região de Araucária - PR / Marcos Antonio Dolinski. –
Curitiba, 2007.

xvi, 86 f.

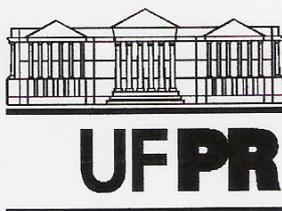
Orientador: Antonio Carlos Vargas Motta.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências
Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

1. Ameixa – Cultivo – Araucária – PR. 2. Ameixa – Adubos
e Fertilizantes – Araucária – PR. I. Título.

CDU 634.22(816.22)

CDD 634.22



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO(MESTRADO)
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-3350-5648
Página: www.pgcisolo.agrarias.ufpr.br/
E-mail: pgcisolo@ufpr.br

PARECER

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **MARCOS ANTONIO DOLINSKI**, sob o título: "**Adubação nitrogenada e potássica na cultura da ameixeira "Reubnnel" na região de Araucária/PR**", requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo – Área de Concentração: Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haverem analisado o referido trabalho e argüido o candidato, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Ciência do Solo - Área de Concentração: "Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas"**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, em Curitiba, 24 de agosto de 2007.

Prof. Dr. Antonio Carlos Vargas Motta, Presidente.

Dr. George Wellington Melo, I^o. Examinador.

Prof^a. Dr^a. Ana Rosa dos Anjos Sirtoli, II^a. Examinadora.



AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, em especial a minha mãe Lucia Dolinski e a minha tia Isidora Dolinski Zajac;

Aos Professores Antonio Carlos Vargas Motta e Beatriz Monte Serrat pela orientação, dedicação, compreensão, confiança, amizade e pelos ensinamentos para as minhas formações científica, profissional e pessoal;

À Professora Louise Larissa May De Mio pela oportunidade de trabalhar junto ao Grupo Ensino, Extensão e Pesquisa em Produção Integrada (GEEPPI);

Ao Sr. Waldomiro Gayer Neto por conceder o pomar para a instalação do experimento e por todo o apoio dado no campo para o desenvolvimento do trabalho e incentivo à pesquisa;

A todos os funcionários da propriedade onde foi desenvolvido o experimento, em especial ao responsável Sr. Raimundo;

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo da UFPR;

A todos os funcionários e laboratoristas do Setor de Ciências Agrárias Aldair, Gilson, Gerson, Marla, Maria, Maria de Lurdes, Roberto e Reginaldo;

Aos amigos que contribuíram para a realização do trabalho e pelos momentos de descontrações;

Aos Membros da Comissão Examinadora, Dr. George Wellington Melo e Dra. Ana Rosa dos Anjos Sirtoli;

À Universidade Federal do Paraná, ao Setor de Ciências Agrárias e ao Departamento de Solos e Engenharia Agrícola;

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal do Paraná pela oportunidade à formação científica;

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de estudo;

Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (PIF - Brasil) e ao CNPq, pelo apoio financeiro para tornar possível a realização deste trabalho;

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho ou que participaram da minha vida durante a sua realização.

*Comece fazendo o que é necessário,
depois o que é possível,
e de repente você estará fazendo o impossível.*

São Francisco de Assis

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMO GERAL.....	xiii
GENERAL ABSTRACT.....	xv
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 MATERIAL E MÉTODOS GERAIS.....	9
3 CAPÍTULO I - ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA PRODUTIVIDADE DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', NA REGIÃO DE ARAUCÁRIA - PR.....	12
3.1 RESUMO.....	12
3.2 ABSTRACT.....	13
3.3 INTRODUÇÃO.....	14
3.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	19
3.5.1 PRODUTIVIDADE.....	19
3.5.2 CALIBRE DOS FRUTOS.....	21
3.5.3 RALEIO.....	23
3.5.4 ALTERNÂNCIA NA PRODUÇÃO.....	26
3.6 CONCLUSÕES.....	28
4 CAPÍTULO II - ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NOS TEORES FOLIARES E CRESCIMENTO VEGETATIVO DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', NA REGIÃO DE ARAUCÁRIA - PR.....	29
4.1 RESUMO.....	29
4.2 ABSTRACT.....	30
4.3 INTRODUÇÃO.....	31
4.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
4.5.1 TEORES FOLIARES.....	36
4.5.2 CRESCIMENTO VEGETATIVO.....	41
4.5.3 EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES PELO RALEIO, PELA PODA DE VERÃO E PELOS FRUTOS COLHIDOS.....	45
4.6 CONCLUSÕES.....	48
5 CAPÍTULO III - pH, CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E POTÁSSIO DO SOLO APÓS TRÊS ANOS DE APLICAÇÕES DE DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO EM UM POMAR DE AMEIXEIRA 'REUBENNEL', NA REGIÃO DE ARAUCÁRIA - PR.....	49

5.1 RESUMO	49
5.2 ABSTRACT	50
5.3 INTRODUÇÃO	51
5.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	53
5.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	55
5.5.1 pH	55
5.5.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.....	57
5.5.3 POTÁSSIO.....	58
5.6 CONCLUSÕES.....	60
6. CONCLUSÕES GERAIS	61
7. REFERÊNCIAS.....	62
ANEXOS.....	66

LISTA DE TABELAS

TABELAS DO MATERIAL E MÉTODOS GERAIS

TABELA 1 - DADOS DE TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C), DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO SIMEPAR MAIS PRÓXIMA DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	10
TABELA 2 - DADOS DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (mm), DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO SIMEPAR MAIS PRÓXIMA DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	10

TABELAS DO CAPÍTULO I

TABELA 1 - TEMPERATURA MÉDIA (°C) E PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (mm) MENSAL DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO SIMEPAR.....	16
TABELA 2 - ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO EM POMAR DE AMEIXEIRA NA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NA ENTRE LINHA (EL), A 0 - 20 E 20 - 40 CM DE PROFUNDIDADE, EM JUNHO DE 2003 (ARAUCÁRIA - PR).....	17
TABELA 3 - PRODUTIVIDADE, NÚMERO DE FRUTOS COLHIDOS E MASSA MÉDIA POR FRUTO, DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).....	20
TABELA 4 - PORCENTAGEM DE FRUTOS DOS DIVERSOS CALIBRES, DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).....	22
TABELA 5 - RALEIO DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).....	24

TABELAS DO CAPÍTULO II

TABELA 1 - ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO EM POMAR DE AMEIXEIRA NA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NA ENTRE LINHA (EL), A 0 - 20 E 20 - 40 cm DE PROFUNDIDADE, EM JUNHO DE 2003 (ARAUCÁRIA - PR).....	34
TABELA 2 - TEOR FOLIAR DE N E K EM g kg ⁻¹ , DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).....	36
TABELA 3 - TEOR FOLIAR DE P, Ca E Mg EM g kg ⁻¹ , PARA A CULTURA DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).....	37

TABELA 4 - TEOR FOLIAR DE Mn E B EM mg kg ⁻¹ , PARA A CULTURA DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).....	40
TABELA 5 - TEOR FOLIAR DE Fe, Zn E Cu EM mg kg ⁻¹ , PARA A CULTURA DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).....	41
TABELA 6 - NÚMERO E COMPRIMENTO DOS RAMOS PRODUTIVOS E SUPERFÍCIE DA ÁREA FOLIAR, APÓS TRÊS ANOS DE TRATAMENTO (DEZEMBRO DE 2005), PARA A CULTURA DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).....	42
TABELA 7 - PODA DE VERÃO E RADIAÇÃO INTERCEPTADA, APÓS TRÊS ANOS DE TRATAMENTO (DEZEMBRO DE 2005), PARA A CULTURA DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).....	43
TABELA 8 - QUANTIDADE DE MACRO E MICRONUTRIENTES EXTRAÍDAS (g), PARA CADA 1 Mg ha ⁻¹ DE FRUTO COLHIDO, 310 kg ha ⁻¹ DE FRUTOS RALEADOS E 17 kg ha ⁻¹ DE MATERIAL NA PODA DE VERÃO, PARA A CULTURA DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL' (ARAUCÁRIA - PR).....	45

TABELAS DO CAPÍTULO III

TABELA 1 - ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO EM POMAR DE AMEIXEIRA NA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NA ENTRE LINHA (EL), A 0 - 20 E 20 - 40 cm DE PROFUNDIDADE, EM JUNHO DE 2003 (ARAUCÁRIA - PR).....	53
TABELA 2 - pH MÉDIO DO SOLO (CaCl ₂), NA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NO CENTRO DA RUA (RUA), EM UM POMAR DE AMEIXEIRA 'REUBENNEL' (ARAUCÁRIA - PR).....	55
TABELA 3 - pH DO SOLO (CaCl ₂), NA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NO CENTRO DA RUA (RUA), EM DIFERENTES PROFUNDIDADES, APÓS TRÊS ANOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA, EM UM POMAR DE AMEIXEIRA 'REUBENNEL' (ARAUCÁRIA - PR).....	57
TABELA 4 - CONDUTIVIDADE ELÉTRICA MÉDIA DO SOLO (μS cm ⁻¹), NA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NO CENTRO DA RUA (RUA), EM UM POMAR DE AMEIXEIRA 'REUBENNEL' (ARAUCÁRIA - PR).....	57

TABELA 5 - CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO ($\mu\text{S cm}^{-1}$), NA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NO CENTRO DA RUA (RUA), EM DIFERENTES PROFUNDIDADES, APÓS TRÊS ANOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA, EM UM POMAR DE AMEIXEIRA 'REUBENNEL' (ARAUCÁRIA - PR).....	58
TABELA 6 - POTÁSSIO MÉDIO DO SOLO ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), NA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NO CENTRO DA RUA (RUA), EM UM POMAR DE AMEIXEIRA 'REUBENNEL' (ARAUCÁRIA - PR).....	58
TABELA 7 - POTÁSSIO DO SOLO ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), NA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NO CENTRO DA RUA (RUA), EM DIFERENTES PROFUNDIDADES, APÓS TRÊS ANOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA, EM UM POMAR DE AMEIXEIRA 'REUBENNEL' (ARAUCÁRIA - PR)..	59

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS DA INTRODUÇÃO GERAL E MATERIAL E MÉTODOS GERAIS

FIGURA 1 - PLANTA (A) E FRUTOS (B), DE AMEIXEIRA DA CULTIVAR 'REUBENNEL'	03
FIGURA 2 - REAÇÕES DA URÉIA NO SOLO.....	06
FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA NO ESTADO DO PARANÁ.....	09
FIGURA 4 - CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	11

FIGURAS DO CAPÍTULO I

FIGURA 1 - PRODUÇÃO POR PLANTA (kg PLANTA^{-1}), EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE FRUTOS COLHIDOS DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).....	20
FIGURA 2 - MASSA POR FRUTO (g), EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE FRUTOS COLHIDOS DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).....	21
FIGURA 3 - PORCENTAGEM DE FRUTOS DE CALIBRE 2, EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE FRUTOS COLHIDOS DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).....	22
FIGURA 4 - PORCENTAGEM DE FRUTOS DE CALIBRE 4, EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE FRUTOS COLHIDOS DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).....	23
FIGURA 5 - NÚMERO DE FRUTOS RALEADOS POR PLANTA (A) E NÚMERO DE FRUTOS COLHIDOS (B), EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE FRUTOS PRODUZIDOS (ANTES DO RALEIO) DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).....	24

FIGURAS DO CAPÍTULO II

FIGURA 1 - TEOR FOLIAR DE N ENCONTRADO NOS ANOS DE 2003, 2004 E 2005, PARA A CULTURA DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SUBMETIDOS A DIFERENTES DOSES DE N (ARAUCÁRIA - PR).....	38
---	----

FIGURA 2 - CRESCIMENTO DE RAMOS “LADRÕES” (A), RAMOS “LADRÕES” COM EMISSÕES DE RAMOS LATERAIS (B), PODA DE VERÃO (MASSA PODADA) (C) E RADIAÇÃO INTERCEPTADA (D), PARA A CULTURA DA AMEIXEIRA ‘REUBENNEL’, SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).....	44
FIGURA 3 - ESQUEMA GERAL DE N, P E K.....	46

RESUMO GERAL

A adubação é um dos fatores que podem influenciar a produção e a qualidade dos frutos, contudo, existem poucas pesquisas nessa área em frutíferas no sul do Brasil para auxiliar no momento da sua recomendação. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de adubação nitrogenada e potássica para a cultura da ameixeira (*Prunus salicina*), cv. 'Reubennel', e o seu efeito no solo. O experimento foi instalado em um pomar comercial com quatro anos de idade, no município de Araucária - PR. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, distribuídos em parcelas sub-subdivididas, com três repetições. Os tratamentos de adubações foram aplicados durante três anos, na parcela foi aplicado o potássio (55 e 110 kg de K_2O ha^{-1} ano^{-1}), e na subparcela o nitrogênio (40, 80, 120, 160 e 200 kg de N ha^{-1} ano^{-1}). O fator ano e o local de coleta do solo foram analisados como sub-subparcela. Foram analisadas durante três anos: a produtividade, a massa por fruto, o calibre, e os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu e B. A partir do segundo ano foram analisados os frutos raleados (número, massa por fruto), e o total de frutos produzidos. No terceiro ano do experimento, foi avaliado o desenvolvimento vegetativo através dos ramos produtivos (tamanho e número) e dos ramos "ladrões", na poda de verão, (massa total, tamanho, número, e porcentagem de ramos com emissões laterais), da radiação interceptada pela copa (utilizando AccuPar LP-80[®]), e da superfície da área foliar (utilizando WinRhizo-LA 1600[®]). Após o terceiro ano de tratamento foi avaliado o efeito acumulativo da adubação no pH do solo, na condutividade elétrica e na concentração de potássio, ao longo do perfil do solo (0 - 5, 5 - 10, 10 - 20 e 20 - 40 cm de profundidade), em dois locais (sob a projeção da copa e no centro da rua). Os resultados obtidos evidenciaram alto potencial produtivo do pomar, com produtividade média de 38,7 Mg ha^{-1} ano^{-1} nos três anos avaliados. O fator ano apresentou diferença significativa para a produção, calibre e número de frutos. Independentemente dos tratamentos, a produtividade da ameixeira foi diretamente e inversamente proporcional ao número e tamanho dos frutos, respectivamente. As menores doses de nitrogênio e de potássio foram suficientes para obter altas produtividades durante três anos. A quantidade de N e K aplicada ao solo apresentou uma relação positiva com as concentrações nos teores foliares desses nutrientes, na média de três anos, sem relação direta na concentração dos outros nutrientes avaliados. Não houve interação entre N e K para nenhuma das concentrações de nutrientes avaliadas. Foi observada também diferença nos teores foliares de N, K, Ca, Mg, Mn, B, Zn e Cu entre os anos, provavelmente pelas condições climáticas (variações na precipitação). O desenvolvimento vegetativo avaliado através do número de ramos produtivos e da superfície da área foliar não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, embora o N aplicado aumentou o comprimento dos ramos "ladrões" da poda de verão e a porcentagem de ramos "ladrões" com emissões laterais. O incremento nesses ramos "ladrões" em função do N aplicado resultou no aumento na massa total da poda de verão (a maior dose de N aumentou 126% a massa total da poda de verão em relação a menor dose) e na quantidade da radiação interceptada pela copa. O pH do solo ($CaCl_2$ 0.01M) apresentou variação entre 5,6 a 6,1, até 40 cm de profundidade, esses valores são considerados alto, sendo em torno de 5,5 o pH normal. O pH do solo não foi alterado pela aplicação de nitrogênio, provavelmente efeito combinado da fonte e do tempo avaliado, devido a baixa capacidade de acidificação da fonte de N

utilizada (uréia) e o efeito residual da aplicação do calcário utilizado no estabelecimento de pomar. O K disponível no solo também era alto e não foi influenciado pela aplicação de diferentes doses de K. O K disponível diminuiu em profundidade e foi mais alto nas amostras da projeção da copa quando comparado com o centro da rua, de 5 a 40 cm de profundidade. Os valores altos para o pH, K e condutividade elétrica na projeção da copa em relação ao centro da rua, podem ser explicados pela concentração da aplicação de fertilizantes e corretivos sob a projeção da copa. Possivelmente sendo necessária a aplicação em longo prazo de fertilizante para promover mudanças nas propriedades químicas do solo avaliadas. Também, as altas produtividades observadas podem estar associadas às boas condições de acidez e disponibilidade do K no solo em profundidade, na projeção da copa entre 0-40 cm.

Palavras-chave: Ameixa, *Prunus salicina*, 'Reubennel', adubação, nitrogênio e potássio.

GENERAL ABSTRACT

Fertilization is one of the factors that can influence in the fruits yield and quality, however, there are few researches on south of Brazil in order to guide in the moment of its recommendation. The research aim was to evaluate the nitrogen and potassium fertilization effect on plum (*Prunus salicina*), cv. 'Reubennel' and soil. The experiment was established on a four years old plum commercial orchard at Araucaria County - Paraná State, Brazil. The experiment design was a split-plot in a randomized complete block with three replications. The main plot treatment was potassium rate (55 and 110 kg ha⁻¹ year⁻¹ of K₂O), and subplot treatment was the nitrogen rate (40, 80, 120, 160 and 200 kg ha⁻¹ year⁻¹ of N), applied during three years. The year factor and the place of collection of the soil were analyzed as split-split plot. The plant analyzed variables, during three-year: were yield, fruit weigh, caliber, and foliar nutritional status (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu and B). From the second year was analyzed fruit thinning (number, fruit mass), and total fruit number at harvesting. On third year experiment, it was evaluated tree development through growth of yield branch (size and number), trimmed main "robber" shoots, release during summer, [size main shoot, number of shoots release from main shoots (secondary shoots), total mass for summer trimming], canopy radiation interception (measured by AccuPar LP-80[®]), leaf surface area (measured by WinRhizo-LA 1600[®]). After the third year, the accumulative effect of fertilization over soil pH, electrical conductivity and available K, was evaluated within four soil layers (0 - 5, 5 - 10, 10 - 20 and 20 - 40 cm depths), and at two sampling locations (under the canopy and in the middle alley). The result indicated a high productive potential of the orchard used, with a mean yield of 38.7 tons ha⁻¹ ano⁻¹ which is more three times state average. Regardless treatments Plum yield was direct and inverse related with fruit number and fruit size, respectively. Low N and K rates were able to obtain high yield during three years. The amount N and K application in the soil presented positive relationship with them concentration of those foliar concentration, three years mean, but did not directly change the concentration of others nutrients. There was no interaction effect between N and K for any plant nutrient concentration evaluated. It was observed differences for N, K, Ca, Mg, Mn, B, Zn and Cu leaves tissue concentration among the years due probably great climatic condition (variation on precipitation). The evaluation of vegetative growth through the number of productive branch and superficial foliar area did not presented differences due to the treatments. However, N application enhanced the size of trimmed summer "robber" shoots and the percentage of "robber" shoots with secondary emission. The increment on "robber" shoot emission resulted of N application explained the enhancement on total mass summer pruning (the highest N rate produced 126% more in the summer pruning than smallest rate) and the intercepted radiation by canopy. The soil pH ranged from 5.6 to 6.1 until 40 cm depth, using pH CaCl₂ 0.01 M, which can be considered high and the goal pH is proximally 5.5. The soil pH was no influenced by N application, due to combined effect of sort-term application, low potential acidification of N source (urea), and residual effect of large application of limestone at orchard establishment. Soil available K was also high and was not influenced by K application. Available K decreased by depth and was higher in the samples collected bellow canopy than samples from the middle alley, within 5 to 40 cm. Higher values for soil pH and electric conductivity from samples collected canopy compared to middle alley, can explain the results for localized application of

limestone and fertilizer on canopy area. It seems that it needs long-term application of fertilizer to provide great changes on evaluated soil properties. Also, the high yield observed may be associated to good conditions of soil acidity and K availability in whole soil (at canopy and alley area within 0 - 40 cm).

Key-words: Plum, *Prunus salicina*, 'Reubennel', fertilization, nitrogen and potassium.

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Produção Integrada de Frutas (PIF)

Na década de 70 no Norte da Itália com a constatação da resistência do ácaro da maçã aos acaricidas, deu-se início ao Manejo Integrado de Pragas (MIP), com o sucesso no seu controle e com a necessidade do monitoramento em todo o sistema de produção criou-se nas décadas seguintes o conceito de Produção Integrada (PIF-RS, 2006).

Nesse sistema a produção é normatizada através do Ministério da Agricultura e do INMETRO, as pesquisas realizadas pelas Universidades, CNPq e outras Instituições auxiliam na elaboração da sua normatização. Através das certificadoras os produtores recebem o selo de garantia, certificando que a sua produção é obtida com a utilização racional dos agroquímicos, condições adequadas de trabalho no campo, preservação dos recursos naturais e rastreabilidade do produto.

A Produção Integrada para fruteiras de caroço iniciou-se em 1999 no estado do Rio Grande do Sul (PIF - RS, 2006), três anos após o estado do Paraná começou o estudo de viabilização da implantação desse sistema na região, com grande demanda de pesquisas nas áreas de manejo de pragas, de doenças, do solo, de nutrição da planta e de pós-colheita.

Para o pessegueiro na área nutrição de plantas a norma de Produção Integrada de Pêssego (PIP) limita as quantidades de N, P_2O_5 e K_2O , em 80, 22 e 110 $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$, respectivamente (INMETRO, 2003). Através de um levantamento realizado na região sul do Paraná foi observado grande variação quanto às doses de adubos nitrogenados utilizadas pelos produtores, variando de 30 a 150 $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ (RELATÓRIO PIF - PR, 2003), constatou-se também grande carência de informação sobre a dose de N necessária na adubação de manutenção dos pomares da região. A maior dose utilizada na região é quase o dobro da máxima recomendada para a PIP, embora essa dose seja a recomendada para fruteiras de caroço no estado de São Paulo, para produtividade entre 15 - 25 $Mg\ ha^{-1}$ (OJIMA et al., 1997).

As características da cultivar, do solo e da região somadas as condições de manejo adotadas desde a implantação do pomar podem afetar os parâmetros de produtividade, qualidade dos frutos, estado nutricional e desenvolvimento vegetativo, interferindo assim na resposta da cultura à adubação.

Com a hipótese de possíveis detrimientos para as fruteiras de caroço rosaceas na região com as limitações nas doses de adubação nitrogenada a serem aplicadas e a perspectiva da inclusão da cultura da ameixeira na Produção Integrada surgiu à demanda do presente trabalho.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar para a cultura da ameixeira (*Prunus salicina*), cultivar 'Reubennel', o efeito de doses de adubação nitrogenada e potássica, durante a adubação de manutenção, nos parâmetros de produtividade, estado nutricional da planta e desenvolvimento vegetativo, durante três anos, e após o terceiro ano de tratamentos com adubações o efeito no pH, na condutividade elétrica e nos teores de K do solo.

1.1.2 Cultura da ameixeira

A ameixeira pertence à família das Rosaceae, subfamília Prunoideae, do gênero *Prunus* (ameixeiras, pessegueiros, nectarineiras, damasqueiros e amendoeiras), entre as principais espécies temos: *domestica*, originária do Cáucaso, da Turquia e da Pérsia é conhecida como ameixa européia, e a *salicina* que é originária do Extremo Oriente e conhecida como ameixa japonesa.

