

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

RESPOSTA DO MAMOEIRO (*Carica papaya L.*) 'SOLO' IRRIGADO,
AO USO DE DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO

Autor: Luiz de Souza Corrêa

Tese apresentada à Faculdade de
Engenharia - Campus de Ilha Sol-
teira", da UNESP, como parte das
exigências para obtenção do título
de LIVRE-DOCENTE.

ILHA SOLTEIRA
Estado de São Paulo - Brasil
Julho - 1987

1210001017



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

RESPOSTA DO MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) 'SOLO' IRRIGADO,
AO USO DE DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO.

Autor: Luiz de Souza Corrêa

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia - "Campus de Ilha Solteira", da UNESP, como parte das exigências para obtenção do título de LIVRE-DOCENTE.

1210001017



03/04/86 - 04/04/86

UNESP - "CAMPUS" DE ILHA SOLTEIRA	
SERVIÇO DE LIGAM. E DOCUMENTAÇÃO	
DATA DE RECEBIMENTO	DATA DE TOMBAMENTO
01/04/86	29/04/86
RECEBIMENTO	TOMBO
Buc. Am. S.	Te. 101 f
Ass. de Reg. e Inf.	CLASSIFICAÇÃO
R\$ 10,00	
Dutor	

ILHA SOLTEIRA
Estado de São Paulo - Brasil
Julho - 1987

Aos

meus pais, sogro e sogra

minha

HOMENAGEM E GRATIDÃO.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Antonio Frizzone, pela prestimosa colaboração nas análises e interpretações.

A Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", a través do Departamento de Agricultura da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, pela possibilidade de realização deste trabalho.

Ao funcionário Delcyr Sambugari, pela colaboração na parte de campo.

A senhorita Angela Maria Ramos Ferreira, pelos serviços de datilografia.

À minha querida esposa,

Márcia

À minha querida filha,

Fernanda

DEDICO.



AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Antonio Frizzzone, pela prestimosa colabora
ção nas análises e interpretações.

À Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", a
através do Departamento de Agricultura da Faculdade de Engen
nharia de Ilha Solteira, pela possibilidade de realização
deste trabalho.

Ao funcionário Delcir Sambugari, pela colaboração na parte de
campo.

À senhorita Angela Maria Ramos Ferreira, pelos serviços de da
tilografia.

À todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para
que este trabalho pudesse ser realizado.



Página

3.7.1. Taxa de Crescimento Relativo 19

3.7.2. Produção 20

3.7.2.1. Função de produção 20

3.7.2.2. Superfície de resposta 21

3.7.2.3. Curvas de isoproduto 21

3.7.2.4. Região de produção racional 22

3.7.2.5. Região de custo mínimo por 23

3.7.2.6. Combinações dos fatores N e P 23

3.7.2.7. Máxima receita líquida a ser 24

3.7.2.8. Máxima receita líquida a ser 24

que conduzem a rendimento má Página

RESUMO 01

01. INTRODUÇÃO 03

02. REVISÃO DE LITERATURA 05

2.1. Exigências da cultura 05

2.2. Adubação da cultura 07

03. MATERIAL E MÉTODOS 15

3.1. Local de execução 15

3.2. Formação das mudas 16

3.2.1. Obtenção das sementes 16

3.2.2. Semeadura 16

3.3. Plantio no campo 17

3.3.1. Preparo do solo e das covas 17

3.3.2. Plantio no campo 17

3.4. Irrigação e cobertura morta 18

3.5. Tratos culturais 18

3.6. Delineamento estatístico e tratamentos 18

3.7. Parâmetros utilizados na avaliação 19

	Página
3.7.1. Taxa de Crescimento Relativo	19
3.7.2. Produção	20
3.7.2.1. Função de produção	20
3.7.2.2. Superfície de resposta	21
3.7.2.3. Curvas de isoproducto	21
3.7.2.4. Região de produção racional .	22
3.7.2.5. Combinação de custo mínimo pa ra N e P	23
3.7.2.6. Combinações dos fatores N e P que conduzem a rendimento m <u>á</u> ximo	24
3.7.2.7. Máxima receita líquida a ser obtida com o emprego de N e P	24
3.7.3. Qualidade dos frutos	25
3.7.3.1. Tamanho dos frutos	25
3.7.3.2. Espessura da polpa	26
3.7.3.3. Acidez	26
3.7.3.4. Sólidos solúveis	26
3.7.4. Avaliação do sistema radicular	26
3.7.4.1. Estimativa do peso total da matéria seca das raízes por planta	27
3.7.5. Análise foliar	29
04. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1. Desenvolvimento vegetativo	30
4.2. Produção	36
4.2.1. Número de frutos por planta e peso m <u>é</u> dio dos frutos	36



	Página
4.2.2. Rendimento do mamão	38
4.2.2.1. Superfície de resposta	42
4.2.2.2. Curvas de isoproducto	44
4.2.2.3. Região de produção racional ..	46
4.2.2.4. Combinação de custo mínimo pa ra N e P	48
4.2.2.5. Combinação dos fatores N e P que conduzem ao rendimento má ximo econômico	50
4.2.2.6. Máxima receita líquida a ser obtida com emprego de N e P ..	50
4.3. Qualidade dos frutos	51
4.4. Teor de nutrientes na folha	66
4.4.1. Nitrogênio no limbo e no pecíolo	66
4.4.2. Fósforo no limbo e no pecíolo	68
4.4.3. Potássio no limbo e no pecíolo	76
05. CONCLUSÕES	84
06. SUMMARY	89
07. LITERATURA CITADA	91
08. APÊNDICE	97



mosiro.	52
07. Efeitos de doses de N, P e K sobre a <u>quali-</u> dade dos frutos do mamoeiro.	53
08. Efeitos de doses de N, P e K sobre o acúm <u>u</u> lo de nutrientes no limbo e no <u>pecíolo</u> do mamoeiro, aos 240 dias após o plantio.	67
09. Efeito de doses de N, P e K sobre o <u>peso</u> médio da matéria LISTA DE QUADROS ro, aos 540 dias após o plantio.	83

Quadros	Página
01. Resultados das análises químicas da camada arável (0-20cm) do solo da área <u>experimen</u> tal.	15
02. Efeito de doses de N, P e K sobre a Taxa de Crescimento Relativo (altura da planta) do mamoeiro, durante 12 meses após plantio	31
03. Valores do Teste F para Taxa de Crescimen <u>t</u> o Relativo (diâmetro do caule) do mamoei <u>r</u> o, durante 12 meses após o plantio.	33
04. Efeitos de doses de N, P e K sobre o peso médio dos frutos e número médio de frutos produzidos por planta, durante 12 meses de colheita.	37
05. Efeito de doses de N, P e K sobre o rendi <u>m</u> ento de mamão, durante 12 meses de colhei <u>t</u> a.	39
06. Efeitos de doses de N, P e K sobre algumas características e qualidade dos frutos do	

moeiro.	52
07. Efeitos de doses de N, P e K sobre a <u>quali</u> dade dos frutos do mamoeiro.	53
08. Efeitos de doses de N, P e K sobre o acúmu lo de nutrientes no limbo e no pecíolo do mamoeiro, aos 240 dias após o plantio. ...	67
09. Efeito de doses de N, P e K sobre o peso médio da matéria seca das raízes de mamoei ro, aos 540 dias após o plantio.	83

Figuras

Página

01. Localização das perfurações.	99
02. Disposição das perfurações na área do ter reno ocupada por uma planta.	99
03. Taxa de Crescimento Relativo (diâmetro do caule) em função de doses de fósforo den tro de doses totais de potássio, durante 12 meses após o plantio.	34
04. Taxa de Crescimento Relativo (diâmetro do caule) em função de doses de potássio den tro de doses totais de fósforo, durante 12 meses após o plantio.	35
05. Rendimento de mamão em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de fósfo ro.	40
06. Rendimento de mamão em função de doses de fósforo dentro de doses totais de nitrogê nio.	41



07. Rendimento de mamão em função de doses totais de nitrogênio e fósforo.	43
08. Curvas de isoproduto.	45
09. Região de produção racional.	47
10. Combinação de custo mínimo para nitrogênio e fósforo, usando uma relação de preços $Pn/Pp = 0,74$	49

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Página
01. Localização das perfurações.	99
02. Disposição das perfurações na área do terreno ocupada por uma planta.	99
03. Taxa de Crescimento Relativo (diâmetro do caule) em função de doses de fósforo dentro de doses totais de potássio, durante 12 meses após o plantio.	34
04. Taxa de Crescimento Relativo (diâmetro do caule) em função de doses de potássio dentro de doses totais de fósforo, durante 12 meses após o plantio.	35
05. Rendimento de mamão em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de fósforo.	40
06. Rendimento de mamão em função de doses de fósforo dentro de doses totais de nitrogênio.	41

07. Rendimento de mamão em função de doses totais de nitrogênio e fósforo.	43
08. Curvas de isoproduto.	45
09. Região de produção racional.	47
10. Combinação de custo mínimo para nitrogênio e fósforo, usando uma relação de preços $P_n/P_p = 0,74$	49
11. Porcentagem de acidez do fruto em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de fósforo.	54
12. Porcentagem de acidez do fruto em função de doses de fósforo dentro de doses totais de nitrogênio.	55
13. Porcentagem de acidez do fruto em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de potássio.	57
14. Porcentagem de acidez do fruto em função de doses de potássio dentro de doses totais de nitrogênio.	58
15. Porcentagem de acidez do fruto em função de doses de fósforo dentro de doses totais de potássio.	59
16. Porcentagem de acidez do fruto em função de doses de potássio dentro de doses totais de fósforo.	60
17. Relação sólidos solúveis/acidez em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de nitrogênio.	60



taís de potássio.	62
18. Relação sólidos solúveis/acidez em função de doses de potássio dentro de doses <u>to</u> tais de nitrogênio.	63
19. Relação sólidos solúveis/acidez em função de doses de fósforo dentro de doses totais de potássio.	64
20. Relação sólidos solúveis/acidez em função de doses de potássio dentro de doses <u>to</u> tais de fósforo.	65
21. Porcentagem de N no pecíolo em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de fósforo.	69
22. Porcentagem de N no pecíolo em função de doses de fósforo dentro de doses totais de nitrogênio.	70
23. Porcentagem de N no pecíolo em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de potássio.	71
24. Porcentagem de N no pecíolo em função de doses de potássio dentro de doses totais de nitrogênio.	72
25. Porcentagem de P no limbo em função de <u>do</u> ses de nitrogênio dentro de doses totais de fósforo.	74
26. Porcentagem de P no limbo em função de <u>do</u> ses de fósforo dentro de doses totais de nitrogênio.	75



27. Porcentagem de P no pecíolo em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de fósforo. 77
28. Porcentagem de P no pecíolo em função de doses de fósforo dentro de doses totais de nitrogênio. 78
29. Porcentagem de K no limbo em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de fósforo. 80
30. Porcentagem de K no limbo em função de doses de fósforo dentro de doses totais de nitrogênio. 81

RESUMO

O presente experimento foi conduzido em um Latosol Vermelho Escuro, textura argilosa, no município de São Várzea-MG, no sítio aproximado das coordenadas geográficas 20°14' de Latitude Sul e 51°19' de Longitude Oeste de Greenwich, com altitude ao redor de 335 metros.

Teve como objetivo verificar o efeito de doses de N (0-115,5 e 231 kg/ha), P (0-148,5 e 297 kg/ha) e K (0-115,5 e 231 kg/ha) sobre o desenvolvimento, produção e qualidade dos frutos do mamoeiro 'Solo', cultivado com irrigação.

O delineamento experimental utilizado foi um esquema fatorial 3³, em blocos ao acaso, com 3 repetições.

Com base nos resultados obtidos nas condições do experimento pode-se concluir que:

- a) as aplicações de doses crescentes de nitrogênio: diminuiu a taxa de crescimento relativo obtida pela altura da planta; aumentou o número de frutos por planta; não alterou o peso médio dos frutos, a porcentagem de sólidos solúveis e acidez; não teve efeito sobre a porcentagem de nitrogênio no limbo e no pecíolo.

RESUMO

O presente experimento foi conduzido em um Latosol Vermelho Escuro, textura argilosa, no município de Selvíria-MS, no encontro aproximado das coordenadas geográficas $20^{\circ}14'$ de Latitude Sul e $51^{\circ}19'$ de Longitude Oeste de Greenwich, com altitude ao redor de 335 metros.

Teve como objetivo verificar o efeito de doses de N (0-115,5 e 231 kg/ha), P (0-148,5 e 297 kg/ha) e K (0-115,5 e 231 kg/ha) sobre o desenvolvimento, produção e qualidade dos frutos do mamoeiro 'Solo', cultivado com irrigação.

O delineamento experimental utilizado foi um esquema fatorial 3^3 , em blocos ao acaso, com 3 repetições.

Com base nos resultados obtidos nas condições do experimento pode-se concluir que:

- a) as aplicações de doses crescentes de nitrogênio: diminuiu a Taxa de Crescimento Relativo obtida pela altura da planta; aumentou o número de frutos por planta; não alterou o peso médio dos frutos, a porcentagem de sólidos solúveis e acidez; não teve efeito sobre a porcentagem de nitrogênio no limbo e no pecíolo.

- b) as aplicações de doses crescentes de fósforo: não teve e feito sobre a Taxa de Crescimento Relativo obtida pela altura da planta; aumentou o número de frutos por planta; não alterou o peso médio dos frutos; não alterou a porcentagem de sólidos solúveis e acidez; aumentou a porcentagem de fósforo no limbo e no pecíolo.
- c) as aplicações de doses crescentes de potássio não teve e feito sobre: a Taxa de Crescimento Relativo obtida pela altura da planta; a porcentagem de sólidos solúveis e aci-dez; a porcentagem de potássio no limbo.
- d) sem limitações quanto a capital disponível para aplicar nitrogênio e fósforo e para as relações $Pn/Py = 24,6$ e $Pp/Py = 18,1$, a dose de nitrogênio ótima econômica foi de 132,09 kg/ha, a de fósforo foi de 187,15 kg/ha e o correspondente rendimento foi de 72.951,04 kg/ha.

ustrial.

Apesar da cultura do mamoeiro ter grande importância dentro da fruticultura brasileira, poucas pesquisas tem sido realizadas com esta frutífera, principalmente no que diz respeito a nutrição e adubação.

No Estado de São Paulo foram feitos dois trabalhos de adubação (CARVALHO et alii 1963 e 1964), onde as avaliações se prenderam basicamente ao crescimento das plantas.

1. INTRODUÇÃO

constatou-se efeito de doses de fósforo. Em outros países foram constatados efeitos de doses de N, P e K sobre o crescimento. O mamoeiro *Carica papaya* L. pertence à família *Caricaceae*, sendo de acordo com De Candolle (1886) citado por LASSOUDIÈRE (1968) planta originária da América Central, próxima ao golfo do México.

Atualmente encontra-se disseminado em todas as regiões cujas condições lhe são favoráveis, ou seja, clima quente, pluviosidade abundante, solos ricos e bem drenados.

Os principais países produtores são: Índia, Brasil, México, Zaire, Filipinas, Peru, Colombia e Cuba; sendo que no ano de 1979, de acordo com os dados da FAO, o Brasil foi o segundo produtor mundial.

No Brasil, o mamoeiro encontra condições climáticas favoráveis para o seu cultivo desde o norte do país até o norte do Estado do Paraná. Dentre os Estados, destacam-se pela área plantada os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Pará. O rendimento médio para a cultura no Brasil foi de 23816 kg/ha no ano de 1980, segundo dados do IBGE (1982).

O cultivo desta espécie constitui atividade importante na fruticultura, pela produção de frutos para consumo "in natura", podendo tornar-se mais relevante pela possibilidade de extração de papaina, substância de larga aplicação in

dustrial.

Apesar da cultura do mamoeiro ter grande importância dentro da fruticultura brasileira, poucas pesquisas tem sido realizadas com esta frutífera, principalmente no que diz respeito a nutrição e adubação.

No Estado de São Paulo foram feitos dois trabalhos de adubação (CARVALHO *et alii* 1963 e 1964), onde as avaliações se prenderam basicamente ao crescimento das plantas. Mesmo assim, constatou-se efeito de doses de fósforo. Em outros países foram constatados efeitos de doses de N, P e K sobre o crescimento e produção do mamoeiro (AWADA, 1969; AWADA & LONG, 1971; AWADA, 1977; etc.).

Desta forma torna-se evidente a importância de se desenvolver trabalhos de adubação com mamoeiro, a fim de se conhecer as reais necessidades de adubos para a cultura em nossas condições,

O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito de doses de adubação NPK sobre o desenvolvimento da planta, produção e qualidade dos frutos do mamoeiro 'Solo', irrigado, cultivado em um Latossolo Vermelho Escuro.



acima de 1200 milímetros por ano, desde que não ocorra um período seco por mais de quatro meses. Plantas submetidas a grande intensidade solar são mais vigorosas e produtivas, além de produzirem frutos com alto teor de açúcares.

De acordo com GEUS (1964); MORIN (1967) e LARRE GAS & SANTOS (1967) o mamoeiro é exigente em nutrientes devido ao seu desenvolvimento rápido e constante, acompanhado de floração precoce e contínua, paralela à frutificação e maturação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. EXIGÊNCIAS DA CULTURA

Segundo MORIN (1967); PIZA Jr. (1967) e SIMÃO (1971) o mamoeiro desenvolve-se bem nos mais variados tipos de solos, não tolerando porém, os úmidos ou mal drenados. Em solos mal drenados a planta tem um desenvolvimento anormal, apresentando queda de folhas prematuramente e as que permanecem mostram coloração verde-amarelada, sintoma típico de desenvolvimento em solos onde a aeração é deficiente.

Para MANICA (1968) ao se estabelecer a cultura do mamoeiro, deve-se dar preferência aos solos férteis a fim de se conseguir boa produtividade com menores gastos com adubação. É importante que os solos sejam profundos, drenados e dotados de boa capacidade de retenção de água. Não são aconselháveis os solos excessivamente arenosos por estarem sujeitos às lavagens e à seca, com perda rápida de fertilidade.

Dos elementos do clima, SIMÃO (1971) afirma que a temperatura, luz e precipitação exercem importante influência sobre o rendimento da cultura. A temperatura mais favorável é aquela ao redor de 25°C como média; não suporta temperatura próxima a 0°C. Considera-se satisfatória uma precipitação



acima de 1200 milímetros por ano, desde que não ocorra um período sêco por mais de quatro meses. Plantas submetidas a grande intensidade solar são mais vigorosas e produtivas, a lêm de produzirem frutos com alto teor de açúcares.

De acordo com GEUS (1964); MORIN (1967) e XABRE GAS & SANTOS (1967) o mamoeiro é exigente em nutrientes devido ao seu desenvolvimento rápido e constante, acompanhado de floração precoce e contínua, paralelas a frutificação e maturação dos frutos. Alta produção de frutos e de boa qualidade requer fornecimento contínuo de nitrogênio e adequadas doses de fósforo e potássio. O potássio, segundo o primeiro autor, adquire maior importância após o início do florescimento.

MORIN (1967) cita que a planta em estágios iniciais de desenvolvimento não deve sofrer deficiência nutricional, uma vez que as aplicações subsequentes de fertilizantes não terão o mesmo efeito que poderia ter em plantas adubadas apropriadamente desde o início.

Em trabalho realizado por AWADA & SUEHISA (1970), com a cultivar Solo, em duas localidades do Hawaii com solos diferentes, verificaram pequenas variações das quantidades de nutrientes removidas pela colheita dos frutos entre as duas localidades. As quantidades de macronutrientes exportadas obedeceram a mesma ordem decrescente: K, N, Ca, Mg e P. Na localidade de Malama-Ki, para uma produção média de 82 kg de frutos por planta e por ano, foram removidas pela colheita as seguintes quantidades: N - 150,9 g; P - 20,3 g; K - 184,2 g; Ca - 37,0 g e Mg - 21,5 g. Na localidade de Waimanolo, para uma produção média de 64,5 kg de frutos por planta e por ano, foram removidas as seguintes quantidades: N - 116,7 g; P - 16,4 g; K - 173,2 g; Ca - 47,1 g e Mg - 16,4 g.



No Brasil, HIROCE *et alii* (1977) determinaram a composição mineral do fruto e constataram que a quantidade de macronutrientes e micronutrientes em gramas por tonelada de peso fresco foi de N - 1703 g; P - 252 g; K - 1226 g; Ca - 231 g; Mg - 221 g; S - 145 g; B - 0,9 g; Cl - 221 g; Cu - 0,3 g; Fe - 2,6 g; Mn - 0,9 g; Mo - 4,5 g e Zn - 1,0 g.

CUNHA (1979) estudando a absorção de nutrientes pelo mamoeiro, em condições de campo, na região de Botucatu, verificou que na parte aérea, as quantidades contidas de nutrientes são crescente durante o primeiro ano da cultura, atingindo absorção máxima aos 12 meses após o plantio. A absorção de nutrientes no final do primeiro ano pela parte aérea, por planta foi a seguinte: N - 66,7 g; K - 62,8 g; Ca - 24,8 g; Mg - 10,3 g; S - 7,3 g; P - 6,3 g; Fe - 229,8 mg; Mn - 149,1 mg; Zn - 79,9 mg; B - 74,2 mg; Cu - 20,0 mg e Mo - 0,15 mg. As quantidades de nutrientes exportadas através da colheita, por toneladas de frutos, obedeceu a seguinte ordem: K - 2120 g; N - 1770 g; Ca - 350 g; P - 200 g; S - 200 g; Mg - 180 g; Fe - 3364 mg; Mn - 1847 mg; Zn - 1385 mg; B - 989 mg; Cu - 330 mg e Mo - 8 mg.

2.2. ADUBAÇÃO DA CULTURA

Apesar do mamoeiro ser cultivado pelo homem desde muitos anos atrás, somente nas últimas duas décadas é que alguns pesquisadores desenvolveram trabalhos relativos à adubação dessa cultura.

No Brasil, CARVALHO *et alii* (1963) estudou o efeito de três doses de N (0 - 50 e 100 kg/ha), P (0 - 82,5 e 165 kg/ha) e K (0 - 75,0 e 150,0 kg/ha) sobre o desenvolvimento do mamoeiro 'IAC-16 MA', hermafrodito, cultivado em solo arenito Bauru. Verificaram que na época do florescimento, não

havia diferenças significativas entre os tratamentos, no que diz respeito à altura das plantas e diâmetro do caule a 30 cm do solo. A adubação fosfatada foi a única que apresentou resposta quando foram aplicados 82,5 kg por hectare, tendo proporcionado um aumento de produção de cerca de 21%, em relação do tratamento sem fósforo.

Trabalhando com duas doses de N (0 a 30 kg/ha), P (0 e 45 kg/ha) e K(0 e 40 kg/ha), CARVALHO *et alii* (1964) constataram na época de florescimento, que a adubação potássica quando associada a nitrogenada, retarda o desenvolvimento do mamoeiro.

CARVALHO *et alii* (1966) estudando o efeito de torta de mamona (3 l/planta) e esterco de curral (5 l/planta) em mamoeiro cultivado em solo arenito Bauru, verificaram aos seis meses após o plantio que a torta apresentou efeito significativo sobre a altura da planta e diâmetro do caule a 25 cm do solo. O esterco de curral e a interação esterco mais torta, não foram significativos no crescimento da planta.

Utilizando-se de quatro doses de nitrogênio (105, 210, 315 e 420 ppm) na forma de salitre potássico (KNO_3), KOCHER & VILLALOBOS (1966), estudaram os efeitos sobre os constituintes nitrogenados dos tecidos foliares de *Carica candamarcensis* Hook, cultivado em casa de vegetação. Os autores verificaram que para determinação do N - total, o pecíolo apresenta o melhor material, porém, o limbo é o melhor material quando se quer constatar o estado nutricional da planta através do N - nítrico. A concentração de N - total no pecíolo variou de 0,89% para a dosagem de 105 ppm de solução nutritiva até 1,73% na dosagem de 420 ppm. A concentração de N - total no limbo foliar foi em média três vezes maior que a do

pecíolo.

Através de estudo sobre a influência da fertilização nitrogenada no desenvolvimento vegetativo do mamoeiro *Carica candamarcensis* Hook, GODOY *et alii* (1968) afirmam que podem ser consideradas como padrões as seguintes concentrações de nitrogênio total nos pecíolos: deficientes - concentração menor que 1,4%; baixo - concentração entre 1,4 e 1,7%; ótima - concentração entre 1,7 e 2,0%; alta - concentração entre 2,0 e 4,0% e em excesso - concentração maior que 4,0%.

MUNHOZ *et alii* (1968) trabalhando com a espécie *Carica candamarsensis* Hook, em condições controlada, verificaram que a faixa de concentração de fósforo que proporcionou maior desenvolvimento vegetativo, foi a de 1,10% a 1,12% em pecíolos de número 5 a 8 a partir do ápice.

De acordo com AWADA & LONG (1969), o melhor órgão para ser utilizado na diagnose foliar é o pecíolo de folha recentemente madura, quando se trabalha com *Carica papaya* L. 'Solo'. A concentração de fósforo neste órgão é de 0,25 %, quando se pretende a máxima produção. Em outro trabalho com a mesma espécie, AWADA (1979), verificou que o maior crescimento vegetativo foi com 0,41% de fósforo no pecíolo.

Segundo Awada & Ikeda, citado por CUNHA (1979), as concentrações de macronutrientes nas folhas de mamoeiro variam em função da quantidade de água aplicada às plantas nas irrigações. Nas plantas mais irrigadas, a concentração de potássio e fósforo foi significativamente superior. Para o nitrogênio a concentração aumentou significativamente no limbo foliar e diminuiu no pecíolo.

GODOY *et alii* (1969) trabalhando com mamoeiro *Carica candamarcensis* Hook, verificaram que a concentração de

nitrogênio no pecíolo apresenta mudanças estacionais durante o ano independentemente da idade das plantas, sexo e níveis de fertilizantes, embora as concentrações se elevassem com o aumento das dosagens do fertilizante nitrogenado. As menores concentrações foram encontradas no período de maior desenvolvimento vegetativo (verão) e as maiores durante o inverno. As melhores correlações entre as dosagens de fertilizantes aplicadas e as respectivas concentrações de nitrogênio nos pecíolos, foram obtidas no período de maior desenvolvimento da planta. Desta forma, de acordo com os autores, a melhor época para a retirada de amostras para fins de diagnose é o verão.

AWADA (1969) em estudo realizado no Hawaii com mamoeiro *Carica papaya* L. 'Solo' submetido a seis doses crescentes de nitrogênio, comparou a produção das plantas com a concentração de nitrogênio no pecíolo e no limbo de folhas em três idades diferentes (recentemente madura, madura e velha) e em diversas épocas do ano. Através da correlação entre produção e N - total constatou-se que pecíolos recentemente maduros eram bons tecidos para avaliar concentração de nitrogênio; e, visando a produção máxima, o autor estabeleceu a concentração de 1,25% como o nível crítico de nitrogênio.

Correlacionando ainda níveis de nutrientes com produção de frutos e concentração de nitrogênio em pecíolos de folhas recentemente maduras de plantas de mamoeiro (*Carica papaya* L.) 'Solo', AWADA & LONG (1971a) verificaram que a produção máxima correspondeu a uma concentração de 1,45% de nitrogênio nos pecíolos.

AWADA & LONG (1971b) trabalhando com doses crescentes de potássio (0, 155 e 388 kg/ha) em mamoeiro da espécie *Carica papaya* L. 'Solo', cultivado em solos vulcânicos, determinaram que a concentração crítica de potássio em pecíolo



los recém maduros foi de 3,61%. O maior número de frutos colhidos por planta foi com a dose intermediária, o qual diferiu dos demais. As aplicações de potássio aumentou o peso do fruto, bem como a porcentagem de sólidos solúveis.

GONZALES *et alii* (1972) estudando o equilíbrio nutricional do mamoeiro (*Carica candamarcensis* Hook) verificaram que a concentração de nitrogênio e de fósforo nas folhas sofrem alterações estacionais, além de variar com a idade da planta. As maiores concentrações de nitrogênio, tanto no limbo foliar como no pecíolo, são encontradas nas folhas mais velhas. No limbo foliar as maiores concentrações de nitrogênio foram observadas no verão e as menores no inverno. No pecíolo, os teores mais altos de nitrogênio foram encontrados em fevereiro e setembro e os mais baixos em maio e junho. Os valores extremos de nitrogênio foram de 3,1 a 5,4% no limbo foliar e de 1,0 a 3,1% no pecíolo. Os valores extremos de fósforo foram de 0,27 a 0,64% no limbo foliar e de 0,14 a 0,54% no pecíolo. Os valores extremos de potássio variaram de 2,0 a 4,9% no limbo foliar e de 3,2 a 7,2% no pecíolo. Ainda em trabalho realizado no Chile, GONZALES *et alii* (1975), verificaram que as concentrações de potássio em plantas dioicas, isto é, femininas, foram sempre maiores do que em plantas monoclinas. Nos dois trabalhos citados, os autores constataram que a concentração de potássio aumenta com a idade da planta, isto é, de ano para ano.

