

LUCIMERIS RUARO SCHUTA

EFEITO DO VIRUS DO ENROLAMENTO DA FOLHA DA BATATA SOBRE A  
PRODUÇÃO DE PLANTAS DE BATATA (*Solanum tuberosum* L., var.  
 Bintje) EM DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA

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

CURITIBA

1993



P A R E C E R

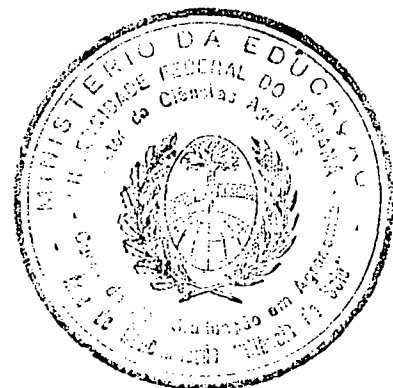
Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata LUCIMERIS RUARO SCHUTA, com o título: "EFEITO DO VÍRUS DO ENROLAMENTO DA FOLHA DA BATATA SOBRE A PRODUÇÃO DE PLANTAS DE BATATA (*Solanum tuberosum* L., var. Bintje) EM DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA", para obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata, são de Parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação, com o conceito "A" completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo".

Secretaria do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba, 17 de novembro de 1993.

Prof. Dr. Vismar da Costa Lima Neto, Presidente.

Profa. Dra. Maria Lúcia Rosa Zaksevskas da Costa Lima,  
I Examinadora.

Prof. M.Sc. José Luiz Camargo Zambon, II Examinador.



Aos meus pais Aldevino e Nair que  
com sacrificio investiram na  
educação dos filhos. E aos meus  
irmãos Carolina, Roseli e Paulo

OFEREÇO

A meu esposo Miguel e meu filho  
Paulo que me apoiaram e que  
compreenderam a divisão de meu  
tempo para com o trabalho

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Vismar da Costa Lima Neto, pela orientação, amizade, e incentivo.

A professora Beatriz Monte Serrat Prevedello, pela co-orientação e amizade.

A professora Maria Lúcia R. Z. Costa Lima, pela valiosa co-orientação, pelo convívio, amizade e apoio incondicional.

Ao professor Antonio Carlos Vargas Mota, pela co-orientação, amizade e colaboração na elaboração do projeto e instalação do experimento.

Ao Edilson Batista de Oliveira, pesquisador da EMBRAPA/Florestal, pelas sugestões na instalação do experimento.

Ao professor Paulo Justiniano Ribeiro Junior e ao acadêmico Paulo Sérgio Bassfeld, pela colaboração segura e objetiva na avaliação estatística.

Ao professor José Luis C. Zambon, pelas sugestões.

A Universidade Federal do Paraná, em especial ao Departamento de Solos, pela oportunidade concedida para a realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nivel Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

À EMBRAPA/SPSB/Canoinhas e à assistente técnica Mariastela A. Sorato, na realização dos testes serológicos.

Aos funcionários e estagiários do laboratório de fitopatologia, especialmente à estagiária Marianne Haugaard (Dinamarca), pela colaboração durante todo o transcorrer do experimento e do curso.

A todos os funcionários do Departamento de Solos, especialmente

ao Aldair e Valdina e aos funcionários da Biblioteca do Setor de Ciências Agrárias, Lilliana, Doroti, Evelin, Helena, Marcia, Maria Aparecida, Carlos e Agrinaldo, pela colaboração e amizade.

Ao Natalicio Ferreira, pelo valioso auxílio na digitação do texto.

Aos amigos Arlei Maceda e Ana Rosa M. dos Anjos, pela amizade e apoio.

Aos colegas de curso, pela amizade, incentivo e solidariedade.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMARIO

LISTA DE TABELAS .....	viii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	ix
RESUMO .....	xi
ABSTRACT .....	xiii
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
2.1 ALGUNS ASPECTOS DO VÍRUS DO ENROLAMENTO DA FOLHA DA BATATA .....	4
2.2 INFLUENCIA DO VÍRUS NA COMPOSIÇÃO DOS VEGETAIS .....	7
2.3 INFLUENCIA DO TEOR DE NUTRIENTES SOBRE O VÍRUS .....	13
2.4 INFLUENCIA DO PLRV SOBRE AS PLANTAS DE BATATA .....	16
2.5 NUTRIÇÃO DA BATATA .....	22
2.5.1 Distribuição dos Assimilados e Composição Química da Batata .....	22
2.5.2 Funções dos Macronutrientes na Cultura da Batata .....	25
2.5.3 Níveis de Macronutrientes na Cultura da Batata .....	29
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>35</b>
3.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL .....	35
3.1.1 Preparo do Solo .....	35
3.1.2 Plantio .....	37
3.1.3 Inoculação das Plantas .....	38
3.1.4 Tratos Culturais .....	38
3.1.5 Diagnose do PLRV nas Plantas de Batata .....	39
3.1.5.1 Inoculação em Plantas Indicadoras .....	40
3.1.5.2 Teste Serológico ELISA .....	40
3.2 AVALIAÇÃO DA MASSA SECA DA PARTE AEREA .....	41

3.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MACRONUTRIENTES NO TECIDO FOLIAR .....	41
3.4 AVALIAÇÃO DA MASSA SECA DOS TUBERCULOS .....	42
3.5 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MACRONUTRIENTES NO TECIDO DE TUBERCULOS .....	43
3.6 DETERMINAÇÃO DA PRODUÇÃO DE AMIDO .....	43
3.7 AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE TUBERCULOS .....	43
3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	44
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>45</b>
4.1 DIAGNOSE DO PLRV .....	45
4.1.1 Diagnose através do uso de Plantas Indicadoras .....	45
4.1.2 Teste Serológico ELISA .....	47
4.2 MASSA SECA DA PARTE AÉREA .....	47
4.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MACRONUTRIENTES NO TECIDO FOLIAR .....	49
4.3.1 Nitrogênio .....	49
4.3.2 Fósforo .....	51
4.3.3 Potássio .....	53
4.3.4 Cálcio .....	56
4.3.5 Magnésio .....	57
4.4 MASSA SECA DE TUBERCULOS .....	60
4.5 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MACRONUTRIENTES NO TECIDO DE TUBERCULOS .....	61
4.5.1 Nitrogênio .....	61
4.5.2 Fósforo .....	63
4.5.3 Potássio .....	65
4.5.4 Cálcio .....	66
4.5.5 Magnésio .....	67
4.6 PRODUÇÃO DE AMIDO .....	70

4.7 PRODUÇÃO DE TUBERCULOS .....	72
5 CONCLUSÕES .....	75
ANEXOS - ESTATÍSTICAS .....	76
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	82

## LISTA DE TABELAS

1 RENDIMENTO ABSOLUTO E RELATIVO DE PLANTAS SADIAS E COM SINTOMAS DO ENROLAMENTO DA FOLHA EM FUNÇÃO DA FERTILIZAÇÃO NPK. ....	18
2 PERCENTAGENS DE NPK FOLIAR EM PLANTAS SADIAS E INFECTADAS COM O VÍRUS DO ENROLAMENTO DA FOLHA EM FUNÇÃO DA FERTILIZAÇÃO NPK .....	19
3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA APROXIMADA DA BATATA .....	23
4 FAIXA DE VARIAÇÃO (%) DOS TEORES TOTAIS DE NUTRIENTES NA FOLHA DE BATATA .....	34
5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DO SOLO UTILIZADO NO EXPERIMENTO .....	36
6 MASSA SECA DA PARTE AÉREA APRESENTADA POR PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV .....	47
7 TEOR MÉDIO DE NITROGÊNIO EM FOLHAS DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV .....	49
8 TEOR MÉDIO DE FÓSFORO EM FOLHAS DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV .....	52
9 TEOR MÉDIO DE K EM FOLHAS DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV .....	53
10 TEOR MÉDIO DE Ca EM FOLHAS DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV .....	56
11 TEOR MÉDIO DE Mg EM FOLHAS DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV .....	58
12 MASSA SECA MÉDIA DE TUBÉRCULOS APRESENTADA POR PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV .....	60
13 TEOR MÉDIO DE N NO TUBÉRCULO DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV .....	62
14 TEOR MÉDIO DE P NO TUBÉRCULO DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV .....	63
15 TEOR MÉDIO DE K NO TUBÉRCULO DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV .....	65
16 TEOR MÉDIO DE Ca NO TUBÉRCULO DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV .....	66
17 TEOR MÉDIO DE Mg NO TUBÉRCULO DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV .....	68

18	PRODUÇÃO MÉDIA DE AMIDO EM TUBÉRCULOS DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV .....	70
19	TEOR MÉDIO DE AMIDO (%) EM TUBÉRCULOS DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV .....	71
20	PRODUÇÃO MÉDIA DE TUBÉRCULOS APRESENTADA POR PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV .....	72

### LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1	EXPERIMENTO NA FASE DE INOCULAÇÃO DAS PLANTAS DE BATATA .....	39
2	FOLHAS DE PLANTA DE BATATA VAR. BINTJE SADIA AO LADO DE FOLHAS INFECTADAS PELO PLRV .....	45
3	FOLHAS DE PLANTA DE BATATA VAR. BINTJE COM SINTOMAS DO PLRV .....	46
4	PRODUÇÃO MÉDIA DE MATERIA SECA DA PARTE AEREA DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K <sub>2</sub> O .....	48
5	TEORES MÉDIOS DE NITROGENIO (%) NO TECIDO FOLIAR DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K <sub>2</sub> O .....	51
6	TEORES MÉDIOS DE FOSFORO (%) NO TECIDO FOLIAR DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K <sub>2</sub> O .....	52
7	TEORES MÉDIOS DE POTASSIO (%) NO TECIDO FOLIAR DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K <sub>2</sub> O .....	55
8	TEORES MÉDIOS DE CALCIO (%) NO TECIDO FOLIAR DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K <sub>2</sub> O .....	57
9	TEORES MÉDIOS DE MAGNÉSIO (%) NO TECIDO FOLIAR DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K <sub>2</sub> O .....	59
10	PRODUÇÃO MÉDIA DE MATERIA SECA (g) DE TUBÉRCULOS DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K <sub>2</sub> O .....	61

11	TEORES MÉDIOS DE NITROGENIO (%) NO TECIDO DE TUBERCULOS DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K <sub>2</sub> O .....	63
12	TEORES MÉDIOS DE FÓSFORO (%) NO TECIDO DE TUBERCULOS DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K <sub>2</sub> O .....	64
13	TEORES MÉDIOS DE POTASSIO (%) NO TECIDO DE TUBERCULOS DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K <sub>2</sub> O .....	66
14	TEORES MÉDIOS DE CALCIO (%) NO TECIDO DE TUBERCULOS DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K <sub>2</sub> O .....	67
15	TEORES MÉDIOS DE MAGNESIO (%) NO TECIDO DE TUBERCULOS DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K <sub>2</sub> O .....	69
16	PRODUÇÃO MÉDIA DE AMIDO (g) DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K <sub>2</sub> O .....	71
17	PRODUÇÃO MÉDIA DE TUBERCULOS (g) APRESENTADA PELAS PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K <sub>2</sub> O .....	73
18	EFEITO DO FORNECIMENTO DE K <sub>2</sub> O NA PRODUÇÃO DE TUBERCULOS E NO TEOR DE POTASSIO FOLIAR DAS PLANTAS DE BATATA .....	73

## RESUMO

Com o objetivo de se estudar o efeito do vírus do enrolamento da folha da batata (PLRV) sobre a produção de plantas de batata (*Solanum tuberosum* L. var. Bintje) em diferentes níveis de adubação potássica, instalou-se um experimento em casa de vegetação, em um solo Cambissolo A proeminente. Utilizou-se como tratamentos: 05 doses de  $K_2O$  (0, 75, 150, 300 e 600 Kg/ha) em duas séries de investigação (plantas com vírus e sem vírus). Foram determinados a produção de matéria seca da parte aérea e de tubérculos, concentração dos macronutrientes na parte aérea e nos tubérculos, produção de amido e produção de tubérculos. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com os tratamentos analisados segundo esquema fatorial. Os resultados obtidos permitiram concluir que: as plantas infectadas pelo vírus apresentaram produção de matéria seca da parte aérea significativamente maior que as plantas sadias e produção de matéria seca de tubérculos, produção de amido e produção de tubérculos menores que as plantas sadias, não sendo essas produções alteradas significativamente pelo fornecimento de  $K_2O$ , tanto para planta sadia como para infectada. Ocorreu redução nos teores de N, P e K e aumento no teor de Mg no tecido foliar das plantas infectadas, ocorrendo também redução nos teores de P e Mg nos tubérculos destas mesmas plantas. O teor de K no tecido foliar foi aumentado, enquanto o teor de Ca e Mg neste tecido foram diminuídos com o fornecimento de  $K_2O$  ao solo. Os teores de K e Mg nos tubérculos foram aumentados como este fornecimento. As plantas sadias e infectadas apresentaram comportamento

diferenciado com relação ao teor de Mg foliar frente os níveis de K<sub>2</sub>O fornecidos, onde as plantas infectadas apresentaram uma queda mais acentuada no teor de Mg foliar com o fornecimento inicial de K<sub>2</sub>O ao solo, que as plantas sadias. Os teores dos diferentes elementos analisados, tanto em plantas sadias como infectadas, poderiam ser considerados como não estando no limite da toxicidade ou deficiência.