As ameixeiras cultivadas comercialmente são da espécie *Prunus salicina*, e entre as principais cultivares no estado do Paraná temos: 'Reubennel', 'Irati', 'Polli Rosa' e 'Harry Pickstone'.

1.1.3 Aspectos socioeconômicos

Com 17% da produção mundial de ameixa a China é o maior produtor, seguido da Romênia (11%), e dos EUA (8,5%). Em 1999 o Brasil possuía 3.445 ha com a cultura da ameixeira com produção total de 30.750 Mg e produtividade média de 8,9 Mg ha⁻¹ (MADAIL, 2003).

A região sul do Brasil em 1999 representava 81% da área e 75% da produção nacional, representada principalmente por pequenos produtores. O estado de Santa Catarina com 1338 ha possuía a maior área, embora o maior produtor nacional fosse o estado do Rio Grande do Sul com 10.200 toneladas de frutos de ameixa por ano, produzidas em 21% da área nacional (MADAIL, 2003).

O estado do Paraná, em 1999 ocupava a segunda posição nacional em área com a cultura da ameixeira, 752 ha (o equivalente a 22% da área nacional), sendo

apenas o quarto estado em produção (5.620 toneladas), com produtividade média de 7,5 Mg ha⁻¹ (MADAIL, 2003), representado principalmente por pequenos e médios produtores.

A cultura da ameixeira, assim como as demais frutíferas, apresentam um alto retorno econômico por área com grande demanda de mão-de-obra e empregando mão-de-obra familiar quando disponível. No momento da implantação é preciso um planejamento prévio com acompanhamento técnico, visto o alto custo de implantação e a longa vida útil de um pomar.

1.1.4 Cultivar 'Reubennel'

A planta é semivigorosa, de baixa exigência em frio e sensível à escaldadura e a bacteriose. Os frutos são de tamanho médio a grande com formato ovalado, a epiderme é amarelada com tendência para o vermelho, e de polpa amarela apresentando baixa acidez, a colheita no estado do Paraná ocorre entre os meses de dezembro a fevereiro (Figuras 1A e 1B).



FIGURA 1 - PLANTA (A) E FRUTOS (B), DE AMEIXEIRA DA CULTIVAR 'REUBENNEL'.

1.2 Adubação

A adubação de fruteiras acompanha a implantação e desenvolvimento do pomar, sendo dividida em três períodos: 1. Adubação de correção, realizada anteriormente à implantação do pomar, através da análise de solo com o objetivo de corrigir o solo rapidamente em profundidade através da incorporação de corretivos e fertilizantes, devendo ser realizada no mínimo três meses antes da instalação do pomar; 2. Adubação de crescimento, iniciada após a instalação do pomar até o início da produção, para proporcionar o desenvolvimento vegetativo e formação da planta,

através da aplicação de N e K em superfície; 3. Adubação de manutenção, executada após o início da produção de frutos tem por objetivo repor os nutrientes exportados ou perdidos do sistema.

1.2.1 Adubação de ameixeira

Embora as fruteiras de clima temperado de caroço sejam cultivadas a longo tempo no estado, as pesquisas científicas na área são incipientes, com a existência de um pequeno número de trabalhos realizados, sobretudo na área de adubação para a cultura da ameixeira.

A adubação apresenta efeito sobre os parâmetros de produtividade, estado nutricional da planta, desenvolvimento vegetativo, qualidade dos frutos, suscetibilidade as doenças, longevidade do pomar e nos aspectos ambientais. Assim, o manejo da adubação torna-se necessário para o sucesso da cultura. Entre os nutrientes o nitrogênio (N) e o potássio (K) são os exigidos em maior quantidade pela cultura da ameixeira, aproximadamente 1,61 e 1,56 kg, respectivamente, por tonelada de frutos produzida (VITANOVA, 1990).

O nitrogênio por afetar o crescimento dos ramos em tamanho e/ou número, pode interferir diretamente na produção dos frutos, alterando tanto o calibre como o número de frutos produzidos (MATTOS, FREIRE & MAGNANI, 1991b; DOLINSKI et al., 2005). Já o potássio, além do seu efeito direto na planta (MAGNANI, FREIRE & MORAES, 1984; CUMMINGS, 1985), é também responsável pela potencialização à resposta ao nitrogênio (MENGEL & KIRKBY, 1987; MARSCHNER, 1995), sendo recomendado o aumento da dose de K quando é aumentada a quantidade de N aplicada.

1.2.2 Adubação nitrogenada

Embora a atmosfera seja composta de 78% de nitrogênio, esse apresenta alta estabilidade e não está prontamente disponível para as plantas, mas parte desse nitrogênio pode ser disponibilizado para o solo através da água da chuva após a transformação para óxidos de N pelas descargas elétricas, e ainda parte desse N, pode ser fixada em formas orgânicas no solo, através de microorganismos de vida livre no solo, na rizosfera ou simbioticamente com as plantas.

1.2.2.1 Nitrogênio no solo

No solo o N mineral encontra-se principalmente nas formas de nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+). Em condições de solos aeróbicos predomina a primeira forma, que por apresentar a mesma carga predominante nos solos são pouco adsorvidos ao mesmo, apresentando alta mobilidade no perfil do solo. Assim a aplicação de nitrato em excesso pode levar a contaminação ambiental das águas de subsuperfície. A produção integrada de pêssego regulamenta a dose de N a ser aplicada, a fim de manter a produtividade, sem afetar a sanidade da planta e a qualidade ambiental (FACHINELLO & MARODIN, 2004).

A matéria orgânica presente no solo é fonte importante de N, podendo liberar (mineralização) ou reter esse elemento (imobilização), representando em geral mais de 95% do total de N presente no solo. A imobilização do N predomina quando adicionado ao solo material orgânico não decomposto, com relação C/N acima de (25 - 30), valor abaixo dessa relação, há liberação de N ao solo. Para ser disponibilizado às plantas o N orgânico precisa ser transformado para a forma mineral através dos microorganismos (mineralização). Estima-se que em média 2% da matéria orgânica do solo é mineralizada anualmente, sendo liberado ao solo em média 20 kg de N anualmente para cada 1% de matéria orgânica presente no solo (CAMARGO & SÁ, 2004).

1.2.2.2 Absorção de nitrogênio

As plantas superiores são capazes de absorver o N nas formas de (NO_3^-), amônio (NH_4^+), aminoácidos ($\text{RCHNH}_2\text{COOH}$), uréia [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$], peptídios e formas complexas insolúveis. O nitrato e o amônio são as formas predominantemente disponíveis no solo para as plantas, em solos aerados ocorre a nitrificação do amônio e predomínio do nitrato (MALAVOLTA, VITTI & OLIVEIRA, 1997).

As concentrações de nitrato e amônio podem variar por fatores físicos, químicos e biológicos, as plantas desenvolveram em suas membranas celulares proteínas transportadoras que permitem a sua assimilação em condições de concentração bastante variável, para as duas formas o processo de absorção é dependente de energia.

1.2.2.3 Nitrogênio na planta

O nitrato absorvido pode ser acumulado no vacúolo ou ser transferido para outras partes da planta, e para ser assimilado pelas plantas é necessário ser reduzido a amônio através das enzimas nitrato e nitrito redutase (SOUZA & FERNADES, 2006).

Tanto o amônio proveniente da redução do nitrato ou absorvido do solo diretamente nessa forma é incorporado em moléculas orgânicas de glutamato através da Glutamina Sintetase formando a glutamina (CAMARGO & SÁ, 2004).

O N apresenta funções estruturais nas plantas constituindo os aminoácidos, que são os precursores das proteínas, fazendo parte também da clorofila, amins, amidas, enzimas, alcalóides, hormônios, vitaminas, lipoproteínas e etc. Sendo constituinte ou ativador de todas as enzimas e participando dos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, sínteses, multiplicação celular, divisão celular, DNA e RNA (MALAVOLTA, VITTI & OLIVEIRA, 1997).

1.2.2.4 Uréia

Devido aos custos baixos por unidade de N a uréia em 2000 representava 60% dos adubos nitrogenados utilizados no Brasil, com 45% de N, quando aplicada ao solo pode ser absorvida diretamente pelas raízes ou sofrer hidrólise pelo mesmo processo dos outros adubos nitrogenados ou orgânicos e ser disponibilizado para a planta na forma de amônio ou nitrato (Figura 3) (URQUIAGA & MALAVOLTA, 2006).

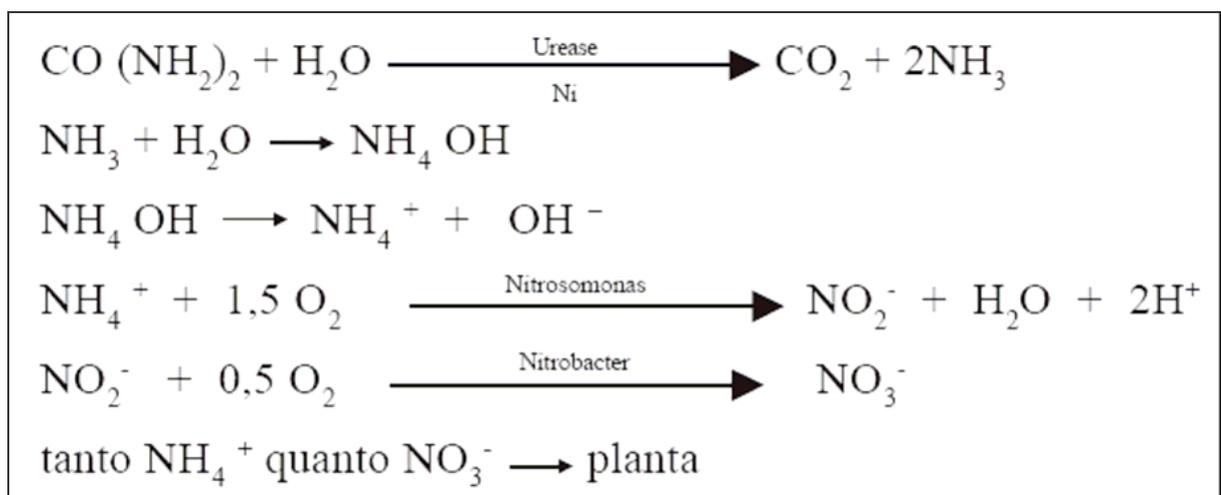


FIGURA 2 - REAÇÕES DA URÉIA NO SOLO.

1.2.3 Adubação potássica

Diferente do N o potássio não faz parte de nenhuma estrutura ou molécula orgânica na planta, embora em quantidades semelhantes nas plantas, o K é o cátion mais abundante e apresenta uma alta mobilidade na planta, sendo responsável pela manutenção da água nas células, pela translocação e armazenamento de assimilados e na ativação de mais de 50 enzimas.

1.2.3.1 Potássio no solo

No solo o K pode estar na solução do solo (K^+), adsorvido na argila e na matéria orgânica, nas entre camadas dos minerais e fazendo parte estrutural de minerais primários.

O potássio na solução do solo é a forma prontamente disponível para as plantas, e apresenta um rápido equilíbrio com a quantidade de K adsorvido nas argilas e matéria orgânica. Já o K não trocável presente nos minerais primários e nas entrecamadas das argilas poderão ser disponibilizado para as plantas a curto, médio e longo prazo (MEURER, 2006).

1.2.3.2 Absorção de potássio

O potássio é absorvido pelas plantas na forma iônica K^+ , para que a absorção de K ocorra é necessário o contato com a superfície da raiz, que ocorre principalmente pela difusão, ou ainda pode ocorrer através do fluxo de massa e da interceptação radicular.

O fluxo de massa é dependente da quantidade de água transpirada pela planta e do teor de K presente no solo, já a difusão que é o principal mecanismo de suprimento para as raízes é dada pelo gradiente entre as concentrações na superfície da raiz e da rizosfera (MEURER, 2006).

1.2.3.3 Potássio na planta

O potássio apresenta alta mobilidade na planta, nos tecidos e espaços intracelulares, com transporte à longa distância via xilema e floema, ativando processos em diversas partes da planta. O K está presente em altas concentrações no citoplasma e no cloroplasto estabilizando o seu pH, enquanto em outros

compartimentos como no vacúolo e células guardas dos estômatos as suas concentrações são variáveis (MEURER, 2006).

O potássio apresenta funções na ativação de mais de 50 enzimas, na abertura e fechamento dos estômatos, na fotossíntese, no transporte de carboidratos e outros produtos, na respiração e na fixação biológica (MALAVOLTA, VITTI & OLIVEIRA, 1997).

1.2.3.4 Cloreto de potássio

O cloreto de potássio contém 58% de K_2O e 47% de cloro, pela alta quantidade de cloro existente limitações para algumas culturas. A aplicação de cloreto de potássio no solo apresenta a seguinte reação: $KCl \rightarrow K^+ + Cl^-$.

2 MATERIAL E MÉTODOS GERAIS

O experimento foi instalado em maio de 2003, em um pomar comercial de ameixeira, com quatro anos de idade, da cultivar 'Reubennel' sobre porta-enxerto 'Okinawa', com espaçamento 6 x 3 m, com as plantas conduzidas a campo, no sistema de vaso com quatro pernas cada planta.

2.1 Localização

Instalado no município de Araucária - PR (Figura 3), no Distrito de Guajuvira, situado a 28 km da capital Curitiba. Em 2000, o Município possuía 8.147 habitantes na área rural (8,64% da população), tendo entre as suas principais culturas: milho, feijão, batata, repolho, cebola, outras hortaliças, soja, pêssigo e ameixa (PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAUCÁRIA, 2007).



FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA NO ESTADO DO PARANÁ.

2.2 Clima

A altitude do local é 900 m e o clima classificado (Köppen) como Cfb (subtropical úmido), os dados de temperatura média e precipitação acumulada mensal estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1 - DADOS DE TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C), DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO SIMEPAR MAIS PRÓXIMA DA ÁREA EXPERIMENTAL

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2002	21,1	20,3	22,6	20,5	17,1	16,5	13,5	16,9	15,0	19,9	19,6	20,9
2003	21,2	23,1	20,5	18,8	14,8	16,2	14,7	13,2	15,6	17,1	18,7	19,8
2004	19,8	20,2	19,3	18,9	13,8	14,3	13,2	15,0	18,0	16,5	18,4	19,4
2005	20,4	20,6	20,7	19,7	17,1	16,4	13,9	16,2	14,0	17,7	18,5	19,4
2006	22,1	21,6										

FONTE: SIMEPAR - Sistema Meteorológico do Paraná.

TABELA 2 - DADOS DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (mm), DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO SIMEPAR MAIS PRÓXIMA DA ÁREA EXPERIMENTAL

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2002	217	120	85	123	114	40	45	90	173	122	144	154
2003	148	104	165	65	19	79	121	9	130	65	119	153
2004	145	60	152	87	135	58	118	12	53	152	92	128
2005	165	65	73	114	105	66	91	159	195	168	78	54
2006	114	144										

FONTE: SIMEPAR - Sistema Meteorológico do Paraná.

2.3 Solo

O solo do experimento era do tipo Cambissolo e as suas características químicas e físicas estão apresentadas na Tabela 3.

TABELA 3. ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO EM POMAR DE AMEIXEIRA, DA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NA ENTRE LINHA (EL), A 0 - 20 E 20 - 40 cm DE PROFUNDIDADE, EM JUNHO DE 2003 (ARAUCÁRIA - PR)

Local	Prof. ¹	pH	Al ⁺³	H+Al ⁺	Mg ⁺²	Ca ⁺²	K ⁺	T	P ²	M.O ³	pH	V	Areia	Silte	Argila
		CaCl ₂	-----cmol _c /dm ³ -----						mg/dm ³	%	SMP	%	-----%-----		
PC	00-20	5,55	0	3,20	1,96	4,03	0,59	9,78	27,80	2,68	6,60	67	55	25	20
PC	20-40	5,40	0	3,40	2,01	3,73	0,30	9,44	20,43	2,27	6,50	64	53	28	19
EL	00-20	5,30	0	3,60	2,94	3,73	0,20	10,47	18,53	2,41	6,40	65	56	25	19
EL	20-40	5,20	0	3,60	3,08	3,68	0,09	10,45	9,77	2,00	6,40	66	50	28	22

NOTAS: ¹Profundidade da coleta em cm. ²Extrator Mehlich. ³Matéria orgânica

2.4 Delineamento experimental

A área apresentava aproximadamente um hectare, com cinco fileiras, sendo três de bordadura e duas fileiras para a coleta dos dados. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com três repetições, distribuídos em parcelas sub-subdivididas, com cinco plantas em cada subparcela, sendo três plantas na parcela útil onde foram coletados os dados e duas plantas de bordadura. Os tratamentos de adubação foram aplicados durante três anos, sendo o potássio aplicado na parcela (55 e 110 kg de K₂O ha⁻¹ ano⁻¹), na forma de cloreto de potássio, parcelado durante o início da brotação (60%) e após o raleio (40%). O nitrogênio foi aplicado na subparcela (40, 80, 120, 160 e 200 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹), na forma de

uréia, durante o início da brotação (30%), após o raleio (30%) e após a colheita (40%), o parcelamento das adubações foi realizada de acordo com as normas da Produção Integrada de Pêssego (INMETRO, 2003). O fator ano e o local da análise de solo foram analisados como sub-subparcela. Foram analisados para três anos a produção, o calibre e o número de frutos colhidos, e dois anos, para o raleio, e um ano, para o crescimento vegetativo e o pH, K e condutividade elétrica do solo. Todas as adubações foram realizadas manualmente na área de projeção da copa, de acordo com o croqui (Figura 4).

B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
K2N5	K2N1	K2N3	K2N4	K2N2	K1N3	K1N5	K1N4	K1N2	K1N1	K1N5	K1N1	K1N3	K1N2	K1N4
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
K1N5	K1N1	K1N3	K1N4	K1N2	K2N3	K2N5	K2N4	K2N2	K2N1	K2N5	K2N1	K2N3	K2N2	K2N4
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Bloco I					Bloco II					Bloco III				

FIGURA 4 - CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL.

NOTAS: Bordadura (B), 55 kg de K_2O $ha^{-1} ano^{-1}$ (K1), 110 kg de K_2O $ha^{-1} ano^{-1}$ (K2), 40 kg de N $ha^{-1} ano^{-1}$ (N1), 80 kg de N $ha^{-1} ano^{-1}$ (N2), 120 kg de N $ha^{-1} ano^{-1}$ (N3), 160 kg de N $ha^{-1} ano^{-1}$ (N4), 200 kg de N $ha^{-1} ano^{-1}$ (N5).

3 CAPÍTULO I

3.1 RESUMO

ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA PRODUTIVIDADE DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', NA REGIÃO DE ARAUCÁRIA - PR

A adubação é um dos fatores que podem influenciar a produção e a qualidade dos frutos, contudo, existem poucas pesquisas nessa área em frutíferas no sul do Brasil para auxiliar no momento da sua recomendação. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses de adubação nitrogenada e potássica para a produtividade da ameixeira (*Prunus salicina*), cv. 'Reubennel'. O experimento foi instalado em um pomar comercial com quatro anos, no município de Araucária - PR. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, distribuídos em parcelas sub-subdivididas, com três repetições. Na parcela foi aplicado o potássio (55 e 110 kg de K_2O ha^{-1} ano^{-1}), e na subparcela o nitrogênio (40, 80, 120, 160 e 200 kg de N ha^{-1} ano^{-1}), durante três anos. O fator ano foi analisado como sub-subparcela. Foi avaliada a produção, o número de frutos antes do raleio e durante a colheita, e a massa e calibre dos frutos. Os resultados obtidos evidenciaram alto potencial produtivo do pomar, com uma produção média de 38,7 Mg ha^{-1} ano^{-1} nos três anos avaliados. Contudo não foram observadas diferenças nos tratamentos e na interação entre eles para nenhuma das características avaliadas, podendo estar associado às características químicas e físicas do solo e o efeito do manejo (poda e raleio). O fator ano apresentou diferença significativa para a produção, calibre e número de frutos. Independentemente dos tratamentos, a produtividade da ameixeira foi diretamente e inversamente proporcional ao número e tamanho dos frutos, respectivamente. As menores doses de nitrogênio e de potássio foram suficientes para obter altas produtividades durante três anos.

3.2 ABSTRACT

NITROGEN AND POTASSIUM FERTILIZATION ON YIELD OF PLUM CV. 'REUBENNEL' AT ARAUCARIA COUNTY PARANA - BRAZIL

Fertilization is one of the factors that can influence in the yield and quality of the fruits, however, there are few researches in that area fruit on south of Brazil in order to guide in the moment of your recommendation. The research aim was to evaluate nitrogen and potassium fertilization in the yield of plum (*Prunus salicina*), cv. 'Reubennel'. The experiment was established in a four years old commercial orchard at Araucaria County - Parana. The experiment design was a split-plot in a randomized complete block with three replications. Main plot treatments were potassium rates (55 and 110 kg of K_2O ha^{-1} ano^{-1}), and subplot treatments were the nitrogen rates (40, 80, 120, 160 and 200 kg of N ha^{-1} ano^{-1}), were applied during three years. The year factor was analyzed as split-split plot. The analyzed variables were yield, fruit number before the thinning and during harvesting, and fruit weigh and caliber. The result indicated a high productive potential of the orchard used, with a mean yield of 38.7 Mg ha^{-1} ano^{-1} which is more three times state average. However, there was no single or interaction effect of treatments on any evaluated parameters which could be associated to the chemical and physics characteristics of the soil and plant management (trims and thinning). Year factor influenced yield, caliber, and fruit number. Regardless treatments Plum yield was direct and inverse related with fruit number and fruit size, respectively. Low N and K rates were able to obtain high yield during three years.

3.3 INTRODUÇÃO

Em 2003, o estado do Paraná possuía 887 hectares plantados com a cultura da ameixeira (*Prunus salicina*), com uma produtividade média de 10,6 t ha⁻¹ (SEAB/DERAL, 2006). Todavia, atualmente, não são raros os casos de produtividades maiores que o dobro da média estadual, em pomares adequadamente manejados e sob condições climáticas favoráveis.

Dentro dos tratos culturais a adubação é um dos fatores que pode interferir na produção, sendo que a sua resposta é dependente das características do solo, do manejo do pomar e das condições climáticas. Nitrogênio e potássio são os nutrientes exportados em maior quantidade pelos frutos de ameixeira, aproximadamente 1,61 e 1,56 kg, respectivamente, por tonelada de frutos produzida (VITANOVA, 1990).

O nitrogênio, por afetar o crescimento dos ramos em tamanho e/ou número, pode interferir diretamente na produção de frutos, alterando tanto o calibre como o número de frutos produzidos (MATTOS, FREIRE & MAGNANI, 1991b; DOLINSKI et al., 2005). Já, o potássio além do seu efeito direto na planta (MAGNANI, FREIRE & MORAES, 1984; CUMMINGS, 1985), é também responsável pela potencialização à resposta ao nitrogênio (MENGEL & KIRKBY, 1987 e MARSCHNER, 1995), sendo recomendado o aumento da dose de K quando é aumentada a quantidade de N aplicada.