A concentração de nitrogênio em folhas (limbo + pecíolo) de mamoeiro (*Carica papaya* L.), influenciada pela elevação das dosagens de fertilizantes nitrogenados, foram estudadas por GHOSH & SEN (1975). Os autores observaram que as folhas das plantas masculinas apresentam maior porcentagem de

nitrogênio em relação às das femininas, sendo as concentrações médias encontradas de 3,68% a 3,71%, respectivamente.

AWADA *et alii* (1975) trabalhando no Hawaii, com 3 níveis de fósforo (0 - 672 - 1344 kg/ha) e 3 níveis de calcário (0 - 5,0 - 11,2 ton/ha), verificaram que apenas a presença de fósforo e durante o estágio vegetativo é que houve aumento significativo na taxa de crescimento, medida pelo diâmetro do tronco. A maior produção de frutos foi obtida com o nível intermediário de fósforo, porém, não diferiu estatisticamente dos demais níveis.

Trabalhando com o mamoeiro 'Solo', AWADA (1976) submeteu as plantas a 4 doses de adubação fosfatada (0 - 108 - 224 - 560 - 1121 kg/ha), e, verificou que a presença de P proporcionou taxa de crescimento sempre maior do que a ausência. A taxa de crescimento medida pelo diâmetro do tronco aumentou progressivamente até o início do florescimento, nos 3 níveis mais altos, diminuindo no início da frutificação. A taxa de crescimento medida pela altura da planta diminuiu progressivamente da fase vegetativa até o início da frutificação em todos os níveis de fósforo.

AWADA (1977a) trabalhando com doses crescentes de potássio em mamoeiro 'Solo' verificou que a concentração média de potássio que correspondeu à produção máxima foi de 3,78% e a concentração que correspondeu a 95% da produção máxima foi de 2,78%. No mesmo trabalho, o autor constatou sintomas de deficiência de potássio, quando a concentração do mesmo nas folhas era inferior a 1,4%.

AWADA (1977b) estudando no Hawaii o efeito de doses de N (171 - 686 e 1390 kg/ha), P (41 - 185 e 723 kg/ha) e K (399 e 1160 kg/ha) sobre o desenvolvimento do



mamoeiro 'Solo', verificou que o N na dose média proporcionou maior taxa de crescimento (diâmetro do caule) que N na dose baixa, durante a fase vegetativa. Após o florescimento a situação tornou-se o inverso. O N na dose alta apresentou sempre taxa de crescimento menor que o N na dose média. Quanto maior a dose de P, maior a taxa de crescimento, durante o período de florescimento. O aumento na dose de K proporcionou maior taxa de crescimento durante o período de colheita de frutos.

PUROHIT (1977), constatou em mamoeiro cultivado na Índia, um decrescimento do diâmetro do caule e altura da planta à medida que se aumentou a dose de nitrogênio.

Trabalhando com mamoeiro 'Solo', cultivado em soluções nutritivas e em casa de vegetação, CIBES & GAZTAMBIDE (1978) verificaram que os tratamentos menos N, menos K e menos P reduziram o peso seco das raízes em relação ao tratamento completo em 98,05; 68,24 e 59,05%, respectivamente. A classificação do efeito adverso, pela omissão de cada elemento mineral no crescimento das raízes expressa em ordem decrescente foi a seguinte: $N > K > P > B > Mn > Ca > Mg > S > \text{completo}$. As concentrações de N, P e K nas folhas das plantas do tratamento completo foram 2,25%, 0,82% e 1,58%, respectivamente. As concentrações de N, P e K nas folhas dos tratamentos onde o elemento não foi adicionado foram 1,96%, 0,14% e 0,40%, respectivamente.

AWADA & LONG (1978) trabalhando com mamoeiro 'Solo', no Hawaii, verificaram que a fertilização nitrogenada aumentou o número de frutos por planta, o mesmo ocorrendo com a fertilização potássica.

CUNHA (1979) estudando a marcha de absorção de nu



trientes em condições de campo em mamoeiro, no município de Botucatu, verificou que o desenvolvimento do caule medido através do diâmetro, é inicialmente rápido tendendo diminuir com a idade da planta, e não é facilmente afetado por condições climáticas desfavoráveis. Entretanto, o comprimento do caule é afetado pelas condições climáticas, chegando a sua quase paralização. O teor médio de nitrogênio nas folhas aumentou com a idade da planta, passando de 3,25% aos 120 dias para 4,23% aos 360 dias. O teor médio de fósforo nas folhas não diferiu com o aumento na idade da planta, e manteve-se próxima a 0,30%. O teor médio de potássio nas folhas variou entre 2,28% e 3,23%. Os níveis encontrados em folhas sadias e desnutridas foram: N - 4,24% e 3,61%; P - 0,52% e 0,14% e K - 3,81% e 1,36%.

LUNA & CALDAS (1984) desenvolveram trabalho utilizando 3 doses de N (0 - 200 - 400 kg/ha), P (0 - 80 - 160 kg/ha) e K (0 - 60 - 120 kg/ha) em cultura de mamoeiro 'Solo', cultivado no município de Conceição de Almeida (BA). Verificaram respostas significativas e positivas para nitrogênio e fósforo, com relação ao diâmetro do caule, altura da planta, produção e peso médio do fruto, não ocorrendo o mesmo para potássio. A maior produção foi conseguida com a utilização de 120 g/planta de potássio. Não houve influência dos nutrientes estudados sobre o teor de sólidos solúveis.



QUADRO 1. Resultados das análises químicas da camada arável (0-20cm) do solo da área experimental.

Características Químicas	Resultados	Interpretação
pH em água	4.1	Fortemente ácido
Carbono	1.0	Médio
p (mg/ml TFSA)	4.0	Baixo
N (mg/100ml TFSA)	0.34	Médio
Al ³⁺ (e mg/100ml TFSA)	0.4	Tolerável
Ca (mg/100ml TFSA)	2.7	Baixo

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCAL DE EXECUÇÃO

O experimento foi instalado e conduzido na Fazenda de Ensino e Pesquisa, da Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", localizada no município de Selvíria, MS, no encontro aproximado das coordenadas geográficas 20°24' de Latitude Sul e 51°19' de Longitude Oeste de Greenwich, com altitude em torno de 335 metros.

Segundo a classificação de Köppen, o clima de região é do tipo Aw, apresentando uma temperatura média anual de 23,7°C e uma precipitação total anual de 1300mm.

O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Escuro, textura argilosa, e a vegetação natural era cerrado (DEMATTE, 1980). Os resultados da análise química da camada arável (0-20cm) do solo, feita de acordo com métodos descritos por RAIJ & ZULLO (1970) encontram-se no Quadro 1.

QUADRO 1. Resultados das análises químicas da camada arável (0-20cm) do solo da área experimental.

Características Químicas	Resultados	Interpretação ¹
pH em água	4,1	Fortemente ácido
Carbono	1,0	Médio
p(mg/ml TFSA)	4,0	Baixo
K ⁺ (e.mg/100ml TFSA)	0,34	Médio
Al ⁺ (e.mg/100ml TFSA)	0,4	Tolerável
Ca ⁺⁺ Mg ⁺ (e.mg/100ml TFSA)	2,7	Baixo

(¹) Interpretação segundo RAIJ (1975).

3.2. FORMAÇÃO DAS MUDAS

3.2.1. OBTENÇÃO DAS SEMENTES

As sementes foram retiradas de mamoeiros (*Carica papaya* L) 'Solo', de frutos provenientes de plantas hermafroditas, sadias e produtivas, cuja polinização não foi controlada. Tais sementes foram cedidas pelo Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus de Jaboticabal.

3.2.2. SEMEADURA

A semeadura foi realizada no mês de maio de 1983, sendo as sementes semeadas diretamente em sacos plásticos perfurados, de 10x18cm. O substrato utilizado nos sacos plásticos foi constituído de três partes de terra de mata e uma de esterco de curral; além de 2,5 kg de Superfosfato Simples



e 0,5 kg de Cloreto de Potássio, por metro cúbico. O substrato mencionado foi previamente esterilizado com Brometo de Metila (150 cc/m^3 de substrato).

Foram semeadas 5 sementes em cada saco plástico, e, cerca de 15 dias após a emergência, realizou-se o desbaste, deixando por recipiente apenas uma muda, a mais vigorosa.

3.3. PLANTIO NO CAMPO

3.3.1. PREPARO DO SOLO E DAS COVAS

O preparo do solo da área experimental, constou de uma aração e duas gradagens. As linhas de plantio foram marcadas com sulcador de cana, na qual foram abertas com enxadão covas de 50cm de comprimento, por 40cm de largura e 50cm de profundidade. O espaçamento utilizado foi de 3,0m entre linhas por 2,0m entre plantas na linha.

Nas covas foram aplicados $1/3$ do adubo fosfatado nos tratamentos em que este aparece, bem como 50g de Calcário Dolomítico em todas as covas.

O preparo do solo e das covas foi realizado dois meses antes do plantio.

3.3.2. PLANTIO NO CAMPO

O plantio no campo foi realizado no mês de julho de 1983, estando as mudas com cerca de 20cm de altura. Em cada cova foram plantadas duas mudas. O florescimento ocorreu no mês de novembro de 1983, sendo então realizado desbaste, deixando uma planta por cova. No desbaste, foi dada preferência a plantas com flores hermafroditas.



3.4. IRRIGAÇÃO E COBERTURA MORTA

O experimento foi irrigado por gravidade e através de sulco. Para tanto, fez-se um sulco principal na entre linhas de plantas, o qual fornecia água a cada parcela através de um sulco secundário.

As irrigações foram realizadas semanalmente, quando necessária, sendo que a área experimental recebia por irrigação cerca de 69,0mm de água, calculado através da seguinte fórmula (BERNARDO, 1982):

$$L_m = \frac{q \times T}{a \times b} \times 3600 \quad (1)$$

onde:

L_m = mm de água por semana

q = vazão de água no início do sulco, em litros por segundo

T = tempo em horas para irrigar

a = comprimento do sulco em metros

b = espaçamento das plantas em metros

Com excessão do sulco principal, toda área do experimento recebeu cobertura morta (palha de arroz).

3.5. TRATOS CULTURAIS

Os tratos culturais dados à cultura, foram os comumente adotados no Estado de São Paulo, destacando-se o controle de ácaros e antracnose.

3.6. DELINEAMENTO ESTATÍSTICO E TRATAMENTOS

Foi utilizado um esquema fatorial 3^3 , em blocos



ao acaso, com 3 repetições e com 3 plantas por parcela.

As doses de adubos utilizados foram: Nitrogênio - 0, 115,5 e 231 kg por hectare; Fósforo - 0, 148,5 e 297 kg por hectare e Potássio - 0, 115,5 e 231 kg por hectare.

Os adubos utilizados foram Sulfato de Amônio, Superfosfato Simples e Cloreto de Potássio, sendo os mesmos aplicados e incorporados ao solo, obedecendo os seguintes parcelamentos e épocas de aplicações.

Nitrogênio: 1/3 - 30 dias após o plantio

1/3 - 180 dias após o plantio (início do florescimento)

1/3 - 270 dias após o plantio

Fósforo : 1/3 - na cova

1/3 - 180 dias após o plantio (início do florescimento)

1/3 - 270 dias após o plantio

Potássio : 1/2 - 180 dias após o plantio (início do florescimento)

1/2 - 270 dias após o plantio

3.7. PARÂMETROS UTILIZADOS NA AVALIAÇÃO

3.7.1. TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO

Foram utilizados duas medições, uma após o plantio e outra aos 12 meses. Foram medidos os diâmetros do caule a 10cm do solo, bem como a altura da planta, que era dada como a distância entre o solo e a inserção da última folha no caule.

As taxas de crescimento em função do diâmetro do



caule e da altura da planta foram calculadas através da fórmula proposta por BRIGGS *et alii* (1920).

$$T.C.R. = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{T_2 - T_1} \quad (2)$$

onde:

T.C.R. = taxa de crescimento relativo cm/cm.dia

P_2 = altura da planta ou diâmetro do caule (cm),
no tempo 2.

P_1 = altura da planta ou diâmetro do caule (cm),
no tempo 1

$T_2 - T_1 = 365$ dias

3.7.2. PRODUÇÃO

Os frutos foram colhidos após a cor da casca passar de verde escuro para verde claro, às vezes apresentam manchas ou listas amareladas. A colheita foi feita semanalmente, sendo colhido apenas os frutos com as características acima descritas. A colheita teve início em abril de 1984 e terminou em março de 1985. Cada parcela do experimento foi colhida separadamente, achando-se posteriormente o número e peso médio de frutos produzidos por planta, bem como a produção em kg por área (rendimento), nos diversos tratamentos.

3.7.2.1. FUNÇÃO DE PRODUÇÃO

A produção de uma cultura depende de diversos fatores variáveis. Pode-se expressar a produção através de uma função, denominada função de produção (BOX, 1954):

$$Y = f(x_1, x_2/x_j, \dots, x_n) \quad (3)$$



onde:

Y = produção

x_1, x_2 = fatores variáveis

$x_j \dots x_n$ = fatores fixos

Estas funções de produção são relações empíricas, geralmente obtidas mediante uma análise de regressão entre uma variável dependente e uma ou várias variáveis independentes, segundo determinado modelo que pretende representar um sistema de produção.

3.7.2.2. SUPERFÍCIE DE RESPOSTA

Estudou-se o rendimento de mamão (Y), como uma função de dois fatores: nitrogênio (N) e fósforo (P), ou seja:

$$Y = f(N, P) \quad (4)$$

A relação representada pela equação (4) é denominada função ou superfície de resposta. Sua representação polinomial, é a que segue (BOX, 1954):

$$\hat{Y} = \hat{b}_0 + \hat{b}_1N + \hat{b}_2P + \hat{b}_3N^2 + \hat{b}_4P^2 + \hat{b}_5N.P, \quad (5)$$

onde:

$\hat{Y}$ = rendimento estimado

b = parâmetros da equação

N = dose de nitrogênio

P = dose de fósforo

3.7.2.3. CURVAS DE ISOPRODUTO

As curvas de isoproduto representam a superfície de resposta projetada num gráfico de duas dimensões (BOX,

1954). Para a obtenção das curvas de isoproduto utilizou-se a representação polinomial da função de superfície. Atribuiu-se valor ao rendimento, bem como a uma das variáveis. Desta forma, e por meio de um programa de computador interativo, obtiveram-se os valores da outra variável. Assim, obtiveram-se as isoquantas, que são curvas no espaço dos insumos mostrando todas as possíveis combinações de N e P, fisicamente capazes de produzir um dado nível de rendimento.

3.7.2.4. REGIÃO DE PRODUÇÃO RACIONAL

Nas curvas de isoproduto, de acordo com a lei dos retornos decrescentes, tem-se estágios de produção que são racionais e irracionais.

As linhas que delimitam a região de produção racional são chamadas de isóclinas. As isoclinas são obtidas pela união dos pontos de cada isoquanta, onde as inclinações das linhas tangentes são iguais a zero (Pontos de mesma Taxa Marginal de Substituição - TMS).

A taxa marginal de substituição mede a redução em um insumo por unidade de acréscimo no outro, de modo a manter a produção num nível constante.

Em estudos econômicos interessa limitar, em cada isoquanta, o segmento entre duas isoclinas em que a TMS é decrescente. Ultrapassada essas isoclinas, a declividade da isoquanta é positiva, isto é, quantidades crescentes de ambos os fatores são empregados mantendo-se o rendimento no mesmo nível.

As equações das isóclinas representativas das linhas de fronteiras são obtidas fazendo-se as TMS de P por N e de N por P iguais a zero.

Tem-se por definição que:

$$\text{TMS}_{P/N} = - \frac{dP}{dN} \quad \text{e} \quad \text{TMS}_{N/P} = - \frac{dN}{dP}$$

As taxas marginais de substituição de P por N, ou de N por P, podem ser obtidas pela derivada de primeira ordem da função de produção (equação 3).

Temos, deste modo:

$$\frac{dN}{dP} = - \frac{b_2 - 2b_4P + b_5N}{b_1 - 2b_3N + b_5P} = 0 \quad (6)$$

$$\frac{dP}{dN} = - \frac{b_1 - 2b_3N + b_5P}{b_2 - 2b_4P + b_5N} = 0 \quad (7)$$

Diante das condições dadas pelas equações 6 e 7, pela restrição dada pela função de produção (equação 5), obtem-se a região de produção racional.

3.7.2.5. COMBINAÇÃO DE CUSTO MÍNIMO PARA N E P

Conhecendo-se a região de produção racional, bem como a possibilidade de substituir fatores, sem alterar a quantidade de produto, tornar-se importante a determinação da combinação de N e P de custo mínimo.

É vantajoso substituir N por P sempre que a quantidade do fator acrescentado (P) vezes o seu preço (P_p) for menor do que a quantidade do recurso substituído (N) vezes o seu preço (P_n), isto é $|P_n \cdot dN| > |P_p \cdot dP|$, ou $|dn/dP| > P_p/P_n$, ou ainda $-dN/dP > P_p/P_n$. Isto significa que, sempre que o valor absoluto da taxa marginal de substituição entre os fatores for maior que a relação inversa entre os respectivos preços, é vantajoso substituir N por P.

Dada a condição de custo mínimo (equação 8) e a

restrição imposta pela função de produção (equação 4), para cada valor de Y fixo, determinam-se os valores de N e P que representam a combinação de custo mínimo.

$$\frac{dN}{dP} = - \frac{b_2 - 2b_4 P + b_5 N}{b_1 - 2b_3 N + b_5 P} = - \frac{P_p}{P_n} \quad (8)$$

3.7.2.6. COMBINAÇÕES DOS FATORES N E P QUE CONDUZEM A RENDIMENTO MÁXIMO

Para obtenção deste aspecto da análise econômica, foram fixados os custos dos fatores variáveis em dado nível e determinaram-se as quantidades de N e P que levariam ao máximo rendimento, ou seja, que atenderiam ao objeto de maximizar $Y = f(N, P)$, sujeito à restrição $N \cdot P_n + P \cdot P_p = C$

Assim tem-se:

$$\begin{cases} N \cdot P_n + P \cdot P_p = C \\ \frac{dN}{dP} = - \frac{P_n}{P_p} = - \frac{b_2 - 2b_4 P + b_5 N}{b_1 - 2b_3 N + b_5 P} \end{cases} \quad (9)$$

3.7.2.7. MÁXIMA RECEITA LÍQUIDA A SER OBTIDA COM O EMPREGO DE N E P

Neste caso não se dispões de limitações quanto ao capital disponível para a compra de N e P . O objetivo foi de maximizar a receita líquida, sujeita a restrição dada pela função de produção $Y = f(N, P)$.

A receita líquida foi definida pela função:

$$L(N, P) = P_y \cdot \hat{Y} - (P_n \cdot N + P_p \cdot P + C) \quad (10)$$

onde:

P_y = preço do produto na fazenda

$\hat{Y}$ = estimativa da produção dada pela equação (5)



P_n = preço da dose unitária de nitrogênio

P_p = preço da dose unitária de fósforo

N = dose de nitrogênio aplicada

P = dose de fósforo aplicada

C = despesas fixas

Uma condição necessária para que se tenha um máximo da função $L(N, P)$ é que $dL = 0$ e $d^2 L < 0$. Consequentemente, tem-se:

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial N} = \frac{P_n}{P_y} \quad (11)$$

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial P} = \frac{P_p}{P_y} \quad (12)$$

em que, P_n/P_y e P_p/P_y representam relações entre o preço de custo do nitrogênio e o preço de venda do produto e entre o preço de custo do fósforo e o preço de venda do produto, respectivamente.

Obtem-se, pois:

$$\begin{cases} 2\hat{b}_2 P + b_5 N = \frac{P_p}{P_y} - b_2 \\ 2\hat{b}_1 N + b_5 P = \frac{P_n}{P_y} - b_1 \end{cases} \quad (13)$$

3.7.3. QUALIDADE DOS FRUTOS

As análises qualitativas dos frutos foram realizadas no mês de junho de 1984, utilizando-se 5 frutos maduros, de cada parcela, nos diversos tratamentos.

3.7.3.1. TAMANHO DOS FRUTOS

Nos frutos colhidos em cada parcela, nos diver



Os tratamentos, foram realizadas medições de comprimento e diâmetro, como forma de se verificar o tamanho dos frutos produzidos. Essas medições foram feitas em todos os frutos produzidos no experimento.

3.7.3.2. ESPESSURA DA POLPA

Os frutos foram cortados ao meio, da base para o ápice, e, com auxílio de um paquímetro mediu-se a espessura da polpa na região mediana do fruto. A espessura média da polpa dos frutos de cada parcela consistiu na média obtida dos 5 frutos.

3.7.3.3. ACIDEZ

A polpa dos frutos foi colocada no expremedor de batatas, onde foi extraído o suco do mamão. Para a determinação da acidez usou-se o método descrito por MENDES (1936).

3.7.3.4. SÓLIDOS SOLÚVEIS

A porcentagem de sólidos solúveis do suco foi obtida através de leitura realizada em refratômetro.

3.7.4. AVALIAÇÃO DO SISTEMA RADICULAR

Para avaliação do sistema radicular, foi utilizado o método descrito por FORD (1952), com pequenas modificações descritas a seguir:

a) O diâmetro do cilindro de terra retirado, foi reduzido de 15,4cm para 10cm, o que melhorou a rapidez do serviço.

b) As perfurações foram fixadas a uma determinada distância



cia do tronco.

No trabalho, utilizou-se um trado com secções de cano para aumento do cabo, rapidamente ajustáveis. Foram feitas duas perfurações em cada lado oposto do tronco, na direção da linha de plantas. Portanto, foram feitas quatro perfurações em cada planta, sendo utilizado apenas uma planta de cada parcela. As perfurações situavam-se simetricamente a 25 e 75cm do tronco, conforme consta no Apêndice (Figura 1).

As perfurações foram aprofundadas até se constatar a inexistência de raízes em dois segmentos consecutivos de 30 cm.

As amostras (terra e raízes) de cada perfuração, foram lavadas em água corrente e sobre peneira com 1,5mm de diâmetro da malha. Em seguida, realizou-se a separação das raízes de mamoeiro de outros restos vegetais, bem como de tritos de solo. Considerou-se como raízes de grande atividade, aquelas cujo diâmetro era igual ou menor que 1,5mm.

Feita a escolha, as raízes foram colocadas em sacos de papel etiquetados. Em seguida, foram colocadas em estufa à temperatura de 70 - 80°C até peso constante, sendo as pesagens efetuadas em balança elétrica, com aproximação de 0,1 miligramas.

Apesar de terem sido feitas duas séries de perfurações para cada planta, utilizou-se com representativo da amostra, a média dos pesos das raízes de locais simétricos em relação ao tronco.

3.7.4.1. ESTIMATIVA DO PESO TOTAL DA MATÉRIA SECA DAS RAÍZES, POR PLANTA

O volume de terra explorado pelo sistema radicular de cada planta foi considerado praticamente igual ao ci



lindro cuja base tem como diâmetro o espaçamento das plantas, e cuja altura iguala-se à média das profundidades máximas, onde as raízes foram encontradas nas diferentes perfurações localizadas nas diversas distâncias do tronco. Dividindo-se esse cilindro em duas partes, a primeira inclui a região central do cilindro e é limitada por um círculo de raio igual a 50cm. A segunda parte compreende a região que vai desse círculo a outro de raio igual a 100cm.

Conforme esquema no Apêndice (Figura 2), considera-se a média das raízes das perfurações a 25cm de tronco, como representativa da primeira região. A média das raízes das perfurações a 75cm do tronco, como representativas da segunda região.

O volume do cilindro das amostras em cada perfuração foi igual a:

$$V_c = \pi \cdot R^2 \cdot L \quad (14)$$

$$V_c = 3,1416 \times (5)^2 \cdot 60$$

$$V_c = 4.712,4 \text{ cm}^3$$

Os volumes dos cilindros das regiões 1 e 2 são

$$V_1 = \pi \cdot R^2 \cdot L = 3,1416 \times (50)^2 \times 60 = 471.240$$

$$V_2 = \pi \cdot R^2 \cdot L - V_1 = 3,1416 \times (100)^2 \times 60 - 471.240 = 1.413.720$$

Relacionamos os volumes de cada região com o volume da perfuração, para conhecer a proporção entre os mesmos.

Assim, encontramos as seguintes proporções:

$$V_1 = 100 \cdot V_c$$

$$V_2 = 300 \cdot V_c$$

Sendo V_1 e V_2 os volumes da primeira e segunda



regiões e Vc o volume da perfuração.

Para o cálculo do peso total da matéria seca das raízes por planta, aplicou-se a seguinte equação.

$$Pt = 100 \cdot P_1 + 300 \cdot P_2 \quad (15)$$

onde:

P_1 = peso da matéria seca das raízes na perfuração a 25cm do tronco.

P_2 = peso da matéria seca das raízes na perfuração a 75cm do tronco.

3.7.5. ANÁLISE FOLIAR

Foram coletadas limbos e pecíolos para se determinar os teores de nitrogênio, fósforo e potássio contidos nesses materiais. Para análise foram colhidas folhas com pecíolos e em cuja axila havia uma flor recentemente aberta, segundo as recomendações de MARTIN-PREVEL *et alii* (1976). A colheita das folhas foi realizada no mês de maio de 1984, 30 dias após a última adubação.

As análises químicas foram realizadas segundo métodos descritos por SARRUGE & HAAG (1974).



QUADRO 2. Efeito das doses de N, P e K sobre a Taxa de Crescimento Relativo (altura da planta) do mamoeiro, durante 12 meses após o plantio.

TRATAMENTOS	DOSES	TCR: altura planta
-------------	-------	--------------------

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO

No Quadro 2, encontram-se os resultados referentes ao efeito da aplicação de N, P e K, sobre a Taxa de Crescimento Relativo dada em função da altura do mamoeiro, durante 12 meses, após o plantio. Através do Teste F constatou-se que houve efeito estatístico significativo para nitrogênio e para a interação N x P x K. Verifica-se pelos dados, que a T.C.R. (altura planta) quando da aplicação de nitrogênio na dose N₁ (115,5 kg/ha) não diferiu estatisticamente da dose N₀ (sem aplicação de nitrogênio), mas apresentou maior valor que o da dose N₂ (231 kg/ha), confirmando os resultados encontrados por PUROHIT (1977), na Índia, que verificou um decréscimo da altura da planta à medida que se incrementa nitrogênio. Tais dados discordam, entretanto, daqueles obtidos por LUNA & CALDAS (1984), na Bahia, onde verificaram efeito linear, significativo e positivo do nitrogênio sobre a altura da planta.

Ainda pelo Quadro 2, verifica-se que não houve efeito estatístico significativo para fósforo e potássio. No entanto, LUNA & CALDAS (1984), verificaram efeito linear,



QUADRO 2. Efeito de doses de N, P e K sobre a Taxa de Crescimento Relativo (altura da planta) do mamoeiro, durante 12 meses após o plantio.

TRATAMENTOS	DOSES	TCR: altura planta
Nitrogênio	N ₀	7,80 ab
	N ₁	7,89 a
	N ₂	7,62 b
Teste F para N		3,6403*
Fósforo	P ₀	7,70 a
	P ₁	7,86 a
	P ₂	7,76 a
Teste F para P		1,3513 ^{ns}
Potássio	K ₀	7,77 a
	K ₁	7,81 a
	K ₂	7,34 a
Teste F para K		0,2506 ^{ns}
Teste F para N x P		1,0419 ^{ns}
Teste F para N x K		0,5021 ^{ns}
Teste F para P x K		1,2654 ^{ns}
Teste F para N x P x K		2,1835*

ns= não significativo

* = significativo ao nível de 5%

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

significativo e positivo do fósforo sobre a altura da planta, não ocorrendo o mesmo com o potássio.