## ABSTRACT

With the aim to study the impact of the Potato Leaf Roll Virus (PLRV) on the potato production (*Solanum tuberosum* L. var. Bintje) with different applications of potassium, a trial was conducted in a green house with prominent Cambisol A. As treatments were used: 05 applications of K<sub>2</sub>O (0; 75; 150; 300 & 600 Kg/ha) in two test series (plants infected with virus and healthy plants). The dry matter production of foliage and tubers, the concentration of macro elements in foliage and tubers, the production of starch and tubers were determined. The research outline was based on random sample plots, with factor analysis of the treatments. The results demonstrate that plants infected by virus have a significantly higher dry matter production of foliage, than healthy plants, a lower dry matter production of starch and tubers than healthy plants, without a significant change of production corresponding to application of K<sub>2</sub>O (healthy as well as infected plants). The leave tissue content of N, P, and K was reduced, the leaf tissue content of Mg increased, and a reduction of P and Mg in the tubers occurred in the same infected plants. When K<sub>2</sub>O has applied to the soil, the content of K increased the content of Ca and the of Mg decreased in the foliage tissues. The content of K and Mg in tubers increased. The healthy and infected plants leaves demonstrated a different behaviour related to the content of Mg in the foliage depending on the application levels of K<sub>2</sub>O. Infected plants revealed a more significative reduction of foliage Mg with the inicial soil application of K<sub>2</sub>O, than healthy plants. The content of elements analysed in healthy and infected plants is considered not to be toxic or a deficit.

## 1 INTRODUÇÃO

A batata é uma planta dicotiledônea, família *Solanaceae*, gênero *solanum*, espécie *Solanum tuberosum*, subespécie *tuberosum* (HAWKES, 1956). Sendo uma das principais fontes de alimento para a humanidade, situa-se entre as quatro culturas de maior produção, além do arroz, do trigo e do milho (CHAVES e PEREIRA, 1985).

No Brasil, é atualmente uma das mais importantes olerícolas cultivadas, com um cultivo anual médio (1991-92) de 172.305 ha e uma produção de 2.433.589 t., onde da produção média dos últimos cinco anos, o Paraná contribuiu com 27,5%, posicionando-se como primeiro produtor nacional, segundo ESTATÍSTICAS BÁSICAS E INDICADORES (1993).

As moléstias de vírus, são responsáveis em grande parte, pela baixa produção dos nossos batatais e pela degenerescência do tubérculo semente, além de causar alterações na qualidade do tubérculo. A situação é ainda agravada pelo uso que muitos agricultores fazem em gerações consecutivas dos tubérculos de batata, como semente, devido à uma série de fatores, relacionados principalmente com práticas fitossanitárias, altas percentagens dessas sementes próprias, após várias multiplicações, perdem o vigor e apresentam baixa produção, obrigando o produtor, para uma maior produtividade, utilizar batata-semente a cada safra. Parte dessa batata semente é importada, principalmente de países europeus, tradicionalmente produtores de tubérculos-semente

com alto grau de sanidade, sofrendo multiplicações sucessivas no Brasil, antes de chegar às mãos do produtor de batata-consumo.

Das doenças de vírus da cultura da batata, o enrolamento da folha é uma das mais importantes, em vários estados produtores. Em nosso Estado, LIMA e HAMERSCHMIDT (1982) constataram que 83,2% dos tubérculos utilizados no plantio de batata consumo nos municípios de Contenda e Araucária estavam infectados por vírus, dos quais o vírus do enrolamento da folha da batata (PLRV), era responsável por 75,3% das infecções.

O PLRV provoca retenção e acúmulo de carboidratos e outros produtos elaborados nas folhas das plantas infectadas, devido principalmente à dificuldades na translocação associadas à degeneração e necrose do floema (CAMPBELL, 1925; COSTA, 1972; McDONALD, 1976, GOLINOVSKI, 1987), e também devido à interferência do vírus no processo de fotossíntese e crescimento da planta (WATSON e WILSON, 1956 e HARMEY *et al.*, 1968).

Por outro lado, a batata é uma cultura bastante exigente em nutrientes, retirando do solo grandes quantidades de elementos, sendo que o potássio é o nutriente absorvido em maior quantidade.

Dentre suas funções na cultura da batata, o potássio ressalta-se por atuar na síntese do amido, no transporte de carboidratos e outros produtos da fotossíntese, intensificando a armazenagem desses produtos nos tubérculos (MENGEL e KIRKBI, 1979) e ainda por ser um dos elementos tido como o mais importante no processo de redução da suscetibilidade das plantas à doenças (KIRALY, 1976; PRETTY, 1982), considerando-se também, como já citado, que o PLRV causa a retenção e acúmulo de produtos na folha da planta infectada, seria de se esperar que sua deficiência ou excesso

possa afetar o desenvolvimento do patógeno, influenciando nas modificações que o mesmo causa na produção, na composição mineral e na qualidade do produto.

O objetivo principal do presente trabalho, foi o de avaliar os efeitos do PLRV sobre plantas de batata desenvolvidas sob diferentes níveis de adubação potássica.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ALGUNS ASPECTOS DO VIRUS DO ENROLAMENTO DA FOLHA DA BATATA (PLRV)

Existem hoje, pelo menos 25 viroses relatadas em batata (SALAZAR, 1982; AVILA & BEEK, 1987). Dentre as quais, segundo DIAS e COSTA (1984), o *Potato Leaf Roll Virus* (PLRV) e o *Potato Virus Y* (PVY) são as mais importantes. Sendo o PLRV repetidamente apontado como o principal responsável pela degenerescência da batata-sementê em nosso País.

O PLRV é de distribuição mundial, sendo de importância econômica em todos os continentes (STEVENSON *et al.*, 1943; FOLSON, 1952; FERNANDEZ VALIELA, 1960; ZIMMERMAN-GRIES, 1970). No Brasil, os primeiros relatos sobre a ocorrência do PLRV foram os de PUTTEMANS (1934), KRUG (1935) e SILBERSCHIMIDT (1937). Hoje sua importância é reconhecida, particularmente no estado de São Paulo (COSTA, 1965; CUPERTINO, 1968; DIAS e COSTA, 1983); Paraná (LIMA e HAMERSCHIMIDT, 1982); Rio Grande do Sul (DANIELS, 1983); Espírito Santo (CUPERTINO, 1970); e Goiás (CAMARA *et al.*, 1986).

Os trabalhos realizados por CUPERTINO e COSTA (1970), LIMA e HAMERSCHIMIDT (1982), DIAS *et al.*, (1984), confirmam a perda de produtividade, onde observaram uma perda média, no peso dos tubérculos de 60,8; 40,4 e 64,4% respectivamente. LIMA e

HAMERSCHIMIDT (1982) concluíram que 83,2% dos tubérculos utilizados no plantio de batata consumo, nos municípios de Contenda e Araucária, no Paraná, estavam infectados por vírus, dos quais o PLRV era responsável por 75,3% das infecções.

CAMARA *et. al.* (1986) encontrou após nove plantios sucessivos de seis diferentes variedades, uma incidência de PLRV acima de 89%.

Sintomas: Os sintomas causados pelo PLRV em plantas de batata foram descritos por QUANJER *et al.* (1916), como primários ou causados pela infecção da estação corrente e como secundários ou resultantes da infecção do tubérculo-mãe. Essa terminologia vem sendo seguida pela maioria dos autores (FERNANDEZ VALIELA, 1969; BEEMSTER e ROZENDAL, 1972, AVILA e BEEK, 1987).

O sintoma primário, ou infecção da estação corrente, ocorre quando o tubérculo é plantado sadio e posteriormente a planta infecta-se no campo pela inoculação feita por afídeos. Este sintoma manifesta-se na parte apical da planta, sem afetar as folhas baixas. As folhas do ponteiro mudam de ângulo, tornando-se lanceoladas; geralmente apresentam-se associadas com palidez de nervuras, clorose e eventualmente com pigmentação púrpura (CUPERTINO e COSTA, 1968). Sendo que quando a infecção ocorre tardiamente as plantas não mostram sintomas.

O sintoma secundário é proveniente de tubérculos-mãe infectados, manifestando-se somente nas folhas inferiores através de uma clorose setorial das folhas que se tornam enroladas para cima e que ao tato apresentam-se quebradiças e com os bordos arroxeados em algumas variedades, devido à formação de antocianina, e com menor crescimento (CUPERTINO e COSTA, 1968;

BEEMSTER e ROZENDAL, 1972). O fato das folhas apresentarem-se quebradiças ou coreáceas é devido a retenção do amido nas células do parênquima foliar, em virtude dos vasos do floema estarem entupidos ou necrosados, pois este vírus desenvolve-se somente nos vasos liberianos. O amido proveniente da glicose pela perda de uma molécula de água, não desce para os tubérculos, os mesmos ficam pequenos, sem valor econômico e se utilizados como "semente" perpetuam a moléstia. Na maioria dos casos verifica-se o encurtamento dos estolhos, ficando os mesmos presos quase diretamente ao colo da planta (SIQUEIRA, 1975).

A redução na produção devido a infecção primária é muito menor que aquela devido a infecção secundária (CUPERTINO e COSTA, 1970; BEUKEMA e ZAAG, 1990).

O vírus do enrolamento da folha da batata apresenta partículas icosaédricas de 24 nm e pelo menos 5 estirpes já puderam ser diferenciados (BRUNT *et al.*, 1990), sua disseminação ocorre através de tubérculos e por pulgões, sendo o principal o *Myzus persicae* (Sulz). Esta virose pode ser transportada a grandes e curtas distâncias por pulgões alados. As formas ápteras somente o dissemina dentro da cultura. Por outro lado, certas plantas daninhas e as soqueiras de batatas são permanentemente fontes do vírus (BITTENCOURT, 1985).

A relação vírus-inseto vetor do PLRV é do tipo persistente, ou seja, neste tipo de transmissão, o vírus necessita de períodos mais longos para ser adquirido, ficando no entanto, retido no corpo do afídeo pelo resto de sua vida (SALAZAR, 1982).

Estudos citológicos realizados por GOLINOWSKI (1987), indicaram que todo o ciclo de vida do PLRV está associado exclusivamente com

o tecido do floema, onde causa necrose e entupimento destes vasos, e que o efeito da infecção sobre as células do floema da planta varia dependendo do genótipo da variedade.

## 2.2 INFLUENCIA DO VIRUS NA COMPOSIÇÃO DOS VEGETAIS

Muito tem sido estudado a respeito dos efeitos sintomatológicos da infecção causada por vírus e o fenômeno metabólico associado com a planta hospedeira infectada pelo vírus. A maioria dos trabalhos no entanto, têm estudado a relação e competição entre viroses e os ácidos nucleicos e proteínas normais do hospedeiro. Até agora, o efeito da infecção por vírus no conteúdo de elementos da planta hospedeira, e no subsequente crescimento e desenvolvimento do vírus e a planta hospedeira tem recebido pouca atenção.

As alterações nos nutrientes ocasionadas por infecções com o vírus, primeiramente resultam das modificações metabólicas decorrentes da replicação dos patógenos (GOODMAN *et al.*, 1986). Posteriormente, com a invasão sistêmica da planta, ocorrem alterações nos processos bioquímicos e fisiológicos das mesmas (AGRIOS, 1978), influenciando na absorção, translocação e distribuição desses nutrientes (MALAVOLTA, 1983).

No Brasil, COSTA e CARVALHO (1965) determinaram que o vermelhão do algodoeiro, causado por vírus, reduzia, em média, de 23,0% o teor de MgO; 13,1% o de K<sub>2</sub>O e 16% o de CaO. Os mesmos autores encontraram que o vírus do enrolamento da folha da batata, causando o amarelo baixeiro do tomateiro, reduzia o teor de N

(nitrogênio) em 11,0%, o de P (fósforo) em 25,0%, e o de Ca (cálcio) em 19,0%. Ainda com referência a esse mesmo vírus, verificaram que as folhas baixas do tomateiro, com sintomatologia que faz lembrar a deficiência de Mg, possuíam um menor teor de Mg (magnésio) (20,0%) em relação as sadias.

HAAG *et al.* (1967) encontraram que em plantas cítricas afetadas pelo vírus da tristeza, a distribuição de radiofósforo ( $^{32}\text{P}$ ) era bastante alterada. OHMS *et al.* (1977) trabalharam com batata cultivar Russet Burbank para determinar se as plantas livres do vírus X (Potato Virus X) tinham requerimentos de nutrientes maior que as infectadas, usaram quatro taxas de N (0; 89; 178 e 267 Kg/ha) e três taxas de P (0; 89 e 178 Kg/ha), sendo que 260 e 89 Kg/ha de N e  $\text{P}_2\text{O}_5$ , respectivamente, eram a adubação recomendada, concluindo que as plantas oriundas de sementes livres de PVX pareceram ser mais eficientes na utilização do P do que as contaminadas como indicado pelos níveis maiores de  $\text{PO}_4\text{-P}$  nos pecíolos de batata das plantas livres de PVX. Os menores níveis de  $\text{PO}_4\text{-P}$  nos pecíolos de plantas infectadas com o PVX a todas as taxas de P sugere que o vírus interfere com a absorção e/ou translocação do P, sendo assim um fator contribuinte para as menores produções das plantas infectadas.