Com a utilização do maior número de características para o diagnóstico da disponibilidade e do estado nutricional da planta é possível estimar as necessidades de N e K para cada pomar. As quantidades podem variar de acordo com as características do solo, as condições das plantas e as produtividades obtidas (VITANOVA, 1990).

Algumas das características de diagnóstico no momento da tomada de decisão são: a análise do solo e foliar e o crescimento dos ramos produtivos (FACHINELLO & HERTER, 2000), e ainda outros indicativos visuais, tais como: vigor da planta, emissões e diâmetro de ramos novos, coloração das folhas, tamanho e período de queda das folhas (MOTTA, SERRAT & FAVARETTO, 2004).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar, para a cultura da ameixeira, no decorrer de três safras, o efeito de doses de nitrogênio e potássio na produtividade,

no número, massa e calibre dos frutos colhidos, e para duas safras, a produção total de frutos (antes do raleio) e a intensidade do raleio.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em maio de 2003, em um pomar comercial de ameixeira, com quatro anos de idade, da cultivar 'Reubennel' sobre porta-enxerto 'Okinawa', com espaçamento 6 x 3 m, conduzidas no sistema de vaso, no município de Araucária - PR, Distrito de Guajuvira (25°37'12,92" S e 49°25'25,95" O). A altitude do local é 900 m e o clima classificado (Köppen) como Cfb (subtropical úmido). Os dados de temperatura média e precipitação acumulada mensal estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 - TEMPERATURA MÉDIA (°C) E PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (mm) MENSAL DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO SIMEPAR

Ano	Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez	
	°C	Mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm								
2002	21,1	217	20,3	120	22,6	85	20,5	123	17,1	114	16,5	40	13,5	45	16,9	90	15,0	173	19,9	122	19,6	144	20,9	154
2003	21,2	148	23,1	104	20,5	165	18,8	64	14,8	19	16,2	79	14,7	121	13,2	09	15,6	130	17,1	65	18,7	119	19,8	153
2004	19,8	145	20,2	60	19,3	152	18,9	87	13,8	135	14,3	58	13,2	118	15,0	11	18,0	53	16,5	152	18,4	92	19,4	128
2005	20,4	165	20,6	65	20,7	73	19,7	114	17,1	105	16,4	66	13,9	91	16,2	159	14,0	195	17,7	168	18,5	78	19,4	54
2006	22,1	114	21,6	144																				

FONTE: SIMEPAR - Sistema Meteorológico do Paraná

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com três repetições, distribuído em parcelas sub-subdivididas, com cinco plantas em cada subparcela, sendo três plantas na parcela útil, onde foram coletados os dados e duas plantas de bordadura. Os tratamentos de adubação foram aplicados durante três anos, sendo o potássio aplicado na parcela (55 e 110 kg de K₂O ha⁻¹ ano⁻¹), na forma de cloreto de potássio, parcelado durante o início da brotação (60%) e após o raleio (40%). O nitrogênio foi aplicado na subparcela (40, 80, 120, 160 e 200 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) na forma de uréia, parcelado durante o início da brotação (30%), após o raleio (30%) e após a colheita (40%). As adubações foram parceladas de acordo com as normas de Produção Integrada de Frutas (INMETRO, 2003). O fator ano foi analisado como sub-subparcela, durante três anos para a produção, o calibre e o número de frutos colhidos, e dois anos, para o número total de frutos produzidos antes do raleio e a intensidade do raleio. Todas as adubações foram realizadas manualmente na área de projeção da copa.

O experimento foi instalado em uma área particular que vinha sendo conduzida com 80 kg de N e 80 kg de K₂O ha⁻¹ ano⁻¹. Com exceção dos tratamentos

utilizados durante o experimento todo o manejo adotado no pomar foi de acordo com o utilizado pelo produtor.

A análise química do solo foi realizada no primeiro ano coletando amostras na projeção da copa e na entrelinha, para as profundidades de 0 - 20 e 20 - 40 cm, conforme metodologia descrita pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC (1995) (Tabela 2).

TABELA 2 - ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO EM POMAR DE AMEIXEIRA NA DA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NA ENTRE LINHA (EL), A 0 - 20 E 20 - 40 cm DE PROFUNDIDADE, EM JUNHO DE 2003 (ARAUCÁRIA - PR)

Local	Prof. ¹	pH	Al ⁺³	H+Al ⁺	Mg ⁺²	Ca ⁺²	K ⁺	T	P ²	M.O. ³	pH	V	Areia	Silte	Argila
		CaCl ₂	-----cmol/dm ³ -----						mg/dm ³	%	SMP	%	-----%-----		
PC	00-20	5,55	0	3,20	1,96	4,03	0,59	9,78	27,80	2,68	6,60	67	55	25	20
PC	20-40	5,40	0	3,40	2,01	3,73	0,30	9,44	20,43	2,27	6,50	64	53	28	19
EL	00-20	5,30	0	3,60	2,94	3,73	0,20	10,47	18,53	2,41	6,40	65	56	25	19
EL	20-40	5,20	0	3,60	3,08	3,68	0,09	10,45	9,77	2,00	6,40	66	50	28	22

NOTAS: ¹Prof. Profundidade da coleta em cm. ²P Extrator Mehlich. ³M.O. Matéria orgânica

O raleio foi realizado com o objetivo de deixar os frutos no mesmo ramo com distância mínima de 10 cm entre eles. A quantidade de frutos raleados foi estimada através da massa total dos frutos raleados, dividida pela massa média unitária de 100 frutos.

A produção foi avaliada durante três safras com base na massa total dos frutos das três plantas centrais por subparcela, que foram colhidos e pesados separadamente por planta. A massa por fruto foi obtida através da média de 100 frutos por subparcela, os quais foram separados por calibre de acordo com o diâmetro: calibre 1 (3,4 cm), calibre 2 (3,5 - 4,0 cm), calibre 3 (4,1 - 4,4 cm), calibre 4 (4,5 - 5,0 cm) e calibre 5 (5,1 cm).

O número de frutos colhidos foi estimado distribuindo a massa total dos frutos colhidos, proporcionalmente entre os calibres (observado para os 100 frutos), e dividindo pela massa média do calibre.

A alternância de produção entre as safras foram comparadas para 72 das plantas avaliadas, durante as safras de 2003/04, 2004/05 e 2005/06, e para as 24 plantas centrais foram comparadas as suas produções com as plantas vizinhas para a mesma safra.

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de

probabilidade, utilizando o aplicativo computacional "MSTATC" da Universidade de Michigan. A normalidade dos dados foi analisada pelo teste de Bartlett e quando necessário foram transformados por $\sqrt{1+x}$.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.5.1 Produtividade

Os resultados obtidos evidenciaram o alto potencial produtivo do pomar, com uma produtividade média de $38,7 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, acima da produtividade média encontrada para fruteiras de caroço (MATTOS, FREIRE & MAGNANI 1991b; DOLINSKI et al., 2005), e mais do triplo da média estadual para a cultura (SEAB/DERAL, 2006). Tal fato pode estar associado ao potencial produtivo da cultivar 'Reubennel', às boas condições de pH, V%, K e P do solo, e condições de formação e condução do pomar.

Para os três anos avaliados a produtividade, o número de frutos colhidos e a massa por fruto não apresentaram diferença para os tratamentos utilizados (Tabela 3). Diferentes doses de K também não apresentaram interação com o N, a alta concentração de K no solo explica a falta de resposta ao elemento (Tabela 2).

Contudo, nas duas menores doses de N utilizadas, foi observada para o segundo e o terceiro anos, uma produtividade média de $27 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Já, a partir das doses de $120 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, para os três anos avaliados, não foram verificadas produtividades médias inferiores a $31 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, sugerindo uma maior estabilidade na produção. Provavelmente o período estudado não seja suficiente para gerar efeito sobre a produtividade acumulada, visto que, NOSAL (1990) constatou, para a cultura da macieira, que diferentes doses de N apresentaram uma diferença de 28% na produtividade acumulada de oito anos, sem diferença significativa no acumulado dos primeiros quatro anos.

Diferente dos tratamentos com N e K, o fator ano apresentou diferenças para as características citadas acima (Tabela 3). As variações entre os anos podem ocorrer por adversidades climáticas (MATTOS, FREIRE & MAGNANI 1991b; GOMES et al., 2005; DOLINSKI et al., 2005), e ainda quando analisadas as plantas individualmente, se verificou uma alternância na produção por planta, tanto entre os anos como entre as plantas "vizinhas", com uma competição e compensação na produção entre elas. Essa alternância ficou menos evidente quando se avaliou a média das três plantas centrais, uma vez que não são todas as plantas que estão em baixa ou em alta produtividade no mesmo ano, a alternância também não é percebida pelo produtor quando se avalia a produção por área de um pomar.

TABELA 3 - PRODUTIVIDADE, NÚMERO DE FRUTOS COLHIDOS E MASSA MÉDIA POR FRUTO, DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR)

Tratamentos (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Produtividade (Mg ha ⁻¹)				Frutos colhidos (frutos planta ⁻¹) ⁵			Massa por fruto (g)		
	2003	2004	2005	PA ⁴	2003	2004	2005	2003	2004	2005
40 N ¹	49,5	27,4	38,1	115	1631	939	1127	48	62	60
80 N	37,9	42,3	27,0	107	1208	1335	813	55	56	69
120 N	45,8	40,1	31,2	117	1559	1296	922	53	59	65
160 N	42,0	39,0	31,9	113	1365	1247	905	56	60	67
200 N	55,8	35,5	36,5	128	1831	1077	1025	53	63	63
Média	46,2 a	36,9 b	32,9 b	116	1519 a	1179 b	958 c	53 c	60 b	65 a
55 K ²	47,1	38,8	30,2	116	1543	1242	885	54	59	66
110 K	45,2	35,0	35,6	116	1495	1115	1032	53	61	64
C.V.(%)³	----- 33,48 -----				----- 32,17 -----			----- 9,41 -----		

NOTAS: ¹N Nitrogênio. ²K Potássio (K₂O). ³C.V.(%) Coeficiente de variação. ⁴PA Produtividade acumulada.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

⁵Dados transformados em $\sqrt{1+x}$

Em 2005, quando o número de frutos colhidos foi 37% inferior ao do primeiro ano, resultou em redução na produtividade de 29%, com um aumento de 19% na massa por fruto.

A análise de correlação, entre a produção e o número de frutos colhidos por planta (Figura 1), mostrou que mais de 95% da oscilação observada para a produção, sem diferença significativa entre os tratamentos, pode ser explicada pelo número de frutos.

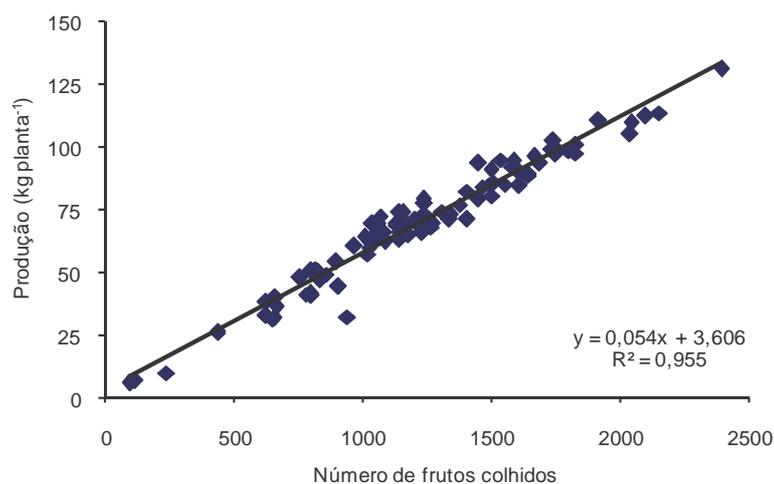


FIGURA 1 - PRODUÇÃO POR PLANTA (kg PLANTA⁻¹), EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE FRUTOS COLHIDOS DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).

Como para a produção, a massa por fruto também foi resultado do número de frutos colhidos (Figura 2), sendo a produção diretamente e inversamente proporcional ao número e tamanho dos frutos, respectivamente. No entanto, o aumento na massa por fruto não foi suficiente para compensar a redução no número de frutos, sendo a produção resultado do número de frutos, o que foi constatado também por MATTOS, FREIRE & MAGNANI (1991b) e DOLINSKI et al. (2005) para a cultura do pessegueiro.

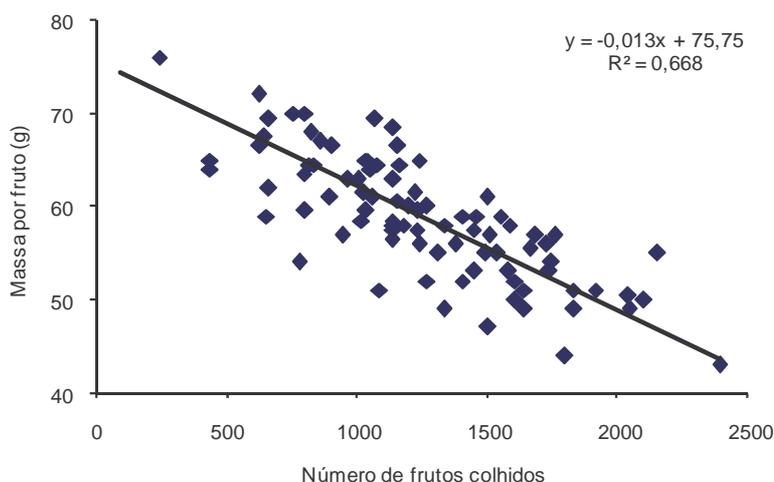


FIGURA 2 - MASSA POR FRUTO (g), EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE FRUTOS COLHIDOS DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).

3.5.2 Calibre dos frutos

O calibre dos frutos também não apresentou diferença significativa com relação aos tratamentos utilizados (Tabela 4). Mas, para o fator ano, o calibre apresentou diferença significativa, com exceção do calibre 3, que representa quase 50% dos frutos e se manteve inalterado, independente do número de frutos colhidos. A outra metade dos frutos teve a sua distribuição entre os calibres 2 e 4 dependente do número de frutos colhidos. No terceiro ano, quando o número de frutos foi 37% inferior ao primeiro ano, a porcentagem de frutos de calibre 2 passou de 43% para 15%, e a de calibre 4 de 6% para 32%.

TABELA 4 - PORCENTAGEM DE FRUTOS DOS DIVERSOS CALIBRES, DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR)

Tratamentos (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Calibre														
	1 ⁴			2			3			4 ⁴			5 ⁴		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
40 N¹	08	03	0	57	22	21	33	44	54	02	31	23	0	0	02
80 N	07	04	0	39	31	11	45	49	41	09	16	42	0	0	06
120 N	06	05	0	43	26	16	46	47	51	05	22	30	0	0	03
160 N	05	03	0	35	23	12	50	47	49	10	27	34	0	0	05
200 N	07	03	0	42	21	16	44	44	50	07	32	31	0	0	03
Média	7 a	4 b	0 c	43 a	25 b	15 c	44 a	46 a	48 a	6 b	25 a	32 a	0 b	0 b	3 a
55 K²	08	03	00	43	27	16	41	48	46	8	22	34	0	0	04
110 K	06	04	00	43	23	16	47	44	51	4	29	30	0	0	03
C.V.(%)³	----	29,35	----	----	35,14	----	----	23,16	----	----	32,42	----	----	37,80	----

¹N Nitrogênio. ²K Potássio (K₂O). ³C.V.(%) Coeficiente de variação.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

⁴Dados transformados em $\sqrt{1+x}$

O número de frutos de calibre 2, para o fator ano, foi diretamente proporcional ao número de frutos colhidos (Figura 3), ao contrário, os frutos de calibre 4 foram inversamente proporcionais ao número de frutos colhidos (Figura 4), conforme o observado por MATTOS, FREIRE & MAGNANI (1991b), para a cultura do pessegueiro, quando a redução no número de frutos proporcionou um aumento no número de frutos de primeira.

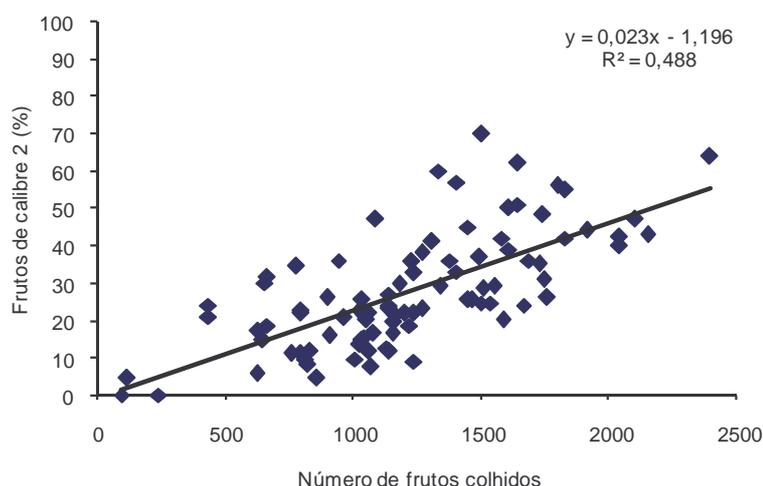


FIGURA 3 - PORCENTAGEM DE FRUTOS DE CALIBRE 2, EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE FRUTOS COLHIDOS DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).

Verifica-se no fator ano, que o tamanho do fruto a ser colhido pode ser definido em função do número de frutos que permanecer na planta, o melhor tamanho de fruto para cada produtor é dependente da forma de comercialização do

seu produto. Deve-se levar em consideração também, a redução na produtividade, entre os anos, observada quando se aumentou a massa por fruto (Tabela 3).

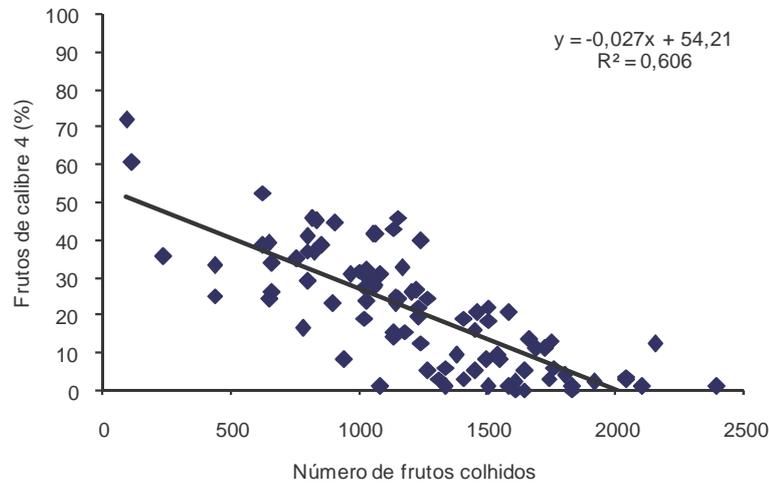


FIGURA 4 - PORCENTAGEM DE FRUTOS DE CALIBRE 4, EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE FRUTOS COLHIDOS DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).

3.5.3 Raleio

Como o número de frutos influencia a produção e o calibre dos frutos, conforme observado entre os anos (Tabela 3), o raleio pode ser um dos responsáveis pela falta de resposta entre os tratamentos, pois a sua intensidade define o número de frutos que permanecerão na planta.

Embora anteriormente ao raleio todas as plantas possuíam números de frutos produzidos superiores aos números de frutos colhidos em qualquer um dos tratamentos (Tabela 5), o número de frutos que permaneceram na planta após o raleio foi definido em função da capacidade vegetativa (tamanho e/ou número de ramos).

TABELA 5 - RALEIO DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR)

Tratamentos (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	NFP ¹		NFR ²		NFC ³		PFR ⁴		MFR ⁵	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
40 N ⁶	1880	4944	1032	3697	848	1247	56	74	8,9	8,2
80 N	4511	2644	3085	1687	1426	958	67	62	8,1	9,2
120 N	3198	4170	2114	3108	1084	1062	58	62	8,4	6,9
160 N	3423	4534	2204	3298	1219	1236	62	66	9,1	8,7
200 N	3231	4381	2175	3231	1057	1150	62	73	9,4	7,8
Média	3249	4135	2122	3004	1127	1131	61	67	8,8	8,1
55 K ⁷	3481	3926	2167	2862	1314	1064	58	67	8,3 Aa	8,9 Aa
110 K	3016	4344	2077	3146	940	1197	64	67	9,3 Aa	7,4 Bb
C.V.(%)⁸	49,75		63,41		45,51		27,81		21,16	

¹NFP Número de frutos produzidos anteriormente ao raleio. ²NFR Número de frutos raleados. ³NFC Número de frutos colhidos. ⁴PFR Porcentagem de frutos raleados em relação ao número total de fruto produzido. ⁵MFR massa média por fruto raleado (gramas) (MFR). ⁶N Nitrogênio. ⁷K Potássio (K₂O). ⁸C.V.(%) Coeficiente de variação.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A relação direta observada entre o número de frutos produzidos (antes do raleio), e o número de frutos raleados, foi diretamente proporcional (Figura 5-A), resultando em maior homogeneização no número de frutos colhidos. Ainda, a menor correlação entre o número de frutos produzidos (antes do raleio) e o número de frutos colhidos, indica um efeito do raleio sobre o número de frutos que permaneceram na planta (Figura 5-B), o qual resultou na produtividade.

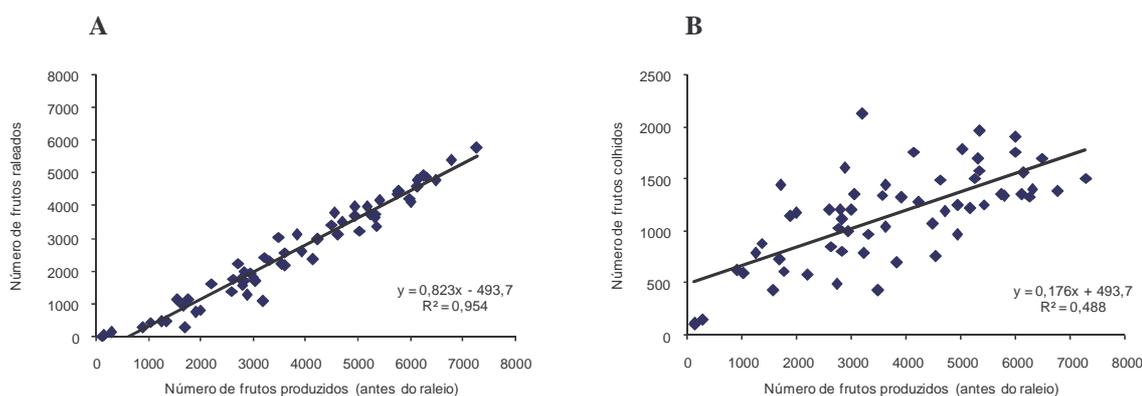


FIGURA 5 - NÚMERO DE FRUTOS RALEADOS POR PLANTA (A) E NÚMERO DE FRUTOS COLHIDOS (B), EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE FRUTOS PRODUZIDOS (ANTES DO RALEIO) DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).