No Quadro 3, encontram-se os valores do Teste F sobre os efeitos de N, P e K sobre a Taxa de Crescimento Relativo dada em função do diâmetro do caule do mamoeiro. Através dos resultados, verifica-se que não houve efeito estatístico significativo para N, P e K; contrariando os resultados encontrados por AWADA (1977), no Hawaii, onde houve efeito positivo de N, P e K sobre a T.C.R. (diâmetro do caule). Cabe salientar que as doses para cada elemento na pesquisa realizada por AWADA (1977), foram sensivelmente superiores ao do presente trabalho.

Das interações, apenas a P x K apresentou diferença estatística significativa com relação à T.C.R. (diâmetro do caule). Pela Figura 3, verifica-se que o aumento de fósforo na ausência de potássio implica em decréscimo na T.C.R. (diâmetro do caule), sendo o efeito segundo uma relação quadrática. Não houve efeito da aplicação de fósforo na presença de potássio na dose K₁ (115,5 kg/ha) e K₂ (231 kg/ha), sobre a T.C.R. (diâmetro do caule); porém, o aumento das doses de potássio propiciou uma menor Taxa de Crescimento, apesar dessa diferença não ter sido significativa.

Através da Figura 4, verifica-se que a aplicação de doses crescentes de potássio, na ausência da aplicação de fósforo, apresentou efeito linear e significativo, promovendo uma redução na T.C.R. (diâmetro do caule). Não houve efeito estatístico significativo da aplicação de doses crescentes de potássio, na presença de fósforo nas doses P₁ e P₂; porém, a maior dose de fósforo (P₂) propiciou uma menor T.C.R., apesar da diferença não ter sido estatisticamente sig



QUADRO 3. Valores do Teste F para a Taxa de Crescimento Relativo (diâmetro do caule) do mamoeiro, durante 12 meses após plantio.

Nutrientes e Interações	T.C.R. diâmetro do caule
N	0,3122 ^{ns}
P	0,5024 ^{ns}
K	0,2645 ^{ns}
N x P	0,5992 ^{ns}
N x K	0,2731 ^{ns}
P x K	3,2217*
N x P x K	0,6766 ^{ns}

ns = não significativo

* = significativo ao nível de 5%.

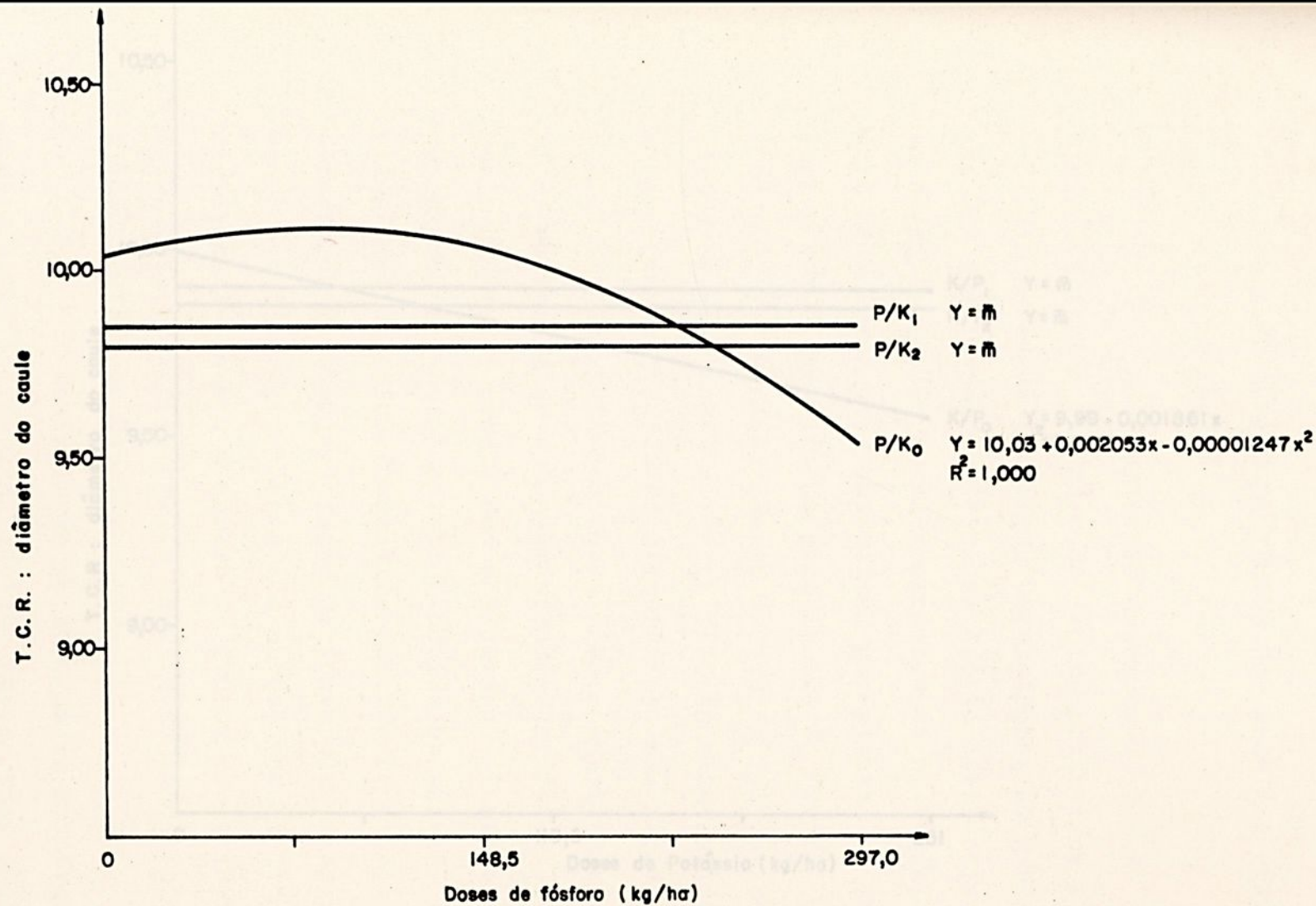


FIGURA 3. Taxa de Crescimento Relativo (diâmetro do caule) em função de doses de fósforo dentro de doses totais de potássio, durante 12 meses após o plantio.

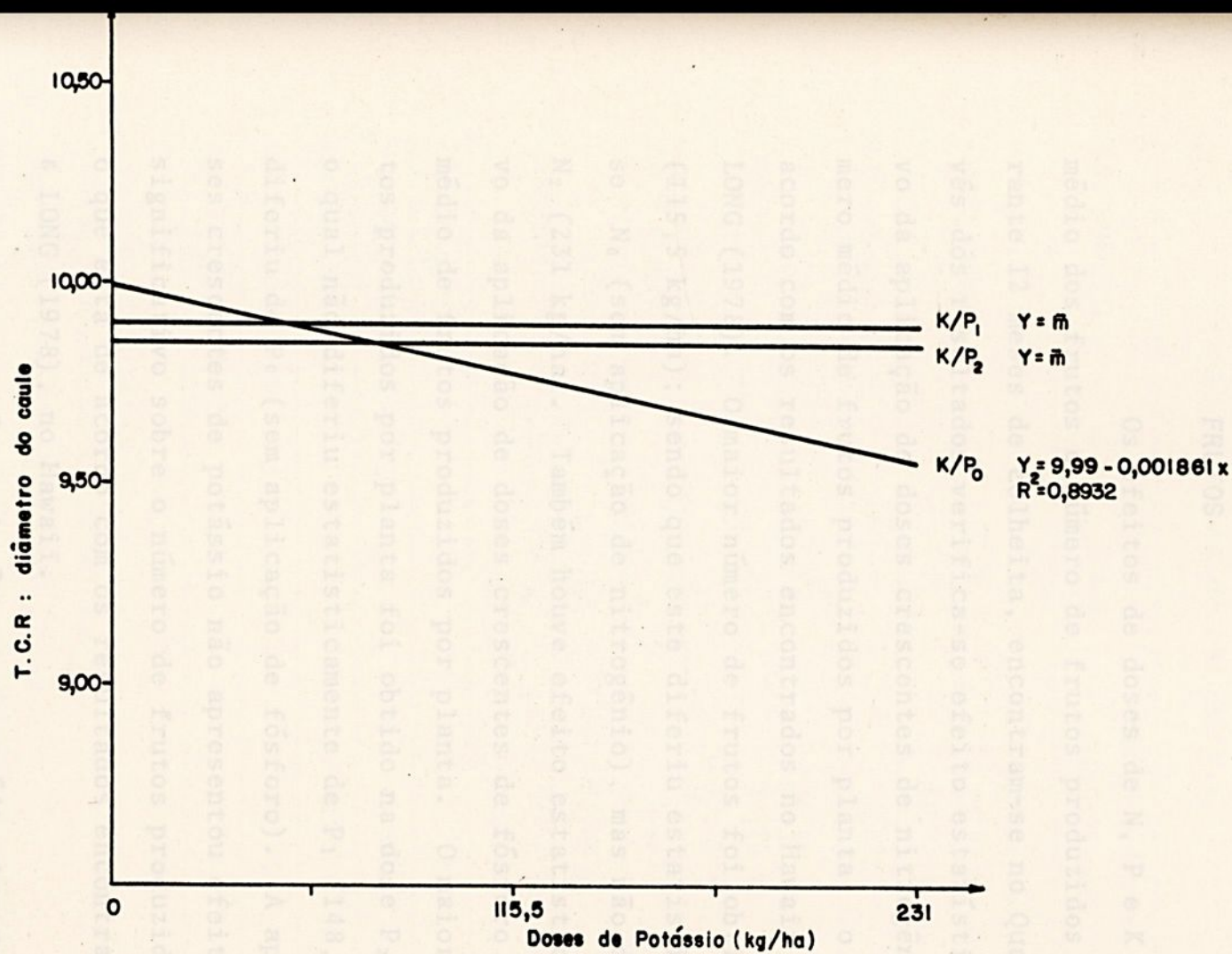


FIGURA 4. Taxa de Crescimento Relativo (diâmetro do caule) em função de doses de potássio dentro de doses totais de fósforo, durante 12 meses após o plantio.

nificativa.

4.2. PRODUÇÃO

4.2.1. NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA E PESO MÉDIO DOS FRUTOS

Os efeitos de doses de N, P e K sobre o peso médio dos frutos e número de frutos produzidos por planta, durante 12 meses de colheita, encontram-se no Quadro 4. Através dos resultados verifica-se efeito estatístico significativo da aplicação de doses crescentes de nitrogênio sobre o número médio de frutos produzidos por planta, o que está de acordo com os resultados encontrados no Hawaii por AWADA & LONG (1978). O maior número de frutos foi obtido da dose N_1 (115,5 kg/ha); sendo que este diferiu estatisticamente da dose N_0 (sem aplicação de nitrogênio), mas não diferiu da dose N_2 (231 kg/ha). Também houve efeito estatístico significativo da aplicação de doses crescentes de fósforo sobre o número médio de frutos produzidos por planta. O maior número de frutos produzidos por planta foi obtido na dose P_2 (297 kg/ha), o qual não diferiu estatisticamente de P_1 (148,5 kg/ha), mas diferiu de P_0 (sem aplicação de fósforo). A aplicação de doses crescentes de potássio não apresentou efeito estatístico significativo sobre o número de frutos produzidos por planta, o que está de acordo com os resultados encontrados por AWADA & LONG (1978), no Hawaii.

Com relação ao peso médio dos frutos, houve efeito estatístico significativo apenas para aplicações de doses crescentes de fósforo. A presença de fósforo propiciou aumento do peso médio dos frutos; porém, não houve diferença



QUADRO 4. Efeito de doses de N, P e K sobre o peso médio dos frutos e número médio de frutos produzidos por planta, durante 12 meses de colheita.

TRATAMENTOS	Doses	Número médio de frutos/planta	Peso Médio fruto (g)
Nitrogênio	N ₀	36,81 b	832,86 a
	N ₁	45,02 a	809,31 a
	N ₂	43,23 ab	819,31 a
Teste F para N		4,8051**	0,1695 ^{ns}
Fósforo	P ₀	36,53 b	753,16 b
	P ₁	43,20 ab	855,67 a
	P ₂	45,34 a	852,65 a
Teste F para P		5,4457**	4,125*
Potássio	K ₀	41,99 a	833,12 a
	K ₁	40,92 a	785,29 a
	K ₂	42,16 a	843,07 a
Teste F para K		0,1153 ^{ns}	1,1569 ^{ns}
Teste F para N x P		1,6580 ^{ns}	0,8147 ^{ns}
Teste F para N x K		0,8901 ^{ns}	0,4499 ^{ns}
Teste F para P x K		1,3278 ^{ns}	0,4414 ^{ns}
Teste F para N x P x K		1,2544 ^{ns}	1,6283 ^{ns}

ns= não significativo

* = significativo ao nível de 5%

**= significativo ao nível de 1%

Médias na vertical seguidas de mesma letra não diferem entre si.

estatística entre as doses P_1 (148,5 kg/ha) e P_2 (297 kg/ha). LUNA & CALDAS (1984) verificaram em mamoeiro cultivado na Bahia, efeito de N e P sobre o peso médio dos frutos. AWADA & LONG (1971b) verificaram que o potássio aumenta o peso do fruto.

4.2.2. RENDIMENTO DO MAMÃO

Através dos valores do Teste F (Quadro 5) para rendimento de mamão (kg/ha), verifica-se que houve efeito estatístico significativo para nitrogênio, fósforo, bem como para as interações nitrogênio X fósforo. Não houve efeito estatístico significativo para potássio provavelmente devido ao teor do mesmo no local do experimento ter sido médio. Os efeitos do nitrogênio e fósforo sobre o rendimento, estão de acordo com os encontrados por LUNA & CALDAS (1984).

Os valores médios do rendimento do mamão em função de doses de nitrogênio dentro de dose total de fósforo, são apresentados na Figura 5. Verifica-se que a aplicação de doses crescentes de nitrogênio, promoveu aumento do rendimento, segundo uma relação quadrática. As aplicações de doses crescentes de nitrogênio na ausência de aplicação de fósforo (dose P_0) não alterou o rendimento; porém na presença de fósforo nas doses P_1 e P_2 , o rendimento aumentou, segundo uma relação quadrática e linear, respectivamente. Esses resultados evidenciam a importância do fósforo para mamoeiros cultivados em solos pobres nesse elemento, como o do presente experimento. Pela interação N/ P_1 , constata-se que o rendimento médio estimado atingirá um máximo (70.538,39 kg/ha) com 126,49 kg de nitrogênio por hectare e 148,5 kg de fósforo por hectare.

QUADRO 5. Efeito de doses de N, P e K sobre o rendimento de mamão, durante 12 meses de colheita.

TRATAMENTOS	Doses	Rendimento (kg/ha)
Nitrogênio	N ₀	50.496,30 b
	N ₁	58.836,30 a
	N ₂	57.308,90 ab
Teste F para N		4,1481*
Fósforo	P ₀	44.126,67 b
	P ₁	59.518,15 a
	P ₂	62.966,67 a
Teste F para P		21,2160**
Potássio	K ₀	56.982,60 a
	K ₁	52.412,96 a
	K ₂	57.245,93 a
Teste F para K		1,5537 ^{ns}
Teste F para N x P		2,6164*
Teste F para N x K		2,4264 ^{ns}
Teste F para P x K		1,3066 ^{ns}
Teste F para N x P x K		0,9337 ^{ns}

ns= não significativo

* = significativo ao nível de 5%.

**= significativo ao nível de 1%.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

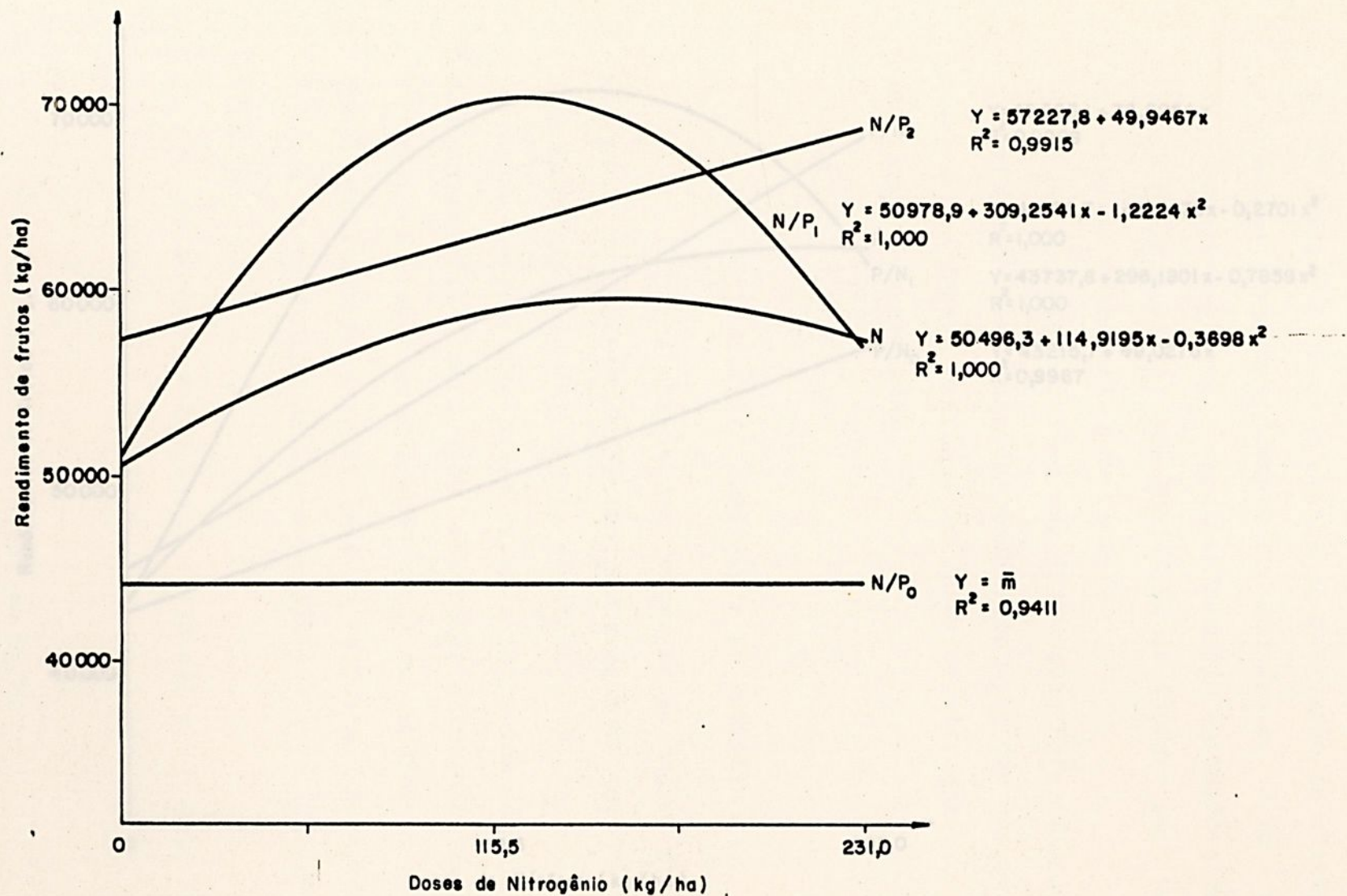


FIGURA 5. Rendimento de mamão em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de fósforo.

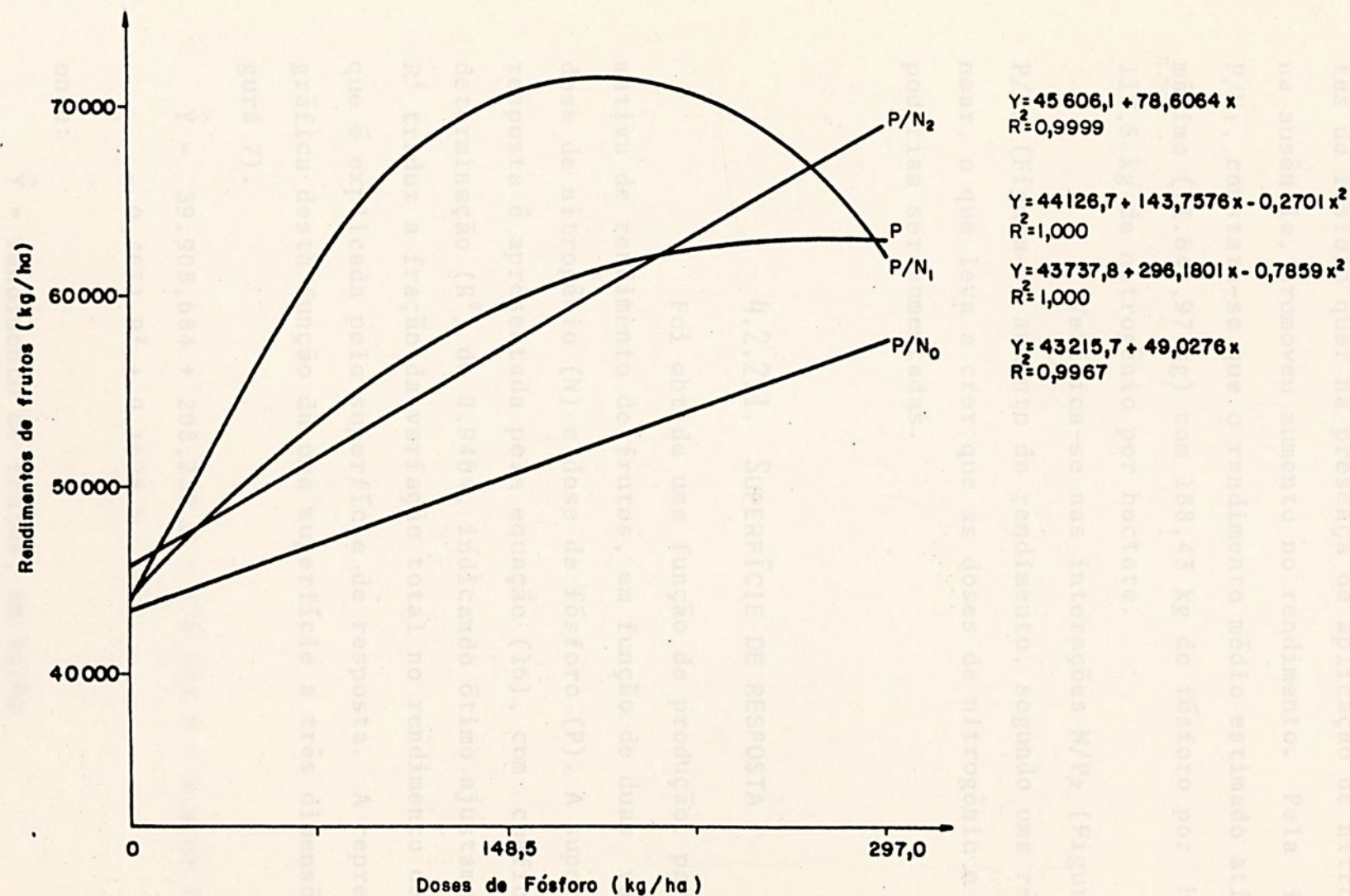


FIGURA 6. Rendimento de mamão em função de doses de fósforo dentro de doses totais de nitrogênio.

Pela Figura 6, verifica-se que a aplicação de doses crescentes de fósforo, promoveu aumento do rendimento, segundo uma relação quadrática. A aplicação de doses crescentes de fósforo quer na presença de aplicação de nitrogênio ou na ausência, promoveu aumento no rendimento. Pela interação P/N_1 , constata-se que o rendimento médio estimado atingirá um máximo (71.642,97 kg) com 188,43 kg de fósforo por hectare e 115,5 kg de nitrogênio por hectare.

Verifica-se nas interações N/P_2 (Figura 5) e P/N_2 (Figura 6) aumento do rendimento, segundo uma relação linear, o que leva a crer que as doses de nitrogênio e fósforo poderiam ser aumentadas.

4.2.2.1. SUPERFÍCIE DE RESPOSTA

Foi obtida uma função de produção, para a estimativa de rendimento de frutos, em função de duas variáveis: dose de nitrogênio (N) e dose de fósforo (P). A superfície de resposta é apresentada pela equação (16), com coeficiente de determinação (R^2) de 0,9464, indicando ótimo ajustamento. O R^2 traduz a fração da variação total no rendimento de frutos que é explicada pela superfície de resposta. A representação gráfica desta função dá uma superfície a três dimensões (Figura 7).

$$\begin{aligned} \hat{Y} = & 39.908,684 + 208,232 N + 170,683 P - 0,8104 N^2 \\ & - 0,4651 P^2 + 0,1628 N \cdot P \end{aligned} \quad (16)$$

onde:

$\hat{Y}$ = rendimento de frutos, em kg/ha

N = dose de nitrogênio, em kg/ha

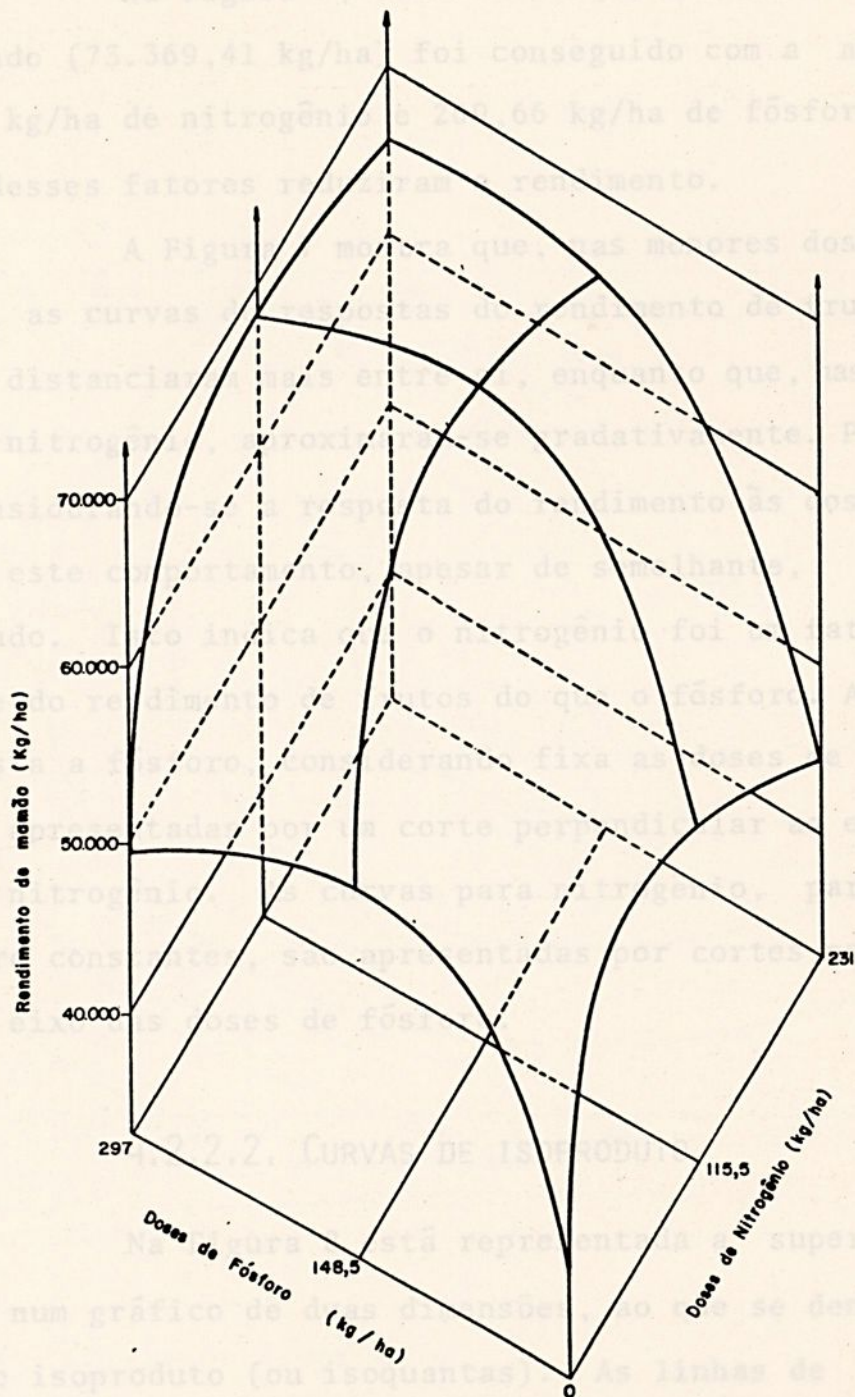


FIGURA 7. Rendimento de mamão em função de doses totais de nitrogênio e fósforo.