FERRETTI (1970) em experimento de campo e de casa de vegetação, determinou o efeito do TMV (Tobacco Mosaic Virus) e PVY (Potato Virus Y) no conteúdo de elementos minerais das folhas. Sendo que a análise foliar dos experimentos de campo indicaram que o decréscimo significativo no P, K, Ca e Mg foliar estaria associado com a infecção pelo TMV.

CORDREY e BERGMAN (1979), estudando a influência do vírus do mosaico do pepino no crescimento e composição elementar de plantas de pimentões, encontraram em amostras foliares de plantas suscetíveis infectadas, a uma semana após a inoculação, uma concentração menor de P e K (potássio) nas plantas infectadas, Ca e Mg não apresentaram diferença significativa nos teores em plantas infectadas e não infectadas. As plantas suscetíveis absorveram menores quantidades de solução, dependendo essa queda da data após a inoculação. As variações na permeabilidade e redução no volume da solução tomada pelas plantas suscetíveis poderiam explicar a menor concentração de P e K.

ROSEN *et al.* (1980) em experimentos cultivados em areia em casa de vegetação, investigaram a influência do vírus do mosaico amarelo do feijoeiro (Been Yellow Mosaic Virus) no crescimento e composição elementar do feijoeiro, concluindo que a infecção virótica não afetou consistentemente a concentração de N dos trifolíolos. A concentração de K nos trifolíolos infectados tendeu a ser menor que nos das plantas controle, bem como a concentração de Ca e Mg foi significativamente menor nos trifolíolos infectados. Concluindo que as mudanças induzidas pelo vírus na composição dos elementos foram provavelmente devido a processos mais propriamente indiretos que diretos. Ou seja, a infecção viral alterou processos na planta que finalmente afetou a absorção e/ou translocação de elementos. Afirmando que algumas tendências na interrelação vírus-elementos encontrados no estudo poderiam ser explicadas baseadas nas mudanças induzidas pelo vírus na transpiração. Sendo que pesquisas anteriores sugeriram que reduções na absorção e translocação de elementos pode ser

resultado da taxa de transpiração reduzida em plantas infectadas com este vírus, onde o decréscimo na transpiração coincidiu com o início da expressão de sintomas.

Dentro de certos limites, o aumento do nível de nutrientes fornecidos às plantas livres de vírus, resultou num aumento do crescimento e da produção das plantas. Em geral, plantas livres de vírus são consideradas mais eficientes na utilização dos nutrientes, que as plantas infectadas por vírus. Além disso, a resposta à adição de nutrientes por plantas sadias é maior que pelas infectadas (HOLDEN e TRACEY, 1948; ARNY e McNEAL, 1958; THOMAS e McLEAN, 1967; BOULD e CAMPBELL, 1970; OHMS *et al.*, 1977).

WIND em 1943, hipotetizou que a infecção por vírus altera variavelmente a permeabilidade das membranas das células para os diferentes íons, prejudicando o transporte ascendente de íons. E que variáveis tais como, estirpe do vírus, planta hospedeira, parte da planta amostrada e época de amostragem devem ser consideradas quando da interpretação de dados de análise elementar de plantas infectadas com o vírus.

Um aspecto importante da absorção de nutrientes é o caráter físico da raiz com impedimento de crescimento, sendo comum para as plantas infectadas com vírus (COCKERHAM, 1939; FOSTER, 1967; FRIES *et al.*, 1974; CORDREY e BERGMAN, 1979).

Um fator também importante, nas plantas infectadas, é o aspecto fisiológico da raiz em relação a absorção de nutrientes. BEUTE e LOCKWOOD (1968) encontraram em raízes de ervilha infectada pelo BYMV, 4 a 6 dias após a inoculação, um aumento na concentração e exsudação de nutrientes dentro de uma média crescente, assim como aumentou o acúmulo de  $^{32}\text{PO}_4$ . Logo foi sugerido que a infecção por

vírus alterou a permeabilidade das membranas celulares, mais do que aumentou a absorção ativa pelos tecidos das raízes. BEUTE e LOCKWOOD (1968) concluíram que um aumento na permeabilidade da membrana, foi responsável por aumentos da exsudação radicular.

A infecção por vírus induz uma redução na translocação a qual pode ser atribuída à taxa reduzida de fotossíntese e à maior retenção de assimilados nas folhas infectadas e também pela proporção de necroses no floema (SMITH e NEALES, 1980).

Nos primeiros dias após a infecção, plantas de tomate infectadas pelo Tomato Ringspot Virus acumularam mais P total nas folhas e raízes que as plantas não infectadas (SAYAVEDRA e BONISEGNA, 1972). Num estágio mais avançado da doença, o P total diminuiu em folhas e raízes. Portanto eles sugeriram que o desarranjo dos processos de translocação poderiam ser responsáveis pelo decréscimo no P total nas plantas infectadas.

PANOPOULOS *et al.* (1972) observaram que raízes do tomateiro infectados com o CTV (Curly Top Virus) acumularam e retiveram mais  $^{45}\text{Ca}$  que as raízes não infectadas. Eles também observaram que a translocação do  $^{45}\text{Ca}$  das raízes infectadas pelo vírus para a parte aérea diminuiu.

A absorção de nutrientes pelas plantas infectadas também pode ser alterada pelas modificações que o vírus provoca na taxa de transpiração da planta como LINDSEY e GUDAUSKAS, (1975), mostraram que a taxa de transpiração de seedlings de milho infectados pelo vírus do mosaico anão foi reduzida de 15 a 40% em 4 a 8 dias após a inoculação. A abertura de estômatos foi reduzida nas folhas dos seedlings de milho infectados com o vírus, e o conteúdo de K das células guardas foi mais reduzido que nos seedlings não

infectados. Concluindo-se que a redução na taxa de transpiração foi devida à redução da abertura estomatal causada pelo decréscimo na absorção de K pelas células guardas de folhas infectadas.

FRIES *et al.* (1974) relataram uma redução significativa no conteúdo de K das folhas e hastes do feijoeiro Kidney infectados pelo BYMV ou ToRSV (Tomato Ring Spot virus) dos 13 aos 24 dias após a inoculação. A redução no conteúdo foi observada logo após ter ocorrido o murchamento em plantas infectadas e aos 21 a 23 dias após a inoculação os sintomas de murcha tinham desaparecido e o conteúdo de K foi restaurado. Além disso, o volume da solução tomado pelas plantas infectadas pelo vírus foi menor que pelas plantas sadias. Eles também sugeriram que a infecção por vírus teria efeitos diretos ou indiretos na transpiração ou na inabilidade das raízes em absorver água. A interrelação entre níveis de K nas plantas, absorção de água pelas raízes, e sintomas de murcha nas folhas foi estabelecido.

Os mesmos autores citados observaram que níveis normais de nutrientes nas plantas livres da doença poderiam ser alterados pelas reduções na absorção de água, translocação e evapotranspiração induzidas pelos vírus.

SMITH (1977) cita que o vírus pode causar alterações nas taxas de respiração da planta hospedeira, mas que tem sido um tanto confuso e contraditório, pois essas taxas podem ser maiores, menores, ou idênticas entre plantas sadias e infectadas, dependendo da época após a inoculação, do estado fisiológico das plantas, das condições ambientais durante o crescimento e do modo de expressão dos resultados.

### 2.3 INFLUENCIA DO TEOR DE NUTRIENTES SOBRE O VÍRUS

A nutrição da planta hospedeira exerce influência na sua suscetibilidade ao vírus, na multiplicação do vírus, bem como no poder infectivo das partículas de vírus produzidas nas plantas diferindo no estado nutritivo (MARTIN, 1976; SEAKER *et al.*, 1982; KAPLAN e BERGMAN, 1985).

Com relação a influência da nutrição da planta hospedeira no poder infectivo das partículas, SPENCER, (1941) relatou que a infecciosidade por unidade de peso do TMV variou de acordo com a nutrição do hospedeiro e o período em que ele tinha sido infectado. Primeiro ele reportou que o conteúdo total de vírus das folhas deficientes em N permaneceu constante por 16 dias, enquanto sua virulência diminuiu, pela metade. Por outro lado em folhas bem supridas em N, o conteúdo de vírus aumentou 5 vezes acima o mesmo período sem qualquer diminuição na virulência. Mais tarde, em 1942, SPENCER concluiu que ambas concentrações de vírus e sua virulência aumentaram nos primeiros 20 dias após a inoculação nas folhas. O vírus alcançou concentrações maiores nas folhas bem nutridas com N do que naquelas em que o N foi deficiente levando a crer que limitando o suprimento de N havia diminuição da virulência.

BAWDEN e KASSANIS (1950) mostraram que não houve evidência de alguma diferença significativa entre preparações de vírus originadas de plantas de *Nicotiana glutinosa* que receberam variados suprimentos de N, P e ou K.

Com relação aos efeitos da nutrição na suscetibilidade das plantas ao vírus, seria muito surpreendente que a nutrição, tendo

grandes efeitos no crescimento e comportamento das plantas não tivesse efeito sobre sua suscetibilidade (MARTIN, 1976). Aqui novamente SPENCER (1942) relatou que o número de lesões locais causada por TMV em *Nicotiana glutinosa*, e *Phaseolus vulgaris* aumentaram com o aumento de N, embora esse tivesse excedido o nível requerido para o crescimento ótimo. Em fumo, o aumento no suprimento de P, também aumentou a suscetibilidade; baixo K favoreceu a suscetibilidade que diminuiu quando o K foi aumentado para níveis apropriados ao desenvolvimento normal da planta. FOSTER (1957) mostrou que o número de lesões locais em plantas inoculadas com o vírus do mosaico do pepino variou de acordo com a nutrição da planta. Plantas bem supridas em N foram mais suscetíveis que aquelas que estavam deficientes.

BRIERLY e STUART (1946) encontraram que aumentando o fornecimento de N em relação aos outros nutrientes, a suscetibilidade da cebola ao vírus do nanismo amarelo foi aumentada, bem como a severidade dos sintomas.

A nutrição da planta hospedeira também tem influência na multiplicação do vírus, sendo que os primeiros estudos do efeito da nutrição na multiplicação do vírus, foram realizados por SPENCER, em 1939 e 1942, mostrando que a concentração viral, medida pelo número de lesões locais obtidas em diferentes hospedeiras, estaria diretamente correlacionado com a nutrição nitrogenada. Aumentando a nutrição com N também aumentou a multiplicação do vírus, mas a níveis altos de N houve um aumento maior na multiplicação do vírus que no crescimento. Em 1941 o mesmo pesquisador reportou que o conteúdo total de vírus das folhas permaneceu constante por 16 dias em plantas deficientes em

N, enquanto em plantas supridas com quantidades adequadas de N, a duplicação viral aumentou durante esse mesmo período.

BAWDEN e KASSANIS (1950) encontraram que o N somente aumentou o nível de vírus quando as plantas receberam adequado P e quando responderam em crescimento. No entanto, o fornecimento de K reduziu a concentração do vírus sem o correspondente efeito no crescimento da planta. CHEO *et al.* em 1952 confirmaram todos os

resultados de BAWDEN e KASSANIS, usando um sistema biológico diferente, espinafre e vírus do mosaico do pepino (Cucumber Mosaic Virus). Neste caso o espinafre alcançou crescimento máximo a 630 ppm de N e a concentração do vírus no suco da planta correspondeu estreitamente com o crescimento da planta. O P aumentou o crescimento da planta com nível ótimo de 93 ppm com correspondente aumento da concentração do vírus. No entanto para o K os resultados não foram os mesmos, CHEO *et al.* encontraram neste caso que o nível de K que proporcionou o máximo crescimento também resultou num aumento da concentração do vírus. Eles concluíram que as condições nutricionais que aumentam o crescimento da planta também aumentariam a multiplicação do vírus.

ZAITLIN e JAGENDORF<sup>1</sup> citados por KIRALY (1976) fazem uma explanação plausível do papel do N nas plantas infectadas com vírus via reação de Hill e fosforilação fotossintética. Enquanto MARTIN (1976) ressalta os papéis do N e K no metabolismo dos compostos fenólicos, os quais estão implicados nos mecanismos de resistência, sendo que o N reduz o conteúdo de fenol e assim como

---

<sup>1</sup> ZAITLIN, M.; JAGENDORF, A. T. Photosynthetic phosphorylation, and Hill reaction activities of chloroplasts isolated from plants infected with tobacco mosaic virus. *Virology*, Duluth, p. 477-486, 1960. Citado por KIRALY, 1976.

resultado, em geral aumenta a suscetibilidade das plantas à doenças, particularmente as de vírus, o K teria um efeito oposto.