MATTOS, FREIRE & MAGNANI (1991b) concluíram para a cultura do pessegueiro que o número e o tamanho dos frutos dependem da intensidade, uniformidade e época de raleio, reforçado por GOMES et al. (2005) que trabalharam com a intensidade de raleio para o pessegueiro e verificaram que a maior intensidade de raleio resultou em frutos de maior calibre, reduzindo o número de frutos colhidos.

Outro fator que pode ter contribuído para a falta de resposta entre os tratamentos, é o suprimento de parte da demanda de N pela matéria orgânica do solo, pela presença natural de trevo branco e pela água das chuvas. BASSO & SUZUKI (1992) utilizando doses de N não observaram diferenças significativas para a cultura da macieira em relação à produtividade e os teores foliares, mesmo para a testemunha, e o baixo vigor e a produtividade não foi devido apenas ao N, mas sim a outros fatores determinantes de vigor e produtividade.

A capacidade intrínseca da planta em manter reservas nos ramos, troncos e raízes, também pode ter contribuído para a falta de resposta, motivo pelo qual mesmo a menor dose utilizada foi suficiente para suprir a demanda de N. TAGLIAVINI et al. (2000), verificaram que 40% do total de N do fruto é oriundo das reservas da planta, sendo essa contribuição mais intensa no início do desenvolvimento do fruto, mas se mantendo em menor intensidade até a colheita.

Outra explicação para a falta de resposta entre os tratamentos pode ser o fato da homogeneização no comprimento e número dos ramos no momento das podas, maior produtividade pode ser obtida aumentando o número de frutos, visto a relação entre o número de frutos colhidos e a produtividade, a homogeneização nos ramos pode reduzir a diferença na produtividade.

As características avaliadas mostraram-se não significativa para os tratamentos utilizados, sendo que a menor dose de nitrogênio e a de potássio foi suficiente para manter a produtividade, e repor parte das quantidades desses elementos exportados pelos frutos. A menor dose de N utilizada ficou próxima da quantidade exportada pelos frutos, mesmo para a alta produtividade observada, a quantia máxima estimada de N exportada para as produtividades obtidas foi o equivalente a 62 kg de N, valor aproximado ao observado por VITANOVA (1990).

CHATZITHEODOROU, SOTIROPOULOS & MOUHTARIDOU (2004) constataram que a omissão de aplicação de N para a cultura do pessegueiro, reduziu a vida útil do pomar de forma diferenciada para as duas cultivares estudadas, sendo necessário repor ao sistema a quantidade de N que é exportada pelos frutos.

Somado à falta de resposta para as características avaliadas nesse trabalho, em estudo na mesma área, verificou que a partir da dose de 160 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ a incidência de furo de bala em folhas e a de podridão parda nos frutos foram superiores. O N ainda interferiu na firmeza da polpa, aumentou a acidez dos frutos e retardou a sua maturação. Por outro lado, a maior dose de K aumentou a concentração de sólidos solúveis totais e reduziu a perda de massa por frutos após o armazenamento refrigerado, sem interação entre o N e o K (TUTIDA, 2006).

3.5.4 Alternância na produção

A produção média, das 72 plantas, nas três safras avaliadas foi: 83, 64 e 60 kg por planta respectivamente, sendo que para os três anos em média, 51% das plantas ficaram com produção abaixo da média, e 49% das plantas acima da média. Na comparação entre os anos, apenas uma das plantas apresentou produção abaixo e três plantas acima da média, nas três safras consecutivas. As demais 94%, ou 68 plantas, apresentaram alternância de produção acima e abaixo da média entre as safras avaliadas, sendo que 29% dessas com alternância bianual, e a maioria, 71% ou 48 plantas, apresentaram alternância anual, ou seja, quando em um ano a produção ficou acima da média no ano seguinte a mesma planta apresentou produção abaixo da média, sendo o inverso verdadeiro.

Na avaliação da alternância entre três plantas vizinhas, das 24 plantas centrais avaliadas durante três safras (72 parcelas, 24 plantas durante três anos), em 39 delas as três plantas seguidas ficaram com produção acima ou abaixo da média, entre essas, 16 parcelas estavam com as três plantas abaixo da média (embora em 75% as três plantas apresentaram produção acima da média no ano anterior ou posterior), 17 parcelas apresentaram as três plantas acima da média (em 65% as três plantas apresentaram produção abaixo da média no ano anterior ou posterior). As demais parcelas (54%), na comparação entre plantas vizinhas apresentaram

alternância, dessas 46% ficaram com a planta central com produção abaixo do normal (61% entre plantas abaixo e acima da média, e 39% entre duas plantas acima da média), as outras 54% apresentaram a planta central acima da média (71% entre plantas abaixo e acima da média, e 29% entre duas abaixo da média). Embora a alternância ocorra entre plantas vizinhas (observado em 54% das parcelas avaliadas), como uma forma de competição (luz, nutrientes e água) e uma compensação entre elas, a alternância ficou mais evidente, entre os anos, quando 94% das plantas apresentaram alternância. Sendo que 71% dessas apresentaram alternância anual (71%), quando a produção ficou acima da média em uma safra na safra seguinte ou anterior essa planta apresentou produção abaixo da média, sendo o inverso verdadeiro.

Para o produtor essa alternância poderá ficar menos evidente quando se avalia a produção por área (produtividade), uma vez que metade das plantas ficou com produção abaixo da média e a outra metade acima da média no ano, assim como a alternância entre plantas vizinhas ocorreu em metade delas, essa alternância é diluída quando se avalia a produtividade. Para os três anos avaliados não foram observadas diferenças na utilização de diferentes doses de nitrogênio e de potássio, nem no acumulado dos três anos, a falta de resposta à adubação pode ser explicado em parte pela alternância observada para a cultura, tal alternância pode estar associado às condições climáticas, resultando na produtividade.

3.6 CONCLUSÕES

1. A menor dose de N e de K, a partir do quarto ano de implantação do pomar é suficiente para manter a produtividade durante três anos.

2. Alterando apenas o N e o K no pomar com quatro anos de idade, por um período de três anos, não foi suficiente para promover alteração na produção.

3. A falta de resposta ao N e ao K, acompanhado da alta produtividade, indica que essa é resultante de outras características e manejo do pomar.

4. Para o fator ano, as diferenças na produção apresentaram uma relação direta com o número e inversa com o calibre dos frutos colhidos.

CAPÍTULO II

4.1 RESUMO

ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NOS TEORES FOLIARES E NO CRESCIMENTO VEGETATIVO DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', NA REGIÃO DE ARAUCÁRIA - PR

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação nitrogenada e potássica no estado nutricional da cultura da ameixeira (*Prunus salicina*), cv. 'Reubennel', através dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu e B, durante três anos. No terceiro ano foi avaliado também o desenvolvimento vegetativo através dos ramos produtivos, da poda de verão (ramos "ladrões"), da radiação interceptada e da superfície da área foliar. O experimento teve delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições, distribuídos em parcelas sub-subdivididas. O potássio foi aplicado na parcela principal (55 e 110 kg de $K_2O\ ha^{-1}\ ano^{-1}$), na forma de cloreto de potássio, parcelado no início da brotação (60%) e após o raleio (40%). O nitrogênio foi aplicado na subparcela (com cinco plantas cada), (40, 80, 120, 160 e 200 kg de $N\ ha^{-1}\ ano^{-1}$), na forma de uréia, parcelado no início da brotação (30%), após o raleio (30%) e após a colheita (40%), e o fator ano foi avaliado como sub-subparcela. A quantidade de N e K aplicada ao solo apresentou uma relação positiva com as concentrações nos teores foliares desses nutrientes, sem relação direta na concentração dos outros nutrientes avaliados. Foi observada também diferença nos teores foliares de N, K, Ca, Mg, Mn, B, Zn e Cu entre os anos, provavelmente pelas condições climáticas (variações na precipitação). O desenvolvimento vegetativo avaliado através do número de ramos produtivos e da superfície da área foliar não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. Contudo, o N aplicado aumentou o comprimento dos ramos "ladrões" da poda de verão e a porcentagem de ramos "ladrões" com emissões laterais. O incremento nesses ramos "ladrões" em função do N aplicado resultou no aumento na massa total da poda de verão (a maior dose de N aumentou 126% a massa total da poda de verão em relação a menor dose) e na quantidade da radiação interceptada pela copa. Não houve interação entre N e K para nenhuma das concentrações de nutrientes avaliadas.

4.2 ABSTRACT

NITROGEN AND POTASSIUM FERTILIZATION ON FOLIAR CONCENTRACION AND VEGETATIVE DEVELOPMENT OF PLUM 'REUBENNEL' AT ARAUCÁRIA COUNTY PARANA - BRAZIL

The objective of this research aim was to evaluate nitrogen and potassium fertilization of plum (*Prunus salicina*), cv. 'Reubennel', this effect in the nutritional status through foliar concentration (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu and B) during three years. The third year was evaluated the vegetative development after this three treatment years, through the productive shoots, summer pruning ("robber" shoots), intercepted radiation, and superficial foliar area. The experiment design was a split-plot in a randomized complete block with three replications. Main plot treatments were potassium rates (55 and 110 kg of K₂O ha⁻¹ ano⁻¹), and subplot treatments were the nitrogen rates (40, 80, 120, 160 and 200 kg of N ha⁻¹ ano⁻¹), were applied during three years. The year factor was analyzed as split-split plot. The amount N and K application in the soil presented positive relationship with them concentration of those foliar concentration, but did not directly change the concentration of others nutrients. It was observed differences for N, K, Ca, Mg, Mn, B, Zn and Cu leaves tissue concentration among the years due probably great climatic condition (variation on precipitation). The evaluation of vegetative growth through the number of productive branch and superficial foliar area did not presented differences due to the treatments. However, N application enhanced the size of trimmed summer "robber" shoots and the percentage of "robber" shoots with secondary emission. The increment on "robber" shoots emission resulted of N application explained the enhancement on total mass summer pruning (the highest N rate produced 126% more in the summer pruning than smallest rate) and the intercepted radiation by canopy. There was no interaction effect between N and K for any plant nutrient concentration evaluated.

4.3 INTRODUÇÃO

O estado do Paraná em 1999 ocupava a segunda posição nacional em área com a cultura da ameixeira (752 ha), com o equivalente a 22% da área nacional, e apenas o quarto lugar em produção, com produtividade média de 7,5 Mg ha⁻¹ (MADAIL, 2003).

A adubação de fruteiras de caroço de clima temperado é um dos fatores que pode ter reflexos variáveis na produtividade (MATTOS, FREIRE & MAGNANI, 1991a; DOLINSKI et al., 2005), por interferir na suscetibilidade as doenças (SOUZA, 2005 e TUTIDA, 2006), no estado nutricional (KWONG, 1973; MATTOS, FREIRE & MAGNANI, 1991a) e no crescimento vegetativo dessas plantas (CUMMINGS, 1989).

Uma das principais ferramentas utilizada para definir a necessidade e as doses de adubos a serem aplicadas nas culturas agrícolas é a análise química do solo. Contudo, em um levantamento do estado nutricional de fruteiras de caroço de clima temperado, na região metropolitana de Curitiba, a utilização da análise de solo isoladamente não foi um critério satisfatório para o melhor diagnóstico nutricional da cultura sendo necessária a sua utilização juntamente com a análise foliar (OLIVEIRA & TSUNETTA, 1987).

Além da disponibilidade dos nutrientes no solo, os teores foliares podem ser influenciados pela cultivar, pela quantidade de frutos produzidos, pela presença de plantas invasoras, pelas podas, pela época de coleta das folhas para análise e pelos fatores climáticos (CUMMINGS, 1989).

Em um levantamento do estado nutricional de fruteiras de caroço, realizado por OLIVEIRA & TSUNETTA (1987) no ano de 1982, e outro descrito no RELATÓRIO PIF - PR (2003) cerca de 20 anos após o primeiro estudo, indicaram ocorrência de deficiência nutricional em fruteiras de caroço, estando na faixa de interpretação abaixo do normal em 40 e 27% (N), 85 e 23% (Ca), 85 e 68% (Mg), 80 e 14% (Zn), dos pomares avaliados respectivamente. Sendo que no levantamento mais recente foi observado teores abaixo do normal para os mesmo nutrientes, no entanto em proporções menores.

Além da análise de tecido, o estado nutricional pode ser avaliado indiretamente pelo desenvolvimento vegetativo, através do crescimento e número de ramos produtivos e ramos “ladrões” produzidos, e da quantidade de luz interceptada pela

copa das árvores (radiação interceptada). O crescimento vegetativo excessivo não é desejado, pois pode levar ao sombreamento dos frutos afetando a cor, a incidência de pragas e doenças, um gasto de energia desnecessário pela planta. Por outro lado, um desenvolvimento vegetativo reduzido, acarreta menor tamanho e/ou número de ramos produtivos podendo diminuir o seu potencial produtivo (Motta et al., 2004), e ainda o crescimento vegetativo pode ser afetado ou afetar os teores foliares dos nutrientes pelo “efeito de diluição” ou “efeito concentração” (Cummings, 1989).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação nitrogenada e potássica no estado nutricional da cultura da ameixeira ‘Reubennel’, através dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu e B, durante três anos, e para o terceiro ano também o desenvolvimento vegetativo, através dos ramos produtivos, da poda de verão (ramos “ladrões”), da radiação interceptada e da superfície da área foliar.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em maio de 2003, em um pomar comercial de ameixeira da cultivar 'Reubennel' sob porta-enxerto 'Okinawa', com quatro anos de idade e espaçamento 6 x 3 m, em solo tipo Cambissolo, no município de Araucária - PR.

O município apresenta altitude média de 900 m e o clima classificado como Cfb, subtropical úmido (Koppen). Os dados climatológicos dos meses de agosto a dezembro apresentaram temperatura média de 16,9, 17,5 e 17,2°C e precipitação acumulada de 476, 436 e 654 mm, para os anos de 2003, 2004 e 2005 respectivamente (SIMEPAR, 2006).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com três repetições, distribuído em parcelas sub-subdivididas, com cinco plantas em cada subparcela, sendo três plantas na parcela útil onde foram coletados os dados e as demais plantas de bordadura. Os tratamentos de adubação foram aplicados durante três anos, sendo o potássio aplicado na parcela (55 e 110 kg de K_2O ha^{-1} ano^{-1}), na forma de cloreto de potássio, parcelado durante o início da brotação (60%) e após o raleio (40%). O nitrogênio foi aplicado na subparcela (40, 80, 120, 160 e 200 kg de N ha^{-1} ano^{-1}) na forma de uréia, parcelado durante o início da brotação (30%), após o raleio (30%) e após a colheita (40%). As adubações foram parceladas de acordo com as normas de Produção Integrada de Frutas - Pêssego (INMETRO, 2003). O fator ano foi analisado como sub-subparcela. Todas as adubações foram realizadas manualmente na área de projeção da copa.

Anteriormente a instalação do experimento, a área vinha sendo conduzida pelo produtor utilizando 80 kg de N e 80 kg de K_2O ha^{-1} ano^{-1} . Ao se instalar o experimento realizou-se a análise de solo (Tabela 1), de acordo com a metodologia descrita pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC (1995).

TABELA 1 - ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO EM POMAR DE AMEIXEIRA NA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NA ENTRE LINHA (EL), A 0 - 20 E 20 - 40 CM DE PROFUNDIDADE, EM JUNHO DE 2003 (ARAUCÁRIA - PR)

Local	Prof. ¹	pH	Al ⁺³	H+Al ⁺³	Mg ⁺²	Ca ⁺²	K ⁺	T	P ²	M.O. ³	pH	V	Areia	Silte	Argila
		CaCl ₂	cmol/dm ³	mg/dm ³	%	SMP	%	%	%	%					
PC	00-20	5,55	0	3,2	1,96	4,03	0,59	9,78	27,8	2,68	6,60	67	55	25	20
PC	20-40	5,40	0	3,4	2,01	3,73	0,30	9,44	20,4	2,27	6,50	64	53	28	19
EL	00-20	5,30	0	3,6	2,94	3,73	0,20	10,47	18,5	2,41	6,40	65	56	25	19
EL	20-40	5,20	0	3,6	3,08	3,68	0,09	10,45	9,7	2,00	6,40	66	50	28	22

NOTAS: ¹Prof. Profundidade da coleta em cm. ²P Extrator Mehlich. ³M.O. Matéria orgânica

A coleta de folhas para a análise dos teores foliares dos macro e micronutrientes, durante três anos, foi realizada dez dias antes da colheita, conforme metodologia descrita pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC (1995), enquanto que as determinações de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu e B, seguiram a metodologia descrita por FREIRE (2001).

O desenvolvimento vegetativo foi avaliado, para o terceiro ano, através da radiação solar interceptada, ramos produtivos, massa da poda de verão e área da superfície foliar. A radiação solar interceptada foi avaliada às 11h. 30min. sob a projeção da copa das três plantas por subparcela, utilizando o aparelho AccuPar LP-80[®], devidamente calibrado. O número de ramos produtivos foi avaliado escolhendo-se uma perna sempre do mesmo quadrante, contando e medindo todos os ramos contidos em 70 cm da perna, dividindo em ramos de ano, ramos de um ano e ramos com mais de dois anos.

Para a poda de verão (representada pelos ramos “ladrões”) foram avaliadas a massa total, o comprimento de 10 ramos “ladrões” e a porcentagem de ramos com emissão lateral (média das três plantas). A superfície da área foliar foi avaliada pela média da área de 10 folhas por subparcela, utilizando o aparelho WinRhizo-LA 1600[®].

A extração de nutrientes pelo raleio, pela poda de verão e pelos frutos colhidos, foi avaliado através de amostras compostas constituídas de 30 sub-amostras. Os frutos raleados (out - 2005) foram divididos em parte basal e apical, a fim de auxiliar no diagnóstico do sintoma observado no ápice de 3,71% deles. O material retirado na poda de verão (novembro - 2005) foi separado em ramos e folhas para obtenção do teor de nutrientes e os frutos colhidos (jan - 2006) foram separados em caroço e polpa para a quantificação dos nutrientes exportados.

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o aplicativo computacional "MSTATC" da Universidade de Michigan.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.5.1 Teores foliares

Os resultados dos teores foliares dos macronutrientes, apresentados nas Tabelas 2 e 3, demonstram que, com exceção do Mg nos anos de 2003 e 2005 (abaixo do normal), todos os demais macronutrientes ficaram na faixa de interpretação normal ou acima do normal, de acordo com a COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC (2004). Sendo importante enfatizar que o solo da área experimental apresentava nível médio para a matéria orgânica e alto para os demais parâmetros, inclusive para o Mg (Tabela 1), que apresentou teor foliar abaixo do normal. No caso do Mg, resultados semelhantes foram observados para a mesma região por OLIVEIRA & TSUNETTA (1987) e descritos no RELATÓRIO PIF - PR (2003).

TABELA 2 - TEOR FOLIAR DE N E K EM g kg^{-1} , DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR)

Tratamentos $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$	Nitrogênio				Potássio			
	2003	2004	2005	Média	2003	2004	2005	Média
40 N ¹	26,6	25,5	26,6	26,2 E	26,6	29,8	28,4	28,3
80 N	26,9	27,0	27,3	27,1 D	27,3	27,3	27,2	27,3
120 N	28,3	27,1	27,2	27,5 C	27,2	27,8	27,6	27,5
160 N	28,7	27,6	26,8	27,7 B	26,8	27,7	27,6	27,4
200 N	30,2	28,6	27,3	28,7 A	27,3	28,8	28,0	28,0
Média	28,1 a	27,2 b	27,0 b	27,4	27,0 b	28,3 a	27,8 ab	27,7
55 K ²	28,8 Aa	27,4 Aa	26,6 Bb	27,6	26,6 B	27,5	27,6	27,5 B
110 K	27,5 Ba	27,0 Aa	27,4 Aa	27,3	27,4 A	29,1	27,9	28,5 A
C.V.(%)³	5,16				6,20			

NOTAS: ¹N Nitrogênio. ²K Potássio (K_2O). ³C.V.(%) Coeficiente de variação.

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para os tratamentos com doses de potássio foi observada relação direta com o teor foliar de K médio de três anos, que foram de 27,5 e 28,5 g kg^{-1} para as doses de 55 e 110 $\text{kg de K}_2\text{O ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, respectivamente, sem interação com as doses de N (Tabela 2).

TABELA 3 - TEOR FOLIAR DE P, Ca E Mg EM g kg⁻¹, PARA A CULTURA DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR)

Tratamentos kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Fósforo			Cálcio			Magnésio		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
40 N¹	1,7	2,6	2,5	24,7	25,6	23,8	5,4	5,6	5,1
80 N	1,6	2,6	2,3	23,8	29,0	25,2	5,1	6,1	4,9
120 N	1,5	2,4	2,3	23,2	29,1	23,2	5,2	6,0	4,9
160 N	1,5	2,3	2,2	23,0	29,4	23,6	5,1	6,1	4,8
200 N	1,6	2,2	2,2	22,7	27,7	25,2	5,2	5,9	4,8
Média	1,6	2,4	2,3	23,5	28,2	24,2	5,2 b	5,9 a	4,9 c
55 K²	1,6	2,4	2,3	24,4	28,7	24,0	5,3	6,0	5,0
110 K	1,6	2,4	2,3	22,6	27,6	24,4	5,0	5,9	4,8
C.V.(%)³	----- 7,53 -----			----- 9,94 -----			----- 8,38 -----		

NOTAS: ¹N Nitrogênio. ²K Potássio (K₂O). ³C.V.(%) Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os teores foliares de K ficaram na faixa de interpretação acima do normal ou excessivo, nos três anos avaliados, isso pode estar relacionado em parte aos altos valores observados na análise química do solo (Tabela 1), bem como explicar a falta de resposta aos tratamentos com esse elemento ou interação com os níveis de adubação nitrogenada para as demais características avaliadas da planta.

Corroborando com os resultados aqui obtidos, constatou-se que 85% dos pomares avaliados na mesma região apresentaram teores foliares de K acima do normal pela recomendação da COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC (2004), e em mais de 65% dos pomares os teores desse elemento no solo estavam altos (OLIVEIRA & TSUNETTA, 1987; RELATÓRIO PIF - PR, 2003). Respostas para adubações potássicas na produção e qualidade dos frutos foram observadas por MAGNANI, FREIRE & MORAES (1984) e CUMMINGS (1989), contudo esses autores trabalharam em pomares com teores foliares de potássio equivalente a 10 g kg⁻¹, valor esse bem abaixo dos observados no presente trabalho (Tabela 2).

Quanto aos tratamentos de N, esse apresentou uma relação direta com os teores foliares de N médio dos três anos, refletindo a disponibilidade de N aplicada ao solo desde o primeiro ano dos tratamentos (Tabela 2).