P = dose de fósforo, em kg/ha

Na Figura 7, observa-se que o máximo rendimento estimado (73.369,41 kg/ha) foi conseguido com a aplicação de 149,5 kg/ha de nitrogênio e 209,66 kg/ha de fósforo. Doses maiores desses fatores reduziram o rendimento.

A Figura 7 mostra que, nas menores doses de nitrogênio, as curvas de respostas do rendimento de frutos à nitrogênio distanciaram mais entre si, enquanto que, nas maiores doses de nitrogênio, aproximaram-se gradativamente. Por outro lado, considerando-se a resposta do rendimento às doses de fósforo, este comportamento, apesar de semelhante, foi mais pronunciado. Isto indica que o nitrogênio foi um fator menos limitante do rendimento de frutos do que o fósforo. As curvas de resposta a fósforo, considerando fixa as doses de nitrogênio, são apresentadas por um corte perpendicular ao eixo das doses de nitrogênio. As curvas para nitrogênio, para doses de fósforo constantes, são apresentadas por cortes perpendiculares ao eixo das doses de fósforo.

4.2.2.2. CURVAS DE ISOPRODUTO

Na Figura 8 está representada a superfície de resposta num gráfico de duas dimensões, ao que se denomina de curvas de isoproduto (ou isoquantas). As linhas de isoproduto mostram as diversas combinações de doses de nitrogênio e doses de fósforo que resultaram no mesmo rendimento. Por exemplo, a produção de frutos de 60.000 kg/ha pode ser obtida com 100 kg/ha de fósforo e 39 kg/ha de nitrogênio ou com 50 kg/ha de fósforo e 88 kg/ha de nitrogênio. Assim, cada linha de isoproduto representa as diferentes combinações de doses de nitrogênio e de fósforo necessárias para a produção fixada

num dado nível. Isto introduz, claramente, o conceito de substituição de fatores. Isto é, um fator pode ser substituído por outro na produção de determinado produto.

As isoquantas são convexas em relação à origem. Isto é, o acréscimo de doses iguais de fósforo substitui doses de nitrogênio cada vez menores. A variação na declividade das isoquantas sugere que a combinação econômica de dose de nitrogênio e dose de fósforo, para o rendimento de 70.000 kg/ha é diretamente aquela para um rendimento de 70.000 kg/ha.

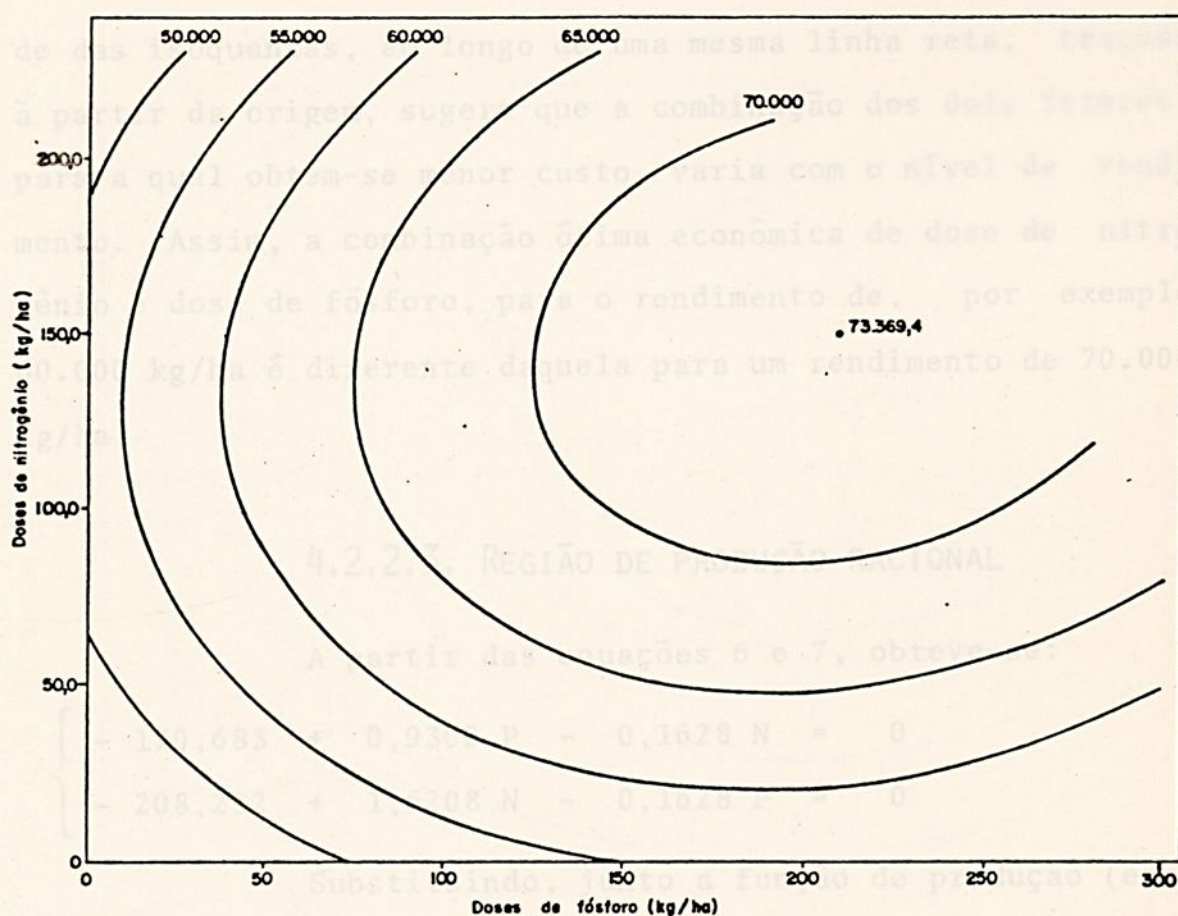


FIGURA 8. Curvas de isoproducto.

As duas isoclinas delimitam a região de produção racional; região onde N e P são substitutos.

O conhecimento da região de produção racional permite estudar dois aspectos: a) qual o emprego da combinação ótima de N e P; b) qual o nível de rendimento a ser atingido, ou qual a quantidade de N e P a ser usada, mantendo-se fixos os custos. O primeiro aspecto é um problema de substituição de recursos, representando a forma de combinar os fatos

num dado nível. Isto introduz, claramente, o conceito de substituição de fatores, isto é, um fator pode ser substituído por outro na produção de determinado produto.

As isoquantas são convexas em relação à origem isto é, o acréscimo de doses iguais de fósforo substituem doses de nitrogênio cada vez menores. A variação na declividade das isoquantas, ao longo de uma mesma linha reta, traçada à partir da origem, sugere que a combinação dos dois fatores, para a qual obtem-se menor custo, varia com o nível de rendimento. Assim, a combinação ótima econômica de dose de nitrogênio e dose de fósforo, para o rendimento de, por exemplo 60.000 kg/ha é diferente daquela para um rendimento de 70.000 kg/ha.

4.2.2.3. REGIÃO DE PRODUÇÃO RACIONAL

A partir das equações 6 e 7, obteve-se:

$$\begin{cases} - 170,683 + 0,9302 P - 0,1628 N = 0 \\ - 208,232 + 1,6208 N - 0,1628 P = 0 \end{cases}$$

Substituindo, junto a função de produção (equação 5), dentro de cada nível de produção, determinou-se a região de produção racional (Figura 9).

As duas isoclinas delimitam a região de produção racional; região onde N e P são substitutos.

O conhecimento da região de produção racional permite estudar dois aspectos: a) qual o emprego da combinação ótima de N e P; b) qual o nível de rendimento a ser atingido, ou qual a quantidade de N e P a ser usada, mantendo-se fixos os custos. O primeiro aspecto é um problema de substituição de recursos, representando a forma de combinar os fato

res de modo que se possa minimizar os custos para conseguir determinado rendimento. O segundo aspecto é um problema da dimensão fator-produto. Esta análise diz respeito ao volume da produção a ser obtida. A quantidade econômica de determinados recursos só pode alcançar seu ponto máximo se cada unidade de produto for obtida ao mínimo custo ou mínima despesa de recursos.

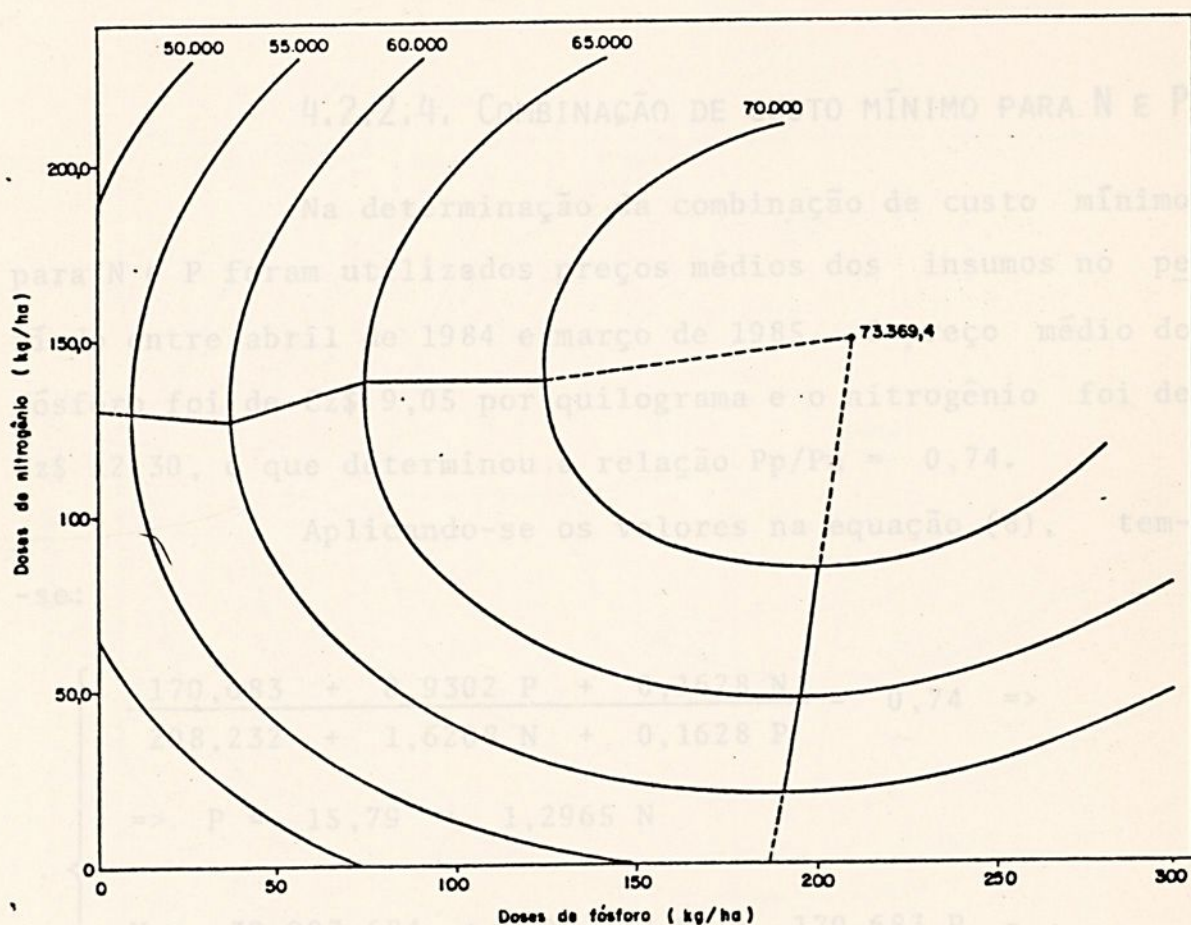


FIGURA 9. Região de produção racional.

Substituindo P na função de produção para o valor fixo de Y , chegou-se aos valores de N e P que representam a combinação de custo mínimo. Para outras relações de preços de N e P , obtém-se da mesma forma os valores de N e P que conduzem ao custo mínimo, dentro de cada nível de rendimento.

Na Figura 10 apresenta-se a combinação de N e

res de modo que se possa minimizar os custos para conseguir determinado rendimento. O segundo aspecto é um problema da dimensão fator-produto. Esta análise diz respeito ao volume da produção a ser obtida. A quantidade econômica de determinados recursos só pode alcançar seu ponto máximo se cada unidade de produto for obtida ao mínimo custo ou mínima despesa de recursos.

4.2.2.4. COMBINAÇÃO DE CUSTO MÍNIMO PARA N E P

Na determinação da combinação de custo mínimo para N e P foram utilizados preços médios dos insumos no período entre abril de 1984 e março de 1985. O preço médio do fósforo foi de Cz\$ 9,05 por quilograma e o nitrogênio foi de Cz\$ 12,30, o que determinou a relação $Pp/Pn = 0,74$.

Aplicando-se os valores na equação (8), tem-se:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{170,683 + 0,9302 P + 0,1628 N}{208,232 + 1,6208 N + 0,1628 P} = 0,74 \Rightarrow \\ \Rightarrow P = 15,79 + 1,2965 N \\ Y = 39.907,684 + 208,232 N + 170,683 P - \\ - 0,8104 N^2 - 0,4651 P^2 + 0,1628 NP \end{array} \right.$$

Substituindo P, na função de produção para cada valor fixo de Y, chegou-se aos valores de N e P que representam a combinação de custo mínimo. Para outras relações de preços de N e P, obtem-se da mesma forma, os valores de N e P que conduzem ao custo mínimo, dentro de cada nível de rendimento.

Na Figura 10 apresenta-se a combinação de N e

P de custo mínimo para $P_n/P_p = 0,74$ e, para os diversos níveis de rendimento. Assim, por exemplo, para $Y = 65.000$ kg/ha, a combinação de fatores (N e P) de custo mínimo é $N = 71$ kg/ha e $P = 108$ kg/ha.

4.2.2.5. COMBINAÇÃO DOS FATORES N E P QUE CONDUZEM AO RENDIMENTO MÁXIMO ECONÔMICO

Para chegar ao rendimento máximo econômico, re-

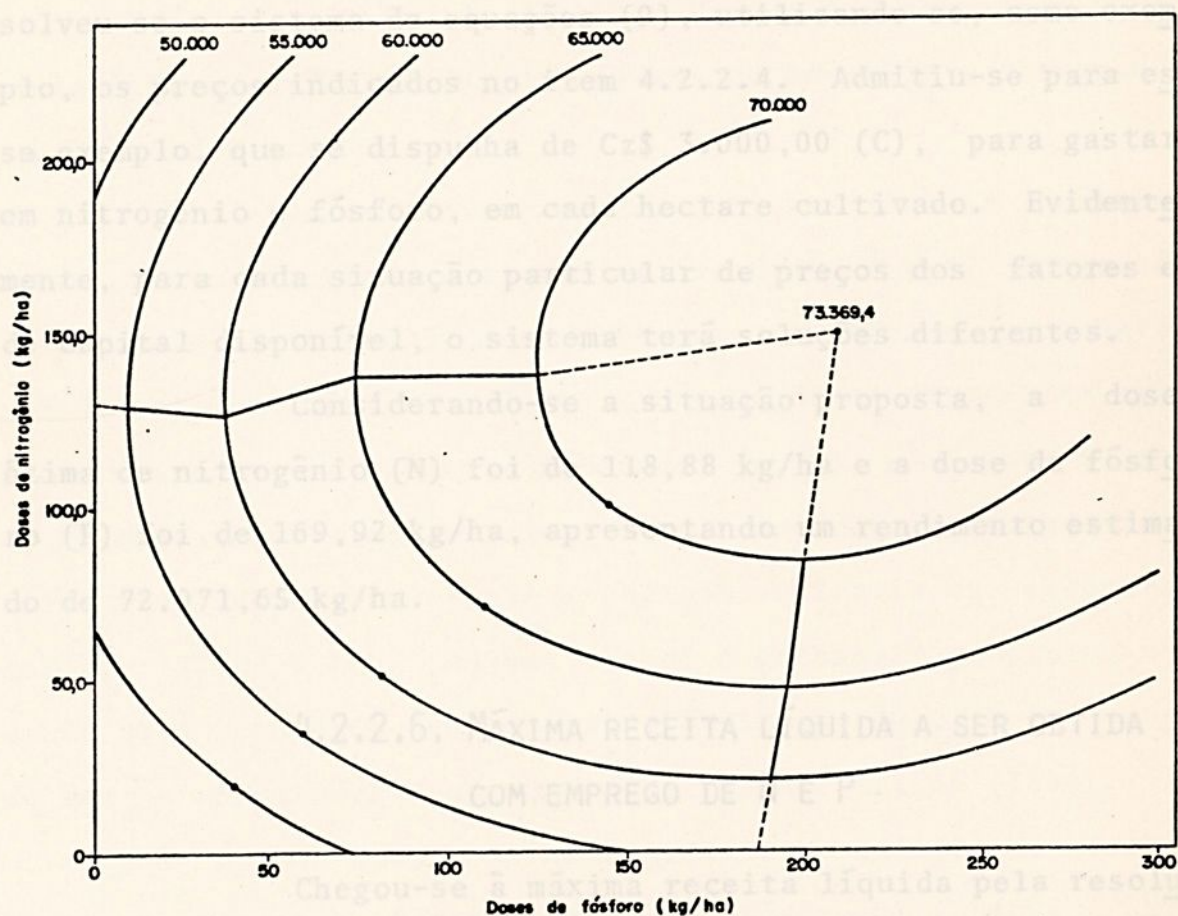


FIGURA 10. Combinação de custo mínimo para nitrogênio e fósforo, usando uma relação de preços $P_n/P_p = 0,74$.

$$- 0,9302 P + 0,1628 N = \frac{9,05}{0,50} = 170,683 \quad (17)$$

$$\therefore P = 9,9558 N - 1,127,9607 \quad (18)$$

P de custo mínimo para $P_n/P_p = 0,74$ e, para os diversos níveis de rendimento. Assim, por exemplo, para $Y = 65.000$ kg/ha, a combinação de fatores (N e P) de custo mínimo é $N = 71$ kg/ha e $P = 108$ kg/ha.

4.2.2.5. COMBINAÇÃO DOS FATORES N E P QUE CONDUZEM AO RENDIMENTO MÁXIMO ECONÔMICO

Para chegar ao rendimento máximo econômico, resolveu-se o sistema de equações (9), utilizando-se, como exemplo, os preços indicados no item 4.2.2.4. Admitiu-se para esse exemplo, que se dispunha de Cz\$ 3.000,00 (C), para gastar em nitrogênio e fósforo, em cada hectare cultivado. Evidentemente, para cada situação particular de preços dos fatores e de capital disponível, o sistema terá soluções diferentes.

Considerando-se a situação proposta, a dose ótima de nitrogênio (N) foi de 118,88 kg/ha e a dose de fósforo (P) foi de 169,92 kg/ha, apresentando um rendimento estimado de 72.071,65 kg/ha.

4.2.2.6. MÁXIMA RECEITA LÍQUIDA A SER OBTIDA COM EMPREGO DE N E P

Chegou-se à máxima receita líquida pela resolução do sistema de equações (13). O preço utilizado do mamão, reflete a média de preços entre abril de 1984 e março de 1985, o qual foi de Cz\$ 0,50 por quilograma de frutos.

$$- 0,9302 P + 0,1628 N = \frac{9,05}{0,50} - 170.683 \quad (17)$$

$$\therefore P = 9,9558 N - 1.127,9607 \quad (18)$$

Substituindo (18) em (17) obtem-se o valor de $N = 132,09 \text{ kg/ha}$, e substituindo o valor encontrado para N em (18) obtem-se $P = 187,15 \text{ kg/ha}$.

Aplicando os valores de N e P encontrados na função de produção (equação) obtem-se $Y = 72.951,04$ quilograma de frutos por hectare.

4.3. QUALIDADE DOS FRUTOS

O efeito de doses de N , P e K sobre algumas características e qualidades dos frutos do mamoeiro encontram-se no Quadro 6.

Pelos valores do Teste F , verifica-se que não houve efeito estatístico significativo de N , P e K sobre o comprimento médio dos frutos, espessura da polpa e porcentagem de sólidos solúveis. A aplicação de doses crescentes de fósforo aumentou o diâmetro médio dos frutos, sendo que a dose P_2 apresentou o maior valor. Com relação a porcentagem de sólidos solúveis, o presente resultado contraria os encontrados por AWADA & LONG (1971a), onde o potássio propiciou aumento na porcentagem de sólidos solúveis; porém está de acordo com os resultados encontrados por LUNA & CALDAS (1984).

No Quadro 7, encontram-se os valores do Teste F dos efeitos de N , P e K sobre a qualidade dos frutos. Com relação a porcentagem de acidez, não houve efeito estatístico significativo de N , P e K . Entretanto, houve efeito estatístico significativo das interações nitrogênio x fósforo, nitrogênio x potássio e fósforo x potássio, sobre a porcentagem de acidez.

O efeito das interações de nitrogênio x fósforo (Figuras 11 e 12) é pouco claro; entretanto, a aplicação

QUADRO 6. Efeitos de doses de N, P e K sobre algumas características e qualidade dos frutos do mamoeiro.

TRATAMENTOS	DOSES	Comprimento médio fruto (cm)	Diâmetro médio fruto (cm)	Espessura da polpa (cm)	% sólidos solúveis
Nitrogênio	N ₀	13,92 a	11,86 a	2,18 a	10,75 a
	N ₁	13,86 a	11,80 a	2,22 a	11,38 a
	N ₂	14,04 a	11,99 a	2,26 a	11,18 a
Teste F para N		0,1310 ^{ns}	0,3084 ^{ns}	0,5426 ^{ns}	2,0055 ^{ns}
Fósforo	P ₀	13,56 a	11,48 b	2,22 a	11,22 a
	P ₁	13,99 a	11,83 ab	2,18 a	11,43 a
	P ₂	14,27 a	12,34 a	2,25 a	10,65 a
Teste F para P		2,0274 ^{ns}	5,9798**	0,3376 ^{ns}	3,0950 ^{ns}
Potássio	K ₀	13,77 a	11,75 a	2,12 a	10,97 a
	K ₁	13,66 a	11,83 a	2,29 a	11,34 a
	K ₂	14,39 a	12,08 a	2,25 a	11,00 a
Teste F para K		2,4766 ^{ns}	0,9604 ^{ns}	2,1495 ^{ns}	0,7752 ^{ns}
Teste F para N x P		1,7817 ^{ns}	1,7951 ^{ns}	2,1637 ^{ns}	1,4254 ^{ns}
Teste F para N x K		1,2057 ^{ns}	2,0066 ^{ns}	0,4830 ^{ns}	1,1340 ^{ns}
Teste F para P x K		1,2295 ^{ns}	0,8343 ^{ns}	0,2227 ^{ns}	0,6258 ^{ns}
Teste F para N x P x K		0,9667 ^{ns}	2,9743**	0,7884 ^{ns}	0,6293 ^{ns}

ns= não significativo

**= significativo ao nível de 1%

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.



QUADRO 7. Efeitos de doses de N, P e K sobre a qualidade dos frutos do mamoeiro.

TRATAMENTOS	DOSES	% Acidez dos frutos	Relação: SS/Acidez
Nitrogênio	N ₀	2,46 a	4,55 a
	N ₁	2,45 a	4,99 a
	N ₂	2,42 a	4,80 a
Teste F para N		0,0824 ^{ns}	2,2171 ^{ns}
Fósforo	P ₀	2,58 a	4,56 b
	P ₁	2,34 a	5,07 a
	P ₂	2,41 a	4,71 ab
Teste F para P		2,5484 ^{ns}	3,1959*
Potássio	K ₀	2,28 a	5,13 a
	K ₁	2,53 a	4,64 ab
	K ₂	2,52 a	4,58 b
Teste F para K		3,4360*	4,2070*
Teste F para N x P		2,7954*	1,8797 ^{ns}
Teste F para N x K		6,2521**	4,0138**
Teste F para P x K		3,5474*	3,8487**
Teste F para N x P x K		1,5763 ^{ns}	1,1996 ^{ns}

ns= não significativo

* = significativo ao nível de 5%

**= significativo ao nível de 1%

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si

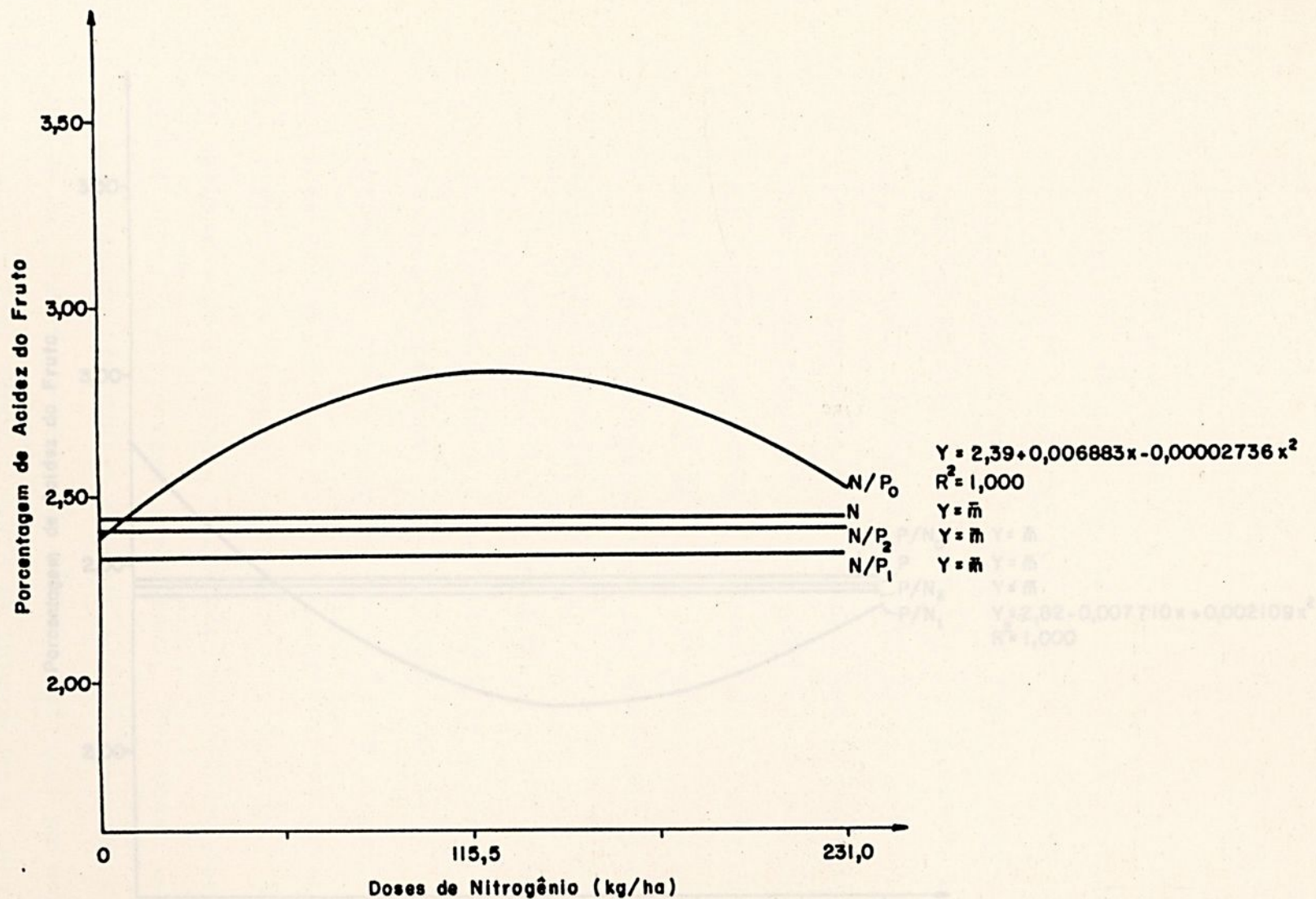


FIGURA 11. Porcentagem de acidez do fruto em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de fósforo.

FIGURA 12. Porcentagem de acidez do fruto em função de doses de fósforo dentro de doses totais de nitrogênio.