A fertilização com K reduz a intensidade de diversas doenças infecciosas, e isto ocorre tanto para doenças causadas por parasitas obrigatórios como para facultativos. Um suprimento reduzido de K conduz a um distúrbio no metabolismo do N e carboidratos nas plantas, acumulando via de regra compostos nitrogenados não protéico e carboidratos solúveis. Baixos níveis de K ocasiona o acúmulo de N-amino e contribui para uma rápida degradação dos fenóis (KIRALY, 1976).

ALLINGTON e LAIRD (1954) encontraram que plantas de *Nicotiana glutinosa* infectadas com o TMV e crescidas sob baixa nutrição potássica foram mais pesadamente infectadas que aquelas sob alto K, notando que as células lesionadas permaneceram receptivas para o vírus por período de tempo maior nas séries de baixo K.

#### 2.4 INFLUENCIA DO PLRV SOBRE AS PLANTAS DE BATATA

A literatura contém pouca informação a respeito do efeito do PLRV na composição mineral das plantas.

Em 1925, CAMPBELL realizou um experimento em condições de casa de vegetação para verificar a influência do PLRV no conteúdo de carboidratos, água e nitrogênio no hospedeiro, encontrando que a parte aérea das plantas com o enrolamento da folha, tiveram uma percentagem de peso seco maior que as plantas sadias e uma maior percentagem de carboidratos e amido, relatando que provavelmente a taxa de translocação prejudicada não foi o único fator a causar

simultaneamente aumento no conteúdo de carboidratos e queda no conteúdo de água na parte aérea das plantas infectadas, sugerindo que esta doença poderia ter retardado o movimento da corrente transpiratória ou que possivelmente tenha de alguma maneira estimulado temporariamente a fotossíntese.

Em experimentos de campo e de casas de vegetação, com diferentes níveis de nutrientes, HOVELAND *et al.* (1954) estudaram o efeito da nutrição mineral na expressão dos sintomas do vírus do enrolamento da folha da batata, tendo encontrado no experimento em casa de vegetação que em todos os tratamentos, as plantas sadias apresentaram um peso seco maior que as plantas doentes, com exceção dos tratamentos com baixo N, sem P e sem K. Já no experimento de campo, análises dos tecidos foliares das plantas mostraram em geral que os conteúdos de P, Ca e Mg foram apreciavelmente reduzidos nas plantas contendo o PLRV. Observando também maiores níveis de Ca e Mg no tratamento sem K, tanto para plantas sadias como para plantas infectadas.

Nos experimentos de campo, exceto onde o N estava deficiente, todos os tratamentos resultaram em conteúdos mais baixo de P nas plantas doentes. Ca e Mg foram menores nas plantas doentes do que nas sadias em todos os casos. Os níveis de N e K geralmente não foram influenciados pelo PLRV, sugerindo que o PLRV interfere com a absorção do Ca, Mg e P.

CAMPILLO *et al.* (1981) estudaram a interação entre o PLRV e a fertilização com NPK onde as plantas afetadas pelo PLRV e tratadas com diversas fórmulas de fertilização, mostraram uma forte diminuição de rendimento. Por outro lado se detectou que a efetividade do fertilizante diminuiu à medida que incrementou o

efeito da virose, já que o tratamento completo diminuiu seus rendimentos em 55,6% exclusivamente devido à viroses (Tabela 1).

TABELA 1. RENDIMENTO ABSOLUTO E RELATIVO DE PLANTAS SADIAS E COM SINTOMAS DO ENROLAMENTO DA FOLHA EM FUNÇÃO DA FERTILIZAÇÃO NPK.

Tratamentos	Tipo de planta	Rendimento absoluto de tubérculos, Kg/planta	Rendimento relativo, (%)
N 120 P 320 K 100	Sadia	2,7*	100,0
	Infectada	1,2	44,4
N 0 P 320 K 100	Sadia	2,5*	92,6
	Infectada	1,2	44,4
N 120 P 0 K 100	Sadia	1,8*	66,7
	Infectada	0,8	29,6
N 120 P 320 K 0	Sadia	2,3*	85,2
	Infectada	1,4	51,9
N 0 P 0 K 0	Sadia	1,2*	44,4
	Infectada	0,7	25,9

\* Diferenças significativas segundo teste "t" ao nível de 1% de probabilidade.

FONTE: CAMPILLO *et al.*, 1981

Enquanto o tratamento testemunha diminuiu seus rendimentos em 55,6% devido a fertilização e só 18,5% devido à virose. Indicando assim que existe um resposta diferencial no rendimento entre plantas sadias e contaminadas, dependendo essa resposta da fertilização e sendo mais agudo o efeito da virose na presença de uma fertilização completa que quando não se fertiliza. Os conteúdos foliares de NPK (Tabela 2) para todos os tratamentos realizados foram significativamente superiores nas plantas sadias que naquelas com o PLRV.

TABELA 2. PERCENTAGENS DE NPK FOLIAR EM PLANTAS SADIAS E INFECTADAS COM O VÍRUS DO ENROLAMENTO DA FOLHA EM FUNÇÃO DA FERTILIZAÇÃO NPK.

Tratamentos			Tipos de plantas	NUTRIENTES <sup>a</sup>		
				N	P	K
N 120	P 320	K 100	Sadia	5,09*	0,19*	5,62*
			Infectada	3,97	0,16	4,78
N 0	P 320	K 100	Sadia	4,71*	0,15*	5,20*
			Infectada	3,77	0,14	5,06
N 120	P 0	K 100	Sadia	5,46*	0,20*	5,72*
			Infectada	4,91	0,19	5,40
N 120	P 320	K 0	Sadia	4,88*	0,15*	5,38*
			Infectada	4,01	0,14	4,73
N 0	P 0	K 0	Sadia	4,33*	0,13*	5,12*
			Infectada	3,51	0,12	4,10

<sup>a</sup> Percentagens com base na matéria seca

\* Diferenças significativas segundo teste "t" ao nível de 5%

FONTE: CAMPILLO *et al.*, 1981

WATSON e WILSON (1956) estudando os efeitos do PLRV em plantas de batata, encontraram que a infecção causou um decréscimo no peso seco total das plantas, e que este decréscimo foi quase que totalmente às custas dos tubérculos, o peso seco das folhas e das hastes aumentaram e o das raízes e estolões sofreram um decréscimo desprezível. A percentagem de perda de peso seco de tubérculos foi diminuída por fertilizante nitrogenado, mas não foi afetado pelo fósforo ou potássio. É que a infecção diminuiu também a taxa de assimilação no início da infecção, sendo normalizada mais tarde, diminuindo assim a área foliar, mas isto causou um atraso na senescência das folhas tanto que no final do ciclo as plantas infectadas tinham mais área foliar que as sadias. Concluindo que a infecção das plantas de batata pelo PLRV afeta seu crescimento através de três maneiras que contribuem para reduzir a produção de tubérculos:

- a) a eficiência das folhas na produção de matéria seca (taxa líquida de assimilação) é diminuída parcialmente por mudanças internas que aumentam a taxa de respiração e talvez diminuindo diretamente a eficiência do mecanismo fotossintético, e parcialmente pelos efeitos secundários do enrolamento das folhas no acúmulo de carboidratos que também reduz a taxa de fotossíntese;
- b) a expansão da folha é limitada, mas o decréscimo conseqüente na área foliar total da planta, é compensado pela produção de mais folhas através do desenvolvimento aumentado de brotos laterais, e pela produção mais prolongada das folhas; e
- c) a infecção restringe o movimento dos produtos da fotossíntese, tanto que estes acumulam nas folhas, principalmente o amido. Conseqüentemente, o peso total das folhas é aumentado a despeito de seu tamanho reduzido e a menor fração de produtos fotossintetizados total passados para os tubérculos que nas plantas sadias.

Esses mesmos pesquisadores relataram que os efeitos da infecção no peso seco e área foliar foram aumentados pelo aumento do suprimento de nutrientes; esses efeitos tendem a ser proporcionais ao tamanho da planta. Contudo o fornecimento adequado de N, mas não o de P ou K, diminuíram a percentagem de perda pela infecção.

DOBY (1942)<sup>2</sup> citado por FRIES *et al.* (1974), o primeiro a

---

<sup>2</sup> DOBY, G. Biochemische untersuchungen über die blattroll. Krankheit der kartoffel: II. Chemische beschaffenheit kranker und gesunder pflanzenteile. *Zeit Pflanzenkr.* v. 2, p. 204-211, 1942, Citado por FRIES *et al.*, (1974).

relatar a relação entre a infecção por vírus e o conteúdo mineral da planta, declarou que folhas de batata infectadas com o enrolamento da folha tinham um conteúdo de cinzas maior que as folhas sadias.

Analisando os efeitos da infecção com o vírus do enrolamento da folha nos aminoácidos livres e amidas em folhas de plantas de batata, McDONALD (1976) concluiu que a infecção com este vírus pode ser considerada como uma doença que causa desarranjo no metabolismo do nitrogênio e causa também um aumento na taxa de respiração, citando que alguns pesquisadores demonstraram uma relação entre os aminoácidos livres e o desenvolvimento de sintomas em plantas afetadas por deficiência mineral, sendo que plantas infectadas e sofrendo deficiência mineral acumularam mais aminoácidos livres nas folhas.

De acordo com WHITEHEAD (1934), as folhas de plantas de batata infectadas pelo PLRV respiram a uma taxa muito maior que as sadias. Ele concluiu que o vírus afeta a taxa de respiração não diretamente mas interferindo na translocação de substratos da respiração.

SMITH (1977) também cita que no caso do PLRV, as taxas de respiração são maiores nas plantas infectadas que nas sadias.

A causa do acúmulo de carboidratos nas plantas de batata infectadas pelo PLRV é um tanto contraditória. Alguns pesquisadores como QUANJER (1913), THUNG (1928), VERHOEKS (1965), COSTA (1970). GOLINOVSKY (1987), relataram que este acúmulo ocorre como resultado da translocação inibida, iniciado pelo degeneração e necrose do floema. Enquanto que outros trabalhos, como de

WATSON e WILSON (1956) e HARMEY et al (1968), sugerem que o bloqueio mecânico devido à necroses do floema não seria a causa primária do acúmulo inicial de carboidratos nas folhas, mas que este acúmulo possivelmente ocorra inicialmente como um resultado da diminuição da eficiência fotossintética das folhas velhas com enrolamento, causado pelo decréscimo na demanda por assimilados devido à taxa de crescimento retardado dos órgãos da planta infectada, como resultado de um distúrbio hormonal.

Um estudo desenvolvido por WILSON (1955) revelou que em testes de indexação de tubérculos, os sintomas do PLRV foram diminuídos por luminosidade e fertilidade do solo adequada. Ele mostrou que aumentando o N reduziu grandemente os sintomas do PLRV e também uma menor proporção de necroses no floema; que aumentando o P retardou os sintomas iniciais do PLRV, mas intensificou os sintomas tardios; e um aumento no K amenizou a expressão dos sintomas, mas não necroses no floema.

## 2.5 NUTRIÇÃO DA BATATA

### 2.5.1 Distribuição dos Assimilados e Composição Química da Batata

Os assimilados produzidos pela folhagem verde na presença da luz podem ser usados para o crescimento da folhagem, raízes e tubérculos, sendo armazenados nestes últimos. Durante o primeiro estágio de crescimento todos os assimilados são usados para o crescimento da folhagem e raízes; algumas semanas após a

emergência são também usados para o crescimento dos estolões e início à tuberização. Poucas semanas mais tarde, com o início do crescimento de tubérculos, as quantidades aumentadas de assimilados são usados para o crescimento e armazenagem de amido nestes órgãos. Num estágio mais avançado, todos os assimilados são transportados para os tubérculos (BEUKEMA e ZAAG, 1990).

Estes assimilados produzidos fotossinteticamente nas partes ativas da planta são carregados dentro do floema e transportados para os tubérculos. Nos tubérculos, os assimilados podem ser transferidos para as células de armazenagem em crescimento ativo, via simplasto ou apoplasto (LI, 1985). Entre os fatores que afetam a distribuição está a taxa de fotossíntese, onde o transporte ótimo de assimilados para os tubérculos estimula a fotossíntese.

A composição química da batata é muito importante para o processamento, consumo e armazenamento.

A Tabela 3, de SMITH, (1977) mostra a composição química aproximada da batata.

TABELA 3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA APROXIMADA DA BATATA.

Componentes	Média (%)	Variação (%)
Umidade	77,5	63,2 - 86,9
Sólidos totais	22,5	13,1 - 36,8
Carboidratos totais	19,4	13,3 - 30,5
Proteínas	2,0	0,7 - 4,6
Cinzas	1,0	0,44 - 1,9
Fibras	0,6	0,17 - 3,48
Lipídios	0,1	0,02 - 1,0

FONTE: SMITH (1977)

A matéria seca corresponde a todo o material, que faz parte do tubérculo após a remoção da água. A quantidade de matéria seca é

muito importante, pois ela influencia a qualidade do produto processado e a economicidade do processamento (PERREIRA, 1987). É determinada principalmente geneticamente e portanto depende da cultivar, sendo também influenciada por uma grande número de fatores, entre os principais estão: cultivar, maturidade, condições de crescimento como influenciada pela aplicação de fertilizantes nitrogenados, clima, solo e aplicação de fertilizantes potássicos (A. RATOVSKI, 1987).