Para o primeiro ano a partir da dose de 120 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, doses essas mais elevadas do que utilizara o produtor, o teor foliar de N ficou na faixa de interpretação acima do normal. No segundo ano apenas a maior dose utilizada apresentou teor foliar acima do normal, já para o terceiro ano todos os teores foliares

ficaram no nível de interpretação normal. Podendo ser explicado em parte pelo efeito diluição, possivelmente como resultado do maior estímulo ao desenvolvimento vegetativo. Apesar de observada diferença entre todas as doses, no teor médio dos três anos, apenas a dose de 200 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ ficou na faixa de interpretação acima do normal (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DE SOLO RS/SC, 2004).

A relação positiva entre o N aplicado ao solo e o teor foliar desse elemento (Figura 1), também foram observados por vários autores para fruteiras de clima temperado (KWONG, 1973; MATTOS, FREIRE & MAGNANI, 1991a; NOË et al., 1985; DECKERS et al., 2001; DOLINSKI et al., 2005), mas essa relação é menos comum quando comparada com a produção e a qualidade dos frutos.

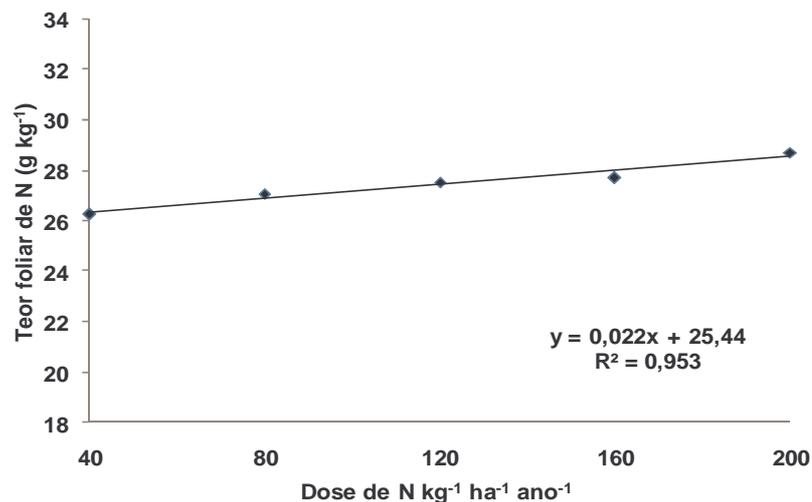


FIGURA 1 - TEOR FOLIAR MÉDIO DE N ENCONTRADO NOS ANOS DE 2003, 2004 E 2005, PARA A CULTURA DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SUBMETIDOS A DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO (ARAUCÁRIA - PR).

Em um estudo realizado por DECKERS et al. (2001) para a cultura da macieira durante dez anos revelou a relação entre a quantidade de N aplicada ao solo e o teor foliar desse elemento, embora os teores foliares mantivessem na mesma faixa de interpretação, foi observado um potencial de perdas desse elemento por lixiviação com o aumento na dose de N utilizada, portanto a análise foliar isoladamente não seria um critério satisfatório para definir a dose máxima de N a ser aplicada. Os demais macronutrientes avaliados P, Ca e Mg não apresentaram diferenças em relação aos tratamentos das adubações.

Analisando o fator ano, além dos teores foliares de N, os de K, Ca e de Mg também apresentaram diferenças significativas. A redução nesses teores foliares, observado ao longo dos anos, podem estar relacionada ao crescimento vegetativo, provocando o “efeito de diluição” desses nutrientes. Podendo ainda ser resultado dos fatores climáticos, que afetam o fluxo de massa, principal mecanismo para N, Ca e Mg.

Para o N a menor concentração no teor foliar foi observada no ano de maior precipitação (2005), o teor foliar de K não apresentou diferença em relação ao ano de maior precipitação. Apesar da maior disponibilidade de N pela mineralização da matéria orgânica, sob essas condições a perda desse elemento no solo é favorecida pela sua alta mobilidade e por não ser adsorvido nas cargas negativas do solo (CAMARGO & SÁ, 2004).

MARZADORI et al. (1995) avaliaram a concentração de amônio no solo após a aplicação de diferentes doses de N e estimou que o volume explorado pelas raízes de uma planta de pessegueiro foi de 4 m^3 , a quantidade de amônio disponível para essa área foi de 134 g ano^{-1} , sendo a absorção de aproximadamente 280 g ano^{-1} , a fonte aplicada de N não explicou a disponibilidade total desse elemento durante todo o ciclo. O fertilizante nitrogenado aplicado pode ter efeito na fixação e liberação de N, portanto a definição da dose de N a ser aplicada deve levar em consideração também a capacidade de mineralização e a quantidade de matéria orgânica presente no solo.

As diferenças nos teores de Ca podem estar relacionadas com as condições climáticas, dias consecutivos de chuva e nublados observados no terceiro ano pode ter reduzido a transpiração da planta e absorção de Ca, mesmo sob condições adequadas no solo. Deve-se considerar ainda a baixa relação Ca/Mg (2) e os altos teores de K no solo que também pode ter reduzido a absorção de Ca (VITTI, LIMA & COCARONE, 2006). A observação de teores foliares de Mg abaixo do normal vem sendo comum na região, mesmo sob condições de teor alto no solo (OLIVEIRA & TSUNETTA, 1987; RELATÓRIO PIF - PR, 2003).

Para os micronutrientes avaliados, os resultados dos teores foliares apresentados nas Tabelas 4 e 5, demonstram que com exceção do Cu 2003 (abaixo do normal) e Mn para 2005 (acima do normal), todos os demais ficaram na faixa de interpretação normal de acordo com a COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE

DO SOLO RS/SC (2004). Em dois levantamentos na mesma região não foi observado nenhum caso de teor foliar de Cu abaixo do normal, embora no levantamento mais recente teores foliares de micronutrientes acima do normal foram observados para Zn, Cu e Mn em 8%, 9% e 32% respectivamente, sendo esses valores altos atribuídos em parte aos produtos utilizados no controle das doenças (OLIVEIRA & TISUNETTA, 1987; RELATÓRIO PIF - PR, 2003).

TABELA 4 - TEOR FOLIAR DE Mn E B EM mg kg⁻¹, PARA A CULTURA DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR)

Tratamentos kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Manganês			Média	Boro			Média
	2003	2004	2005		2003	2004	2005	
40 N ¹	81	103	199	128	35	49	44	43
80 N	73	98	199	123	34	49	42	42
120 N	68	91	172	110	34	47	43	41 B
160 N	71	90	173	111	35	49	41	42
200 N	73	98	200	124	37	51	47	45 A
Média	73 c	96 b	189 a	119	35 c	49 a	43 b	42
55 K ²	68 Bc	96 Ab	191	118	35 Ac	48 Aa	44 Ab	42
110 K	78 Ac	96 Ab	186	120	36 Ac	49 Aa	43 Ab	43
C.V.(%) ³	----- 3,03 -----				----- 5,91 -----			

NOTAS: ¹N Nitrogênio. ²K Potássio (K₂O). ³C.V.(%) Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Entre os micronutrientes apenas o B apresentou diferença na média dos três anos (Tabela 4), embora não há uma explicação em relação ao efeito do N sobre este elemento uma vez que os menores teores são observados para as doses intermediárias de N, esses valores apresentaram uma relação com o desenvolvimento vegetativo (massa total da poda de verão observado na Tabela 7). Apesar da pequena variação nos teores foliares de B, esses mantiveram na faixa de interpretação normal, diferente do levantamento realizado na região, onde se constatou que em média 59% dos pomares avaliados apresentaram níveis deficientes de B (Relatório PIF - PR, 2003).

TABELA 5 - TEOR FOLIAR DE Fe, Zn E Cu EM mg kg⁻¹, PARA A CULTURA DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR)

Tratamentos kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Ferro			Zinco			Cobre		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
40 N¹	143	125	127	29	24	36	4	9	9
80 N	132	127	127	29	24	37	4	9	10
120 N	114	125	118	27	24	36	4	9	10
160 N	123	130	123	28	23	36	4	9	10
200 N	126	117	129	28	25	39	4	9	10
Média	128	125	125	28 b	24 c	37 a	4 b	9 a	10 a
55 K²	130	124	122	28	24	34	4 Ab	9 Aa	9 Aa
110 K	125	125	127	28	24	39	4 Ab	9 Aa	10
C.V.(%)³	----- 11,22 -----			----- 3,07 -----			----- 4,98 -----		

NOTAS: ¹N Nitrogênio. ²K Potássio (K₂O). ³C.V.(%) Coeficiente de variação.

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O fator ano apresentou diferenças significativas para o Mn, B, Zn e Cu. Com destaque para a redução na disponibilidade de B e para o aumento dos de Mn, Zn e Cu no ano de maior precipitação (2005) (Tabelas 4 e 5). O maior número de tratamentos com produtos fitossanitários explica em parte o aumento nos teores desses elementos. Ainda a disponibilidade de Mn e Zn para as plantas pode ser aumentada no solo em ano de maior precipitação pela combinação da maior taxa na decomposição da matéria orgânica, da maior atividade microbiana, dos processos de redução do Mn e melhoria nos processos do mecanismo de contato em condições de maior umidade (difusão e fluxo de massa).

E a redução no teor foliar de B, além do “efeito diluição”, pode ser resultado da maior precipitação acarretando perdas no solo desse elemento por lixiviação, sobretudo, no solo estudado pela baixa porcentagem de argila a sua disponibilidade reduzida no solo (Tabela 1) (Relatório PIF - PR, 2003; Motta & Serrat, 2007).

4.5.2 Crescimento vegetativo

Após três anos de tratamentos, quando foi avaliado o crescimento vegetativo, não foram observados efeitos no número e tamanho dos ramos produtivos e na área da superfície foliar em função das adubações utilizadas (Tabela 6), diferente do observado por (MATTOS, FREIRE & MAGNANI, 1991a) quando observaram o efeito linear entre a quantidade de N aplicada ao solo e o comprimento dos ramos de ano

em pessegueiro. A falta de resposta para os ramos produtivos pode ser efeito das podas, homogeneizando o número e tamanho desses ramos.

TABELA 6 - NÚMERO E COMPRIMENTO DOS RAMOS PRODUTIVOS E SUPERFÍCIE DA ÁREA FOLIAR, APÓS TRÊS ANOS DE TRATAMENTO (DEZEMBRO DE 2005), PARA A CULTURA DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR)

Tratamentos kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Ramos produtivos						Folha
	DA ¹	UA ²	RA ³	DA ¹	UA ²	RA ³	SA ⁴
	-----número-----			-----cm-----			cm ²
40 N⁵	8	24	11	246	103	141	17,5
80 N	6	33	5	198	141	61	17,3
120 N	5	34	6	177	160	74	17,6
160 N	6	39	7	198	179	100	17,4
200 N	8	37	8	211	178	106	18,6
Média	7	33	7	206	152	96	17,7
55 K⁶	6	31	8	195	138	126	17,5
110 K	7	36	6	217	166	66	17,8
C.V.(%)⁷	35,79	27,93	56,36	31,28	29,14	75,86	9,05

NOTAS: ¹DA Ramos produtivos de dois anos. ²UA Ramos produtivos de ano. ³RA Ramos produtivos do ano. ⁴SA Superfície da área foliar. ⁵N Nitrogênio. ⁶K Potássio (K₂O). ⁷C.V.(%) Coeficiente de variação.

Em outros parâmetros utilizados para avaliação do desenvolvimento vegetativo através dos ramos “ladrões” foi verificado o efeito do N (Tabela 7 e Figura 2). Para a massa total da poda de verão foi observado aumento de 126% na maior dose de adubação nitrogenada (Figura 2C). Foi verificado ainda o aumento do tamanho dos ramos “ladrões” e no estímulo a emissão de ramos laterais (Figuras 2A e 2B), como esses ramos não sofrem podas parciais e foram observados efeitos da adubação nitrogenada no estímulo ao crescimento vegetativo desses, reforçando o possível efeito da homogeneização nos ramos produtivos pelas podas. Assim como o constatado por (MATTOS, FREIRE & MAGNANI, 1991a) onde a adubação nitrogenada apresentou um efeito positivo no vigor de plantas de pessegueiro.

TABELA 7 - PODA DE VERÃO E RADIAÇÃO INTERCEPTADA, APÓS TRÊS ANOS DE TRATAMENTO (DEZEMBRO DE 2005), PARA A CULTURA DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL', SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR)

Tratamentos kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Poda de verão (Ramos "ladrões")			Radiação
	MT ¹ kg ha ⁻¹	CR ² cm	EL ³ %	RI ⁴ %
40 N⁵	445 B	72 B	3 B	73 C
80 N	616 AB	80 AB	17 AB	78 BC
120 N	518 B	88 AB	22 AB	81 AB
160 N	689 AB	92 A	42 A	87 A
200 N	1006 A	96 A	43 A	84 AB
Média	655	86	25	81
55 K⁶	666	90	31	81
110 K	645	81	20	80
C.V.(%)⁷	34,32	11,46	65,16	7,82

NOTAS: ¹MT Massa total de ramos "ladrões". ²CR Comprimento médio por ramo "ladrão". ³EL Ramos "ladrões" com emissões de ramos laterais. ⁴RI Radiação interceptada. ⁵N Nitrogênio. ⁶K Potássio (K₂O). ⁷C.V.(%) Coeficiente de variação.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A porcentagem de ramos "ladrões" com emissão de ramos laterais foi o parâmetro mais sensível para observação do efeito do N no estímulo do aumento no desenvolvimento vegetativo (Figura 2B). A relação entre adubação nitrogenada e massa total da poda de verão foi resultado do aumento tanto no tamanho dos ramos "ladrões" (crescimento de ramos), como no número de ramos "ladrões" (emissão de ramos laterais) (Tabela 7).

O maior crescimento vegetativo foi também observado através da quantidade de radiação interceptada, a qual apresentou uma relação direta com a dose de N aplicada (Tabela 7 e Figura 2D). A falta de resposta para a superfície da área foliar, indica um maior efeito do N no aumento do número de folhas e/ou aumento do número e tamanho dos ramos.

Por outro lado, o maior crescimento vegetativo pode sugerir maior sombreamento sobre os frutos e formação de um microclima mais propício ao surgimento de pragas e doenças (CUMMINGS, 1989). SOUZA (2005) observou que maiores doses de adubação nitrogenada aumentou a incidência e severidade de doenças em pessegueiro dependente do ano avaliado, sendo necessário maior intensidade e/ou número de podas.

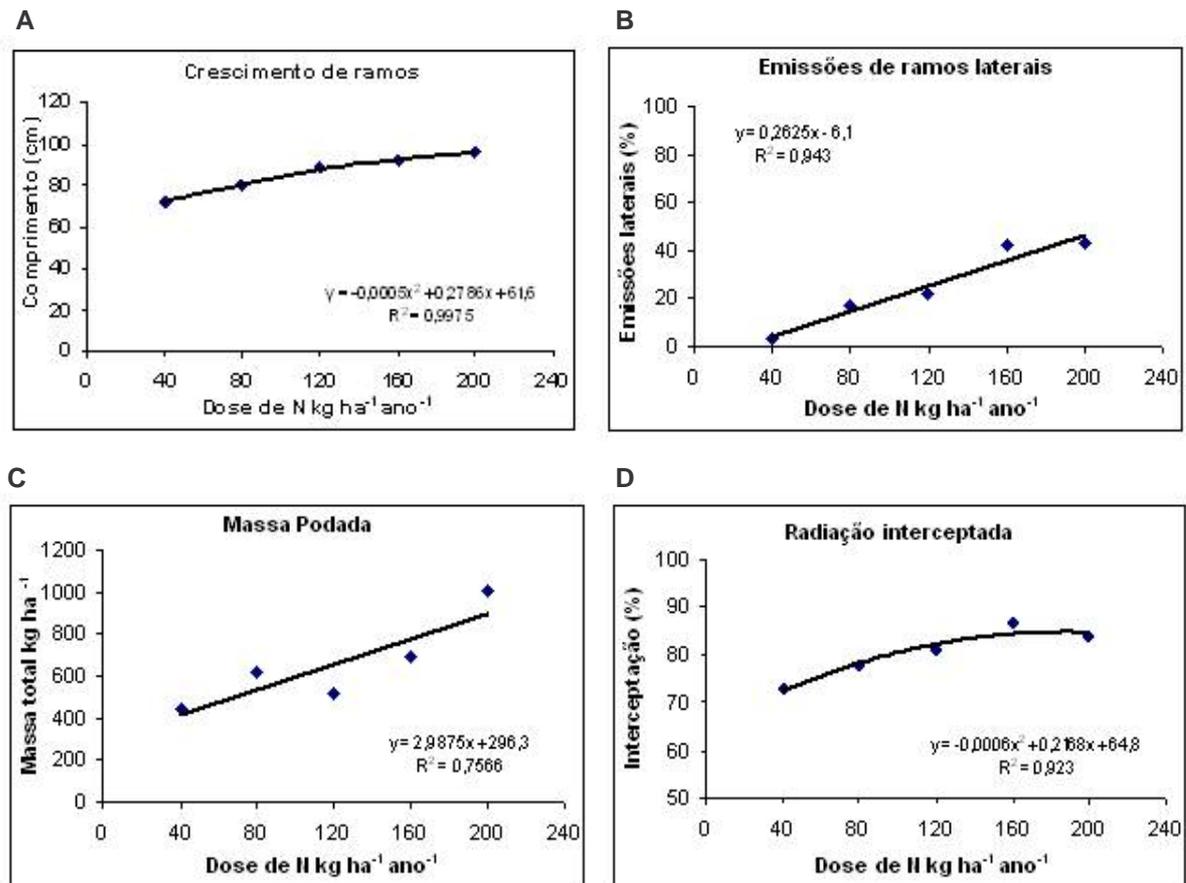


FIGURA 2 - CRESCIMENTO DE RAMOS “LADRÕES” (A), RAMOS “LADRÕES” COM EMISSÕES DE RAMOS LATERAIS (B), PODA DE VERÃO (MASSA PODADA) (C) E RADIAÇÃO INTERCEPTADA (D), PARA A CULTURA DA AMEIXEIRA ‘REUBENNEL’, SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO (ARAUCÁRIA - PR).

Apesar do aumento nos teores foliares de N, o maior crescimento vegetativo foi observado apenas nos ramos não produtivos em função da dose de N utilizada, e ainda para a mesma área não foram observadas diferenças para os parâmetros de produtividade (CAPÍTULO I) e dependente do ano houve ainda aumento na incidência e na severidade de doenças, em função da dose de adubação utilizada (TUTIDA, 2006).

4.5.3 Extração de nutrientes pelo raleio, pela poda de verão e pelo frutos colhidos

Observou-se que para uma produtividade média de 32,9 Mg ha⁻¹ de frutos, foram raleados 13,5 Mg ha⁻¹ de frutos e cortou-se 0,66 Mg ha⁻¹ de ramos na poda de verão, assim para cada 1 t de fruto colhido estimou-se para este ano o equivalente a 410 kg de frutos raleados e 20 kg de ramos retirados na poda de verão. Na tabela 1 segue a quantidade de macro e micronutrientes extraídos e exportados.

TABELA 8 - QUANTIDADE DE MACRO E MICRONUTRIENTES EXTRAÍDAS (g), PARA CADA 1 Mg ha⁻¹ DE FRUTO COLHIDO, 310 kg ha⁻¹ DE FRUTOS RALEADOS E 17 kg ha⁻¹ DE MATERIAL NA PODA DE VERÃO, PARA A CULTURA DA AMEIXEIRA 'REUBENNEL' (ARAUCÁRIA - PR)

	Massa fresca	Massa seca	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	B	Mn
	%	kg	g									
¹ Frutos Raleados	54% Base	18,4	278,1	35,0	287,3	22,1	14,7	0,79	0,18	0,31	0,55	0,18
¹ Poda de Verão	46% Ápice	18,5	300,3	40,8	289,2	14,8	20,4	2,82	0,63	0,37	0,48	0,24
	35% Ramos	3,0	30,6	4,9	32,2	21,2	4,2	0,09	0,06	0,06	0,12	0,06
	65% Folhas	3,9	104,8	10,1	94,8	49,9	12,8	0,32	0,05	0,09	0,15	0,17
Frutos colhidos	03% Carçoço	11,4	95,8	11,4	44,5	6,8	8,0	1,64	0,04	1,52	0,18	0,09
	97% Polpa	155,2	993,3	186,2	1769,3	46,6	170,7	5,28	1,40	0,78	4,35	0,78
Extraído			1802,9	288,3	2517,1	161,5	230,8	10,94	2,36	3,13	5,84	1,52
Exportado			1089,0	197,6	1813,7	53,4	178,7	6,92	1,44	2,29	4,53	0,87
Exportado(%)			60	69	72	33	77	63	61	73	78	57

NOTAS: ¹Valores estimados para o equivalente a 1 Mg de fruto colhido.

A grande diferença entre o Ca no ápice em relação a base do fruto raleado, sem o sintoma, direciona o diagnóstico para carência nutricional do elemento, embora o solo apresentasse alto teor de Ca (4,03 cmol_c de Ca dm⁻³), é comum a ocorrência de deficiência de cálcio em períodos de alta precipitação e dias nublados, indicando a necessidade de aplicação de Ca via foliar nestas condições.

Para a cultura do pessegueiro a pulverização foliar de Ca, utilizando diferentes fontes e doses embora tenham aumentado os teores foliares nas folhas os mesmos não foram alterados nos frutos (MELO, BRUNETTO & KAMINSKI, 2007).

Entre os nutrientes analisados o K foi o que apresentou a maior extração o equivalente a 3 kg de K₂O Mg⁻¹ de fruto produzido, sendo a extração de potássio 40% superior a de N, e a extração de P foi o equivalente a 0,66 kg de P₂O₅ Mg⁻¹ de fruto produzido. Para os micronutrientes analisados a extração apresentou a seguinte ordem decrescente: Fe, B, Zn, Cu e Mn.

Do total extraído pelo raleio, poda de verão e pela colheita estimou-se em média uma exportação de 70% para os macronutrientes (com exceção do Ca que

apresentou 33%) e 66% para os micronutrientes, uma vez que apenas os frutos da colheita foram removidos do pomar, podendo a exportação dos nutrientes ser superiores quando os frutos raleados ou os materiais podados forem removidos do pomar.

Estima-se que dos 90.000 Mg de N presentes na atmosfera sobre um hectare são disponibilizados ao solo através da água da chuva 10 kg de N anualmente, e somado a esses, em média em um solo com 5% de matéria orgânica são disponibilizados 100 kg de N por ano. A adição no sistema de 80 kg de N através de uréia, considerando as perdas, disponibilizaria em torno de 56 kg de N. Para a cultura da ameixeira a produção de 20 toneladas de frutos extraiu do sistema 4 kg de N pelas podas de inverno e de verão e 12 kg de N exportado através dos frutos raleados, e a exportação pelos frutos colhidos foi o equivalente a 22 kg de N. Quando além dos frutos colhidos, os raleados e o material das podas também forem retirados do pomar, essas quantidades de N devem ser consideradas exportadas, portanto repostas ao sistema (Figura 3).