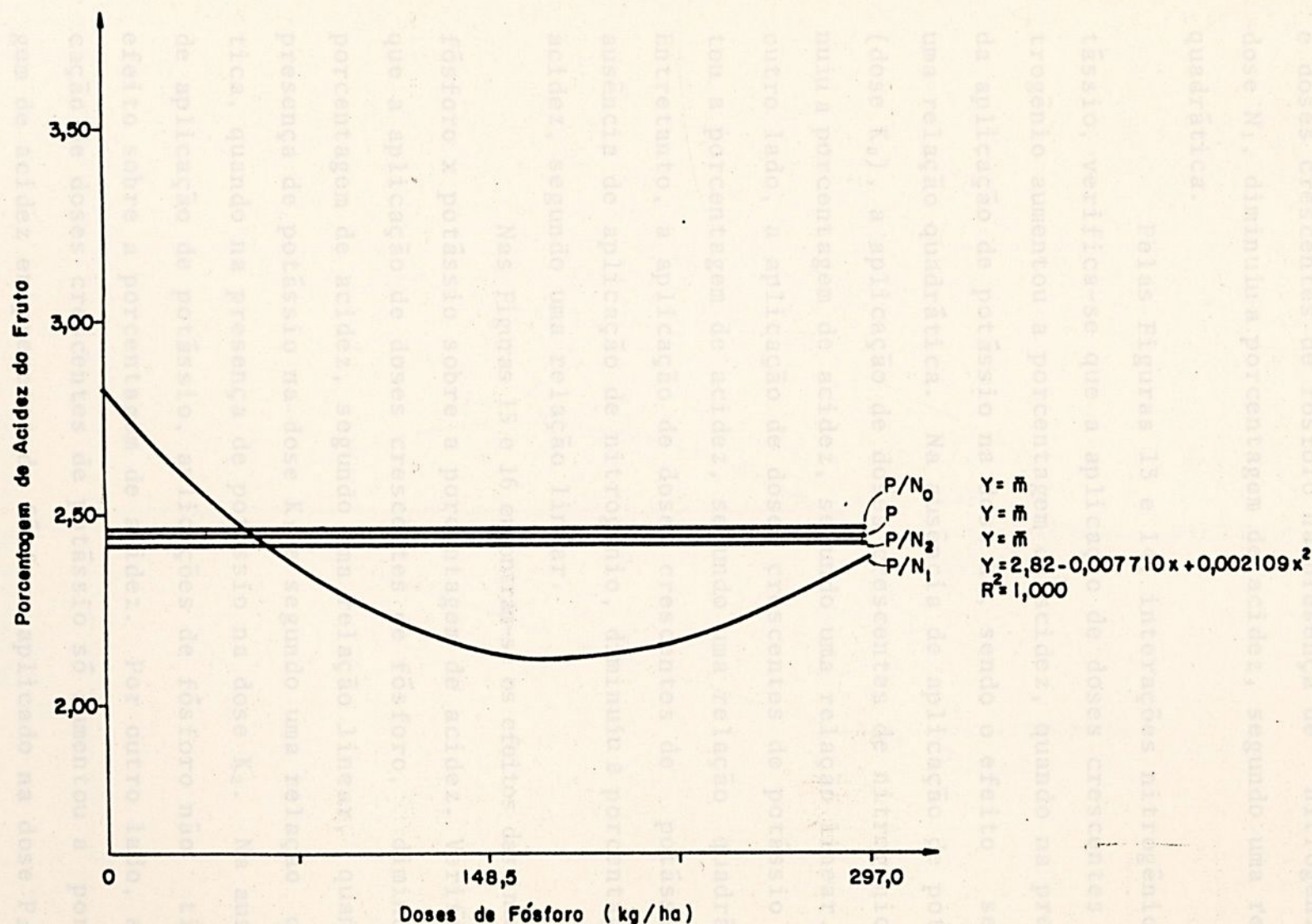


FIGURA 12. Porcentagem de acidez do fruto em função de doses de fósforo dentro de doses totais de nitrogênio.

de doses crescentes de nitrogênio na ausência de aplicação de fósforo (P_0), aumentou a porcentagem de acidez, sendo o efeito segundo uma relação quadrática. Por outro lado, a aplicação de doses crescentes de fósforo na presença de nitrogênio na dose N_1 , diminuiu a porcentagem de acidez, segundo uma relação quadrática.

Pelas Figuras 13 e 14, interações nitrogênio x potássio, verifica-se que a aplicação de doses crescentes de nitrogênio aumentou a porcentagem de acidez, quando na presença da aplicação de potássio na dose K_2 , sendo o efeito segundo uma relação quadrática. Na ausência de aplicação de potássio (dose K_0), a aplicação de doses crescentes de nitrogênio diminuiu a porcentagem de acidez, segundo uma relação linear. Por outro lado, a aplicação de doses crescentes de potássio aumentou a porcentagem de acidez, segundo uma relação quadrática. Entretanto, a aplicação de doses crescentes de potássio na ausência de aplicação de nitrogênio, diminuiu a porcentagem de acidez, segundo uma relação linear.

Nas Figuras 15 e 16 encontram-se os efeitos das interações fósforo x potássio sobre a porcentagem de acidez. Verifica-se que a aplicação de doses crescentes de fósforo, diminuiu a porcentagem de acidez, segundo uma relação linear, quando na presença de potássio na dose K_1 e segundo uma relação quadrática, quando na presença de potássio na dose K_2 . Na ausência de aplicação de potássio, aplicações de fósforo não tiveram efeito sobre a porcentagem de acidez. Por outro lado, a aplicação de doses crescentes de potássio só aumentou a porcentagem de acidez em presença de fósforo aplicado na dose P_2 .

Pelo exposto sobre as interações, percebe-se que existe muita influência de um elemento sobre o efeito do

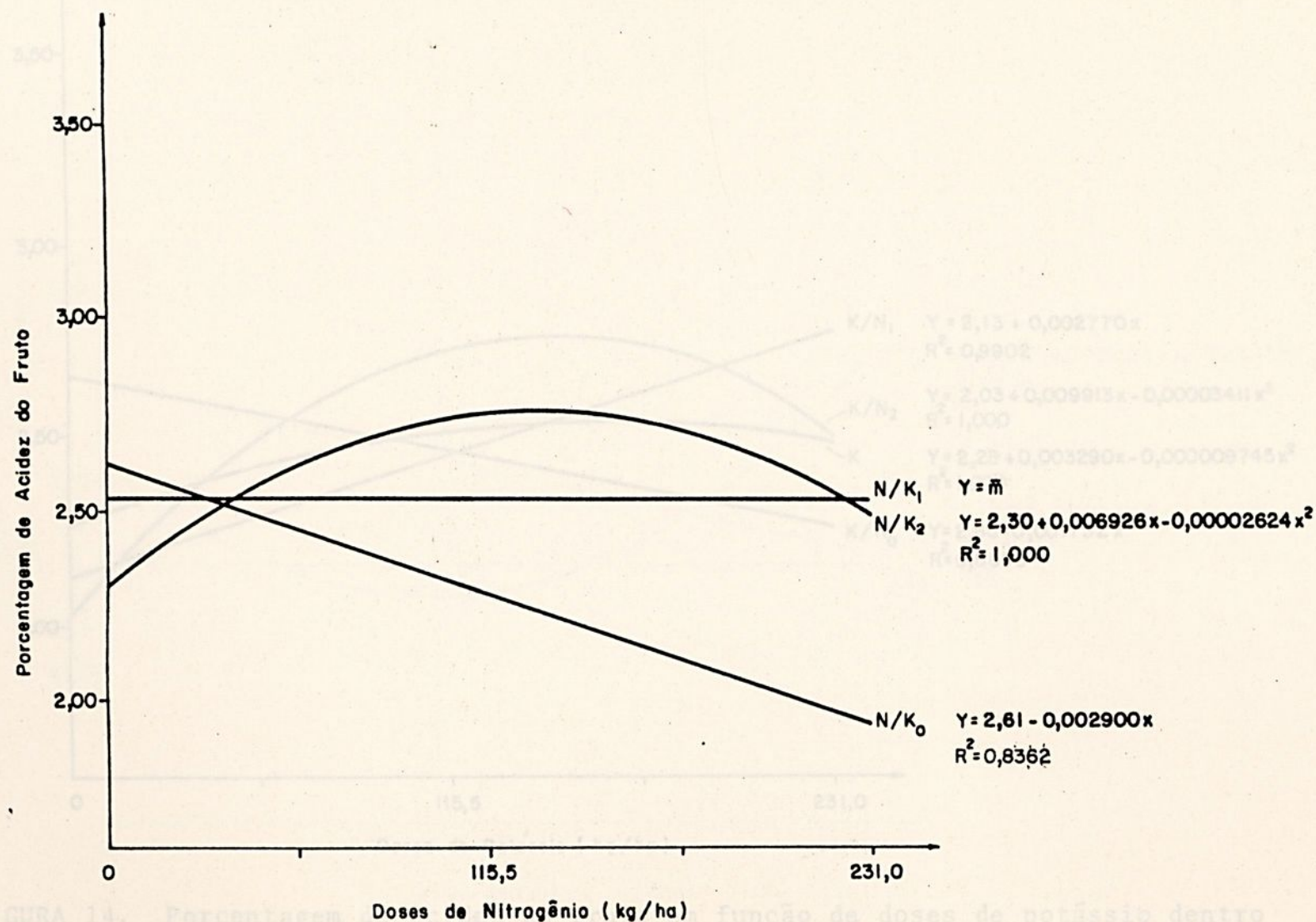


FIGURA 13. Porcentagem de acidez do fruto em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de potássio.

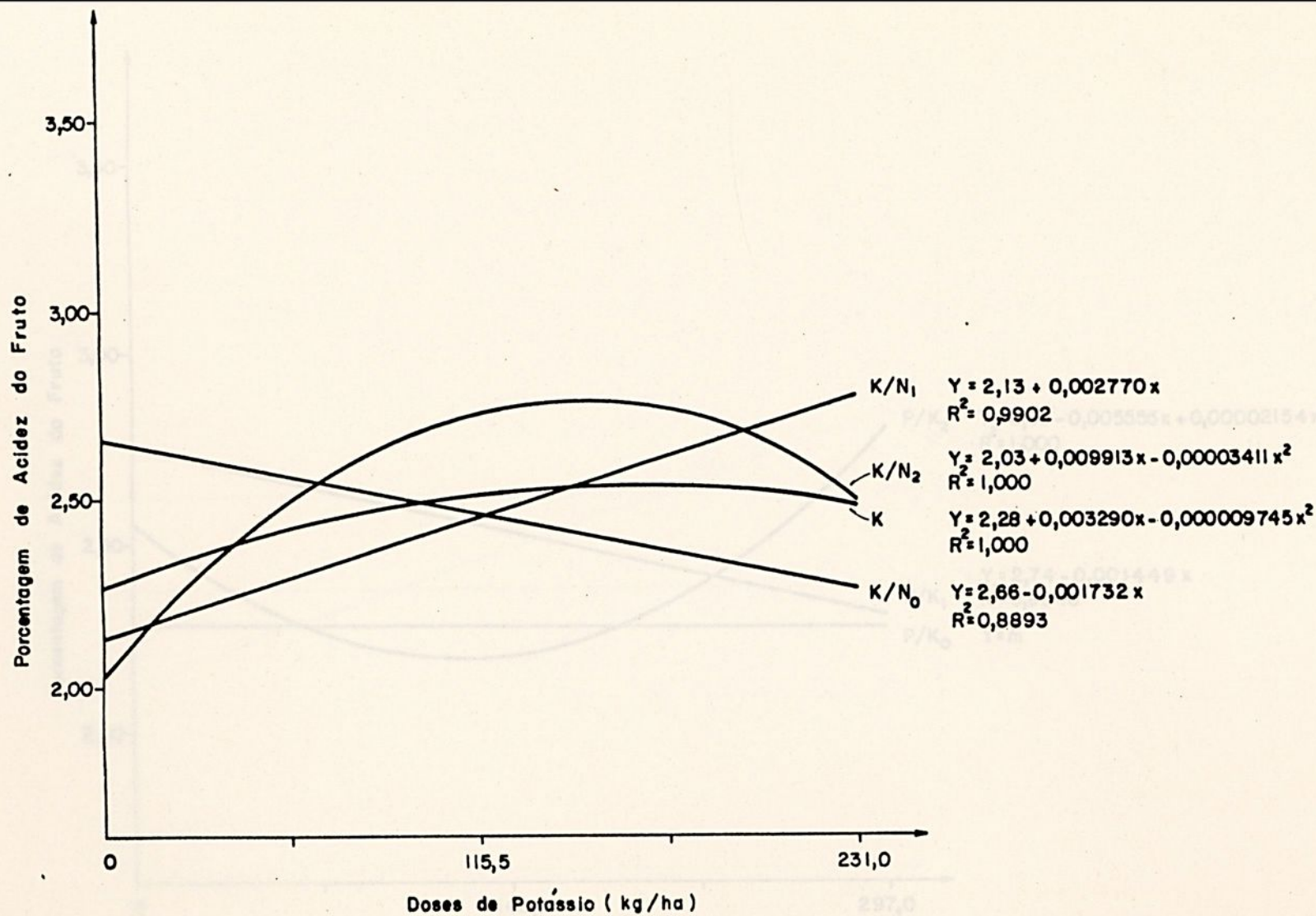


FIGURA 14. Porcentagem de acidez do fruto em função de doses de potássio dentro de doses totais de nitrogênio.

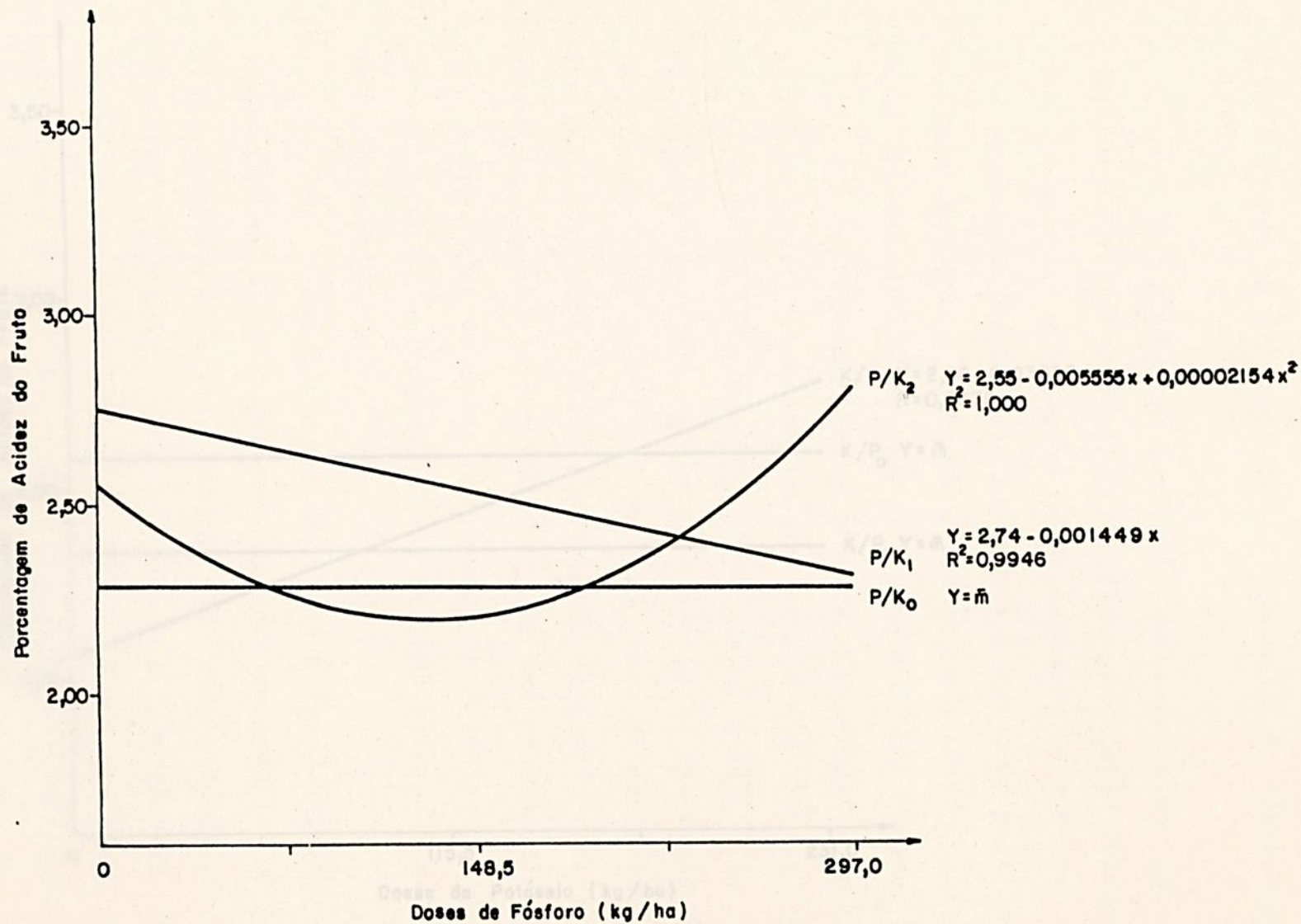


FIGURA 15. Porcentagem de acidez do fruto em função de doses de fósforo dentro de doses totais de potássio.

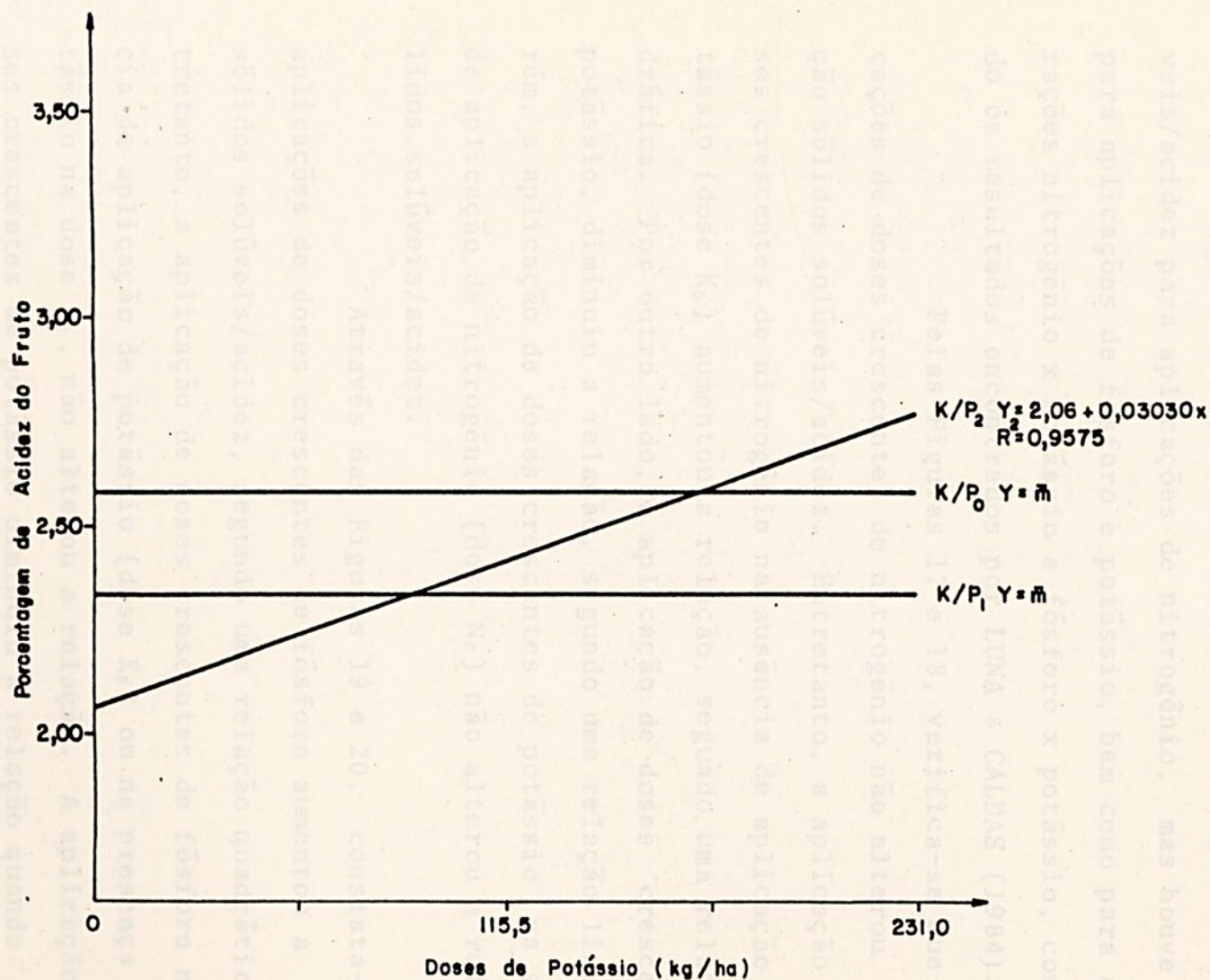


FIGURA 16. Porcentagem de acidez do fruto em função de doses de potássio dentro de doses totais de fósforo.

outro, assim o nitrogênio em presença de potássio aumentou a porcentagem de acidez e na ausência diminuiu. O fósforo em presença de potássio diminuiu a porcentagem de acidez, e, na ausência não alterou. O potássio, aumentou a porcentagem de acidez quando na presença de nitrogênio ou de fósforo em dose alta (P_2).

Ainda, no Quadro 7, verifica-se que não houve efeito estatístico significativo sobre a relação sólidos solúveis/acidez para aplicações de nitrogênio, mas houve efeito para aplicações de fósforo e potássio, bem como para as interações nitrogênio x potássio e fósforo x potássio, contrariando os resultados encontrados por LUNA & CALDAS (1984).

Pelas Figuras 17 e 18, verifica-se que as aplicações de doses crescentes de nitrogênio não alterou a relação sólidos solúveis/acidez. Entretanto, a aplicação de doses crescentes de nitrogênio na ausência de aplicação de potássio (dose K_0) aumentou a relação, segundo uma relação quadrática. Por outro lado, a aplicação de doses crescentes de potássio, diminuiu a relação, segundo uma relação linear. Porém, a aplicação de doses crescentes de potássio na ausência de aplicação de nitrogênio (dose N_0) não alterou a relação sólidos solúveis/acidez.

Através das Figuras 19 e 20, constata-se que aplicações de doses crescentes de fósforo aumentou a relação sólidos solúveis/acidez, segundo uma relação quadrática. Entretanto, a aplicação de doses crescentes de fósforo na ausência de aplicação de potássio (dose K_0) ou na presença de potássio na dose K_1 , não alterou a relação. A aplicação de doses crescentes de potássio diminuiu a relação quando na presença de fósforo em dose alta (P_2), sendo o efeito segundo uma relação linear.



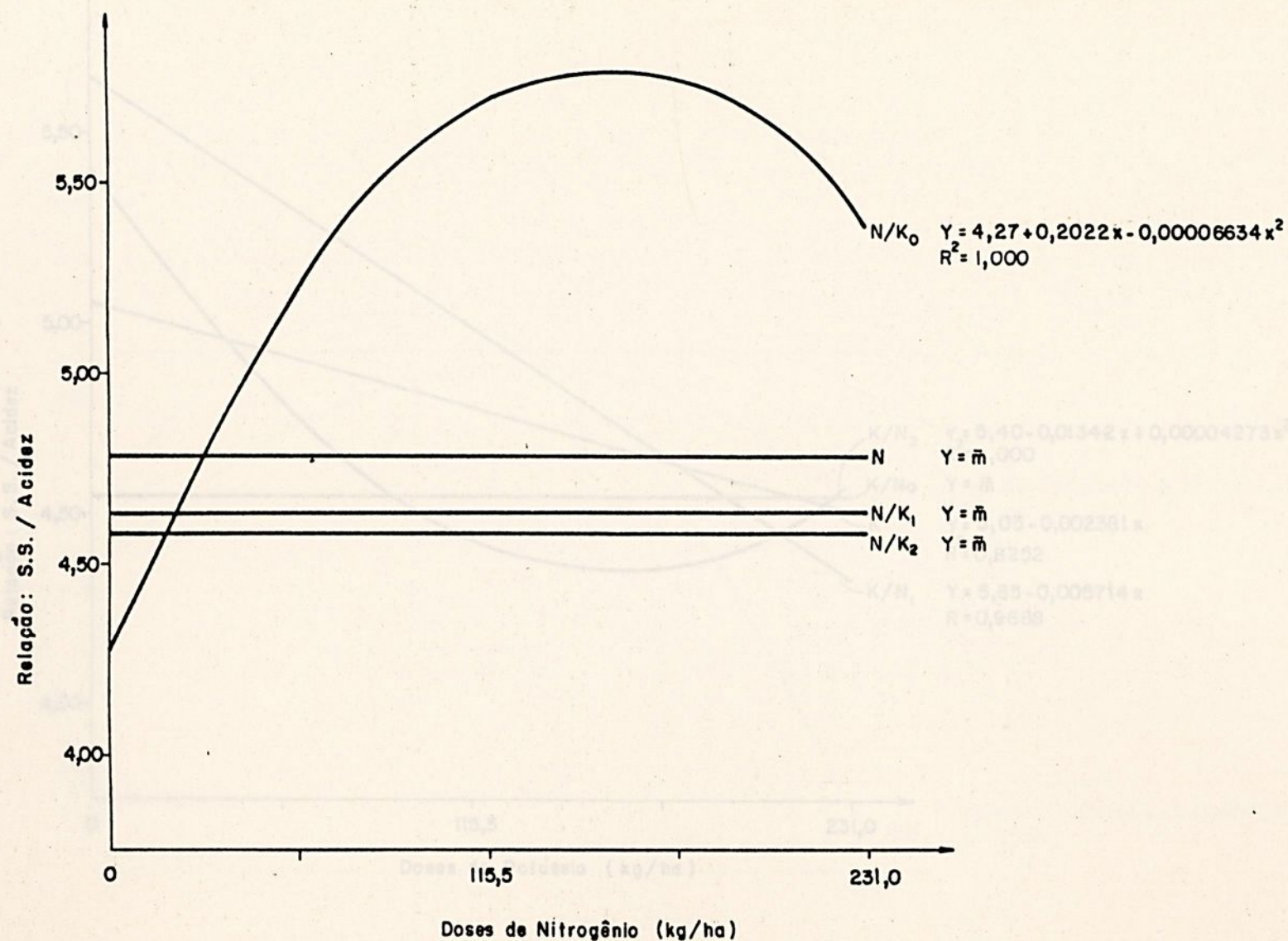


FIGURA 17. Relação sólidos solúveis/acidez em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de potássio.

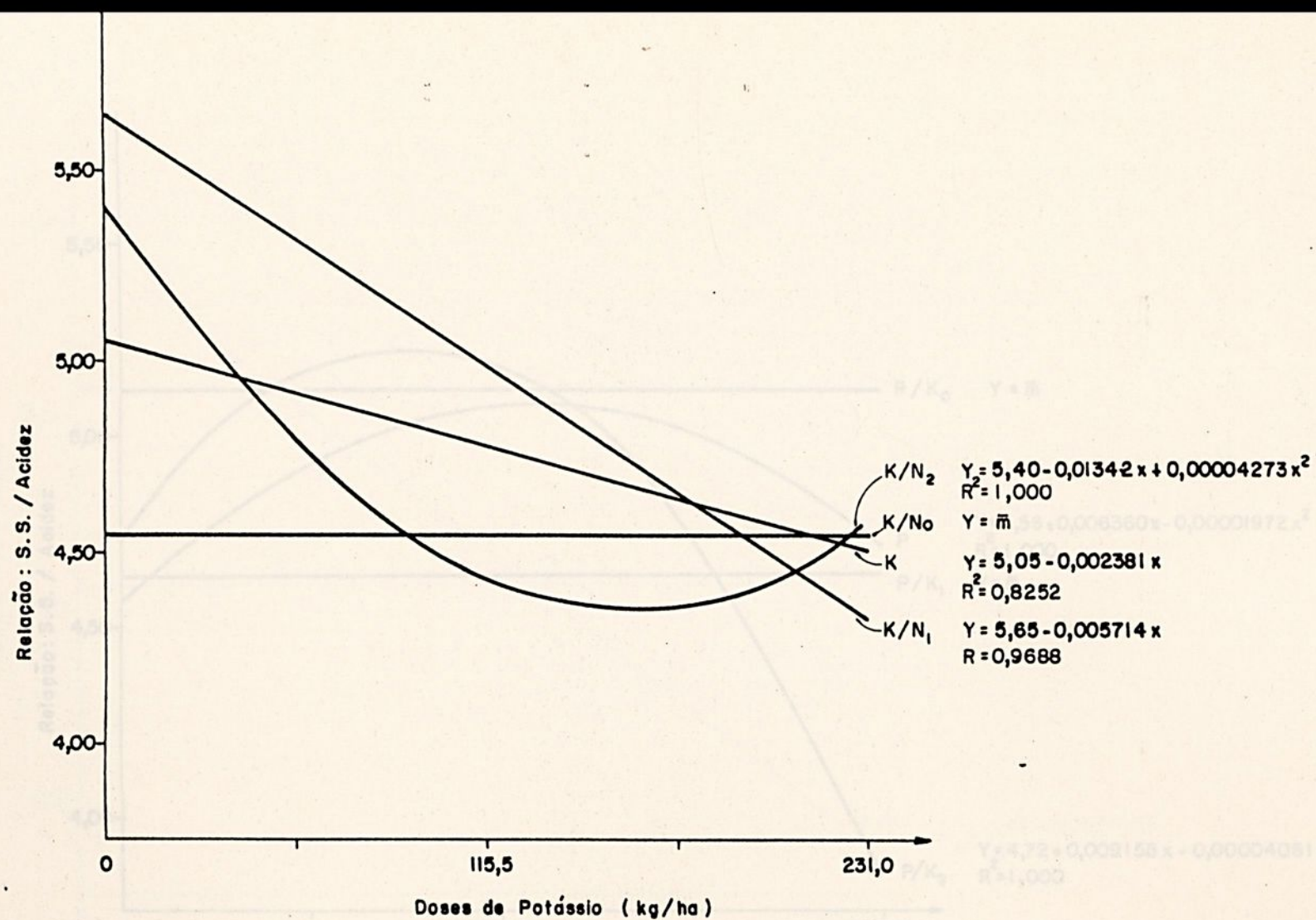


FIGURA 18. Relação sólidos solúveis/acidez em função de doses de potássio dentro de doses totais de nitrogênio.