Dos componentes do tubérculo os que mais influenciam a qualidade, para consumo ou processamento são os carboidratos (amido, açúcares, celulose, pectinas, gomas e mucilagens), compostos nitrogenados (proteína, aminoácidos, enzimas) e glicoalcalóides (PEREIRA, 1987).

Dos carboidratos, o amido é o elemento que se apresenta em maior teor, correspondendo de 60 a 80% da matéria seca do tubérculo. O grânulo de amido é formado da mistura de dois polímeros, a amilose (21 a 25%) e a amilopectina (75 a 79%). A distribuição da quantidade de amido no tubérculo é paralela a da matéria seca, existindo também uma correlação entre o conteúdo de matéria seca e o conteúdo de amido (A. RATOVSKI, 1987).

O amido compreende a maior parte da matéria seca e a percentagem de sólidos não amiláceos no tubérculo fresco é relativamente constante, cerca de 6% (PEREIRA, 1987).

Na incineração, 4 a 6% da matéria seca é constituída por minerais. A maior parte destes elementos ocorrem em compostos químicos orgânicos, enquanto alguns estão presentes como íons dissolvidos no suco celular. O conteúdo de cinzas depende do tipo de solo em que se desenvolveu a cultura, existindo também

diferenças entre cultivares (A. RATOVSKI, 1987). Mais adiante serão relacionados os teores de alguns elementos minerais contidos no tubérculo.

### 2.5.2 Funções dos Macronutrientes na Cultura da Batata

**Nitrogênio.** Numa planta considerada normal quase todo o N se encontra em formas orgânicas, representada principalmente por aminoácidos e proteínas (MALAVOLTA, 1980). Logo o N é de grande importância para a síntese de proteínas, que por sua vez participam da síntese das demais substâncias, desde a brotação até o florescimento. Neste período, há necessidade de quantidades consideráveis deste nutriente, que irá provocar a formação de massa verde e, assim, de superfícies de assimilação que serão indispensáveis para a produção do amido e conseqüente desenvolvimento do tubérculo (CHAVES e PEREIRA, 1985). No entanto doses elevadas de N estimulam um crescimento exuberante provocando atrasos na formação de tubérculos, podendo causar ainda menor conteúdo de matéria seca nos tubérculos, alto conteúdo de açúcares redutores e alto conteúdo de proteína e nitrato, especialmente se a colheita se proceder antes de alcançar a maturidade natural (BEUKEMA e ZAAG, 1990).

**Fósforo.** O fósforo é um elemento essencial dos componentes químicos da planta que é responsável pela transferência de energia para os processos metabólicos. É encontrado nos ácidos nucleicos, sendo importante para formação de sementes e crescimento das raízes (ZAAG, 1981).

A energia armazenada na forma de compostos ricos de energia é empregada em reações e processos dos mais diversos como: na fotossíntese, na biossíntese do amido, gordura, na absorção iônica onde o fornecimento de energia por parte do ATP é indispensável para o processo ativo de absorção, no trabalho mecânico de penetração das raízes no solo (MALAVOLTA, 1980).

Como atua na síntese de proteínas, sua falta se reflete no menor crescimento da planta. Os tubérculos acumulam quantidades também menores (BEUKEMA e ZAAG, 1980).

O ácido fosfórico, além de participar dos fenômenos metabólicos e energéticos, faz parte integrante de vários compostos da batata. Como atua na formação de açúcares e amido, há necessidade do suprimento de P para adequada produção (CHAVES; PEREIRA, 1985).

Sendo assim essencial durante o período inicial de desenvolvimento da planta de batata e mesmo durante a tuberização. Em plantas jovens, a deficiência de fósforo retarda o crescimento apical, as raízes e estolões são em número e tamanho reduzidos. Em estado de carência, os tubérculos não mostram sintomas externos, internamente exibem manchas necróticas de cor castanha-marrom por toda a polpa (HOUGLAND, 1971).

BEUKEMA e ZAAG (1990) relatam que o fósforo contribui para o desenvolvimento precoce do ciclo e também uma tuberização antecipada, e que relativamente altas doses são aplicadas para produção de batata semente, porque o P pode reduzir a infecção por vírus.

**Potássio.** O potássio participa direta ou indiretamente de inúmeros processos bioquímicos envolvidos com o metabolismo de

carboidratos como a fotossíntese e a respiração. A sua ação caracteriza-se por ser um ativador de um grande número de enzimas, principalmente dos grupos das sintetases, oxirredutase, desidrogenases e quinases, estando estreitamente relacionado com os processos de assimilação de CO<sub>2</sub> e de nitrogênio, favorecendo a formação de compostos nitrogenados de alto peso molecular como as proteínas e a síntese de açúcares e amido (ROBERTS e McDOLLE, 1985). GRUNER (1963) verificou haver uma relação direta entre a formação de amido nas folhas de batata e conteúdo de K.

De acordo com a Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do fosfato (POTAFOS, 1990), outra função básica é a regulação da entrada de CO<sub>2</sub> nas plantas, através dos estômatos cuja abertura e fechamento são regulados pelo suprimento de K. Células guardas bem supridas de K permitem a abertura dos estômatos. Além de agir na regulação do potencial osmótico das células. O acúmulo de potássio decresce o potencial osmótico e baixos potenciais osmóticos determinam maior retenção de água nos tecidos, razão pela qual plantas bem supridas de K exigirem menos água.

O K atua também no transporte de fotossintetizados, acelerando o fluxo de água e de produtos da fotossíntese dentro da planta, intensificando desse modo a armazenagem desses compostos em órgãos como os tubérculos. A pesquisa básica têm demonstrado que a velocidade de transporte do floema aumenta com um alto suprimento de K (POTAFOS, 1990).

O potássio, mais do que qualquer outro elemento, é conhecido por reduzir a suscetibilidade à doenças, pela influência em processos bioquímicos e estruturas de tecidos. A deficiência de potássio resulta normalmente no acúmulo de compostos nitrogenados

solúveis e de açúcares em plantas, fontes de alimento adequado para parasitas. Enquanto K adequado resulta em tecidos mais resistentes e paredes celulares mais espessas. Ao que parece, a cura de lesões causadas por vírus é acelerada pela presença de K, ao passo que o N tem efeito oposto. Portanto, o balanço entre esses dois nutrientes é muito importante no aumento da tolerância à doenças (MALAVOLTA, 1981; POTAFOS, 1990).

Quanto à qualidade da produção, o potássio é freqüentemente descrito como o elemento da qualidade para a produção das culturas (POTAFOS, 1990). BEUKEMA e ZAAG (1990) citam que o potássio não afeta sempre a produção, porém tem papel importante na qualidade dos produtos, conteúdo de matéria seca, manchas escuras, perdas por injúrias, pigmentação arroxeadada após o cozimento e qualidades para o armazenamento. Em culturas tuberosas, como a batata, o tamanho e a forma são igualmente importantes, o K atua diretamente nesses componentes.

SCHEFFER e WELT (1962)<sup>3</sup> citados por GRUNER (1963), encontraram que doses insuficientes de K, levaram à maturação insuficiente dos tubérculos e também aumentaram as doses de açúcares redutores, como frutose e glicose.

MULDER (1949) encontrou que um alto conteúdo de tirosina nos tubérculos de batata estava associado com inadequado suprimento de potássio, a tirosina é um aminoácido que sob a ação da tirosinase transforma-se em melanina, provocando o escurecimento das batatas cruas, quando submetidas à algum dano mecânico. HARRAP (1960)<sup>4</sup>,

---

<sup>3</sup> SCHEFFER, F.; WELTE, E. Grundsätzliches zur kartoffeldüngung. Kartoffelbau, v. 7, p. 4-5, 1962. Citado por GRUNER (1963).

citado por GRUNER (1963), encontrou que para elevada percentagem de  $K_2O$ , menores são as percentagens de tubérculos enegrecidos.

Na cultura da batata, o potássio desempenha um papel importante na manutenção da tonalidade, vigor e eficiência das plantas. Plantas de batata são às vezes consideradas como um indicador da disponibilidade de K, por causa de seu alto requerimento desse nutriente (ROBERTS e McDOLLE, 1985).

**Cálcio.** As funções do cálcio nas plantas são as seguintes: promover o crescimento das raízes, regular a permeabilidade da membrana citoplasmática e neutralização de ácidos tóxicos, ativar diversas enzimas, fazer parte da lamela média como pectato ou sal do ácido poligalacturânico (FAGERIA, 1984).

**Magnésio.** O magnésio na planta da batata faz parte da clorofila, ativa numerosas enzimas implicadas no metabolismo de carboidratos, gorduras e proteínas e é essencial para a absorção de fósforo (CHAVES e PEREIRA, 1985).

### 2.5.3 Níveis de Macronutrientes na Cultura da Batata

Verifica-se que existem diferenças nos dados observados por diversos autores, notadamente por terem trabalhado com cultivares, condições de solo, clima e tratos culturais variados.

Trabalhando com a cultura da batata, CARPENTER (1957) estudou as quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio retiradas pela cultura, durante todo o seu ciclo vegetativo, com análises periódicas cada cinco dias após o plantio dos tubérculos

---

<sup>4</sup> HARRAP, F. E. G. Some aspects of the potash nutrition of the potato. *J. Sci. food Agric.*, v. 11, p.293-298, 1960. Citado por GRUNER (1963).

semente. Mostrando ser o potássio o elemento retirado em maior quantidade, vindo a seguir o nitrogênio e o magnésio; o cálcio e o fósforo concorreram com muito pequenas quantidades. Entre 50 e 78 dias do plantio, observou as maiores absorções dos elementos pela cultura.

GARGANTINI e BLANCO (1963) em experimentos conduzidos em vasos com a variedade Bintje, estudaram a marcha de absorção de nutrientes pela cultura. Onde através dos dados de peso fresco e seco do material colhido de 10 em 10 dias, observaram que o máximo desenvolvimento vegetativo foi alcançado entre 40 e 50 dias após a germinação. Análises efetuadas no material seco de folhas e tubérculos aos 40 dias mostraram os seguintes teores dos elementos analisados em percentagem:

Folha - N: 3,750; P: 0,385; K: 5,800; Ca: 0,930; Mg: 0,580  
e S: 0,830.

Tubérculo - N: 1,660; P: 0,360; K: 2,780; Ca: 0,130; Mg: 0,130  
e S: 0,242.

e aos 50 dias os valores foram os seguintes:

Folha - N: 2,950; P: 0,242; K: 5,980; Ca: 1,400; Mg: 0,540  
e S: 1,000.

Tubérculo - N: 1,480; P: 0,342; K: 2,810; Ca: -- ; Mg: 0,180  
e S: 0,280.

O autor também mostrou, através das quantidades em gramas dos elementos nutritivos absorvidos periodicamente pelos diversos órgãos de uma planta de batata, que o potássio seguido pelo nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade. Os demais

nutrientes são absorvidos em quantidades bastante pequenas, obedecendo a seguinte ordem decrescente: Ca - S - P - Mg. A máxima absorção para N, K, Mg e S registrou-se entre a quarta e quinta semana, enquanto que para o P e Ca, o máximo de absorção ocorreu no final do ciclo.

Com relação aos tubérculos, nota-se ter havido intensa translocação de N, P, K e S dos órgãos vegetativos; Ca e Mg, no entanto, sofreram pequena translocação. Sendo que aos 40-50 dias há o maior desenvolvimento de tubérculos que apresentam, constantes acréscimos de nutrientes.

Quanto a produção de matéria seca, MULDER (1949), usando um solo pobre em nutrientes, através de doses crescentes de nutrientes, observou que os tubérculos crescendo com suprimento adequado em K apresentaram produção de matéria seca cerca de 13% a mais que os deficientes.

FONG e ULRICH (1969), usando solução nutritiva, analisaram o efeito do suprimento de potássio sobre vários componentes das plantas de batata variedade White Rose, concluindo que: as plantas desenvolvidas sob baixo K apresentaram peso seco da parte aérea significativamente menor que aqueles crescendo sob alto K, e as plantas supridas com alto K apresentaram peso fresco de tubérculos significativamente maior que as supridas com baixo K.

Esses mesmos pesquisadores (FONG e ULRICH, 1969), em experimento semelhante ao anterior, concluíram que o peso seco e fresco da parte aérea e raízes foram menores quando o K foi um fator limitante.

Com relação a concentração dos elementos no tubérculo, ULRICH e FONG (1969) verificaram que nos tubérculos com alto suprimento em

potássio, a concentração deste elemento foi cerca de 2,0%, enquanto naqueles com baixo suprimento foi cerca de 1,3%; para o Ca e Mg, os valores foram muito parecidos entre os tratamentos, girando ao redor de 0,14% e 0,10% respectivamente, citando que essas pequenas diferenças indicariam que as análises de tubérculo não são conveniente em análise de plantas.

Segundo BURTON (1966) os tubérculos apresentam por ocasião da colheita as seguintes concentrações de macronutrientes: 0,17 a 0,31% de P; 1,81 a 2,53% de K; 0,03 a 0,08% de Ca; 0,07 a 0,14% de Mg e 0,11 a 0,21% de S.