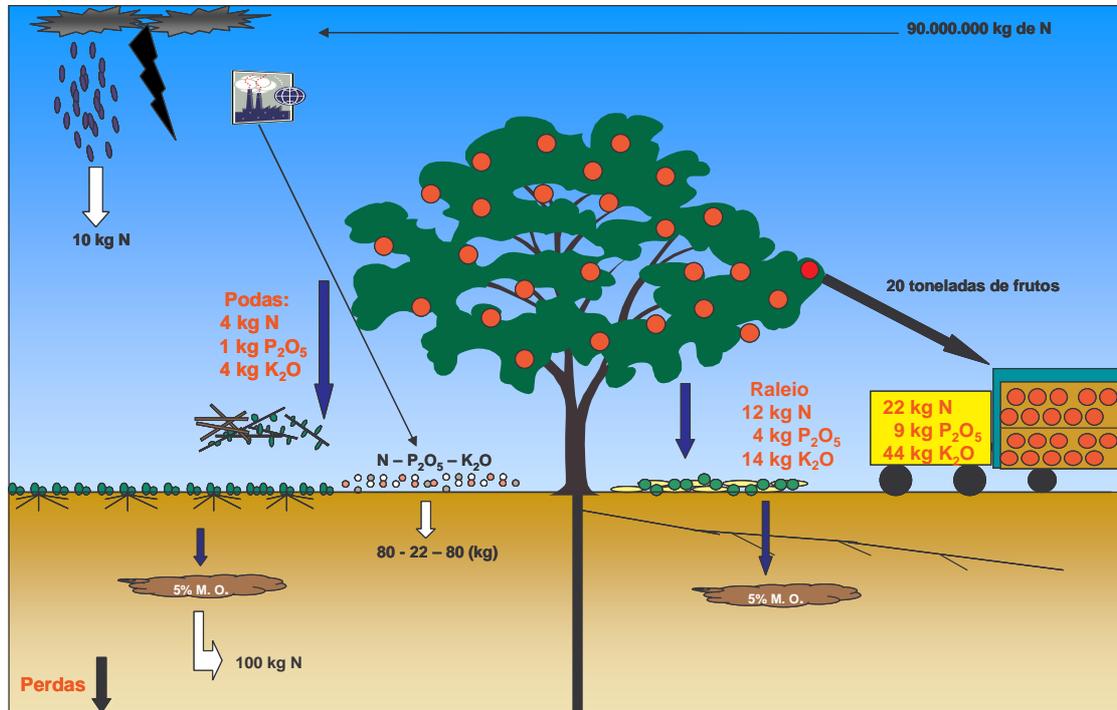


FIGURA 3 - ESQUEMA GERAL DE N, P E K.

Para a cultura da ameixeira a produção 20 toneladas de frutos exportou 44 kg de K_2O , ainda somado a isso se extraiu através das podas de inverno e verão 4 kg de K_2O e com o raleio mais 14 kg de K_2O , quando os frutos raleados ou o material das podas forem retirados dos pomares essas quantidades são consideradas exportadas e sendo necessário repor ao sistema.

4.6 CONCLUSÕES

1. Os teores foliares de N e K, médio dos três anos avaliados, apresentaram uma relação direta com a quantidade aplicada ao solo, sem interação entre eles.
2. Entre os anos foram observados efeitos nos teores foliares de N, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu e B.
3. A adubação nitrogenada aumentou o volume e comprimento dos ramos “ladrões”, e a quantidade de radiação interceptada, sem efeito nos ramos produtivos.

5 CAPÍTULO III

5.1 RESUMO

pH, CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E POTÁSSIO DO SOLO APÓS TRÊS ANOS DE APLICAÇÕES DE DOSES DE NITROGÊNIO E DE POTÁSSIO EM UM POMAR DE AMEIXEIRA 'REUBENNEL', NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA - PR

O objetivo deste trabalho foi avaliar após três anos de aplicações de níveis de adubação potássica e nitrogenada para a cultura da ameixeira (*Prunus salicina*), cultivar 'Reubennel', o efeito no pH, na condutividade elétrica e na concentração de potássio do solo, na projeção da copa e no centro da rua. O experimento teve delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições, distribuídos em parcelas sub-subdivididas. O potássio foi aplicado na parcela principal (55 e 110 kg de $K_2O\ ha^{-1}\ ano^{-1}$), e o nitrogênio foi aplicado na subparcela (40, 80, 120, 160 e 200 kg de N $ha^{-1}\ ano^{-1}$), aplicado durante três. O pH do solo ($CaCl_2\ 0.01M$), apresentou variação entre 5,6 a 6,1, até 40 cm de profundidade, não sendo alterado pela aplicação de nitrogênio. Possivelmente efeito combinado da fonte e do tempo, a baixa capacidade de acidificação da fonte de N utilizada (uréia) e o efeito residual da aplicação do calcário utilizado no estabelecimento de pomar. O K disponível no solo também era alto e não foi influenciado pelas aplicações de diferentes doses de K aplicadas durante três anos. O K disponível diminuiu através da profundidade e foi mais alto nas amostras da projeção da copa em relação ao centro da rua, de 5 a 40 cm de profundidade. Os valores altos observados, para a projeção da copa em relação ao centro da rua, podem ser explicados pela concentração de fertilizante e calcário na projeção da copa. Possivelmente diferenças nos parâmetros do solo avaliados, em função da adubação utilizada, seriam observadas se aplicados em longo prazo. Também, as altas produtividades observadas, podem estar associadas as boas condições de acidez e disponibilidade do K no solo em profundidade (na projeção da copa e no centro da rua, na profundidade de 0 - 40 cm), uma vez que a exploração das raízes podem chegar ao centro da rua.

5.2 ABSTRACT

pH, ELETRIC CONDUCTIVITY AND LEVELS POTASSIUM THIS SOIL AFTER APLLIEDS RATES NITROGEN AND POTASSIUM DURING THREE YEARS AT THIS PLUM 'REUBENNEL', AT ARAUCARIA COUNTY PARANA - BRAZIL

The objective of this research aim was to evaluate after tree years nitrogen and potassium fertilization of plum (*Prunus salicina*), cv. 'Reubennel', this effect in the pH, conductive electric and levels potassium this soil, in the projection ray and middle alley. The experiment design was a split-plot in a randomized complete block with three replications. Main plot treatments were potassium rates (55 and 110 kg of K₂O ha⁻¹ ano⁻¹), and subplot treatments were the nitrogen rates (40, 80, 120, 160 and 200 kg of N ha⁻¹ ano⁻¹), were applied during three years. The place of collection of the soil were analyzed was analyzed as split-split plot. The soil pH ranged from 5.6 to 6.1 until 40 cm depth, using pH CaCl₂ 0.01 M, was no influenced by N application. Due to combined effect of sort-term application, low potential acidification of N source (urea), and residual effect of large application of limestone at orchard establishment. Soil available K was also high and was not influenced by K application after three years. Available K decreased by depth and was higher in the samples collected bellow canopy than samples from the middle alley. Higher values for soil pH and electric conductivity from samples collected canopy compared to middle alley were observed within 0 - 40 cm, can explain the results for localized application of limestone and fertilizer on canopy area. It seems that it needs long-term application of fertilizer to provide great changes on evaluated soil properties. Also, the high yield observed may be associated to good conditions of soil acidity and K availability in whole soil (at canopy and alley area within 0 - 40 cm).

5.3 INTRODUÇÃO

A crescente demanda mundial por alimentos foi acompanhada por um aumento da exigência dos consumidores por produtos de qualidade e cada vez mais preocupados com a preservação dos recursos naturais. A rastreabilidade do produto durante toda a cadeia produtiva permite repassar os seus méritos ou problemas advindos aos seus consumidores ou região produtora (MOTTA, SERRAT & FAVARETTO, 2004).

Neste contexto a preocupação com relação a época, quantidade e forma de aplicação dos fertilizantes e corretivos, não se limita aos seus efeitos sobre a produção, mas também na qualidade do alimento produzido e o efeito sobre o meio ambiente: solo, água e ar.

Em fruteiras de caroço de clima temperado o uso de fertilizantes deve ser baseado na análise de solo, de folhas, bem como no crescimento dos ramos produtivos, assim minimizando o risco de contaminação ambiental por excesso de fertilizantes, principalmente os nitratos (FACHINELLO & HERTER, 2000).

As fruteiras de caroço devem ser implantadas preferencialmente em solos de textura média, profundidade superior a 40 cm e bem drenados, evitando solos encharcados ou sujeitos ao encharcamento, em áreas que no mínimo à três anos não tiveram frutíferas, e em áreas inclinadas dar preferência a face norte (FACHINELLO & MARODIN, 2004).

As características do solo terão efeito direto sobre a produtividade e longevidade do pomar, quando as características físicas são favoráveis, as limitações com relação as características químicas podem e devem ser corrigidas anteriormente a implantação do pomar em profundidade, esse diagnóstico deve ser realizado com antecedência para aplicar os adubos e corretivos necessários no mínimo três meses antes da implantação do pomar.

As adubações em pomares de fruteiras de caroço de clima temperado concentram-se sob a projeção da copa das plantas, sendo essa adubação aplicada, concentrada em aproximadamente 50% da área total utilizada pela cultura, essas quantidades de nutrientes aplicadas devem ser monitoradas na planta, no solo e na água.

A aplicação de nitrogênio nas formas amoniacais e amídicas, entre elas a uréia, resultam em acidificação após a oxidação por microorganismos (nitrificação). A utilização de calcário para a neutralização da acidificação, mesmo em superfície sem o revolvimento no solo, tal como ocorre com as frutíferas após a sua instalação, tem apresentado resultados satisfatórios como os já observados em plantio direto e em pastagens (MOTTA, SERRAT & FAVARETTO, 2004).

Os efeitos da adubação nas culturas podem ser influenciados pelas características do solo, pelas práticas culturais adotadas e pelas condições climáticas (CUMMINGS, 1989).

Além do efeito benéfico dos nutrientes quando absorvidos pelas raízes, parte desses, podem ser lixiviado, seja naturalmente pelo processo de percolação da água ou agravado em períodos de chuvas concentradas, contaminando assim o lençol freático e acarretando a eutrofização de rios ou lagos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito no pH, na condutividade elétrica e na concentração de potássio do solo, após a aplicação, durante três anos, de níveis de adubação nitrogenada e potássica.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

O Município de Araucária localizado à Leste do estado do Paraná, com altitude média de 900 m e o clima classificado como Cfb, subtropical úmido (Koppen), com temperatura média nos meses de primavera e verão de 19,5°C (14 - 23,1°C) e precipitação acumulada média mensal de 125,9 mm (217 - 52,5 mm), e durante os meses de outono e inverno com temperatura média nos meses de primavera e verão de 16,8 °C (13,2 - 22,6 °C) e precipitação acumulada média mensal de 88,5 mm (18,6 - 165,1 mm), e solo tipo Cambissolo.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com três repetições, distribuído em parcelas sub-subdivididas com cinco plantas cada, sendo três plantas na parcela útil. Após três anos de aplicações de doses de potássio na parcela principal 55 e 110 kg de K₂O ha⁻¹ ano⁻¹, na forma de cloreto de potássio, parcelado durante o início da brotação (60%) e após o raleio (40%). O nitrogênio foi aplicado na subparcela 40, 80, 120, 160 e 200 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, na forma de uréia, parcelado durante o início da brotação (30%), após o raleio (30%) e após a colheita (40%).

A análise do solo foi realizada após três anos de tratamentos com as adubações, e as amostras de solo foram coletadas na projeção da copa e no centro da rua, o local de coleta foi analisado como sub-subparcela. Para cada subparcela, o correspondente a 18 m², foram coletadas cinco subamostras simples nas profundidades de 0 - 5, 5 - 10, 10 - 20 e 20 - 40 cm, que foram homogeneizadas e acondicionadas em sacos plásticos de 500 g separadamente. Para a retirada das amostras nas duas primeiras profundidades foi utilizado calador e para as demais profundidades utilizando trado holandês. As análises, química e granulométrica do solo, anteriormente a instalação do experimento, estão apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 - ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO EM POMAR DE AMEIXEIRA NA DA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NA ENTRE LINHA (EL), A 0 - 20 E 20 - 40 CM DE PROFUNDIDADE, EM JUNHO DE 2003 (ARAUCÁRIA - PR)

Local	Prof. ¹	pH	Al ⁺³	H+Al ⁺	Mg ⁺²	Ca ⁺²	K ⁺	T	P ²	M.O. ³	pH	V	Areia	Silte	Argila
		CaCl ₂	-----cmol _c /dm ³ -----						mg/dm ³	%	SMP	%	-----%-----		
PC	00-20	5,55	0	3,20	1,96	4,03	0,59	9,78	27,80	2,68	6,60	67	55	25	20
PC	20-40	5,40	0	3,40	2,01	3,73	0,30	9,44	20,43	2,27	6,50	64	53	28	19
EL	00-20	5,30	0	3,60	2,94	3,73	0,20	10,47	18,53	2,41	6,40	65	56	25	19
EL	20-40	5,20	0	3,60	3,08	3,68	0,09	10,45	9,77	2,00	6,40	66	50	28	22

NOTAS: ¹Prof. Profundidade da coleta em cm. ²P Extrator Mehlich. ³M.O. Matéria orgânica

O pH do solo foi determinado em solução CaCl_2 0,01M, para tanto se transferiu 10 cm^3 de TFSA para um recipiente plástico de 80 ml e adiciono-se 25 ml de solução de CaCl_2 0,01 M, agitando-se a solução durante 15 minutos. Após 30 minutos de repouso agitou-se novamente durante 10 segundos e em seguida realizou-se a leitura em pHmetro (pH-meter E350B[®]) adaptado da EMBRAPA (1999).

A condutividade elétrica foi analisada em solução 1:2, transferindo-se 20 cm^3 de TFSA para um recipiente plástico de 80 ml, adicionando 40 ml de água deionizada, agitando manualmente com bastão de vidro durante um minuto e após 30 minutos de repouso foi realizada a leitura sem agitar utilizando o condutímetro handylab LF1[®] (SMITH & DORAN, 1996).

O potássio foi analisado transferindo-se 10 cm^3 de terra fina seca ao ar (TFSA) em para um erlenmeyer de 125 ml, adicionando-se 100 ml de solução de Mehlich e agitando-se durante 5 minutos em agitador horizontal circular. Depois de decantar por doze horas, para amostra de 20 ml da solução sobrenadante, foi realizada a leitura de potássio em fotômetro de chama Digimed NK-2000[®] (EMBRAPA, 1999).

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o aplicativo computacional "MSTATC" da Universidade de Michigan.

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.5.1 pH

As aplicações das doses de adubação nitrogenada realizadas durante três anos, em um pomar de ameixeira com quatro anos de implantação, não promoveu a redução do pH do solo na projeção da copa (PC), quando comparado ao centro da rua (RUA) (Tabela 2).

TABELA 2 - pH MÉDIO DO SOLO (CaCl₂), NA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NO CENTRO DA RUA (RUA), EM UM POMAR DE AMEIXEIRA 'REUBENNEL' (ARAUCÁRIA - PR)

Profundidade (cm)	PC	RUA	Média	C.V.(%) ¹
0-05	5.8 a	5.7 b	5,8	3,00
05-10	5.9 a	5,7 b	5,8	3,42
10-20	5.9 a	5.8 b	5,9	2,94
20-40	5.9 a	5.7 b	5,8	2,83
Média	5,9	5,7	5,8	

NOTAS: ¹C.V.(%) Coeficiente de variação.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Embora as adubações tenham sido concentradas na projeção da copa, os valores de pH neste local ficaram maiores dos observados no centro da rua, possivelmente a quantidade de corretivos utilizada no pomar foi suficiente para corrigir a acidez inicial e a promovida pelas diferentes doses de N utilizadas durante os três anos. Ainda, é comum assim como para os fertilizantes, o uso de corretivo aplicado em superfície e concentrados sob a projeção da copa, o que explica os maiores valores de pH observados nessa região.

Os pomares da região estão principalmente em solos derivados de rochas sedimentares, com elevada acidez e baixa disponibilidade de nutrientes. Em um levantamento realizado na mesma região, cerca de 40% dos pomares apresentaram pH baixo ou muito baixo para a profundidade de 0 – 20 cm de profundidade, e em 80% deles para a entre 20 - 40 cm (OLIVEIRA & TSUNETTA, 1987).

Assim é provável que o elevado pH observado para esse solo, mesmo em profundidade, possa estar relacionado a aplicação e incorporação em profundidade, prática comum aos produtores de elevada tecnologia na região, anteriormente a instalação do pomar. A intenção da aplicação e incorporação em profundidade é

favorecer o crescimento das raízes e estabelecimento da cultura. Como as doses inicialmente utilizadas de corretivos são elevadas para atingir níveis compatíveis ao crescimento das plantas, pode-se esperar efeito residual prolongado, superior a décadas.

Ainda, em longo prazo observa-se que a aplicações bianuais de pequenas doses de corretivo em superfície possibilita a manutenção desse pH corrigido, mesmo em profundidade (MOTTA, SERRAT & FAVARETTO, 2004), fato constatado em pastagens (BROWN et al., 1956), fruticultura (SMITH, 1996) e em plantio direto e convencional (GASCHO & PARKER, 2001).

O pH observado, próximo a 6,0 em CaCl_2 poderia determinar a existência de granulo de calcário no solo, visto que o acúmulo de frações de calcário vem sendo observada em solos com pH acima de 6,0 em água (ALLEN & HOSSNER, 1991), o que pode ter contribuído para ausência de variação no pH. Aliado a este fato, a fonte amídica (uréia) utilizada no experimento, apresenta menor poder de acidificação em comparação a outras formas de N disponíveis, como sulfato de amônio.

Discordando com os resultados aqui obtidos, PAVAN (1992) após dez anos de aplicação de uréia em macieira, observou efeito acumulativo da uréia sobre o pH do solo na projeção da copa quando comparado às amostras da rua ou da testemunha, e entre as doses na projeção da copa. A acidificação foi dependente da quantidade de N aplicada, com efeito, até 40 à 60 cm de profundidade, Possivelmente a falta de resposta à acidificação, tenha sido o efeito combinado da fonte e do tempo, a baixa capacidade de acidificação da fonte de N utilizada (uréia) e o efeito residual da aplicação do calcário utilizado no estabelecimento de pomar. Indicando que o estudo na área por um período maior, sem a aplicação de corretivos, poderia promover uma acidificação entre os locais de coleta e as doses de N utilizadas.

Os valores elevados de pH ao longo do perfil, podem ter contribuído em parte com as altas produtividades obtidas, o equivalente a $38,7 \text{ Mg ha}^{-1}$, na média de três anos (Capítulo I), apresentando condições favoráveis para o crescimento das raízes, aumentando da capacidade de absorção de água e nutrientes, e reduzindo a suscetibilidade de estresse hídrico em períodos de veranicos (Tabela 3).

CUMMINGS (1989) observou que pomares de pessegueiro implantados em condições de pH em CaCl_2 de 4,9, 5,4 e 6,0, o maior crescimento do tronco, maior produtividade, longevidade do pomar e concentração no teor foliar de Ca foi

constatado para nos pomares de maiores valores de pH analisados. Já, nos pomares sob condições de pH menor que 5,5 esses apresentaram alta saturação de Al e menor porcentagem de saturação de bases resultando em menor desenvolvimento das plantas de pessegueiro.

TABELA 3 - pH DO SOLO (CaCl₂), NA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NO CENTRO DA RUA (RUA), EM DIFERENTES PROFUNDIDADES, APÓS TRÊS ANOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA, EM UM POMAR DE AMEIXEIRA 'REUBENNEL' (ARAUCÁRIA - PR)

Prof. ¹ (cm)	40 kg N		80 kg N		120 kg N		160 kg N		200 kg N	
	PC	RUA	PC	RUA	PC	RUA	PC	RUA	PC	RUA
0-05	6,0	5,8	5,8	5,7	5,8	5,8	6,0	5,9	5,8	5,6
05-10	6,0	5,7	5,8	5,6	5,9	5,7	6,1	6,0	5,8	5,7
10-20	6,0	5,8	5,9	5,8	5,9	5,8	6,0	5,9	5,8	5,7
20-40	6,0	5,7	5,9	5,8	5,8	5,9	5,9	5,9	5,7	5,7

NOTAS: ¹Prof. Profundidade de coleta.

5.5.2 Condutividade elétrica

As repetidas aplicações de adubação nitrogenada e potássica, durante três anos, na ameixeira 'Reubennel' a partir do quarto ano de implantação do pomar, promoveram aumento da condutividade elétrica do solo na projeção da copa, quando comparado ao centro da rua (Tabela 4).

TABELA 4 - CONDUTIVIDADE ELÉTRICA MÉDIA DO SOLO ($\mu\text{S cm}^{-1}$), NA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NO CENTRO DA RUA (RUA), EM UM POMAR DE AMEIXEIRA 'REUBENNEL' (ARAUCÁRIA - PR)

Profundidade (cm)	PC	RUA	Média	C.V.(%) ¹
0-05	94 a	90 b	92	19,46
05-10	72 a	57 b	65	16,68
10-20	83 a	67 b	75	18,78
20-40	100 a	81 b	91	31,61
Média	87	74	81	

NOTAS: ¹C.V.(%) Coeficiente de variação.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Na projeção da copa, local onde se concentravam as adubações, a média de condutividade elétrica foi superior para todas as profundidades estudadas, em relação ao centro da rua (Tabela 4), o aumento na concentração de prótons e ânions advindos das adubações explica em parte essa diferença observada. Ainda, as diferenças entre os dois locais amostrados acentuaram-se em profundidade, tal fato

indica acúmulo ou um estado momentâneo de maior concentração de ânion de alta mobilidade, nas camadas mais profundas.

SILVA (2005) observou valores semelhantes para a condutividade elétrica do solo, e a concentração nos primeiros cinco centímetros pode ser explicada em parte pela reciclagem dos nutrientes (Tabela 5).

TABELA 5 - CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO ($\mu\text{S cm}^{-1}$), NA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NO CENTRO DA RUA (RUA), EM DIFERENTES PROFUNDIDADES, APÓS TRÊS ANOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA, EM UM POMAR DE AMEIXEIRA 'REUBENNEL' (ARAUCÁRIA - PR)

Prof. ¹ (cm)	40 kg N		80 kg N		120 kg N		160 kg N		200 kg N	
	PC	RUA	PC	RUA	PC	RUA	PC	RUA	PC	RUA
0-05	108	98	96	90	83	83	96	106	86	73
05-10	78	60	66	49	66	59	78	66	76	54
10-20	84	69	70	63	92	66	82	71	85	68
20-40	90	77	90	72	110	97	107	82	106	78

NOTAS: ¹Prof. Profundidade de coleta.

5.5.3 Potássio

Tendo em vista que o potássio foi utilizado como tratamento, a concentração do mesmo foi avaliada no solo após três anos de tratamento, tanto a adubação potássica como a nitrogenada não promoveram variações nos teores de K do solo (Tabelas 6).