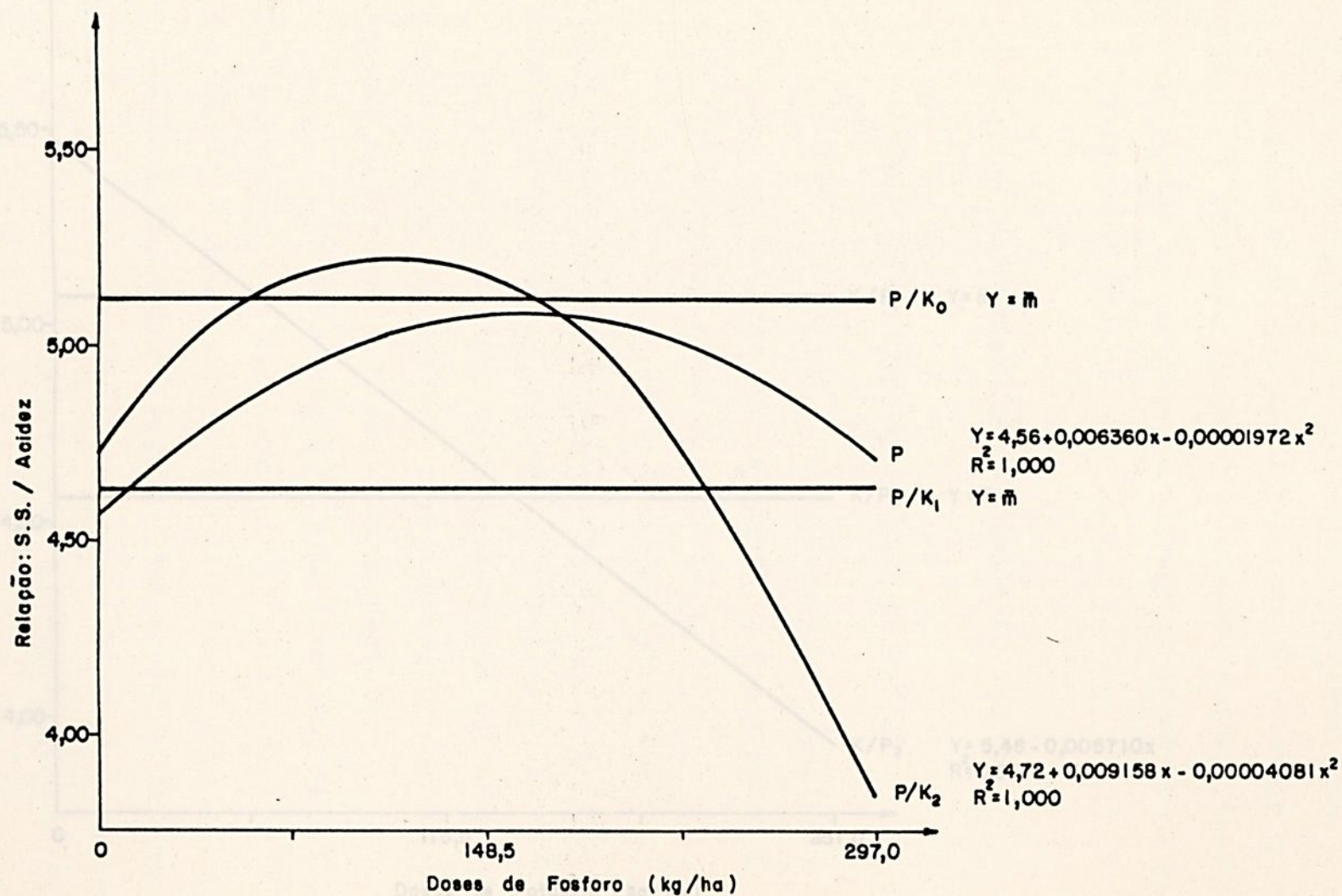


FIGURA 19. Relação sólidos solúveis/acidez em função de doses de fósforo dentro de doses totais de potássio.

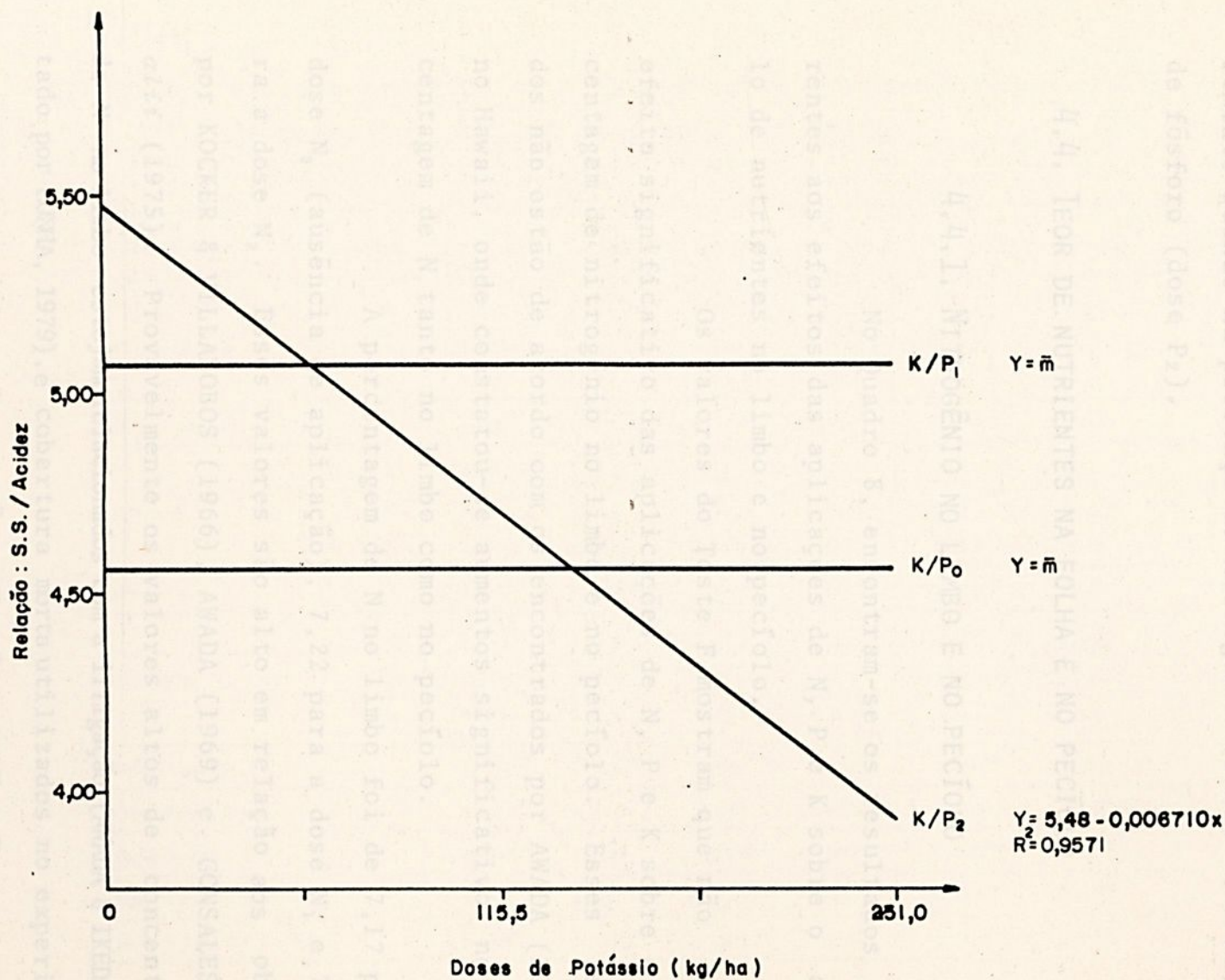


FIGURA 20. Relação sólidos solúveis/acidéz em função de doses de potássio dentro de doses totais de fósforo.

Pela consideração anterior, verifica-se uma in tensa influência de um elemento, sobre o efeito do outro. As sim, o nitrogênio aumentou a relação sólidos solúveis/ acidez, somente se na ausência de potássio. Da mesma forma, o fósfo ro só aumentou a relação se na presença de potássio em dose al ta (K_2). O potássio diminuiu a relação; porém, isso ocorreu somente quando na presença de nitrogênio (doses N_1 e N_2) ou de fósforo (dose P_2).

4.4. TEOR DE NUTRIENTES NA FOLHA E NO PECÍOLO

4.4.1. NITROGÊNIO NO LIMBO E NO PECÍOLO

No Quadro 8, encontram-se os resultados refe rentes aos efeitos das aplicações de N, P e K sobre o acúmu lo de nutrientes no limbo e no pecíolo.

Os valores do Teste F mostram que não houve efeito significativo das aplicações de N, P e K sobre a por centagem de nitrogênio no limbo e no pecíolo. Esses resulta dos não estão de acordo com os encontrados por AWADA (1969) , no Hawaii, onde constatou-se aumentos significativos na por centagem de N tanto no limbo como no pecíolo.

A porcentagem de N no limbo foi de 7,17 para a dose N_0 (ausência de aplicação), 7,22 para a dose N_1 e 7,32 pa ra a dose N_2 . Esses valores são alto em relação aos obtidos por KOCKER & VILLALOBOS (1966), AWADA (1969) e GONSALES *et alii* (1975). Provavelmente os valores altos de concentração de N no limbo estejam relacionados com a irrigação (AWADA & IKEDA ci tado por CUNHA, 1979), e cobertura morta utilizados no experimento.

As interações N x P e N x K alteraram de forma significativa a porcentagem de nitrogênio no

QUADRO 8. Efeitos de doses de N, P e K sobre o acúmulo de nutrientes no limbo e no pecíolo do mamoeiro, aos 240 dias após o plantio.

TRATAMENTOS	DOSES	% N limbo	% N pecíolo	% P limbo	% P pecíolo	% K limbo	% K pecíolo
Nitrogênio	N ₀	7,17 a	2,12 a	0,62 a	0,47 a	3,65 a	7,16 a
	N ₁	7,22 a	2,16 a	0,52 b	0,35 b	3,42 ab	6,57 b
	N ₂	7,32 a	2,20 a	0,48 b	0,38 b	3,35 b	6,46 b
Teste F para N		1,4481 ^{ns}	1,3418 ^{ns}	29,2018**	25,0256**	3,9542*	8,8126**
Fósforo	P ₀	7,22 a	2,18 a	0,52 b	0,37 b	3,49 a	6,85 a
	P ₁	7,20 a	2,17 a	0,54 ab	0,41 ab	3,44 a	6,96 a
	P ₂	7,30 a	2,12 a	0,56 a	0,42 a	3,49 a	6,38 b
Teste F para P		0,5790 ^{ns}	0,6988 ^{ns}	3,2603*	4,3684*	0,1202 ^{ns}	5,7866**
Potássio	K ₀	7,32 a	2,21 a	0,54 a	0,40 a	3,98 a	6,29 b
	K ₁	7,19 a	2,17 a	0,55 a	0,41 a	3,51 a	6,93 a
	K ₂	7,20 a	2,10 a	0,53 a	0,38 a	3,52 a	6,97 a
Teste F para K		1,0771 ^{ns}	2,7389 ^{ns}	0,4003 ^{ns}	1,3508 ^{ns}	0,8725 ^{ns}	9,2191**
Teste F para N x P		1,9181 ^{ns}	3,2042*	3,2086*	3,6726*	4,0323**	1,9566 ^{ns}
Teste F para N x K		0,3744 ^{ns}	3,5146*	0,2536 ^{ns}	1,9612 ^{ns}	0,2976 ^{ns}	0,4476 ^{ns}
Teste F para P x K		0,9411 ^{ns}	1,8737 ^{ns}	0,6918 ^{ns}	0,9936 ^{ns}	0,3399 ^{ns}	0,4294 ^{ns}
Teste F para N x P x K		0,4425 ^{ns}	1,0284 ^{ns}	0,4672 ^{ns}	1,8388 ^{ns}	1,2435 ^{ns}	1,6671 ^{ns}

ns = não significativo

* = significativo no nível de 5%

** = significativo no nível de 1%

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.



pecíolo. Assim, pelas Figuras 21 e 22, verifica-se que deve haver um equilíbrio entre nitrogênio e fósforo aplicados, para que não ocorra uma redução no acúmulo de nitrogênio no pecíolo. Pelas Figuras 23 e 24 verifica-se que aplicações de nitrogênio em presença de potássio em dose alta (K_2), propiciou aumento na porcentagem de nitrogênio no pecíolo, não ocorrendo este fato com doses menores de potássio. Aplicações de doses crescentes de potássio na ausência e na presença de nitrogênio em dose alta (N_2) propiciaram uma redução na porcentagem de nitrogênio no pecíolo.

Pelo exposto, constata-se a tendência do potássio em diminuir a porcentagem de nitrogênio no pecíolo, o que de acordo com AWADA & LONG (1971).

4.4.2. FÓSFORO NO LIMBO E NO PECÍOLO

O efeito de doses de N, P e K sobre a porcentagem de fósforo no limbo, encontram-se no Quadro 8.

Através dos valores do Teste F (Quadro 8), verifica-se que houve efeito estatístico significativo das aplicações de doses de nitrogênio e de fósforo, sobre a porcentagem de fósforo no limbo, não ocorrendo o mesmo com o potássio. Houve uma redução estatisticamente significativa da porcentagem de fósforo no limbo, quando das aplicações das doses de nitrogênio. Entretanto, não houve diferença estatística significativa entre as doses N_1 e N_2 . As aplicações de doses crescentes de fósforo aumentaram a porcentagem do mesmo no limbo. Verifica-se que a maior porcentagem de fósforo no limbo foi obtida com a dose P_2 , a qual diferiu estatisticamente de P_0 mas não diferiu de P_1 . A porcentagem de fósforo no limbo obtida na dose P_1 não diferiu estatisticamente de P_0 e P_2 .

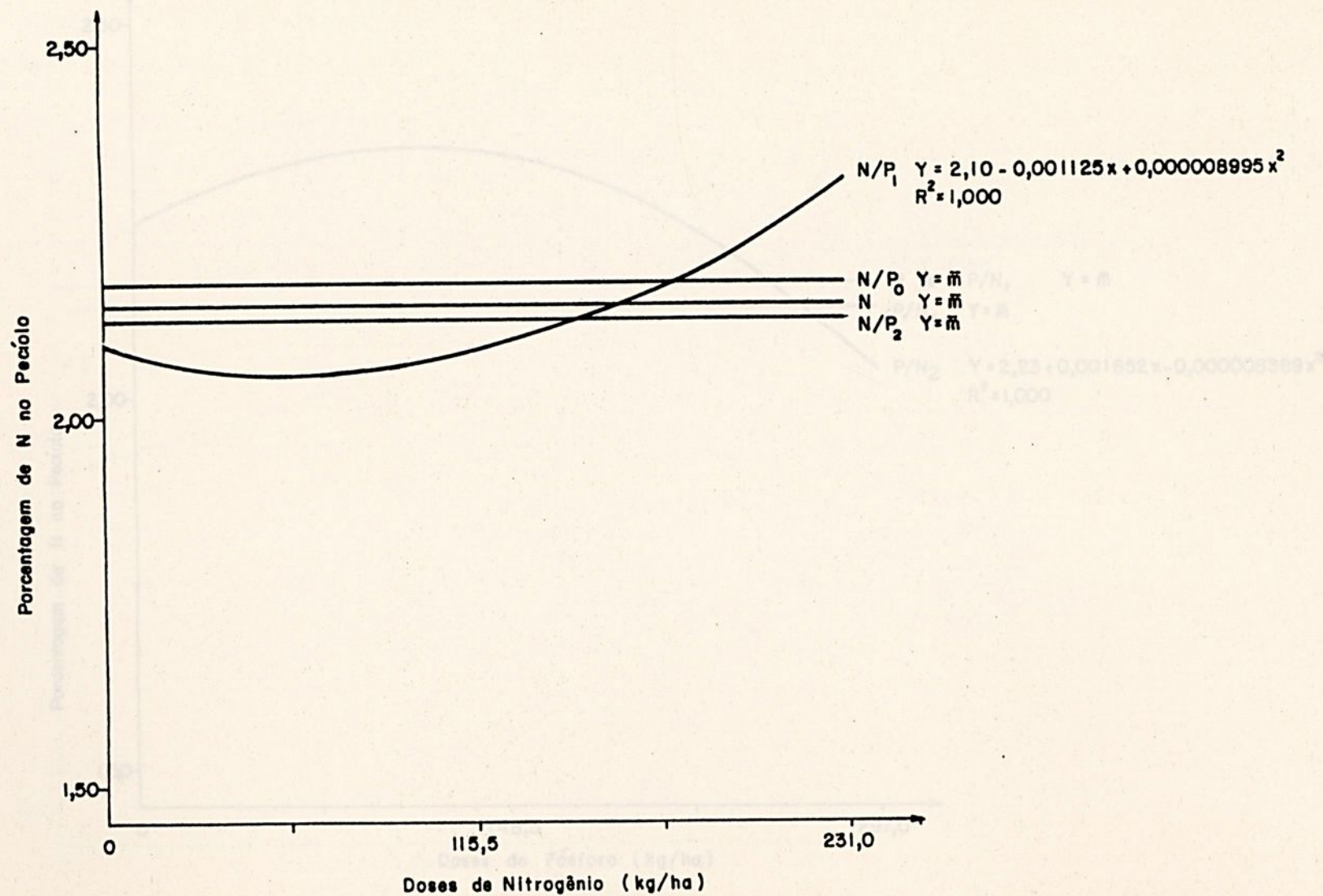


FIGURA 21. Porcentagem de N no pecíolo em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de fósforo.

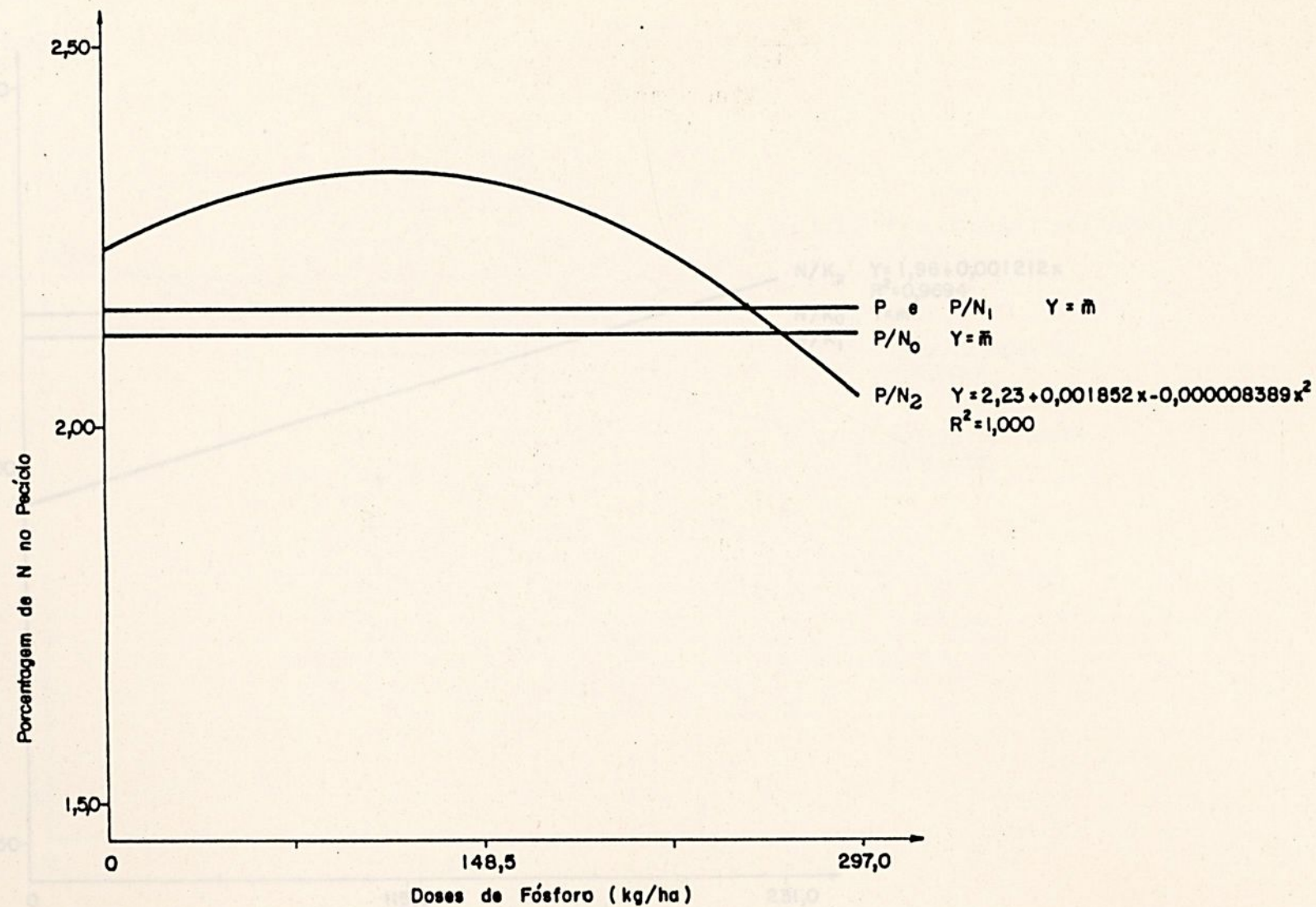


FIGURA 22. Porcentagem de N no pecíolo em função de doses de fósforo dentro de doses totais de nitrogênio.

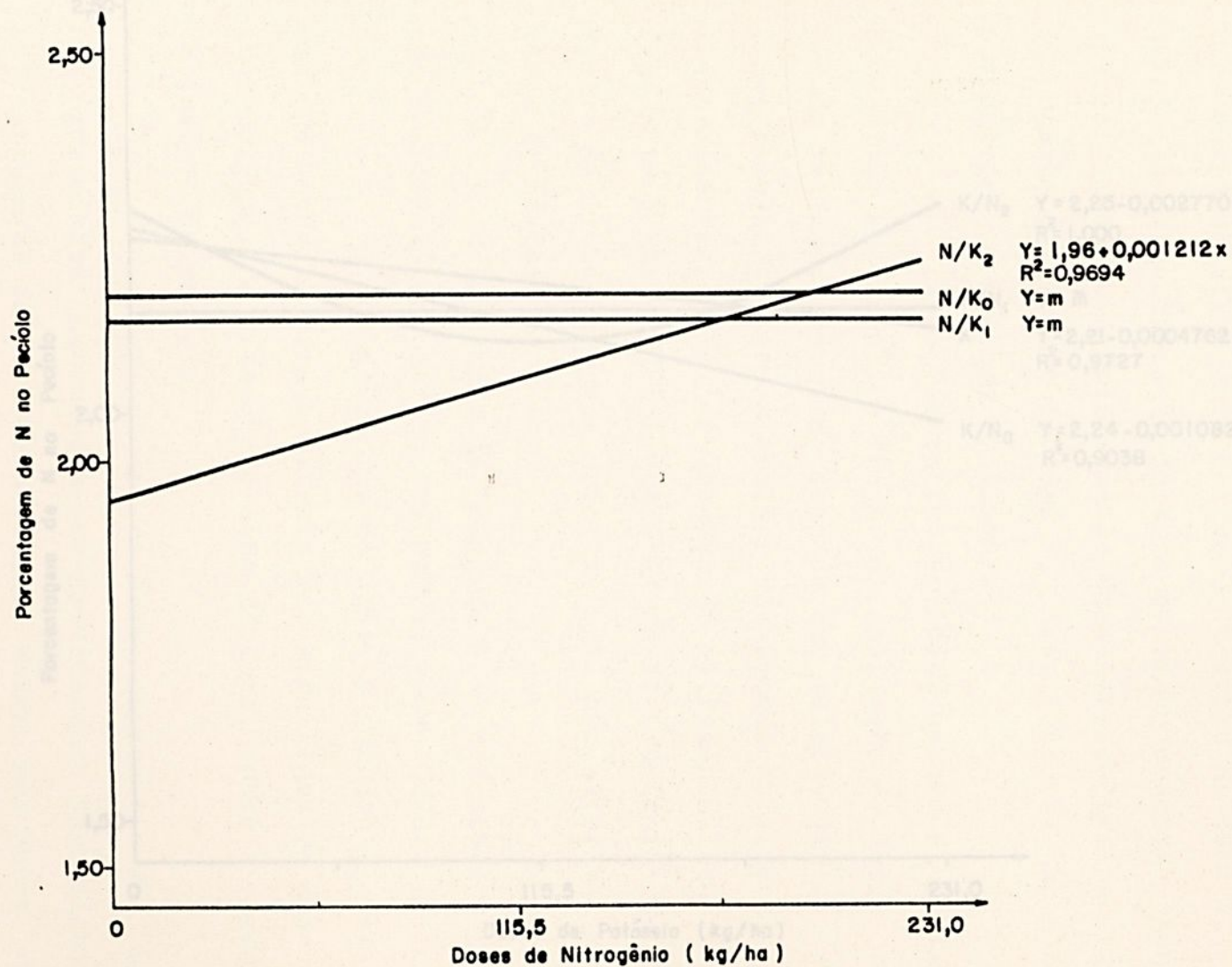


FIGURA 23. Porcentagem de N no pecíolo em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de potássio.