LORENZ (1944) estudou o efeito de níveis de adubação em tratamentos onde se omitiu um nutriente na presença de níveis adequados dos demais e tratamentos com níveis adequados de N,  $P_2O_5$  e K os resultados para os tratamentos com os níveis adequados são os seguintes: os teores de N aos 60 e 90 dias após o plantio foram respectivamente 6,40 e 4,88% nos folíolos e 2,55 e 1,70% nos tubérculos. Os teores de P aos 60 e 90 dias após o plantio foram respectivamente 0,70 e 0,48% nos folíolos e 0,44 e 0,32% nos tubérculos. Os teores de K foram 4,64 e 4,80% nos folíolos e 3,17 e 2,26% nos tubérculos, isto no tratamento com níveis adequados de N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$ , já no tratamento onde se omitiu o K os resultados foram: 4,57 e 4,54% nos folíolos e 2,38 e 2,04% nos tubérculos. No tratamento com níveis adequados de N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$  os teores de Mg aos 60 e 90 dias após o plantio foram respectivamente 0,70 e 0,77% nos folíolos e 0,15 e 0,12% nos tubérculos. Nessas mesmas condições, os teores de Ca foram 1,62 e 1,78% nos folíolos e 0,18 e 0,04% nos tubérculos.

Com relação ao P especificamente, no tubérculo, SOLTAMPOUR (1969) em experimentos de campo, determinou por ocasião da colheita, um teor de 0,20% de P. Enquanto que para as folhas, HOVELAND *et al.* (1954) encontraram uma concentração de P que variou de 0,14 a 0,35%.

Através de vários experimentos, LOUÉ (1982) acompanhou o efeito da fertilização no teor mineral dos tubérculos, estabelecendo valores de concentração de nutrientes para 4 classes nutricionais no teor de K nos tubérculos: a) faixa de deficiência aguda (< 1,35%); b) faixa baixa (1,35 a 1,70%); c) faixa média (1,7 a 2,00%); d) faixa adequada (> 2,00%).

MACEDO *et al.* (1982), estudando a absorção de nutrientes por cultivares nacionais de batata, em condições de campo, encontraram que as concentrações dos nutrientes (em percentagem) nas diferentes cultivares variaram no tubérculo de: 1,98 a 2,56 de N; 0,26 a 0,34 de P; 2,67 a 3,06 de K; 0,10 a 0,12 de Ca; e 0,10 a 0,13 de Mg; e na folha: 3,97 a 4,73 de N; 0,32 a 0,45 de P; 4,69 a 5,35 de K; 1,98 a 2,17 de Ca; 0,82 a 0,97 de Mg, sendo que a produção de matéria seca variou para as diferentes cultivares, neste mesmo período de 7,39 a 17,04 g/planta no tubérculo e de 26 a 40 g/planta na parte aérea.

Na Tabela 4, de MAGUALHAES (1985) está relacionado a faixa de variação dos teores totais de nutrientes na folhas de plantas de batata.

TABELA 4. FAIXA DE VARIAÇÃO (%) DOS TEORES TOTAIS DE NUTRIENTES NA FOLHA DE BATATA.

Elemento	%
N	3,0 - 5,0
P	0,2 - 0,4
K	4,0 - 8,0
Ca	2,0 - 4,0
Mg	0,5 - 0,8
S	0,3 - 0,4

FONTE: MAGUALHÆES, 1985.

MALAVOLTA (1989) cita os seguintes teores de macronutrientes considerados adequados nos pecíolos de plantas de batata, na metade do ciclo da cultura: 3% de N; 0,35% de P; 5% de K; 2,00% de Ca; 0,75% de Mg e 0,35% de S.

RAIJ (1991) cita os níveis críticos para os elementos na folha de batata aos 30 dias como sendo 5,00% de N; 0,30% de P e 3,00% de K.

### 3 MATERIAL E METODOS

#### 3.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Setor de Ciências Agrárias da UFPR, no período de fevereiro à maio de 1992. Tendo sido montado em delineamento de blocos ao acaso com tratamentos em ensaio fatorial 5x2, sendo 5 níveis de K<sub>2</sub>O e 2 lotes de plantas de batata, 1 infectado com o PLRV e 1 não infectado, com 4 blocos, sendo que cada observação foi obtida da média de 5 vasos em cada unidade experimental, totalizando 200 vasos.

##### 3.1.1 Preparo do Solo

O solo utilizado foi um Cambissolo A proeminente, coletado na região produtora de batata do município de Contenda, Paraná; na profundidade de 0 a 20 cm.

Do solo coletado tomou-se amostras para determinação das características físicas e químicas. Foram realizadas as seguintes determinações: pH em CaCl<sub>2</sub> 0,01M, Ca, Mg e H+Al, K trocável, P solúvel e C (carbono) segundo PAVAN *et al.* (1991), e análise granulométrica VETTORI, (1969), os resultados encontrados estão expressos na Tabela 5.

TABELA 5. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DO SOLO UTILIZADO NO EXPERIMENTO.

pH, CaCl <sub>2</sub> 0,01M	Al <sup>+3</sup>	H+Al	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	k <sup>+</sup>	T	P	C	µ	V	Areia	Silte	Argila
	meq/100 cm <sup>3</sup> de solo						ppm		%				
4,20	0,8	10,0	2,0	0,8	0,11	12,9	4,0	2,7	21,6	22,5	44	14	42

Através dos resultados obtidos, procedeu-se a calagem para elevação do pH a níveis adequados para a cultura, utilizando-se o critério de saturação em bases segundo QUAGIO (1983) e RAIJ et al. (1985), utilizando-se carbonato de cálcio e carbonato de magnésio como corretivos, tendo o solo atingido pH 5,7 por ocasião do plantio. Também baseado nos resultados das análises do solo, foram calculados os níveis de adubação aplicados em cada tratamento, segundo as Recomendações de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC, (1989) para a cultura da batata, considerando-se um stand de 36000 plantas/ha. Dentro desses parâmetros as quantidades dos diferentes nutrientes utilizados foram: 200 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha para o fósforo; 150 kg K<sub>2</sub>O/ha para o potássio; 100 kg de N/ha para o nitrogênio e 0,5 ppm de Boro. Sendo que variou-se os níveis de K<sub>2</sub>O nos diferentes tratamentos, mantendo-se constantes os níveis de N, P e B.

Como fonte de fósforo, usou-se o superfosfato simples nos tratamentos com doses equivalentes à 0; 75; 150 e 300 Kg/ha de K<sub>2</sub>O, e nos tratamentos com dose equivalente à 600 Kg/ha de K<sub>2</sub>O utilizou-se o superfosfato triplo. Como fonte de nitrogênio o nitrocálcio, de potássio o sulfato de potássio e de boro o ácido bórico. Para equilibrar as quantidades de S fornecidos aos

diferentes tratamentos pelo sulfato de potássio e pelo superfosfato simples, utilizou-se o gesso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Os tratamentos foram em doses crescentes de  $\text{K}_2\text{O}$  equivalentes a 0; 75; 150; 300; 600 kg/ha de  $\text{K}_2\text{O}$  com planta sadia e 0; 75; 150; 300; 600 kg  $\text{K}_2\text{O}$ /ha com planta infectada, totalizando 10 tratamentos.

Os fertilizantes foram pesados nas quantidades correspondentes para cada vaso e em seguida misturados rigorosamente com 10 kg de solo. Sendo utilizados por ocasião do plantio o fósforo, o potássio e 2/3 do nitrogênio. O boro foi aplicado através de solução.

### 3.1.2 Plantio

Como material de propagação, utilizou-se tubérculos de batata semente pré-básica, já com brotação adequada, da variedade Bintje, tamanho III, obtida junto à Cooperativa Agrícola de Cotiá, optando-se por essa variedade por ser muito suscetível a viroses em geral (JABUONSKI e FURUMOTO, 1987).

Foram utilizados sacos de polietileno com capacidade para 10 kg de solo, sendo que utilizou-se 9 kg no plantio e reservou-se 1 kg para a operação de amontoa, plantando-se 1 tubérculo por vaso na profundidade de 10 cm, tomando-se o cuidado para que o peso dos tubérculos, bem como o número de brotos, fossem o mais uniforme possível.

### 3.1.3 Inoculação das Plantas

O isolado do PLRV foi obtido de plantas de batata variedade Bintje coletadas na região de Guarapuava, Paraná em campos de produção dessa mesma variedade.

A transmissão do vírus para as plantas da batata foi realizada aos 15 dias após a emergência das plantas, utilizando-se como vetor o pulgão *Myzus persicae* Sulz., criado e mantido em plantas sadias de mostarda (*Brassica juncea*) e *Datura stramonium* L., estabelecidos em insetários do laboratório de Fitopatologia/Setor de Ciências Agrárias. Os pulgões foram inicialmente submetidos a 30 minutos de jejum e em seguida colocados para se alimentar em plantas de batata portadoras do vírus, por 24 horas. Posteriormente foram transferidos para as plantas de batata dos tratamentos a serem inoculados (15 pulgões/planta) onde foram deixados se alimentando por cerca de 48 horas (PETERS, 1970), efetuando-se uma proteção com gaiola (Figura 1), após esse período, foram eliminados com inseticida.

Aos 25 dias após a emergência procedeu-se uma segunda inoculação do vírus, para garantir a transmissão em todas as plantas desejadas, seguindo os mesmos passos acima citados.

### 3.1.4 Tratos Culturais

Aos 35 dias do ciclo da cultura realizou-se a adubação nitrogenada de cobertura (1/3 do N recomendado), acompanhada da operação de amontoa, utilizando-se para tal 1 kg de solo previamente preparado. No decorrer do experimento foram realizadas pulverizações semanais com inseticidas acaricidas à base de Parathion methyl, Tetradifon e Monocrotophos, para

controle de pulgões e ácaros, sendo que o controle da *Lyriomyza buidobrensis* foi feito através da catação manual. No decorrer do experimento não houve incidência de doenças fúngicas ou bacterianas.

As regas foram uniformes para todos os tratamentos, sendo realizadas em dias alternados.

FIGURA 1. EXPERIMENTO NA FASE DE INOCULAÇÃO DAS PLANTAS DE BATATA.



### 3.1.5 Diagnose do PLRV nas Plantas de Batata

O trabalho de diagnose foi desenvolvido em casa de vegetação no Setor de Ciências Agrárias e no Laboratório de Fitovirologia da EMBRAPA/SPSB/GL/Canoinhas. Utilizando-se o método de inoculação

em plantas indicadoras e também a técnica serológica Elisa (enzyme linked immunosorbent assay).

#### 3.1.5.1 Inoculação em Plantas Indicadoras

Para diagnose da virose foi empregada a inoculação nas seguintes plantas indicadoras: *Datura stramonium* L., *Lycopersicon sculentum* Mill e *Physalis floridana*.

A obtenção das indicadoras foi realizada através de sementeira em bandejas e posterior transplante para vasos de alumínio com capacidade para 2 Kg.

Efetua-se a transmissão através do vetor *Myzus persicae* Sulz. Criado e mantido em plantas sadias de mostarda (*Brassica juncea*) estabelecidas em insetários do Laboratório de Fitopatologia. Estes foram submetidos a 30 minutos de jejum e colocados para se alimentar nas plantas de batata com sintomas, por 24 horas. Posteriormente foram transferidos para as plantas indicadoras citadas (10 pulgões/planta), onde foram deixados se alimentando por cerca de 48 horas antes de serem eliminados com inseticida.

#### 3.1.5.2 Teste Serológico ELISA

O teste imunológico unindo enzima com substrato (Enzyme Linked Immunosorbent Assay), ELISA, foi empregado para a confirmação da presença do vírus nas plantas experimentalmente inoculadas e da ausência deste nas plantas sadias, coletando-se um folíolo por planta aos 70 dias do ciclo da cultura, resultando num total de 200 amostras. Utilizando-se anti-soro proveniente da EMBRAPA-CNPQ (Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças - Brasília - DF). Os tampões para cobertura, extração de amostra, lavagem e diluição,

foram preparados no laboratório da EMBRAPA/SPSB/GL/Canoinhas. Sendo que as diluições seguiram a tabela que acompanha as instruções do fabricante (CNPQ).

A extração suco da planta foi feita através de uma prensa e diluído o suco numa concentração de 1:10 e utilizado no kit do teste ELISA conforme metodologia de SALAZAR, (1982).

Os controles positivos utilizados foram provenientes de plantas de *Datura Stramonium* L. infectadas com PLRV, e os negativos utilizados somente buffer.

### 3.2 AVALIAÇÃO DA MASSA SECA DA PARTE AEREA

Tendo completado o ciclo, aos 105 dias, as plantas foram cortadas ao nível do colo para avaliação da massa seca da parte aérea. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel, identificadas e levadas à estufa de ventilação à 60°C até atingirem peso constante, sendo então pesadas em balança digital. Na determinação da massa seca da parte aérea foram avaliados as médias de cinco plantas de cada unidade experimental.