TABELA 6 - POTÁSSIO MÉDIO DO SOLO ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), NA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NO CENTRO DA RUA (RUA), EM UM POMAR DE AMEIXEIRA 'REUBENNEL' (ARAUCÁRIA - PR)

Prof. ¹ (cm)	40 kg N		80 kg N		120 kg N		160 kg N		200 kg N	
	PC	RUA	PC	RUA	PC	RUA	PC	RUA	PC	RUA
0-05	0,57	0,63	0,52	0,59	0,57	0,51	0,58	0,62	0,56	0,61
05-10	0,39	0,28	0,41	0,24	0,44	0,21	0,42	0,28	0,41	0,29
10-20	0,35	0,19	0,44	0,17	0,41	0,15	0,41	0,16	0,40	0,19
20-40	0,30	0,14	0,39	0,11	0,28	0,09	0,34	0,09	0,34	0,16

NOTAS: ¹Prof. Profundidade de coleta.

A importância da reciclagem dos nutrientes observada para a condutividade elétrica, sobretudo pode ser reforçada para o K, uma vez que aquela pode ocorrer para esse elemento pela simples lavagem da parte aérea da planta ou liberado de resíduos vegetais antes da sua decomposição, motivo pelo qual é comum a observação de concentração maior de K na superfície em relação ao perfil do solo

em ambientes onde os mesmos não sofrem revolvimento (MOTTA, SERRAT & FAVARETTO, 2004). Tal fato pode ser uma das justificativas para não haver diferenças entre a projeção da copa e o centro, nos primeiros cinco centímetros do solo, dado que a reciclagem pode contribuir para manter esses valores em superfície (Tabela 7).

TABELA 7 - POTÁSSIO DO SOLO ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), NA PROJEÇÃO DA COPA (PC) E NO CENTRO DA RUA (RUA), EM DIFERENTES PROFUNDIDADES, APÓS TRÊS ANOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA, EM UM POMAR DE AMEIXEIRA 'REUBENNEL' (ARAUCÁRIA - PR)

Profundidade (cm)	PC	RUA	Média	C.V.(%) ¹
0-05	0,56 a	0,59 a	0,57	11,98
05-10	0,41 a	0,26 b	0,33	15,90
10-20	0,40 a	0,17 b	0,29	22,08
20-40	0,33 a	0,12 b	0,22	25,97
Média	0,42	0,28	0,35	

NOTAS: ¹C.V.(%) Coeficiente de variação.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para as demais profundidades, analisadas na projeção da copa, os valores de K mantiveram-se maiores na projeção da copa quando comparado com o centro da rua, até 40 cm de profundidade (Tabela 7).

A falta de resposta para as doses de adubações potássicas utilizadas para as características (produtividade e crescimento vegetativo), e a falta de interação com a adubação nitrogenada pode ser explicado pelo alto valor médio de K encontrado no solo ($0,35 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$) (Tabela 6). Pesquisas realizadas em solos brasileiros com K não têm apresentado freqüentemente respostas a esse nutriente, provavelmente pelos valores adequados desse elemento prontamente disponível para as plantas e a presença de minerais fontes de K a curto, médio e em longo prazo (MEURER, 2006).

5.6 CONCLUSÕES

1. Aplicação de doses de K, durante três anos, não apresentaram efeito sobre os teores de K do solo ou interação com a adubação nitrogenada.

2. Três anos de diferentes doses de adubação nitrogenada não apresentou efeito de acidificação do solo.

3. Os valores de pH, condutividade elétrica e K do solo foram significativamente superiores na projeção da copa quando comparados com os valores do centro da rua.

6. CONCLUSÕES GERAIS

Em um pomar com quatro anos de implantação, alterando apenas o N e o K, por um período de três anos, não foi suficiente para promover alteração na produção.

A menor dose de N e de K utilizada, a partir do quarto ano de implantação do pomar é suficiente para manter a produtividade durante três anos.

Para o fator ano, as diferenças na produção apresentaram uma relação direta com o número e inversa com o calibre dos frutos colhidos.

Os teores foliares de N e K, na média de três anos, apresentaram uma relação positiva com a quantidade desses elementos aplicada no solo.

Entre os anos foram observados efeitos nos teores foliares de N, K, Ca, Mg, Mn, B, Zn e Cu.

A adubação nitrogenada aumentou a massa total da poda de verão e a radiação interceptada. O comprimento e número de ramos produtivos não foram afetados pelas adubações.

A adubação nitrogenada aumentou os ramos ladrões, em comprimento e o número de ramos com emissões laterais.

Três anos de diferentes doses de adubação nitrogenada não apresentou efeito de acidificação do solo.

Os valores de pH, condutividade elétrica e K do solo foram significativamente superiores na projeção da copa quando comparados com os valores do centro da rua.

A falta de resposta ao N e ao K, acompanhado da alta produtividade, indica que essa é resultante de outras características e manejo do pomar.

7. REFERÊNCIAS

- ALLEN, E.R.; HOSSNER, L.R. Factors affecting the accumulation of surface-applied agricultural limestone in permanent pasture. **Soil Sci.**, 151(3): 240-248, 1991.
- BASSO, C.; SUZUKI, A. Resposta da macieira cv. Golden Delicious à adubação nitrogenada, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas-SP, v.16, n.2, p.223-227, 1992.
- BROWN, B.A.; MUNSELL, R.I.; HOLT, R.F.; KING, A.V. Soil reactions at various depths as influenced by time since application and amounts of limestone. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, 20: 518-522, 1956.
- CAMARGO, A.O.; SÁ, E.L.S. Nitrogênio e adubos nitrogenados. In: BISSANI, C.A.; GIANELO, C.; TEDESCO, M.J.; CAMARGO, F.A.O. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre, UFRGS, Gênese, 2004. p. 93-116.
- CHATZITHEODOROU, I.T.; SOTIROPOULOS, T.E.; MOUHTARIDOU, G.I. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium fertilization and manure on fruit yield and fruit quality of the peach cultivars 'Spring Time' and 'Red Haven'. **Agronomy Research**, v.2, n.2, p.135-143, 2004.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. **Recomendação de adubação e de calagem para os estados do RS e de SC**. 3ed. Passo Fundo - RS, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. 224p.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. **Manual de Adubação e de calagem para os estados do RS e de SC**. Porto Alegre-RS, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Região Sul, 2004. 400p.
- CUMMINGS, G.A. Potassium nutrition of deciduous and small fruits. In: MUNSON, R. D. **Potassium in agriculture**, American Society of Agronomy for USA, 1985, p.1087-1104.
- CUMMINGS, G.A. Effect of soil pH and calcium amendments peach yield, tree growth and longevity. **Acta Hort.**, 254:179-184. 1989.
- DECKERS, T.; SCHOOF, H.; DAEMEN, E.; MISSOTEN, C.; HAHNDEL, R. Effect of long term soil and leaf nitrogen applications to apple cv. Jonagold and Boskoop on NMIN in the soil and on leaf and fruit quality. **Acta Hort.**, 564:269-278. 2001.
- DOLINSKI, M.A.; SERRAT, B.M.; MOTTA, A.C.V.; CUQUEL, F.L.; SOUZA, S.R.; MAY-DE-MIO, L.L.; MONTEIRO, L.B. Produção, teor foliar e qualidade de frutos do pessegueiro 'Chimarrita' em função da adubação nitrogenada, na região da Lapa-PR, **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.27, n.2, ago 2005, p.295-299.
- EMBRAPA - Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes – **Embrapa solos, Embrapa Informática Agropecuária**; organizador Fábio César da Silva, Brasília, 1999. 369p.

FACHINELLO, J.C.; HERTER, F.G. Diretrizes para a Produção Integrada de Frutas de Carço, Embrapa Clima Temperado, Pelotas RS, **Circular técnico n.19**, abr 2000. 46p.

FACHINELLO, J.C.; MARODIN, G.A.B. Implantação de pomares. In: MONTEIRO, L.B.; MAY-DE MIO, L.L.; SERRAT, B.M.; MOTTA A.C.; CUQUEL F.L. **Fruteiras de carço: uma visão ecológica**, Curitiba, UFPR, 2004. p.33-48.

FREIRE, C.J. da S. **Manual de métodos de análise de tecido vegetal**, solo e calcário. 2.ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001. 201p.

GASCHO, G.J.; PARKER, M. B. Long-term liming effects on Coastal Plain soils and crops. **Agron. J.**, 93: 1305-1315, 2001.

GOMES, F.R.C.; FACHINELLO, J.C.; MEDEIROS, A.R.M.; GIACOBBO, C.L.; SANTOS, I.P. Influência do manejo do solo e da intensidade de raleio de frutas, no crescimento e qualidade de pêssegos, cvs. Cerrito e Chimarrita, **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.27, n.1, p.60-63, 2005.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia - **Instrução Normativa**, disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organismos/pessego/instrucaoNormativa.pdf>>, acesso em: 08/12/2003.

KIRKBY, E.A. Principles of Plant Nutrition, 4 ed., **International Potash Institute**, Switzerland, 1987. 687p.

KWONG, S.S. Nitrogen and potassium fertilization effects on yield, fruit quality, and leaf composition of 'Stanley' Prunes. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, 98(1):72-74, 1973.

MADAIL, J.C.; Aspectos Sócio Econômicos, In: Castro, L. A. S. **Frutas do Brasil - Ameixa Produção**, Brasília, Embrapa, 2003. p.13-15.

MAGNANI, M.; FREIRE, C.J.S.; MORAES, E.C. Manejo de NPK em pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch, In: VII Congresso Brasileiro de Fruticultura, EMPASC, SBF, **Anais...** Florianópolis-SC, v.4, p.1105-1123, 1984.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas princípios e aplicações**. 2ed. Piracicaba-SP, POTAFÓS, 1997. 319p.

MATTOS, M.L.T.; FREIRE, C.J.S.; MAGNANI, M. Crescimento e teores foliares de N, P, Ca e Mg em pessegueiro cv. Diamante com diferentes níveis de N aplicado ao solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.26, n.9, p.1315-1321, 1991a.

MATTOS, M.L.T.; FREIRE, C.J.S.; MAGNANI, M. Produção do pessegueiro cv. Diamante, sob diferentes doses de nitrogênio aplicado ao solo, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.1, p.113-117, 1991b.

MARSCHNER, H. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2 ed., **Academic Press Limited**, San Diego, CA, 1995. 889p.

MARZADORI, C.; SCUDELLARI, D.; MARANGONI, B.; SIMONI, A.; ANTISARI, L.V.; GESSA, C. Seasonal variation of interlayer ammonium in the soil of a peach orchard. **Acta Hort.**, 383:35-46, 1995.

MELO, G.W.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J. Pulverizações foliares de cálcio em pessegueiro e alterações no teor de nutrientes na folha e no fruto. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, **Anais...** Gramado - RS, 2007. CD-ROM

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. Principles of Plant Nutrition, 4 ed., **International Potash Institute**, Switzerland, 1987. 687p.

MEURER, J.M. Potássio. In: FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432p.

MOTTA, C.V.M.; SERRAT, B.M.; FAVARETTO, N. Fertilidade do solo. In: MONTEIRO, L.B.; MAY-DE MIO, L.L.; SERRAT, B.M.; MOTTA A.C.; CUQUEL F. L. **Fruteiras de caroço: Uma visão ecológica**, Curitiba, UFPR, 2004. p. 49-57.

MOTTA, A.C.V.; SERRAT, B.M.; Funções dos micronutrientes e outros aspectos de nutrição de plantas. In: MOTTA, A.C.V.; SERRAT, B.M.; REISMANN, C.B.; DIONÍSIO, J.A. **Micronutrientes na rocha, no solo e na planta**. Curitiba-PR, 2007. 246p.

NOË, N.; ECCHER, T.; STAINER, R.; PORRO, D. Influence of nitrogen, potassium, and magnesium fertilization on fruit quality and storability of Golden Delicious apples. **Acta Hort.**, v.383, p. 439-447, 1985.

NOSAL, K.; PONIEDZIALEK, W.; KROPP, K.; POREBSKI, S. Effectiveness of nitrogen and potassium fertilization of apple trees. **Acta Hort.**, v.274, p.361-364, 1990.

OLIVEIRA, E.L. & TSUNETTA, M. Estado nutricional do pessegueiro na região metropolitana de Curitiba. **Informe da pesquisa - IAPAR**, ano XI, v.79, 1987. p.1-6.

OJIMA, M.; ORTO, F.A.C.D.; BARBOSA, W.; RAIJ, B.V. Frutas de clima temperado: I ameixa, nectarina e damasco japonês (umê). In: Instituto Agrônomo de Campinas. VAN RAIJ, B.; QUAGGIO, G.A.; FURLANI, A.M.C. **Boletim 100 Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**, Fundação IAC, 2ed., 1997. p.138.

PIF-RS – **Produção Integrada de Frutas do estado do Rio Grande do Sul**, disponível em: <<http://www.ufpel.tche.br/pif/historico.htm>>, acesso em: 15/08/2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAUCÁRIA. Disponível em: <<http://www.araucaria.pr.gov.br>>, acessado em: 01/05/2007.

RELATÓRIO PIF - PR. Produção Integrada de Pêssego para o Estado do Paraná, **Relatório Técnico** - enviado ao CNPq, UFPR, 2003.

SEAB/DERAL - **Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná** - Disponível em <www.pr.gov.br/seab/deral/efpr.xls> Acesso em: 02/08/2006.

SILVA, J.C.P.M. Esterco líquido de gado de leite e adubação mineral influenciando a produção de silagem e propriedades químicas do solo na região dos Campos Gerais do Paraná. **Dissertação de mestrado** em agronomia na área de Ciência do Solo - Universidade Federal do Paraná, 2005. 63p.

SMITH, T.J. Time to re-apply lime to orchards in Washington. **Better Crop**. 80 (1): 8-9, 1996.

SMITH, J.L.; DORAN, J.W. Measurement and use of pH and electrical conductivity for soil quality analyses. In: SEGOE, S.; MADISON, R. **Methods for assessing soil quality**, SSSA - Special Publication, n.49, USA, p. 169-185, 1996.

SIMEPAR - **Sistema Meteorológico do Paraná**. Disponível em: <http://www.simepar.br>, acessado em: 15/06/2006

SOUZA, S.R Adubação Nitrogenada no Desenvolvimento das Doenças do Pessegueiro, Sob Sistema de Produção Integrada de Fruteiras, na Lapa – PR. **Dissertação de mestrado** em agronomia na área de Ciência do Solo - Universidade Federal do Paraná, 2005. 91p.

SOUZA, S.R. & FERNANDES, M.S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 432p. 2006.

TAGLIAVINI, M.; ROMBOLÀ, A.D.; QUARTIERI, M.; MALAGUTI, D.; MAZZANTI, F.; MILLARD, P.; MARANGONI, B. Mineral nutrition partitioning to fruits of deciduous trees. **Acta Hort.**, v.512, p.131-140, 2000.

TUTIDA, I. Influência do nitrogênio e do potássio na intensidade de doenças fúngicas e na qualidade dos frutos em ameixeira, 2006, 110p. **Dissertação de mestrado** em agronomia na área de produção vegetal – Universidade Federal do Paraná, 2006.

URQUIAGA, S. & MALAVOLTA, E. **Uréia: um adubo orgânico de potencial para a agricultura orgânica**, disponível em: http://atlas.sct.embrapa.br/pdf/cct/v19/cc19n2_08.pdf>, acesso em: 07/05/2006.

VITANOVA, I.M. Determination of needs for fertilizers of plum trees. **Acta Hort.**, 274:501-508, 1990.

VITTI, G.C.; LIMA, E.; COCARONE, F. Cálcio, Magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa-MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.299-326.

ANEXOS

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

1. CAPÍTULO I

Randomized Complete Block Design for Factor A, with Factor B as a Split Plot on A and
Factor C as a Split Plot on B

Replication (Var 4: Bloco) with values from 1 to 3

Factor A (Var 2: Potássio) with values from 1 to 2

Factor B (Var 3: Nitrogênio) with values from 1 to 5

Factor C (Var 5: Ano) with values from 1 to 3

1.1 Variable: Produtividade

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	2360.850	1180.425	11.4126	0.0806
2	Factor A	1	1.495	1.495	0.0145	
-3	Error	2	206.863	103.432		
4	Factor B	4	1495.135	373.784	1.6216	0.2173
6	AB	4	967.818	241.955	1.0497	0.4128
-7	Error	16	3688.132	230.508		
8	Factor C	2	9007.000	4503.500	6.7262	0.0030
10	AC	2	1168.496	584.248	0.8726	
12	BC	8	6423.201	802.900	1.1992	0.3241
14	ABC	8	3750.820	468.853	0.7003	
-15	Error	40	26781.675	669.542		
Total		89	55851.485			

Coefficient of Variation: 33.48%

1.2 Número de frutos

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	187.014	93.507	4.9644	0.1677
2	Factor A	1	0.029	0.029	0.0015	
-3	Error	2	37.671	18.835		
4	Factor B	4	127.173	31.793	1.2385	0.3341
6	AB	4	150.997	37.749	1.4705	0.2574
-7	Error	16	410.737	25.671		
8	Factor C	2	1499.076	749.538	10.2738	0.0003
10	AC	2	99.757	49.878	0.6837	
12	BC	8	751.368	93.921	1.2874	0.2775
14	ABC	8	418.026	52.253	0.7162	
-15	Error	40	2918.244	72.956		
Total		89	6600.090			

Coefficient of Variation: 32.17%

1.3 Massa por fruto

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	15.756	7.878	0.3092	
2	Factor A	1	1.878	1.878	0.0737	
-3	Error	2	50.956	25.478		
4	Factor B	4	184.156	46.039	2.8655	0.0576
6	AB	4	181.178	45.294	2.8192	0.0604
-7	Error	16	257.067	16.067		
8	Factor C	2	2076.822	1038.411	27.6500	0.0000
10	AC	2	36.689	18.344	0.4885	
12	BC	8	460.844	57.606	1.5339	0.1764
14	ABC	8	204.756	25.594	0.6815	
-15	Error	40	1502.222	37.556		
Total		89	4972.322			

Coefficient of Variation: 9.41%

1.4 Percentual de frutos Calibre 1

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	1.367	0.683	5.3068	0.1586
2	Factor A	1	0.113	0.113	0.8766	
-3	Error	2	0.258	0.129		
4	Factor B	4	0.447	0.112	0.5513	
6	AB	4	1.060	0.265	1.3082	0.3089
-7	Error	16	3.241	0.203		
8	Factor C	2	41.513	20.757	56.8400	0.0000
10	AC	2	0.373	0.186	0.5106	
12	BC	8	1.437	0.180	0.4918	
14	ABC	8	2.617	0.327	0.8957	
-15	Error	40	14.607	0.365		
Total		89	67.032			

Coefficient of Variation: 29.35%

1.5 Percentual de frutos Calibre 2

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	543.489	271.744	7.6166	0.1161
2	Factor A	1	41.344	41.344	1.1588	0.3943
-3	Error	2	71.356	35.678		
4	Factor B	4	898.761	224.690	4.4253	0.0134
6	AB	4	169.294	42.324	0.8336	
-7	Error	16	812.378	50.774		
8	Factor C	2	12075.839	6037.919	53.5501	0.0000
10	AC	2	36.772	18.386	0.1631	
12	BC	8	1451.106	181.388	1.6087	0.1530
14	ABC	8	382.672	47.834	0.4242	
-15	Error	40	4510.111	112.753		
Total		89	20993.122			

Coefficient of Variation: 35,14%

1.6 Percentual de frutos calibre 3

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	978.517	489.258	9.4599	0.0956
2	Factor A	1	63.336	63.336	1.2246	0.3837
-3	Error	2	103.439	51.719		
4	Factor B	4	219.128	54.782	1.0180	0.4276
6	AB	4	537.428	134.357	2.4966	0.0841
-7	Error	16	861.044	53.815		
8	Factor C	2	284.017	142.008	1.0351	0.3645
10	AC	2	333.206	166.603	1.2144	0.3076
12	BC	8	1429.872	178.734	1.3028	0.2700
14	ABC	8	442.572	55.322	0.4032	
-15	Error	40	5487.667	137.192		
Total		89	10740.225			

Coefficient of Variation: 23,16%

1.7 Percentual de frutos Calibre 4

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	0.786	0.393	0.2272	
2	Factor A	1	0.188	0.188	0.1088	
-3	Error	2	3.458	1.729		
4	Factor B	4	6.219	1.555	3.1091	0.0452 ¹
6	AB	4	3.768	0.942	1.8839	0.1625
-7	Error	16	8.001	0.500		
8	Factor C	2	165.742	82.871	42.0387	0.0000
10	AC	2	6.273	3.136	1.5911	0.2163
12	BC	8	21.023	2.628	1.3331	0.2557
14	ABC	8	9.190	1.149	0.5827	
-15	Error	40	78.852	1.971		
Total		89	303.500			

Coefficient of Variation: 32.42%

¹Sem diferença (Tukey 5%).