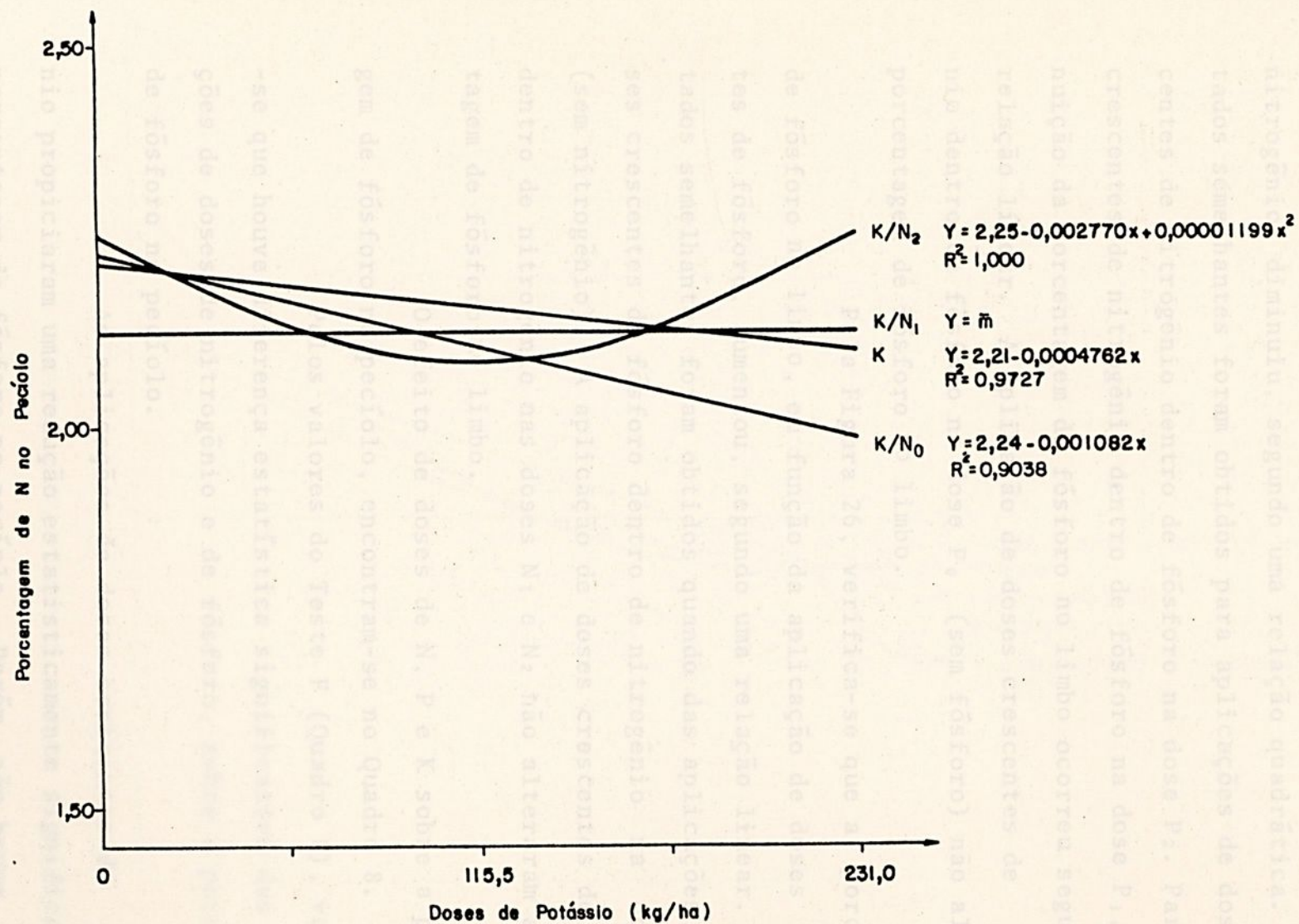


FIGURA 24. Porcentagem de N no pecíolo em função de doses de potássio dentro de doses totais de nitrogênio.

Ainda pelos valores do Teste F, verifica-se significancia estatística para as interações nitrogênio x fósforo. Através da Figura 25 nota-se que a porcentagem de fósforo no limbo, em função da aplicação de doses crescentes de nitrogênio, diminuiu, segundo uma relação quadrática. Resultados semelhantes foram obtidos para aplicações de doses crescentes de nitrogênio dentro de fósforo na dose P_2 . Para doses crescentes de nitrogênio dentro de fósforo na dose P_1 , a diminuição da porcentagem de fósforo no limbo ocorreu segundo uma relação linear. A aplicação de doses crescentes de nitrogênio dentro de fósforo na dose P_0 (sem fósforo) não alterou a porcentagem de fósforo no limbo.

Pela Figura 26, verifica-se que a porcentagem de fósforo no limbo, em função da aplicação de doses crescentes de fósforo, aumentou, segundo uma relação linear. Resultados semelhantes foram obtidos quando das aplicações de doses crescentes de fósforo dentro de nitrogênio na dose N_0 (sem nitrogênio). A aplicação de doses crescentes de fósforo dentro de nitrogênio nas doses N_1 e N_2 não alteraram a porcentagem de fósforo no limbo.

O efeito de doses de N, P e K sobre a porcentagem de fósforo no pecíolo, encontram-se no Quadro 8.

Pelos valores do Teste F (Quadro 8), verifica-se que houve diferença estatística significativa das aplicações de doses de nitrogênio e de fósforo, sobre a porcentagem de fósforo no pecíolo.

As aplicações de doses crescentes de nitrogênio propiciaram uma redução estatisticamente significativa da porcentagem de fósforo no pecíolo. Porém, não houve diferença estatística significativa entre as doses N_1 e N_2 .



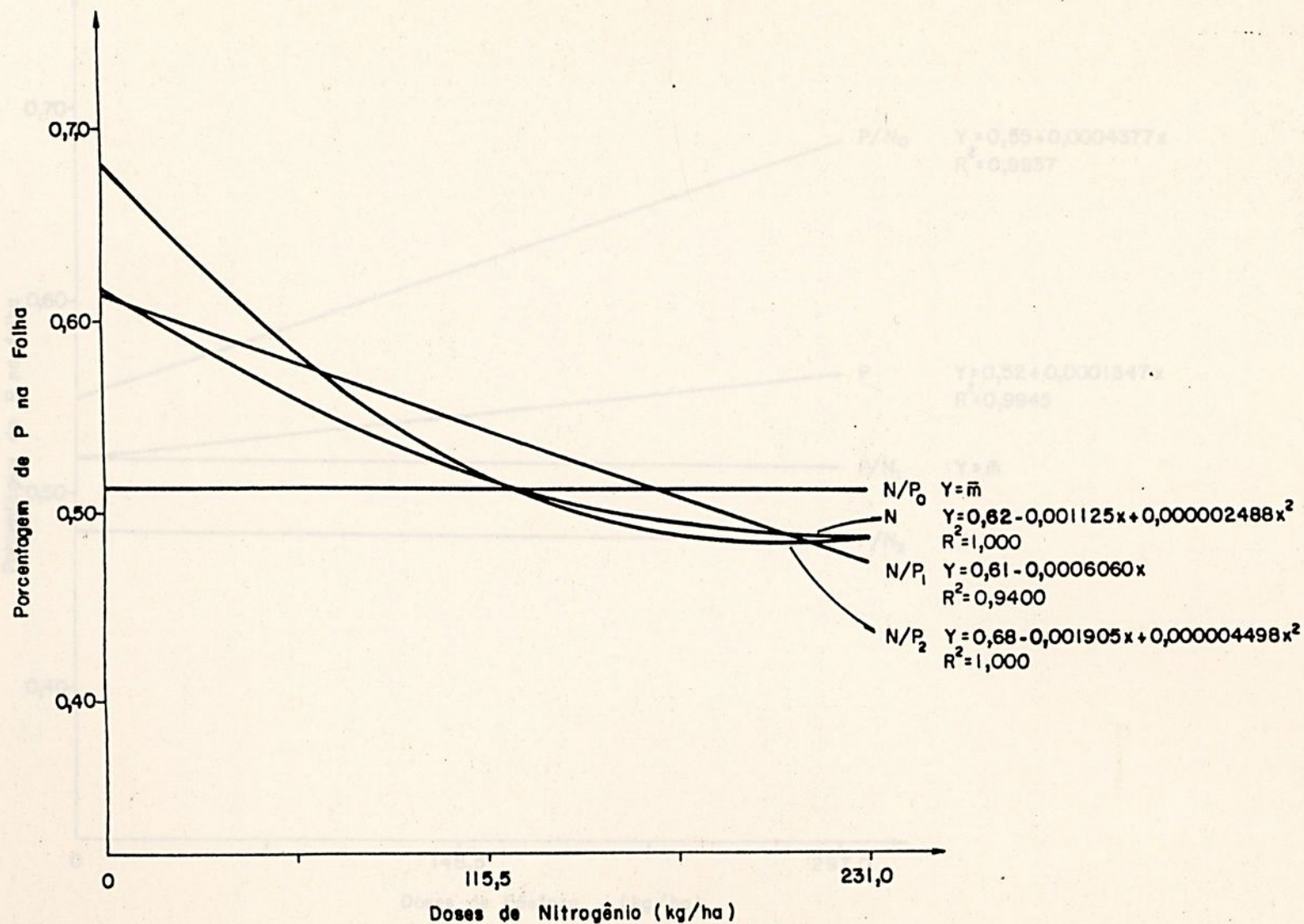


FIGURA 25. Porcentagem de P no limbo em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de fósforo.

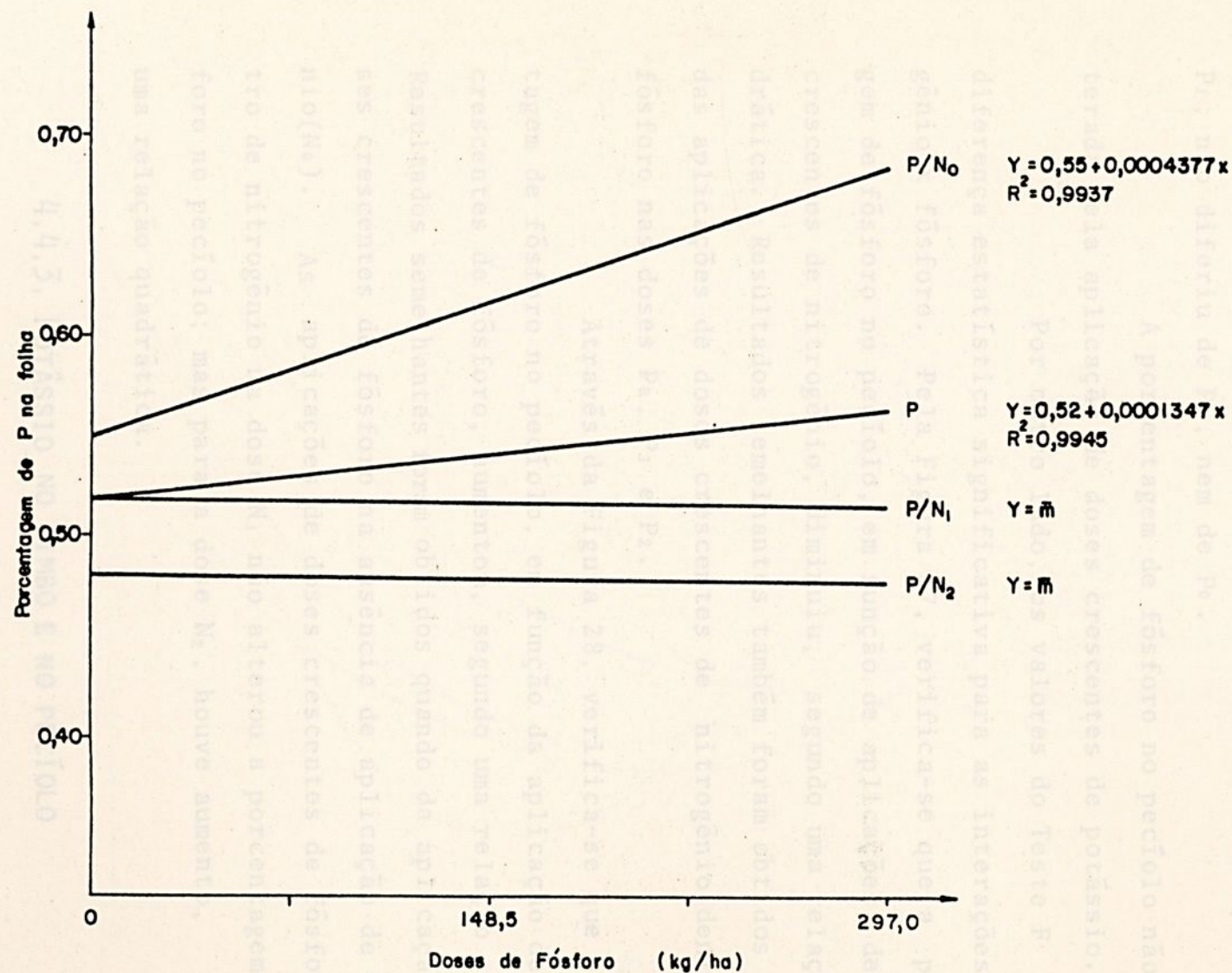


FIGURA 26. Porcentagem de P no limbo em função de doses de fósforo dentro de doses totais de nitrogênio.

As aplicações de doses crescentes de fósforo proporcionaram um aumento estatisticamente significativo da porcentagem de fósforo no pecíolo; fato esse, também constatado por AWADA *et alii* 1975, AWADA 1976 e AWADA & LONG (1978). A aplicação de fósforo na dose P_2 , diferiu estatisticamente de P_0 , mas não diferiu de P_1 . A aplicação de fósforo na dose P_1 , não diferiu de P_2 , nem de P_0 .

A porcentagem de fósforo no pecíolo não foi alterada pela aplicação de doses crescentes de potássio.

Por outro lado, os valores do Teste F revelam diferença estatística significativa para as interações nitrogênio x fósforo. Pela Figura 27, verifica-se que a porcentagem de fósforo no pecíolo, em função de aplicações de doses crescentes de nitrogênio, diminuiu, segundo uma relação quadrática. Resultados semelhantes também foram obtidos quando das aplicações de doses crescentes de nitrogênio dentro de fósforo nas doses P_0 , P_1 e P_2 .

Através da Figura 28, verifica-se que a porcentagem de fósforo no pecíolo, em função da aplicação de doses crescentes de fósforo, aumentou, segundo uma relação linear. Resultados semelhantes foram obtidos quando da aplicação de doses crescentes de fósforo na ausência de aplicação de nitrogênio (N_0). As aplicações de doses crescentes de fósforo dentro de nitrogênio na dose N_1 não alterou a porcentagem de fósforo no pecíolo; mas para a dose N_2 , houve aumento, segundo uma relação quadrática.

4.4.3. POTÁSSIO NO LIMBO E NO PECÍOLO

Pelos valores do Teste F (Quadro 8), verifica-se que houve diferença estatística significativa das aplica



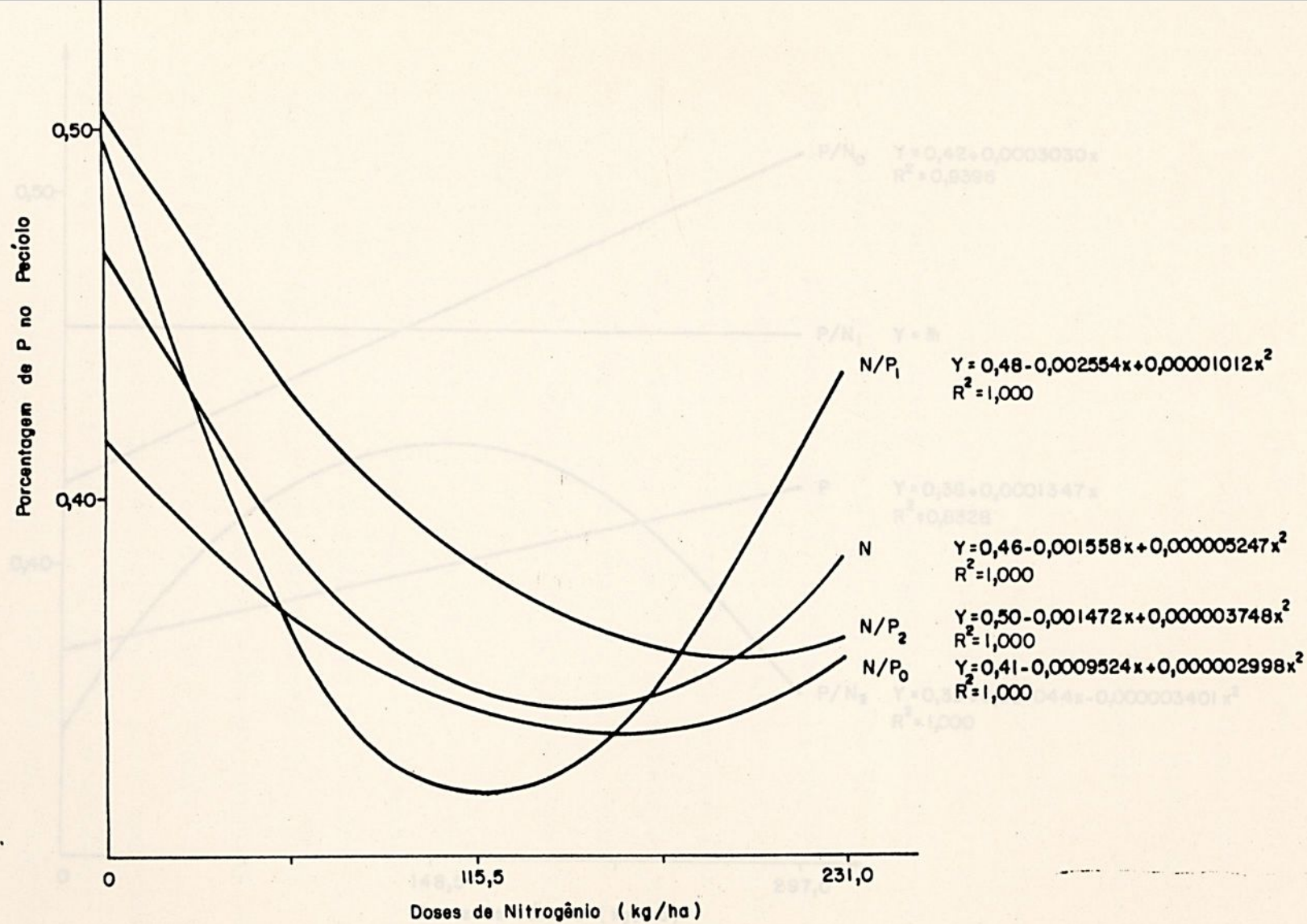


FIGURA 27. Porcentagem de P no pecíolo em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de fósforo.

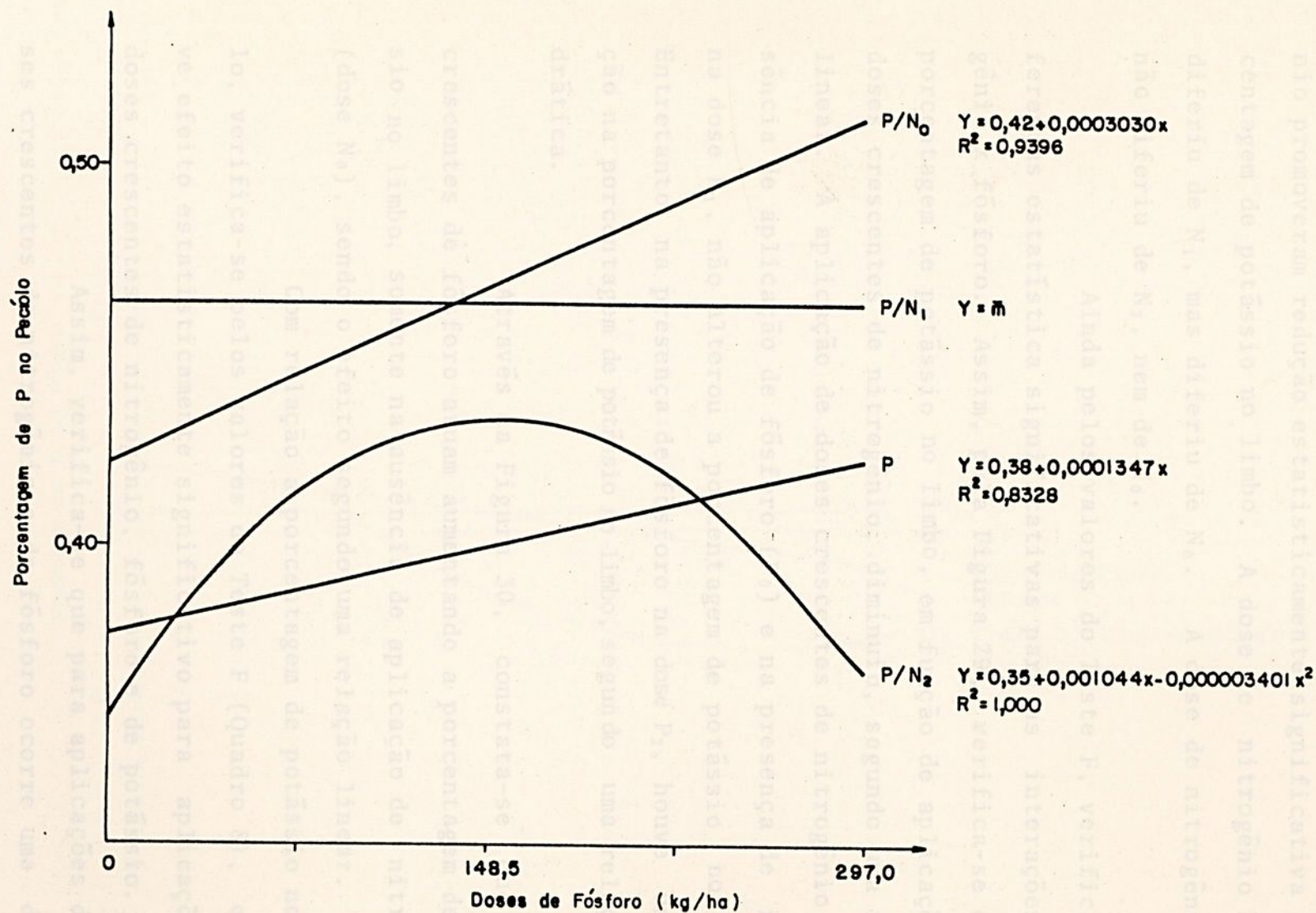


FIGURA 28. Porcentagem de P no pecíolo em função de doses de fósforo dentro de doses totais de nitrogênio.

ções de doses crescentes de nitrogênio, sobre a porcentagem de potássio no limbo, não ocorrendo o mesmo com fósforo e potássio.

As aplicações de doses crescentes de nitrogênio promoveram redução estatisticamente significativa da porcentagem de potássio no limbo. A dose de nitrogênio N_2 não diferiu de N_1 , mas diferiu de N_0 . A dose de nitrogênio N_1 não diferiu de N_2 , nem de N_0 .

Ainda pelos valores do Teste F, verifica-se diferenças estatística significativas para as interações nitrogênio x fósforo. Assim, pela Figura 29, verifica-se que a porcentagem de potássio no limbo, em função de aplicações de doses crescentes de nitrogênio, diminuiu, segundo uma relação linear. A aplicação de doses crescentes de nitrogênio, na ausência de aplicação de fósforo (P_0) e na presença de fósforo na dose P_1 , não alterou a porcentagem de potássio no limbo. Entretanto, na presença de fósforo na dose P_2 , houve uma redução na porcentagem de potássio no limbo, segundo uma relação quadrática.

Através da Figura 30, constata-se que doses crescentes de fósforo atuam aumentando a porcentagem de potássio no limbo, somente na ausência de aplicação de nitrogênio (dose N_0), sendo o efeito segundo uma relação linear.

Com relação a porcentagem de potássio no pecíolo, verifica-se pelos valores do Teste F (Quadro 8), que houve efeito estatisticamente significativo para aplicações de doses crescentes de nitrogênio, fósforo e de potássio.

Assim, verifica-se que para aplicações de doses crescentes de nitrogênio e de fósforo ocorre uma diminuição na porcentagem de potássio no pecíolo. Entretanto, para aplicações crescentes de doses de potássio, ocorre um aumento

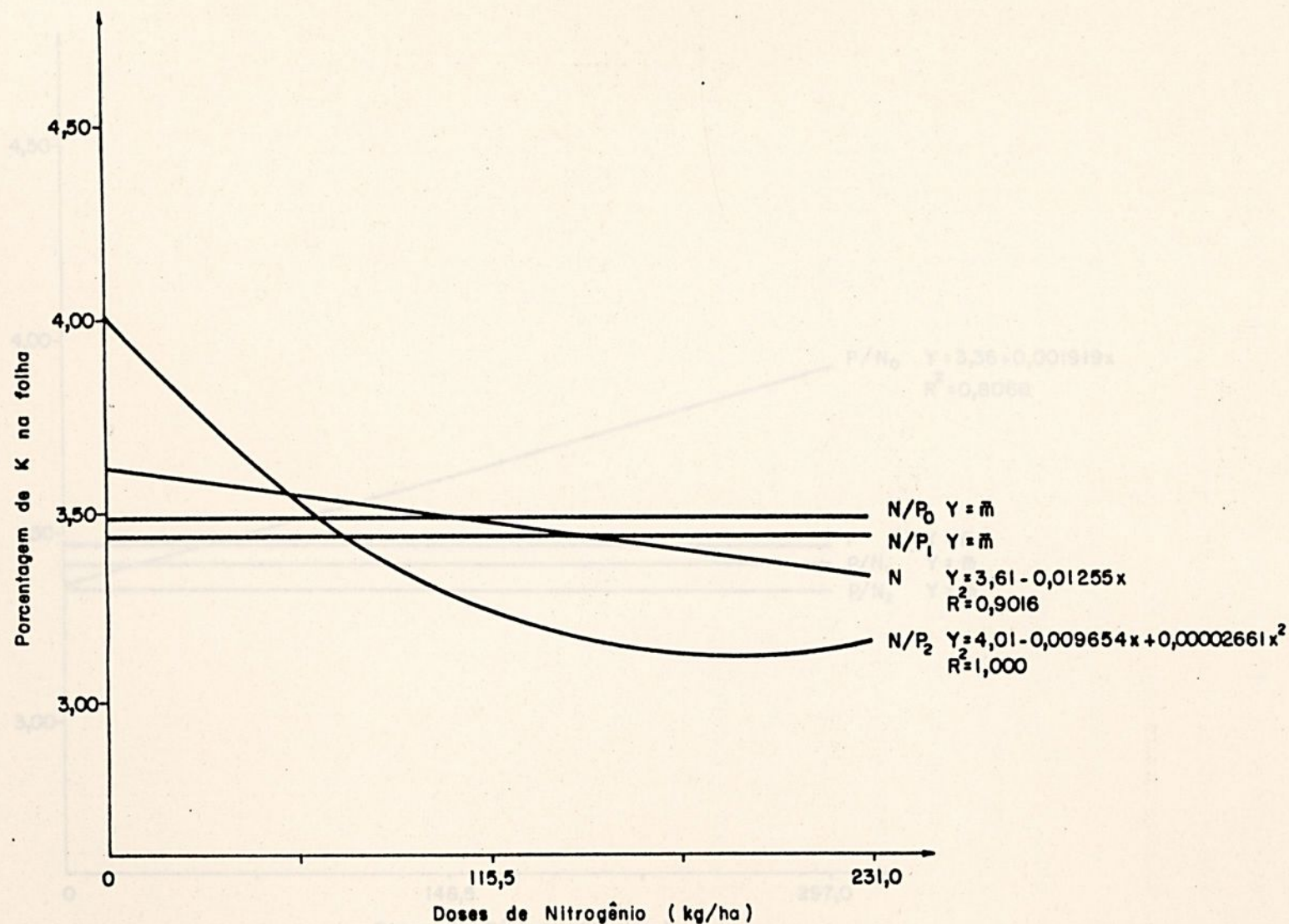


FIGURA 29. Porcentagem de K no limbo em função de doses de nitrogênio dentro de doses totais de fósforo.