### 3.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MACRONUTRIENTES NO TECIDO FOLIAR

Aos 45 dias após a emergência, coletou-se em cada planta a terceira e quarta folha a partir do tufo apical (RAIJ, 1991), sendo cada amostra constituída por 10 folhas obtidas de 5 plantas de cada unidade experimental.

- Preparo: o material coletado foi lavado em água deionizada e secado em estufa à 70°C, posteriormente moído em moedor Brown e ressecado à 60°C. Em seguida foram realizadas as análises segundo HILDEBRAND (1977).

- Digestão via seca para: P, K, Ca e Mg - incineração à 450°C, solubilização em HCl à 10%, filtragem; B - incineração à 450°C, solubilização em HCl 1N, filtragem. Onde o P foi determinado por colorimetria com molibdato-vanadato de amônio. O K por fotometria de emissão, Ca e Mg por absorção atômica. B por colorimetria, com azometina.

- Digestão sulfúrica (método Kjeldahl, conforme descrito por HILDEBRAND (1977)) para o N, sendo determinado por titulação com NaOH 0,02N.

#### 3.4 AVALIAÇÃO DA MASSA SECA DOS TUBERCULOS

Nas mesmas amostras coletadas para determinação de macronutrientes, antes e após a secagem foram pesadas as amostras para determinar a percentagem de massa seca nos tubérculos infectados e nos sadios dos diferentes tratamentos, tomando-se o valor médio das 5 plantas de cada unidade experimental.

### 3.5 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MACRONUTRIENTES NO TECIDO DE TUBÉRCULOS

Por ocasião da colheita, foram tomadas amostras ao acaso de tubérculos das 5 plantas de cada unidade experimental, no laboratório os tubérculos foram cuidadosamente lavados em água deionizada, fatiados e secados em estufa a 60°C, até atingirem peso constante, quando então foram moídos em moedor Brown. Posteriormente foram analisados para macronutrientes seguindo a mesma metodologia acima descrita para a análise foliar.

### 3.6 DETERMINAÇÃO DA PRODUÇÃO DE AMIDO

Devido a contratempos ocorridos durante as avaliações, não foram efetuados determinações analíticas do amido. Sendo feito então uma estimativa deste, através da metodologia de A. RATOVSKI (1987), desenvolvida para batatas cultivadas em solos arenosos e turfosos.

### 3.7 AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE TUBÉRCULOS

Os tubérculos colhidos foram pesados, utilizando-se também a média de 5 plantas de cada unidade experimental.

### 3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi feita análise de variância, considerando o esquema fatorial em blocos ao acaso, segundo o modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

onde:  $\mu$  média geral

$\alpha_i$  é o efeito do  $i$ -ésimo nível de  $K_2O$ . ( $i=0, 75, 150, 300$  e  $600$  kg  $K_2O/ha$ )

$\beta_j$  é o efeito do  $j$ -ésimo nível de plantas (sadias e infectadas)

$(\alpha\beta)_{ij}$  é a interação

$\gamma_k$  é o efeito do  $k$ -ésimo bloco

$\varepsilon_{ijk}$  é o erro experimental

Por apresentar apenas dois níveis, as plantas (sadias e infectadas) foram comparadas diretamente no Quadro de ANOVA quando a interação não era significativa; quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, no desdobramento da interação.

Para os níveis de potássio, foi feito ajuste de curvas por polinômios ortogonais.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 DIAGNOSE DO PLRV

Os sintomas do vírus apresentados pelas plantas podem ser vistos nas Figuras 2 e 3.

FIGURA 2. FOLHAS DE PLANTA DE BATATA VAR. BINTJE SADIA (A ESQUERDA) AO LADO DE FOLHAS INFECTADAS PELO PLRV.



#### 4.1.1 Diagnose através do uso de Plantas Indicadoras

A presença e ausência do vírus nas plantas de batata foram confirmadas nas plantas indicadoras, pela manifestação de sintomas, conforme descrito por PETERS (1970).

FIGURA 3. FOLHAS DE PLANTA DE BATATA VAR. BINTJE (A = PAGINA SUPERIOR, B = PAGINA INFERIOR) COM SINTOMAS DO PLRV.



#### 4.1.2 Teste Serológico ELISA

Os resultados deste teste confirmaram a presença do vírus nas plantas experimentalmente infectadas bem como a manutenção da sanidade nas plantas testemunhas.

#### 4.2 MASSA SECA DA PARTE AEREA

As plantas infectadas pela PLRV apresentaram peso médio de massa seca da parte aérea, significativamente maior que as sadias, conforme está mostrado na Tabela 6.

TABELA 6. MASSA SECA DA PARTE AEREA APRESENTADA POR PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV.

Planta	Massa seca, g
Infectada	33,42 <sup>a</sup>
Sadia	30,32 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Valores seguidos por letra distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

Os resultados aqui obtidos, concordam com aqueles obtidos por CAMPBELL (1925), WATSON e WILSON (1956) que encontraram que a infecção pelo PLRV aumentou a massa seca da parte aérea, e também com DOBY (1942)<sup>5</sup>, citado por FRIES *et al.* (1974) o qual encontrou que plantas infectadas com o enrolamento da folha tinham um conteúdo de cinzas maior que as sadias.

Alguns pesquisadores (CAMPBELL, 1925; VERHOEKS, 1965; COSTA 1972; SMITH e NEALES, 1979) atribuíram esse aumento na massa seca

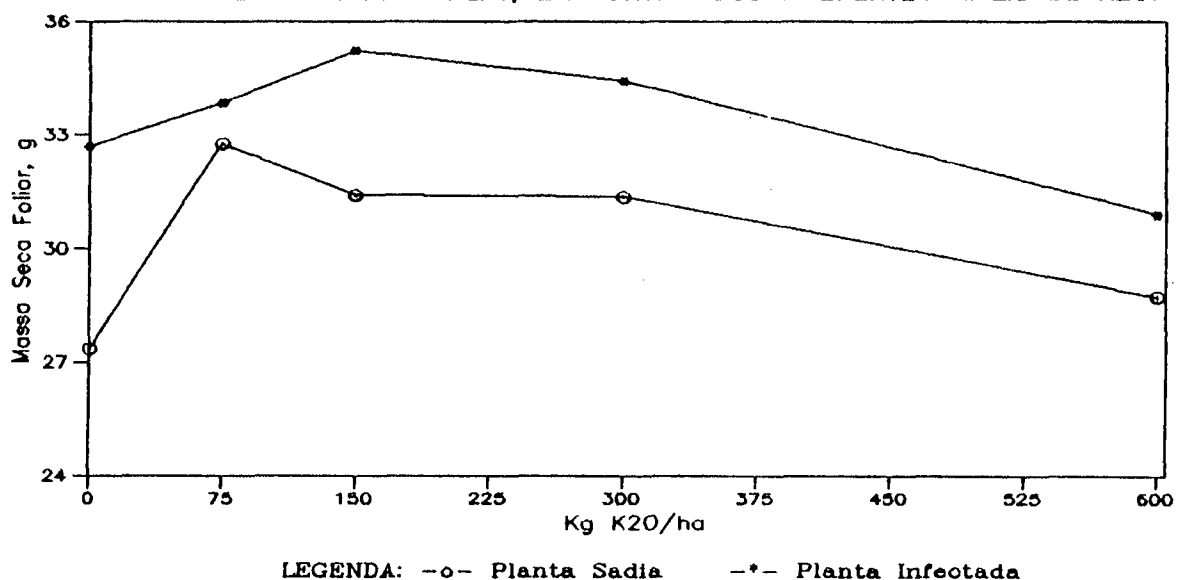
<sup>5</sup> DOBY, p. 204-211. citado por FRIES *et al.*, 1974).

da parte aérea de plantas infectadas pelo PLRV à dificuldades na translocação, associadas à degeneração e necrose do floema.

Enquanto WATSON e WILSON (1956) e HARMEY et al. (1968) sugerem que outras causas como diminuição da eficiência fotossintética e decréscimo na demanda por assimilados contribuem para esse acúmulo. WATSON e WILSON ainda citam como causas primárias de acúmulo a maior longevidade das folhas das plantas infectadas, fato este verificado no presente experimento, citando ainda como causa a restrição no movimento dos produtos da fotossíntese os quais acumulam nas folhas, principalmente o amido.

Os resultados encontrados mostram que não houve diferença significativa na produção de matéria seca da parte aérea para diferentes níveis de  $K_2O$  fornecidos (Figura 4; Anexo 3.1).

FIGURA 4. PRODUÇÃO MÉDIA DE MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DE PLANTAS SÁDIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE  $K_2O$ .



Sendo que as plantas sadias e infectadas apresentaram comportamento semelhante frente aos níveis de  $K_2O$ , no que se refere à massa seca da parte aérea, não sendo portanto verificado interação entre esses fatores (Anexo 3.1).

Se for considerado que o maior peso de matéria seca apresentado pelas plantas infectadas foi devido à translocação prejudicada de fotoassimilados e considerando ainda uma das principais funções do  $K^+$  na planta como transportador destes fotoassimilados, poderia-se dizer que aumentando o nível de  $K_2O$ , essa translocação não foi significativamente melhorada pelo aumento nos níveis de  $K_2O$  fornecido.

#### 4.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MACRONUTRIENTES NO TECIDO FOLIAR

##### 4.3.1 Nitrogênio

As plantas infectadas pelo PLRV apresentaram teor médio de N significativamente menor que as plantas sadias (Tabela 7).

TABELA 7. TEOR MEDIO DE NITROGENIO EM FOLHAS DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV.

Planta	Teor médio de N, %
Sadia	4,65 <sup>a</sup>
Infectada	3,74 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Valores seguidos por letras distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

Resultados semelhantes também foram obtidos por CAMPILLO et al. (1981), os quais verificaram redução nos teores de N em plantas de batata infectadas; e por HOVELAND et al. (1954) que citam que o teor de N tendeu a ser menor nas plantas infectadas pelo mesmo vírus.

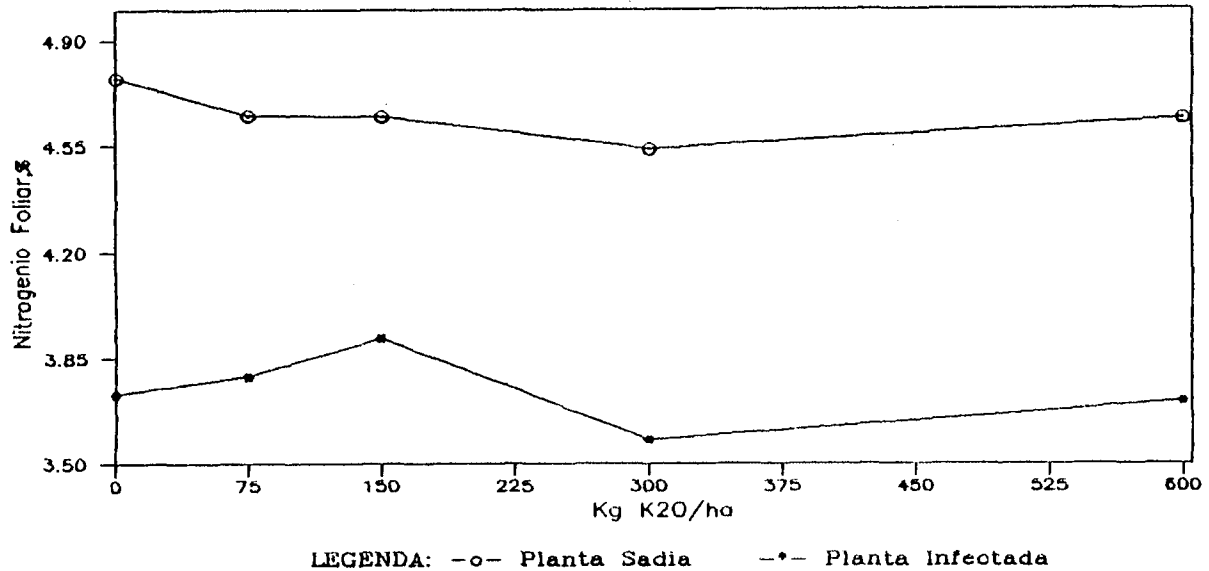
Os valores aqui determinados estão de acordo com os obtidos por MACEDO et al. (1982), próximo aos de GARGANTINI e BLANCO (1963) e dentro da faixa de variação citada por MAGUALHÆES (1985).

De acordo com VICENTE (1979), o conteúdo de N total geralmente diminui em plantas infectadas por vírus.

A literatura cita diversos trabalhos de pesquisa, onde foram determinados diferentes frações de N, para estabelecer a influência do PLRV sobre o N da planta hospedeira. Como no presente trabalho tratamos de teores totais de N, os dados não puderam ser diretamente comparados. Todavia cabe citar que McDONALD (1976) relatou que a infecção pelo PLRV pode ser considerada como uma doença que causa desarranjo no metabolismo do N. Entretanto, AGRIOS (1978) evidencia que estas reduções são significativas (de 33 a 56%), apenas na fase de replicação intensa do vírus, quando este elemento, que participa da composição de bases nitrogenadas é desviado para as sínteses virais.