1.8 Percentual de frutos calibre 5

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	0.502	0.251	1.1457	0.4660
2	Factor A	1	0.039	0.039	0.1798	
-3	Error	2	0.438	0.219		
4	Factor B	4	0.882	0.220	1.0388	0.4178
6	AB	4	1.398	0.349	1.6468	0.2113
-7	Error	16	3.395	0.212		
8	Factor C	2	17.875	8.938	41.2297	0.0000
10	AC	2	0.079	0.039	0.1817	
12	BC	8	1.764	0.220	1.0169	0.4392
14	ABC	8	2.796	0.349	1.6121	0.1520
-15	Error	40	8.671	0.217		
Total		89	37.839			

Coefficient of Variation: 37.84%

1.9 Número de frutos produzidos anteriormente ao raleio

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	10546360.933	5273180.467	3.5034	0.2221
2	Factor A	1	8120.067	8120.067	0.0054	
-3	Error	2	3010310.933	1505155.467		
4	Factor B	4	2240147.833	560036.958	0.2650	
6	AB	4	5757126.767	1439281.692	0.6811	
-7	Error	16	33812840.800	2113302.550		
8	Factor C	1	11778484.267	11778484.267	2.6887	0.1167
10	AC	1	2920744.067	2920744.067	0.6667	
12	BC	4	37355619.900	9338904.975	2.1318	0.1144
14	ABC	4	16411661.767	4102915.442	0.9366	
-15	Error	20	87614802.000	4380740.100		
Total		59	211456219.333			

Coefficient of Variation: 49,75%

1.10 Número de frutos raleados

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	9952870.900	4976435.450	6.1490	0.1399
2	Factor A	1	141717.600	141717.600	0.1751	
-3	Error	2	1618628.700	809314.350		
4	Factor B	4	1536363.233	384090.808	0.2695	
6	AB	4	4569388.233	1142347.058	0.8014	
-7	Error	16	22805765.733	1425360.358		
8	Factor C	1	11677681.667	11677681.667	4.4216	0.0484 ¹
10	AC	1	525657.600	525657.600	0.1990	
12	BC	4	25401202.167	6350300.542	2.4044	0.0837
14	ABC	4	8595889.567	2148972.392	0.8137	
-15	Error	20	52821550.000	2641077.500		
Total		59	139646715.400			

Coefficient of Variation: 63,41%

¹Sem diferença (Tukey 5%)

1.11 Número de frutos colhidos

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	638163.633	319081.817	1.0702	0.4830
2	Factor A	1	217683.267	217683.267	0.7301	
-3	Error	2	596292.033	298146.017		
4	Factor B	4	288726.567	72181.642	0.5513	
6	AB	4	266547.233	66636.808	0.5089	
-7	Error	16	2094963.000	130935.188		
8	Factor C	1	216.600	216.600	0.0006	
10	AC	1	968248.067	968248.067	2.6151	0.1215
12	BC	4	1165467.233	291366.808	0.7870	
14	ABC	4	1843885.100	460971.275	1.2450	0.3240
-15	Error	20	7404926.000	370246.300		
Total		59	15485118.733			

Coefficient of Variation: 45,51%

1.12 Porcentagem de frutos raleados em relação ao número de fruto total produzido

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	1200.433	600.217	7.3182	0.1202
2	Factor A	1	74.817	74.817	0.9122	
-3	Error	2	164.033	82.017		
4	Factor B	4	329.833	82.458	0.2971	
6	AB	4	921.100	230.275	0.8297	
-7	Error	16	4440.867	277.554		
8	Factor C	1	570.417	570.417	1.6322	0.2160
10	AC	1	120.417	120.417	0.3446	
12	BC	4	887.167	221.792	0.6347	
14	ABC	4	1002.167	250.542	0.7169	
-15	Error	20	6989.333	349.467		
Total		59	16700.583			

Coefficient of Variation: 27,81%

1.13 Massa média do fruto raleado

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	9.450	4.725	0.9310	
2	Factor A	1	0.840	0.840	0.1655	
-3	Error	2	10.150	5.075		
4	Factor B	4	10.547	2.637	0.9437	
6	AB	4	9.951	2.488	0.8904	
-7	Error	16	44.703	2.794		
8	Factor C	1	6.468	6.468	1.8317	0.1910
10	AC	1	24.961	24.961	7.0689	0.0151
12	BC	4	14.936	3.734	1.0574	0.4031
14	ABC	4	2.696	0.674	0.1909	
-15	Error	20	70.623	3.531		
Total		59	205.326			

Coefficient of Variation: 21,16%

2. CAPÍTULO II

Randomized Complete Block Design for Factor A, with Factor B as a Split Plot on A and Factor C as a Split Plot on B

Replication (Var 4: Bloco) with values from 1 to 3

Factor A (Var 2: Potássio) with values from 1 to 2

Factor B (Var 3: Nitrogênio) with values from 1 to 5

Factor C (Var 5: Ano) with values from 1 to 3

2.1 Nitrogênio

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	0.892	0.446	87.3627	0.0113
2	Factor A	1	0.018	0.018	3.5641	0.1997
-3	Error	2	0.010	0.005		
4	Factor B	4	0.920	0.230	11.9964	0.0001
6	AB	4	0.022	0.006	0.2897	
-7	Error	16	0.307	0.019		
8	Factor C	2	2.087	1.044	55.4214	0.0000
10	AC	2	0.177	0.089	4.7102	0.0146
12	BC	8	0.217	0.027	1.4410	0.2098
14	ABC	8	0.166	0.021	1.1044	0.3808
-15	Error	40	0.753	0.019		
Total		89	5.571			

Coefficient of Variation: 5.16%

2.2 Fósforo

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	0.142	0.071	33.5263	0.0290
2	Factor A	1	0.032	0.032	15.2105	0.0599
-3	Error	2	0.004	0.002		
4	Factor B	4	0.817	0.204	5.7604	0.0046
6	AB	4	0.055	0.014	0.3884	
-7	Error	16	0.568	0.035		
8	Factor C	2	11.996	5.998	236.7676	0.0000 ¹
10	AC	2	0.030	0.015	0.5833	
12	BC	8	0.399	0.050	1.9704	0.0757
14	ABC	8	0.175	0.022	0.8629	
-15	Error	40	1.013	0.025		
Total		89	15.231			

Coefficient of Variation: 7.53%

¹Sem diferença (Tukey 5%)

2.3 Potássio

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	1.808	0.904	358.7782	0.0028
2	Factor A	1	0.159	0.159	63.0001	0.0155
-3	Error	2	0.005	0.003		
4	Factor B	4	0.133	0.033	0.4239	
6	AB	4	0.083	0.021	0.2652	
-7	Error	16	1.256	0.079		
8	Factor C	2	0.220	0.110	3.7399	0.0324
10	AC	2	0.065	0.033	1.1060	0.3408
12	BC	8	0.199	0.025	0.8451	
14	ABC	8	0.098	0.012	0.4154	
-15	Error	40	1.179	0.029		
Total		89	5.206			

Coefficient of Variation: 6.20%

2.4 Cálcio

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	0.042	0.021	1.4815	0.4030
2	Factor A	1	0.135	0.135	9.5275	0.0909
-3	Error	2	0.028	0.014		
4	Factor B	4	0.159	0.040	1.1900	0.3528
6	AB	4	0.173	0.043	1.2890	0.3157
-7	Error	16	0.536	0.033		
8	Factor C	2	3.796	1.898	30.0980	0.0000
10	AC	2	0.201	0.101	1.5971	0.2151
12	BC	8	0.781	0.098	1.5489	0.1714
14	ABC	8	0.190	0.024	0.3768	
-15	Error	40	2.522	0.063		
Total		89	8.563			

Coefficient of Variation: 9.94%

2.5 Magnésio

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	0.013	0.006	3.9289	0.2029
2	Factor A	1	0.009	0.009	5.6066	0.1415
-3	Error	2	0.003	0.002		
4	Factor B	4	0.001	0.000	0.1201	
6	AB	4	0.005	0.001	0.9161	
-7	Error	16	0.023	0.001		
8	Factor C	2	0.182	0.091	45.6320	0.0000
10	AC	2	0.001	0.000	0.1444	
12	BC	8	0.016	0.002	0.9958	
14	ABC	8	0.005	0.001	0.3242	
-15	Error	40	0.080	0.002		
Total		89	0.337			

Coefficient of Variation: 8.38%

2.6 Ferro

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	650.982	325.491	0.6494	
2	Factor A	1	0.136	0.136	0.0003	
-3	Error	2	1002.500	501.250		
4	Factor B	4	1503.464	375.866	1.3537	0.2935
6	AB	4	1248.309	312.077	1.1240	0.3800
-7	Error	16	4442.567	277.660		
8	Factor C	2	223.291	111.645	0.5639	
10	AC	2	357.739	178.869	0.9035	
12	BC	8	2165.428	270.679	1.3672	0.2403
14	ABC	8	1227.718	153.465	0.7752	
-15	Error	40	7919.164	197.979		
Total		89	20741.298			

Coefficient of Variation: 11.22%

2.7 Manganês

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	0.092	0.046	4.8965	0.1696
2	Factor A	1	0.004	0.004	0.4459	
-3	Error	2	0.019	0.009		
4	Factor B	4	0.060	0.015	4.8557	0.0093 ¹
6	AB	4	0.015	0.004	1.2017	0.3482
-7	Error	16	0.050	0.003		
8	Factor C	2	2.634	1.317	346.0750	0.0000
10	AC	2	0.030	0.015	3.9110	0.0281
12	BC	8	0.012	0.002	0.3975	
14	ABC	8	0.019	0.002	0.6091	
-15	Error	40	0.152	0.004		
Total		89	3.086			

Coefficient of Variation: 3.03%

¹Sem diferença (Tukey 5%)

2.8 Zinco

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	0.025	0.013	1.7870	0.3588
2	Factor A	1	0.014	0.014	2.0044	0.2925
-3	Error	2	0.014	0.007		
4	Factor B	4	0.007	0.002	1.2605	0.3260
6	AB	4	0.003	0.001	0.5512	
-7	Error	16	0.022	0.001		
8	Factor C	2	0.527	0.263	131.0879	0.0000
10	AC	2	0.011	0.006	2.8226	0.0713
12	BC	8	0.009	0.001	0.5302	
14	ABC	8	0.010	0.001	0.6364	
-15	Error	40	0.080	0.002		
Total		89	0.722			

Coefficient of Variation: 3.07%

2.9 Cobre

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	0.013	0.007	11.3709	0.0808
2	Factor A	1	0.018	0.018	30.1545	0.0316
-3	Error	2	0.001	0.001		
4	Factor B	4	0.005	0.001	0.3269	
6	AB	4	0.001	0.000	0.0946	
-7	Error	16	0.057	0.004		
8	Factor C	2	8.299	4.149	1197.6969	0.0000
10	AC	2	0.016	0.008	2.2645	0.1170
12	BC	8	0.017	0.002	0.6241	
14	ABC	8	0.024	0.003	0.8733	
-15	Error	40	0.139	0.003		
Total		89	8.589			

Coefficient of Variation: 4.98%

2.10 Boro

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	6.503	3.251	0.2026	
2	Factor A	1	6.347	6.347	0.3955	
-3	Error	2	32.096	16.048		
4	Factor B	4	135.671	33.918	3.7321	0.0249
6	AB	4	13.232	3.308	0.3640	
-7	Error	16	145.410	9.088		
8	Factor C	2	2828.851	1414.425	224.7934	0.0000
10	AC	2	40.200	20.100	3.1945	0.0516
12	BC	8	38.321	4.790	0.7613	
14	ABC	8	35.590	4.449	0.7070	
-15	Error	40	251.684	6.292		
Total		89	3533.905			

Coefficient of Variation: 5.91%

2.11 Randomized Complete Block Design for Factor A, with Factor B a Split Plot on A

Replication (Var 4: Bloco) with values from 1 to 3

Factor A (Var 2: Potássio) with values from 1 to 2

Factor B (Var 3: Nitrogênio) with values from 1 to 5

2.11.1 Número de ramos produtivos com dois anos

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	58.467	29.233	1.0000	
2	Factor A	1	20.833	20.833	0.7127	
-3	Error	2	58.467	29.233		
4	Factor B	4	38.867	9.717	1.7587	0.1866
6	AB	4	10.333	2.583	0.4676	
-7	Error	16	88.400	5.525		
Total		29	275.367			

Coefficient of Variation: 35.79%

2.11.2 Número de ramos produtivos de ano

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	1923.467	961.733	20.5499	0.0464
2	Factor A	1	187.500	187.500	4.0064	0.1833
-3	Error	2	93.600	46.800		
4	Factor B	4	829.867	207.467	2.3605	0.0971
6	AB	4	510.667	127.667	1.4525	0.2627
-7	Error	16	1406.267	87.892		
Total		29	4951.367			

Coefficient of Variation: 27.93%

2.11.3 Número de ramos produtivos do ano

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	103.267	51.633	4.1528	0.1941
2	Factor A	1	20.833	20.833	1.6756	0.3248
-3	Error	2	24.867	12.433		
4	Factor B	4	123.867	30.967	1.8636	0.1661
6	AB	4	136.667	34.167	2.0562	0.1346
-7	Error	16	265.867	16.617		
Total		29	675.367			

Coefficient of Variation: 56.36%

2.11.4 Comprimento de ramos produtivos de dois anos

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	44297.267	22148.633	5.1573	0.1624
2	Factor A	1	3921.633	3921.633	0.9131	
-3	Error	2	8589.267	4294.633		
4	Factor B	4	15532.467	3883.117	0.9348	
6	AB	4	22380.867	5595.217	1.3470	0.2958
-7	Error	16	66463.467	4153.967		
Total		29	161184.967			

Coefficient of Variation: 31.28%

2.11.5 Comprimento de ramos produtivos de ano

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	34918.867	17459.433	3.3224	0.2314
2	Factor A	1	5658.133	5658.133	1.0767	0.4084
-3	Error	2	10510.067	5255.033		
4	Factor B	4	23839.800	5959.950	3.0317	0.0488 ¹
6	AB	4	2194.867	548.717	0.2791	
-7	Error	16	31453.733	1965.858		
Total		29	108575.467			

Coefficient of Variation: 29.14%

¹Sem diferença (Tukey 5%)**2.11.6 Comprimento de ramos do ano**

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	20521.800	10260.900	0.3296	
2	Factor A	1	26760.533	26760.533	0.8596	
-3	Error	2	62261.267	31130.633		
4	Factor B	4	23256.800	5814.200	1.0917	0.3939
6	AB	4	36648.133	9162.033	1.7204	0.1947
-7	Error	16	85210.267	5325.642		
Total		29	254658.800			

Coefficient of Variation: 75.86%

2.11.7 Superfície da área foliar

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	14.115	7.057	13.3003	0.0699
2	Factor A	1	0.727	0.727	1.3700	0.3624
-3	Error	2	1.061	0.531		
4	Factor B	4	7.673	1.918	0.7500	
6	AB	4	0.685	0.171	0.0670	
-7	Error	16	40.921	2.558		
Total		29	65.182			

Coefficient of Variation: 9.05%

2.11.8 Massa total dos ramos “ladrões”

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	17718651.667	8859325.833	1.3393	0.4275
2	Factor A	1	97470.000	97470.000	0.0147	
-3	Error	2	13229745.000	6614872.500		
4	Factor B	4	33016141.667	8254035.417	5.5880	0.0052
6	AB	4	4108521.667	1027130.417	0.6954	
-7	Error	16	23633536.667	1477096.042		
Total		29	91804066.667			

Coefficient of Variation: 34.32%

2.11.9 Comprimento médio por ramo “ladrão”

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	36987.800	18493.900	3.2824	0.2335
2	Factor A	1	57553.200	57553.200	10.2148	0.0855
-3	Error	2	11268.600	5634.300		
4	Factor B	4	231981.800	57995.450	6.0140	0.0038
6	AB	4	13054.467	3263.617	0.3384	
-7	Error	16	154294.933	9643.433		
Total		29	505140.800			

Coefficient of Variation: 11.46%

2.11.10 Porcentagem de ramos “ladrões” com emissões laterais

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	1166.667	583.333	2.8689	0.2585
2	Factor A	1	853.333	853.333	4.1967	0.1770
-3	Error	2	406.667	203.333		
4	Factor B	4	6980.000	1745.000	6.4037	0.0028
6	AB	4	1980.000	495.000	1.8165	0.1750
-7	Error	16	4360.000	272.500		
Total		29	15746.667			

Coefficient of Variation: 65.16%

2.11.11 Radiação interceptada

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	168.700	84.350	0.2822	
2	Factor A	1	5.400	5.400	0.0181	
-3	Error	2	597.700	298.850		
4	Factor B	4	1180.400	295.100	7.3761	0.0002
6	AB	4	140.600	35.150	0.8786	
-7	Error	16	9.600	9.600	0.2400	
Total		29	3559.400			

Coefficient of Variation: 7.82%

3. CAPÍTULO III

**Randomized Complete Block Design for Factor A, with Factor B as a Split Plot on A and
Factor C as a Split Plot on B
Replication (Var 4: Bloco) with values from 1 to 3
Factor A (Var 2: Potássio) with values from 1 to 2
Factor B (Var 3: Nitrogênio) with values from 1 to 5
Factor C (Var 5: Local) with values from 1 to 2**

3.1 pH 00-05 cm

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	0.064	0.032	2.6438	0.2744
2	Factor A	1	0.204	0.204	16.7808	0.0547
-3	Error	2	0.024	0.012		
4	Factor B	4	0.566	0.141	3.4739	0.0318
6	AB	4	0.055	0.014	0.3378	
-7	Error	16	0.651	0.041		
8	Factor C	1	0.254	0.254	8.4500	0.0087
10	AC	1	0.002	0.002	0.0500	
12	BC	4	0.069	0.017	0.5750	
14	ABC	4	0.041	0.010	0.3417	
-15	Error	20	0.600	0.030		
Total		59	2.530			

Coefficient of Variation: 3.00%

3.2 Condutividade 00-05 cm

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	2071.600	1035.800	24.3909	0.0394
2	Factor A	1	201.667	201.667	4.7488	0.1612
-3	Error	2	84.933	42.467		
4	Factor B	4	5368.767	1342.192	4.0022	0.0195
6	AB	4	1798.833	449.708	1.3410	0.2978
-7	Error	16	5365.800	335.362		
8	Factor C	1	194.400	194.400	0.6104	
10	AC	1	493.067	493.067	1.5482	0.2278
12	BC	4	899.767	224.942	0.7063	
14	ABC	4	2788.100	697.025	2.1886	0.1072
-15	Error	20	6369.667	318.483		
Total		59	25636.600			

Coefficient of Variation: 19.46%

3.3 Potássio 00-05 cm

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	0.288	0.144	8.6907	0.1032
2	Factor A	1	0.020	0.020	1.1956	0.3883
-3	Error	2	0.033	0.017		
4	Factor B	4	0.037	0.009	0.6502	
6	AB	4	0.099	0.025	1.7320	0.1922
-7	Error	16	0.229	0.014		
8	Factor C	1	0.015	0.015	3.1947	0.0890
10	AC	1	0.002	0.002	0.3855	
12	BC	4	0.032	0.008	1.6965	0.1903
14	ABC	4	0.026	0.006	1.3793	0.2767
-15	Error	20	0.094	0.005		
Total		59	0.876			

Coefficient of Variation: 11.98%

3.4 pH 05-10 cm

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	0.132	0.066	1.8815	0.3470
2	Factor A	1	0.204	0.204	5.8057	0.1376
-3	Error	2	0.070	0.035		
4	Factor B	4	0.489	0.122	2.6667	0.0705
6	AB	4	0.077	0.019	0.4178	
-7	Error	16	0.734	0.046		
8	Factor C	1	0.434	0.434	11.0681	0.0034
10	AC	1	0.008	0.008	0.2085	
12	BC	4	0.121	0.030	0.7702	
14	ABC	4	0.089	0.022	0.5702	
-15	Error	20	0.783	0.039		
Total		59	3.142			

Coefficient of Variation: 3.42%

3.5 Condutividade 05-10 cm

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	462.400	231.200	1.8858	0.3465
2	Factor A	1	144.150	144.150	1.1758	0.3915
-3	Error	2	245.200	122.600		
4	Factor B	4	1536.267	384.067	1.4973	0.2498
6	AB	4	246.267	61.567	0.2400	
-7	Error	16	4104.067	256.504		
8	Factor C	1	3360.017	3360.017	28.6324	0.0000
10	AC	1	190.817	190.817	1.6260	0.2169
12	BC	4	410.067	102.517	0.8736	
14	ABC	4	586.600	146.650	1.2497	0.3222
-15	Error	20	2347.000	117.350		
Total		59	13632.850			

Coefficient of Variation: 16.68%

3.6 Potássio 05-10 cm

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	0.273	0.136	3.0667	0.2459
2	Factor A	1	0.008	0.008	0.1888	
-3	Error	2	0.089	0.045		
4	Factor B	4	0.010	0.003	0.2948	
6	AB	4	0.027	0.007	0.8011	
-7	Error	16	0.137	0.009		
8	Factor C	1	0.357	0.357	126.5460	0.0000
10	AC	1	0.001	0.001	0.2603	
12	BC	4	0.030	0.007	2.6249	0.0653
14	ABC	4	0.038	0.010	3.3757	0.1289
-15	Error	20	0.056	0.003		
Total		59	1.027			

Coefficient of Variation: 15.90%

3.7 pH 10-20 cm

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	0.069	0.035	7.4286	0.1186
2	Factor A	1	0.131	0.131	27.9999	0.0539
-3	Error	2	0.009	0.005		
4	Factor B	4	0.329	0.082	2.0122	0.1412
6	AB	4	0.116	0.029	0.7088	
-7	Error	16	0.655	0.041		
8	Factor C	1	0.241	0.241	8.1124	0.0099
10	AC	1	0.054	0.054	1.8202	0.1924
12	BC	4	0.083	0.021	0.6966	
14	ABC	4	0.089	0.022	0.7528	
-15	Error	20	0.593	0.030		
Total		59	2.369			

Coefficient of Variation: 2.94%

3.8 Condutividade 10-20 cm

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	1153.600	576.800	9.2932	0.0972
2	Factor A	1	410.817	410.817	6.6190	0.1237
-3	Error	2	124.133	62.067		
4	Factor B	4	1179.567	294.892	0.9230	
6	AB	4	1703.100	425.775	1.3326	0.3006
-7	Error	16	5111.933	319.496		
8	Factor C	1	3603.750	3603.750	18.2391	0.0004
10	AC	1	400.417	400.417	2.0266	0.1700
12	BC	4	598.500	149.625	0.7573	
14	ABC	4	1154.167	288.542	1.4604	0.2514
-15	Error	20	3951.667	197.583		
Total		59	19391.650			

Coefficient of Variation: 18.78%

3.9 Potássio 10-20 cm

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	0.127	0.063	3.1293	0.2422
2	Factor A	1	0.000	0.000	0.0100	
-3	Error	2	0.040	0.020		
4	Factor B	4	0.009	0.002	0.2890	
6	AB	4	0.015	0.004	0.5072	
-7	Error	16	0.121	0.008		
8	Factor C	1	0.800	0.800	200.4378	0.0000
10	AC	1	0.001	0.001	0.1841	
12	BC	4	0.027	0.007	1.7003	0.1894
14	ABC	4	0.048	0.012	3.0159	0.0725
-15	Error	20	0.080	0.004		
Total		59	1.269			

Coefficient of Variation: 22.08%

3.10 pH 20-40 cm

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	0.097	0.049	0.3428	
2	Factor A	1	0.253	0.253	1.7915	0.3126
-3	Error	2	0.283	0.142		
4	Factor B	4	0.272	0.068	0.9584	
6	AB	4	0.089	0.022	0.3132	
-7	Error	16	1.137	0.071		
8	Factor C	1	0.228	0.228	8.5031	0.0085
10	AC	1	0.060	0.060	2.2422	0.1499
12	BC	4	0.044	0.011	0.4130	
14	ABC	4	0.336	0.084	3.1273	0.1377
-15	Error	20	0.537	0.027		
Total		59	3.337			

Coefficient of Variation: 2.83%

3.11 Condutividade 20-40cm

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	2875.600	1437.800	5.1831	0.1617
2	Factor A	1	3.750	3.750	0.0135	
-3	Error	2	554.800	277.400		
4	Factor B	4	4020.267	1005.067	1.4955	0.2503
6	AB	4	957.667	239.417	0.3562	
-7	Error	16	10753.267	672.079		
8	Factor C	1	5626.017	5626.017	6.8670	0.0164
10	AC	1	742.017	742.017	0.9057	
12	BC	4	492.067	123.017	0.1502	
14	ABC	4	1193.733	298.433	0.3643	
-15	Error	20	16385.667	819.283		
Total		59	43604.850			

Coefficient of Variation: 31.61%

3.12 Potássio 20-40 cm

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	0.096	0.048	6.0175	0.1425
2	Factor A	1	0.007	0.007	0.8289	
-3	Error	2	0.016	0.008		
4	Factor B	4	0.037	0.009	2.0438	0.1364
6	AB	4	0.023	0.006	1.2760	0.3204
-7	Error	16	0.072	0.005		
8	Factor C	1	0.681	0.681	205.5997	0.0000
10	AC	1	0.000	0.000	0.1455	
12	BC	4	0.033	0.008	2.4967	0.0754
14	ABC	4	0.069	0.017	5.2173	0.1448
-15	Error	20	0.066	0.003		
Total		59	1.100			

Coefficient of Variation: 25.97%