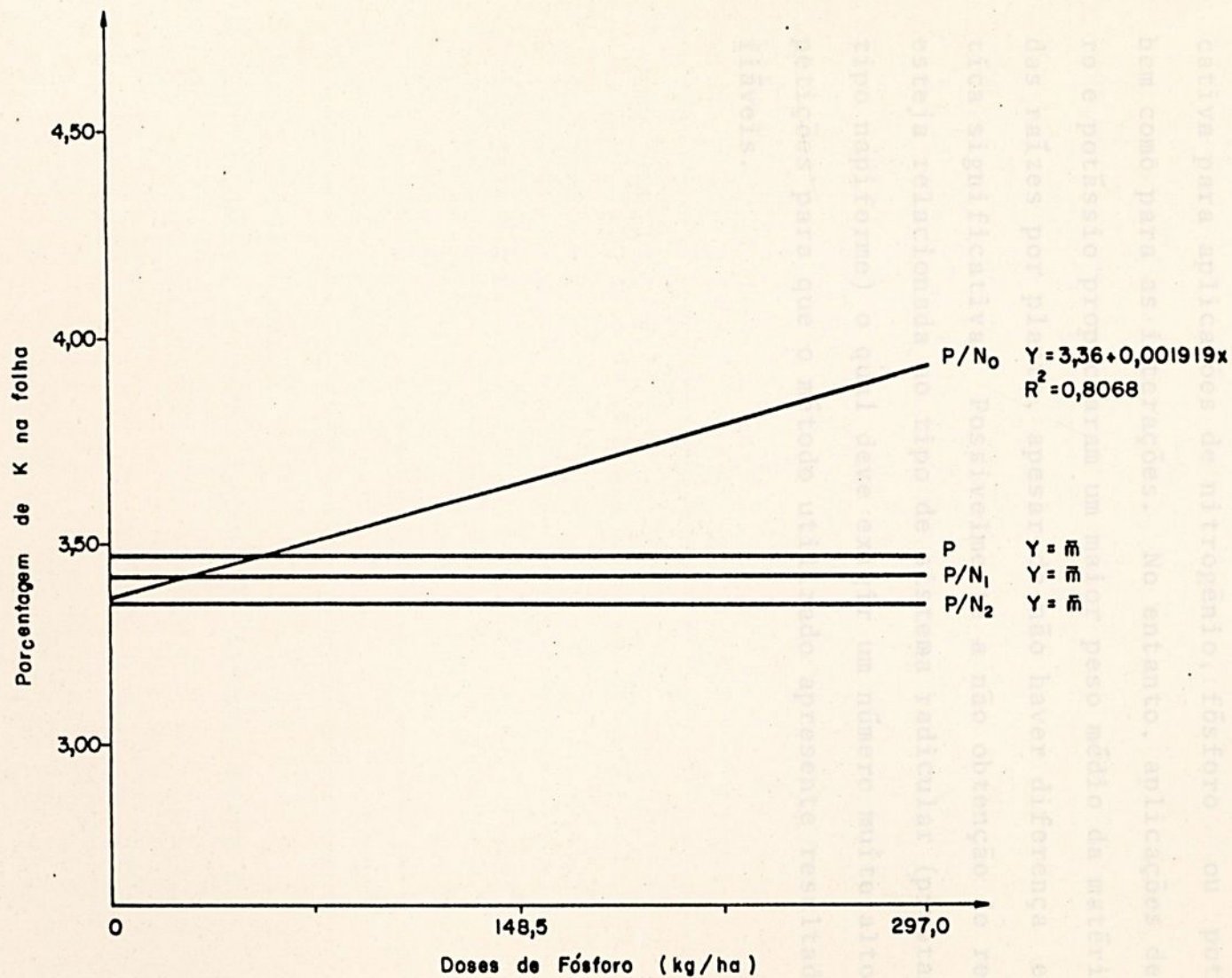


FIGURA 30. Porcentagem de K no limbo em função de doses de fósforo dentro de doses totais de nitrogênio.

na porcentagem do mesmo no pecíolo.

4.5. PRODUÇÃO DE RAÍZES

No Quadro 9, encontram-se os resultados referentes aos efeitos de doses de N, P e K, sobre o peso médio da matéria seca das raízes no mamoeiro. Através dos resultados, verifica-se que não houve diferença estatística significativa para aplicações de nitrogênio, fósforo ou potássio, bem como para as interações. No entanto, aplicações de fósforo e potássio propiciaram um maior peso médio da matéria seca das raízes por planta, apesar de não haver diferença estatística significativa. Possivelmente a não obtenção de resposta esteja relacionada ao tipo de sistema radicular (pivotante do tipo napiforme) o qual deve exigir um número muito alto de repetições para que o método utilizado apresente resultados confiáveis.

	K_1	204,70 a
	K_2	307,55 a
Teste F para K		2,3954 ^{ns}
Teste F para N x P		0,6128 ^{ns}
Teste F para N x K		1,1843 ^{ns}
Teste F para P x K		2,4480 ^{ns}
Teste F para N x P x K		0,5257 ^{ns}

ns= não significativo

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

QUADRO 9. Efeito de doses de N, P e K sobre o peso médio da matéria seca de raízes de mamoeiro, aos 540 dias após o plantio.

TRATAMENTOS	DOSES	Peso médio da matéria seca das raízes (g/planta)
Nitrogênio	N ₀	271,26 a
	N ₁	226,85 a
	N ₂	251,26 a
Teste F para N		0,4285 ^{ns}
Fósforo	P ₀	182,22 a
	P ₁	282,04 a
	P ₂	285,11 a
Teste F para P		2,9682 ^{ns}
Potássio	K ₀	237,11 a
	K ₁	204,70 a
	K ₂	307,55 a
Teste F para K		2,3954 ^{ns}
Teste F para N x P		0,6128 ^{ns}
Teste F para N x K		1,1843 ^{ns}
Teste F para P x K		2,4480 ^{ns}
Teste F para N x P x K		0,3257 ^{ns}

ns= não significativo

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, nas condições do experimento, pode-se concluir que:

5.1. As aplicações de doses crescentes de nitrogênio:

- a) diminuiu a Taxa de Crescimento Relativo obtida pela altura da planta, mas não alterou a obtida através do diâmetro do caule.
- b) aumentou o número de frutos por planta; porém, não alterou o peso médio dos frutos.
- c) aumentou o rendimento (kg/ha) da cultura, segundo uma relação quadrática; porém, na ausência de aplicação de fósforo o rendimento não se alterou.
- d) não teve efeito sobre o comprimento e diâmetro do fruto, espessura da polpa, porcentagem de sólidos solúveis, porcentagem de acidez e relação sólidos solúveis/acidez.
- e) não teve efeito sobre a porcentagem de nitrogênio no limbo; porém, reduziu a porcentagem de fósforo

e potássio, respectivamente segundo relação quadrática e linear.

f) não teve efeito sobre a porcentagem de nitrogênio no pecíolo; porém, diminuiu a porcentagem de potássio e fósforo, sendo este último segundo uma relação quadrática.

g) na ausência de aplicação de fósforo, aumentou a porcentagem de acidez do fruto segundo uma relação quadrática e não alterou a porcentagem de fósforo e potássio na folha; mas diminuiu a porcentagem de fósforo no pecíolo segundo uma relação quadrática.

h) na ausência de aplicação de potássio, aumentou a relação sólidos solúveis/acidez segundo relação quadrática e diminuiu a acidez segundo relação linear.

5.2. As aplicações de doses crescentes de fósforo:

a) não teve efeito sobre a Taxa de Crescimento Relativo obtida pela altura da planta e pelo diâmetro do caule.

5.3. As aplicações de doses crescentes de potássio:

b) aumentou o número de frutos por planta; porém, não teve efeito sobre o peso médio dos frutos.

c) aumentou o rendimento (kg/ha) da cultura, segundo uma relação quadrática e na ausência de aplicação de nitrogênio, segundo relação linear.

d) não teve efeito sobre o comprimento do fruto, espessura da polpa, porcentagem de sólidos solúveis

e acidez; porém, aumentou o diâmetro do fruto e a relação sólidos solúveis/acidez, sendo este último segundo relação quadrática.

e) aumentou a porcentagem de fósforo no limbo segundo relação linear, mas não teve efeito sobre a porcentagem de nitrogênio e de potássio.

f) aumentou a porcentagem de fósforo no pecíolo segundo relação linear; mas, reduziu a porcentagem de potássio e não teve efeito sobre a porcentagem de nitrogênio.

g) na ausência de aplicação de nitrogênio aumentou a porcentagem de fósforo no limbo segundo relação linear e reduziu a porcentagem de acidez do fruto.

h) na ausência de aplicação de potássio aumentou a Taxa de Crescimento Relativo obtida pelo diâmetro do caule, segundo relação linear; reduziu a porcentagem de acidez do fruto, mas não alterou a relação sólidos solúveis/acidez.

5.3. As aplicações de doses crescentes de potássio:

a) não teve efeito sobre: a Taxa de Crescimento Relativo obtida pela altura da planta e pelo diâmetro do caule; número de frutos por planta e peso médio dos frutos; rendimento (kg/ha) da cultura; comprimento e diâmetro do fruto; espessura da polpa; porcentagem de sólidos solúveis/acidez.

b) diminuiu a relação sólidos solúveis/acidez segundo

relação linear. fósforo foi de 187,15 kg/ha e o correspondente rendimento foi de 72.951,04 kg/ha.

- c) não teve efeito sobre: a porcentagem de nitrogênio, fósforo e potássio no limbo.
- d) não teve efeito sobre a porcentagem de nitrogênio e fósforo no pecíolo; porém, aumentou a de potássio.
- e) na ausência de aplicação de nitrogênio reduziu a porcentagem de acidez do fruto; mas, não alterou a relação sólidos solúveis/acidez.
- f) na ausência de aplicação de fósforo reduziu: a Taxa de Crescimento Relativo obtida pelo diâmetro do caule segundo relação quadrática; a porcentagem de acidez, bem como a relação sólidos solúveis/acidez segundo relação linear.

5.4. A interação nitrogênio x fósforo mostra que o rendimento estimado atingirá um máximo (70.538,39 kg/ha) com 126,49 kg/ha de nitrogênio e 148,5 kg/ha de fósforo.

5.5. A interação fósforo x nitrogênio mostra que o rendimento estimado atingirá um máximo (71.642,97 kg/ha) com 188,43 kg/ha de fósforo e 115,5 kg/ha de nitrogênio.

5.6. Sem limitações quanto ao capital disponível para aplicar nitrogênio e fósforo e para as relações $Pn/Py = 24,6$ e $Pp/Py = 18,1$, a dose de nitrogênio ótima econômica foi de

132,09 kg/ha, a de fósforo foi de 187,15 kg/ha e o correspondente rendimento foi de 72.951,04 kg/ha.

6. SUMMARY

This present experiment was led in a Latossol Vermelho Escuro, clay texture, in Selvíria town-M.S., in the approximate geographic coordinates $29^{\circ}14'$ of South Latitude and $51^{\circ}19'$ of West Latitude of Greenwich, with altitude nearly 335 meters.

It had as aim to verify the effect of the rates of N (0-115,5 and 231 kg/ha), P (0-148,5 and 297 kg/ha) and K (0-115,5 and 231 kg/ha) about the development, production and quality of the fruits of the papaya tree 'Solo' grown with irrigation.

The experimental delineation used was a factorial sketch 3^3 , in blocks at random, with 3 repetitions.

Based on obtained results in the conditions of the experiment, we can conclude that:

- a) the application of growing rates of nitrogen: decreased the Relative Growing Rate (stem height); increased the number of fruit for each plant, the percentage of soluble solids and acidity; there is not effect about the percentage of nitrogen in the leaf blade and in the petiole.

b) the application of growing rates of phosphorus: there is not effect about the Relative Growing Rate (stem height); increased the number of fruit for each plant; there is no effect about the weight of the fruit, the percentage of soluble solids and acidity; increased the percentage of phosphorus in the leaf blade and in the petiole.

c) the application of growing rate of potassium there is no

6. SUMMARY

This present experiment was led in a Latossol Vermelho Escuro, clay texture, in Selvíria town-M.S., in the approximate geographic coordinates $29^{\circ}14'$ of South Latitude and $51^{\circ}19'$ of West Latitude of Greenwich, with altitude nearly 335 meters.

It had as aim to verify the effect of the rates of N (0-115,5 and 231 kg/ha), P (0-148,5 and 297 kg/ha) and K (0-115,5 and 231 kg/ha) about the development, product-on and quality of the fruits of the papaya tree 'Solo' grown with irrigation.

The experimental delineation used was a factorial sketch 3^3 , in blocks at random, with 3 repetitions.

Based on obtained results in the conditions of the experiment, we can conclude that:

a) the application of growing rates of nitrogen: decreased the Relative Growing Rate (stem height); increased the number of fruit for each plant, the percentage of soluble solids and acidity; there is not effect about the percentage of nitrogen in the leaf blade and in the petiole.

- b) the application of growing rates of phosphorus: there is not effect about the Relative Growing Rate (stem height); increased the number of fruit for each plant; there is no effect about the weight of the fruit, the percentage of soluble solids and acidity; increased the percentage of phosphorus in the leaf blade and in the petiole.
- c) the application of growing rate of potassium there is no effect about: the Relative Growing Rate (stem height); the percentage of soluble solids and acidity; the percentage potassium in the leaf blade.
- d) without limitation related of the available capital for the application of the nitrogen and phosphorus and for the relation $P_n/P_y = 24,6$ and $P_p/P_y = 18,1$, the best economical rates of the nitrogen was of 132,09 kg/ha, the best economical rates of the phosphorus was of the 187,15 kg/ha and the correspondent income was of the 72.951,04 kg/ha.

AWADA, M. Relation of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization to nutrient composition of the petiole and growth of papaya. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, St. Joseph, Michigan, 102(4): 413-418, 1977b.

AWADA, M. Critical Potassium Level in Petioles of Papaya. Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii, 1977a. 17p. (Technical Bulletin, 99).

AWADA, M. & LONG, C. The selection of the phosphorus index in papaya tissue analysis. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, St. Joseph, Michigan, 94: 501-504, 1969.

AWADA, M. & LONG, C. The selection of the potassium index in papaya tissue analysis. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, St.

Joseph, Michigan, 96(1): 74-77, 1971a.

AWADA, M. & LONG, C. Relathion of petiole nitrogen levels to nitrogen fertilization and yield of papaya. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, St. Joseph, Michigan, 96(6): 745-749, 1971b.

AWADA, M. & LONG, C. Relathion of nitrogen and phosphorus fertilization to fruiting and petiole composition of "Solo" papaya. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, St. Joseph, Michigan, 94(6): 687-690, 1969.

7. LITERATURA CITADA

AWADA, M. & SUEHISA, R. Nutrient removal by papaya fruits.

AWADA, M. The selection of the nitrogen index in papaya tissue analysis. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, St. Joseph, Michigan, 94(6): 687-690; 1969.

AWADA, M. Relathion of phosphorus fertilization to petiole phosphorus concentrations and vegetative growth of young papaya plants. *Tropical Agriculture*, Trinidad, 53(2): 173-181, 1976.

AWADA, M. Relathion of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization to nutrient composition of the petiole and growth of papaya. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, St. Joseph, Michigan, 102(4): 413-418, 1977b.

AWADA, M. *Critical Potassium Level in Petioles of Papaya*. Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii. 1977a. 17p. (Technical Bulletin, 99).

AWADA, M. & LONG, C. The selection of the phosphorus index in papaya tissue analysis. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, St. Joseph, Michigan, 94: 501-504, 1969.

AWADA, M. & LONG, C. The selection of the potassium index in papaya tissue analysis. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, St.

- Joseph, Michigan, 96(1): 74-77, 1971a.
- AWADA, M. & LONG, C. Relathion of petiole nitrogen levels to nitrogen fertilization and yield of papaya. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, St. Joseph, Michigan, 96(6): 745-749, 1971b.
- AWADA, M. & LONG, C. Relathion of nitrogen and phosphorus fertilization to fruiting and petiole composition of "Solo" papaya. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, St. Joseph, Michigan, 103(2): 217-219, 1978.
- AWADA, M. & SUEHISA, R. Nutrient removal by papaya fruits. *Hort. Science*, St. Joseph, Michigan, 5(3): 182, 1970.
- AWADA, M.; SUEHISA, R.; KANEHIRO, Y. Effects of lime and phosphorus on yield, growth, and petiole composition of papaya. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* St. Joseph, Michigan, 100(3): 294-298, 1975.
- BERNARDO, S. *Manual de Irrigação*. Viçosa, Imprensa Universitária. UFV. 1982. 488p.
- BOX, G.E.P. The exploration and exploitation of responsesurfaces: some general consideration and examples. *Biometrics*, 10: 16-60. 1954.
- BRIGGS, G.E.; KIDD, R. & WEST, C. *Ann. Appl. Biol. F.* 7: 103. 1920.
- CARVALHO, A.M. de; GALLI, O.; ABRAMIDES, E.; SCARINARI, H.J. Adubação do mamoeiro. *Bragantia*, Campinas, 22: XXXIX - XLI, 1963. (Nota, 10).
- CARVALHO, A.M. de; SCARINARI, H.J.; ABRAMIDES, E. Efeito da adubação química no desenvolvimento do mamoeiro. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 16(2): 148-149, 1964.

- CARVALHO, A.M. de; SOBRINHO, J.T.; ABRAMIDES, E. Efeito da torta e do esterco no desenvolvimento do mamoeiro. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 18(2): 117-118, 1966.
- CIBES, H.R. & GAZTAMBIDE, S. Mineral deficiency symptoms displayed by papaya plant growth under controlled conditions. *J. Agric. Univ. P. R.*, Rio Piedras, Porto Rico, 62(4): 413 - 423, 1978.
- CUNHA, R.J.P. *Marcha de absorção de nutrientes em condições de campo e sintomatologia de deficiências de macronutrientes e do boro em mamoeiro (Carica papaya L.)*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, 1979-131p. (Tese de Doutorado).
- DEMATTE, J.L.I. Levantamento detalhado dos solos do Campus Experimental de Ilha Solteira. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP. 1980. 114p. (Mimeografado).
- FORD, H.W. The distribution of feeder roots orange and grapefruit trees on rough lemon rootstock. *Citrus Magazine*, Tampa, 14: 22-23, 1952.
- GEUS, J.G. Fertilizer requirements of tropical fruit crops. *Stikstof*, 8: 41-64, 1964.
- GHOSH, S.P. & SEN, S.P. The modification of sex expression in papaya (*Carica papaya* L.). *J. Hort. Sci.*, London, 50(2): 91-96, 1975.
- GODOY, J.D.H.; HOCHER, F.C. & VILLALOBOS, A.P. Etánderes de clasificación del estado de nutrición nitrogenada de papayos (*Carica candamarcensis*, Hook, f.). *Agriculture Técnica*, Santiago, Chile, 28(4): 149-157, 1968.

- GODOY, J.D.H.; KOCHER, F.C. & VILLALOBOS, A.P. Efecto de la fertilización nitrogenada en la curva anual del nitrógeno en papayos (*Carica candamarcensis* Hook, f.). *Agriculture Técnica*, Santiago, Chile, 29(1): 9-14, 1969.
- GONZALES, C.O.; ODA, J. & BITRAN, R.N. Estudio del equilibrio nutricional del papayo (*Carica candamarcensis*, Hook, f.). I. Evolución estacional de macro y micro nutrientes. *Agrochimica*, Chile, 16(3): 216-223, 1972.
- GONZALES, C.O.; MARIN, E.B. & BITRAN, R.N. Estudio del equilibrio nutricional del papayo (*Carica candamarcensis*, Hook, f.). III - Evolución estacional de macro y micro nutrientes en plantas dioicas. *Agrochimica*, Chile, 19(3/4): 348-352, 1975.
- HIROCE, R.; CARVALHO, A.M.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C.; SANTOS, R.R. & GALLO, J.R. Composição mineral de frutos tropicais na colheita. *Bragantia*, Campinas, 36(1): 155-164, 1977.
- IBGE. Produção Vegetal. Secretaria de Planejamento da Presidência da República, 1982.
- KOCHER, F.G. & VILLALOBOS, A.P. Comparación entre los constituyentes nitrogenados de hojas de papayo como indicadores del estado de nutrición nitrogenada de la planta. *Agricultura Técnica*, Santiago, Chile, 26(4): 155-158, 1966.
- LASSOUDIÈRE, A. Le papayer. *Fruits*, Paris, 23: 523-529, 1968.
- LUNA, J.V.U. & CALDAS, R.C. Adubação mineral em mamão (*Carica papaya* L.). In: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7º, Florianópolis, 1984. p. 946-952.
- MANICA, I. Cultura do mamoeiro. *Seiva*, Viçosa, 28(6): 33-39, 1968.

- MARTIN-PREVEL, P.; MARCHAL, J. GAILLARD, J.P. *Análise foliaire et nutrition minerale du papaya au Cameron. 4º. Coll. Int. sur le controle de l'alimentation de Plantes Cultivées* (Gent) 2: 593-613, 1976.
- MENDES, L.O.T. *A maturação dos fructos citricos. V, Secretaria da Agricultura, Industria e Comércio do Estado de São Paulo. 1936. 10p. (Circular, 3).*
- MORIN, C. El papayo. In: *Cultivo de Frutales Tropicales. 1º ed., Lima, Librerias A.B.C., S.A. p. 231-288, 1967.*
- MUNOZ, I.H.; KOCHER, F.C. & VILLALOBOS, A.P. Determinación de las concentraciones críticas de fósforo y boro para el crecimiento del papayo (*Carica candamercensis* Hook. f.). *Agricultura Técnica, Santiago, Chile, 28(3): 119-124, 1968.*
- PIZA Jr, C.T. *A cultura do mamoeiro. Campinas, Secretaria da Agricultura, Departamento da Produção Vegetal. 1967. 17p. (Boletim Técnico, 13).*
- PUROHIT, A.G. Response of papaya (*Carica papaya* L.) to nitrogen, phosphorus and potassium. *Indian Journal of Horticulture, New Delhi, 34(4): 350-353, 1977.*
- RAIJ, B. van. *Interpretação da análise de terra. Campinas, Instituto Agrônômico. 1975. 8p. (Mimeografado).*
- RAIJ, B. van & ZULLO, M.A.T. *Métodos de análise do solo. Campinas, Instituto Agrônômico, 1977. 16p. (Circular, 63).*
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. *Análises químicas em plantas. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP. 1974. 56p.*
- SIMÃO, S. *Manual de Fruticultura. São Paulo, Editora Agrônômica Ceres. 1971 530 p.*

XABREGAS, J. & SANTOS, A.S. Mamoeiro. Divulgação Agropecuária, Angola, 80: 57-59. 1967.

3. APENDICE



8. APÊNDICE

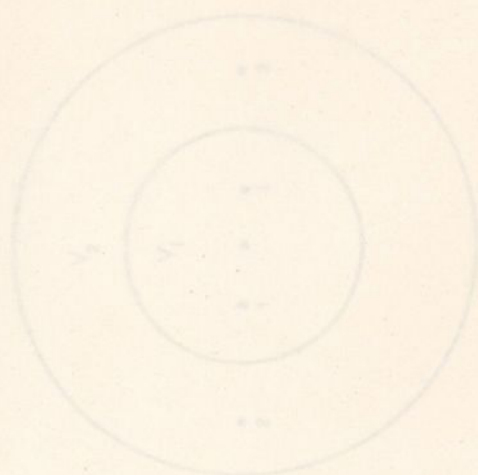


FIGURA 1. Disposição das perfurações na área do terreno ocupada por uma planta.

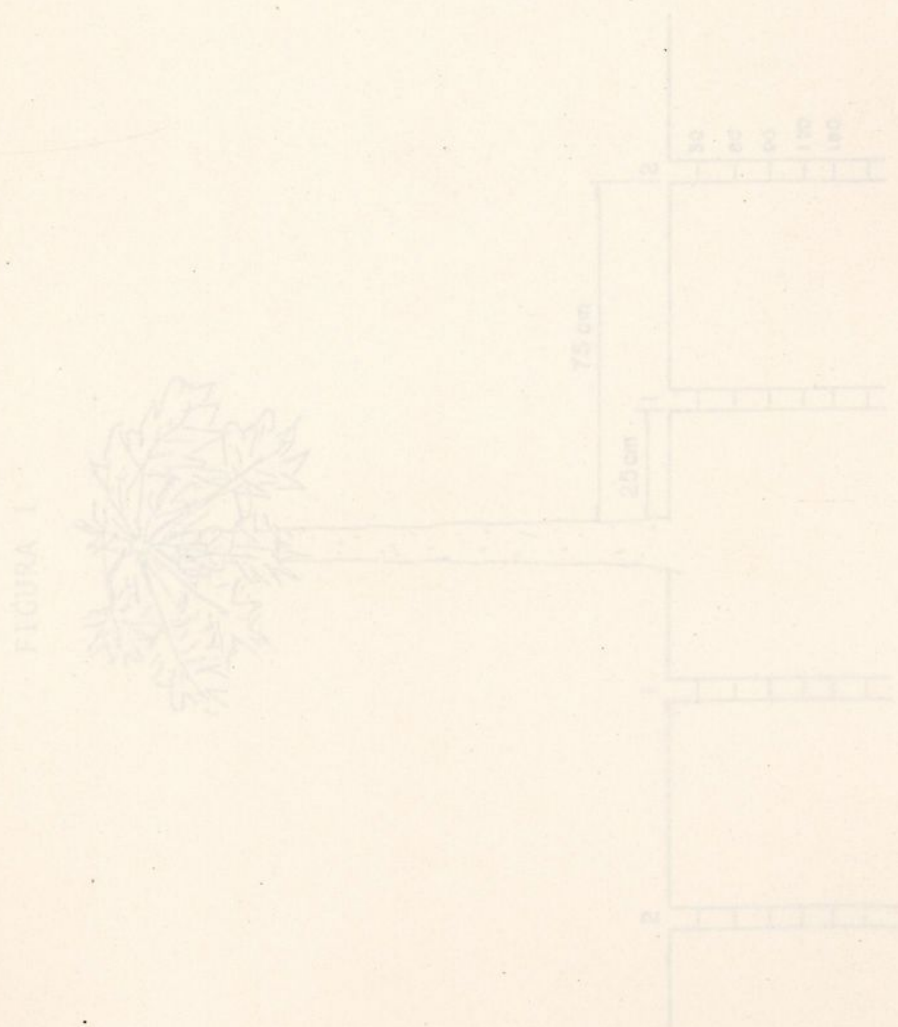


FIGURA 1. Localização das perfurações.

FIGURA 1

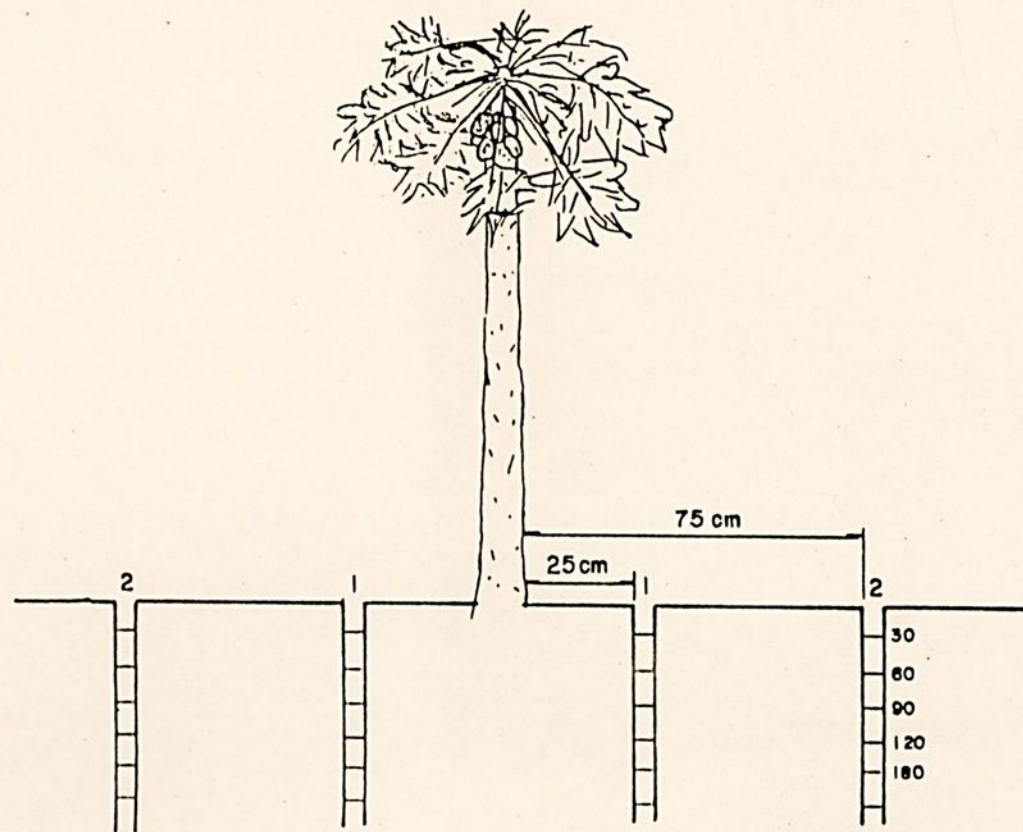


FIGURA 1. Localização das perfurações

FIGURA 2

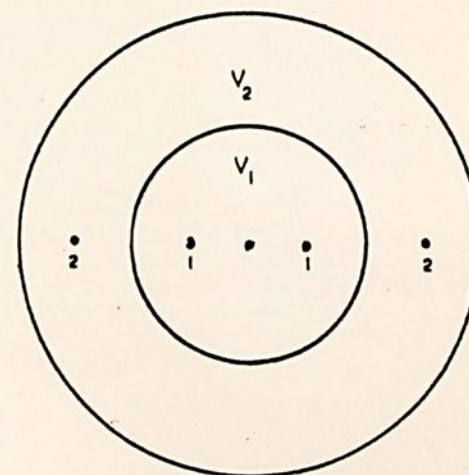


FIGURA 2. Disposição das perfurações na área do terreno ocupada por uma planta.

5