Como o teor de N está relacionado à quantidade total de proteína (SALISBURY e ROSS, 1985), pelos dados obtidos neste trabalho, não parece ter havido grande alteração no conteúdo protéico das plantas infectadas pelo PLRV. Todavia, sabe-se que em plantas infectadas por vírus, podem não ocorrer alterações na quantidade de proteína, porque sua síntese foi desviada para a formação do corpo protéico viral, havendo entretanto, acentuada redução na proteína disponível para o metabolismo celular da planta (AGRIOS, 1978).

FIGURA 5. TEORES MEDIOS DE N (%) NO TECIDO FOLIAR DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K<sub>2</sub>O.



Não houve, no entanto, diferença significativa no teor de N no tecido foliar das plantas de batata, para diferentes níveis de K<sub>2</sub>O (Figura 5; Anexo 1.1). Não sendo também verificada interação significativa entre níveis de adubação potássica e plantas (sadia ou infectada).

#### 4.3.2 Fósforo

Os teores médios de P verificados nas plantas infectadas foram significativamente menores que os verificados nas sadias (Tabela 8; Anexo 1.2), concordando com HOVELAND et al. (1954) que concluíram que o PLRV reduziu o conteúdo de P. CAMPILLO et al. (1981) também verificou reduções nos teores deste elemento em plantas de batata infectadas por este vírus.

TABELA 8. TEOR MÉDIO DE FÓSFORO EM FOLHAS DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV.

Planta	Teor médio de P, %
Sadia	0,30 <sup>a</sup>
Infectada	0,26 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Valores seguidos por letras distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

Alterações no teor de P em plantas infectadas por vírus foram ainda observadas por OHMS *et al.* que encontraram maiores teores de PO<sub>4</sub>-P em plantas de batata livre de vírus. HAAG *et al.* (1967), e SAYAVEDRA e BONISEGNA (1972), trabalhando com outros sistemas planta-vírus, sugeriram que um desarranjo dos processos de translocação causado pelo vírus, poderiam ser responsáveis pelo decréscimo no P total das plantas infectadas.

Os teores de P determinados tanto para plantas sadias como infectadas estão dentro dos limites citados por MAGUALHÃES (1985), próximos aos encontrados por GARGANTINI e BLANCO (1963) e pouco abaixo dos determinados por MACEDO *et al.* (1982).

Pode-se verificar (Figura 6; Anexo 1.2) que as plantas de batata não sofreram variação significativa de seus teores de P frente aos diferentes níveis de adubação potássica e que tanto as plantas sadias, quanto as infectadas apresentaram comportamento semelhante para esses níveis, não havendo interação significativa entre esses fatores.

#### 4.3.3 Potássio

As plantas infectadas pelo PLRV apresentaram um teor médio de K no tecido foliar de 5,45%, o qual foi significativamente menor que o observado nas plantas sadias, que foi de 6,37% (Tabela 9). Redução semelhante no teor de K foram encontrados por CAMPILLO et al. (1981), onde o PLRV reduziu o teor deste elemento em 15% em relação às plantas sadias, este mesmo percentual de redução foi observado por HOVELAND et al. (1954).

TABELA 9. TEOR MEDIO DE K EM FOLHAS DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV.

Planta	Teor médio de K, %
Sadia	6,37 <sup>a</sup>
Infectada	5,45 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Valores seguidos por letras distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

O menor teor de K determinado nas folhas de plantas infectadas pelo PLRV, o qual está um pouco abaixo do valor encontrado por GARGANTINI e BLANCO (1963), em plantas sadias de batata da variedade Bintje, neste caso poderia estar associado com mudanças no movimento de água na planta como sugerido por LINDSEY e GUDAUSKAS (1975), FRIES et al. (1974) e ROSEN et al. (1980).

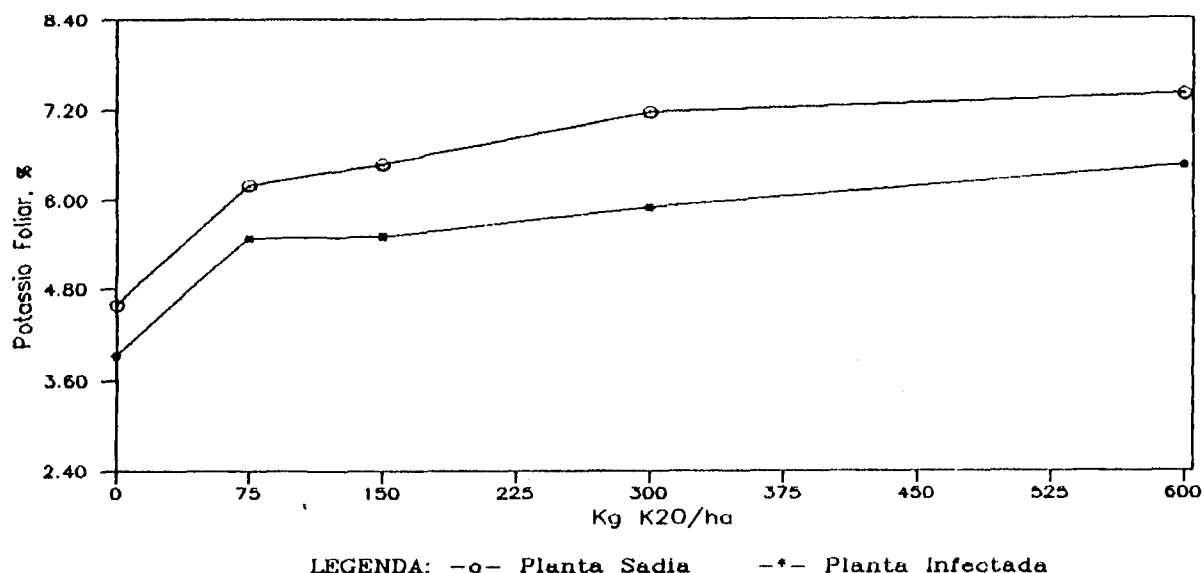
No entanto se tivesse ocorrido um menor movimento de água na planta, o que significa dizer que houve uma taxa menor de transpiração nas plantas infectadas, este fato deveria estar associado a menores concentrações de Ca e Mg, pois estes elementos, segundo MENGEL e KIRKBY (1979), são translocados para a parte aérea da planta através da corrente transpiratória, o que no entanto não foi verificado neste caso, onde as concentrações de Ca tenderam a ser maiores nas plantas infectadas e as de Mg foram significativamente maiores nestas (Tabelas 10 e 11).

Foi constatada correlação entre os níveis de K<sub>2</sub>O fornecidos e o teor de K no tecido foliar das plantas, com um coeficiente de correlação  $r = 0,94$ . A relação do teor de K no tecido foliar e o nível de K<sub>2</sub>O aplicado é descrita pela equação:

$$Y = 4,596 + 0,01077X - 1,162 \times 10^{-5}X^2$$

Este aumento no teor de K no tecido foliar em função dos níveis de K<sub>2</sub>O seria esperado, um vez que ocorre um aumento da absorção pela planta com o aumento da concentração do elemento na solução do solo (MENGEL e KIRKBY, 1979; FAGERIA, 1984). Pode-se verificar na Figura 7 que houve um maior acréscimo nos níveis de 0 a 300 Kg/ha, ou seja, neste intervalo, pequenos acréscimos de K<sub>2</sub>O corresponderam a grandes acréscimos no teor de K foliar.

FIGURA 7. TEORES MEDIOS DE K (%) NO TECIDO FOLIAR DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNCAO DOS DIFERENTES NIVEIS DE K<sub>2</sub>O.



Os teores de K aqui encontrados estão muito próximos daqueles encontrados por GARGANTINI e BLANCO (1963), também estão dentro da faixa de variação para o K citada por MACEDO et al. (1982) e MAGUALHÃES (1985).

Tanto as plantas sadias quanto as infectadas se comportaram de maneira semelhante quanto ao teor de K foliar, no que diz respeito ao suprimento de K<sub>2</sub>O, ou seja, não houve interação significativa entre essas variáveis. Todavia, pode-se observar na Figura 7 que quando não se forneceu potássio as plantas infectadas apresentaram um teor médio de 3,9% de K o qual está abaixo do valor citado por GARGANTINI e BLANCO (1963), GALLO et al. (1965) e MAGUALHÃES (1985), caracterizando desse modo uma possível deficiência de K nas plantas infectadas, quando não se forneceu este nutriente, a qual não foi confirmada por sintomas visuais.

#### 4.3.4 Cálcio

Embora diferenças estatisticamente significativas, ao nível de 5% de probabilidade tenham sido registradas, entre as plantas sadias e infectadas no que se refere ao seu teor de Ca no tecido foliar (Anexo 1.4), estas devem ser analisadas com cuidado. Devido à grande homogeneidade dos dados, proporcionando um reduzido valor para o erro experimental médio, pequenas variações foram apontadas como estatisticamente diferentes. Considerando-se o aspecto nutricional, variações de 0,09% de Ca (Tabela 10) na matéria seca, são mínimas não permitindo avaliar, pelas condições do experimento, a superioridade das plantas.

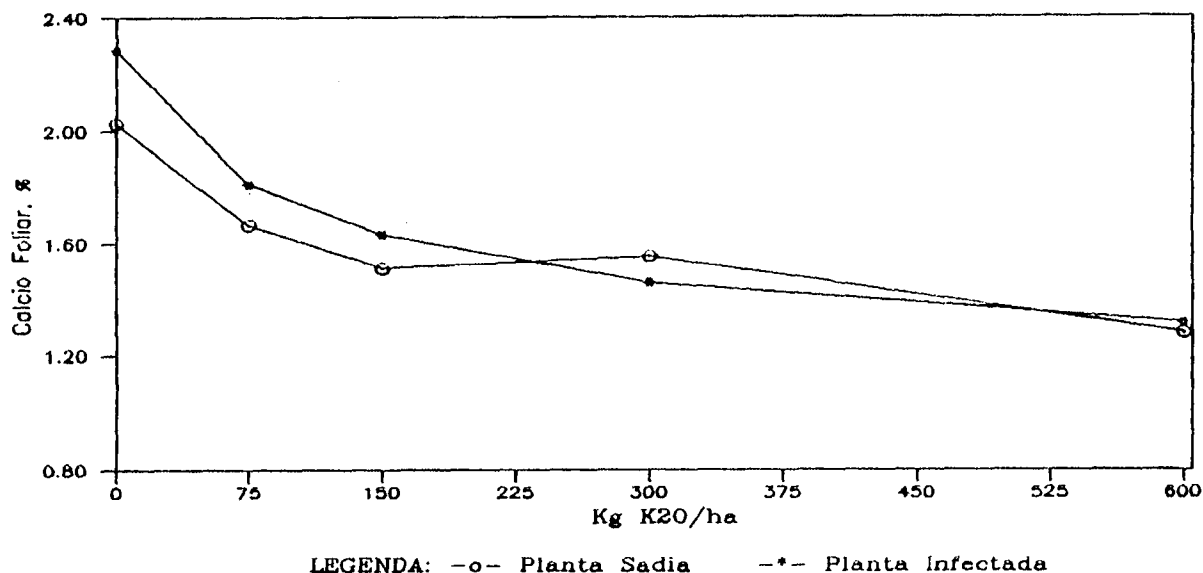
TABELA 10. TEOR MEDIO DE Ca EM FOLHAS DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV.

Planta	Teor médio de Ca, %
Sadia	1,61 <sup>a</sup>
Infectada	1,70 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Valores seguidos por letras distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

Os teores de Ca foram significativamente diferentes para níveis de K<sub>2</sub>O fornecidos, sendo mais elevados no tratamento deficiente em K (Figura 8), apresentando uma queda à medida em que o nível de K<sub>2</sub>O do solo foi aumentado, exibindo uma correlação negativa entre esse nutriente e o K, com coeficiente de correlação  $r = -0,95$ . Modificações nos teores de K e Ca no solo afetam a absorção desses elementos pelas plantas devido à competição pelos mesmos sítios de absorção (SILVA e RITCHEY, 1982), ou seja, uma inibição competitiva, segundo MALAVOLTA et al. (1989).

FIGURA 8. TEORES MEDIOS DE Ca (%) NO TECIDO FOLIAR DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K<sub>2</sub>O.



Trabalhando com a variedade Bintje, CASTRO (1979) também verificou maiores concentrações de Ca nas folhas no tratamento onde se omitiu K.

Ajustou-se a equação a seguir que mostra a variação no teor de Ca no tecido foliar e o nível de K<sub>2</sub>O aplicado:

$$Y = 2,059 - 31,685 \times 10^{-4}X + 3,21 \times 10^{-6}X^2$$

não sendo constatada interação significativa entre os níveis de adubação potássica (K<sub>2</sub>O) e planta (sadia ou infectada) (Anexo 1.4).

#### 4.3.5 Magnésio

Os teores médios de Mg verificados nas plantas infectadas, foram significativamente maiores ( $P < 0,01$ ) que os das plantas sadias (Tabela 11; Anexo 1.5). discordando de HOVELAND et al. (1954) e COSTA e CARVALHO (1965), os quais verificaram que o PLRV reduziu o conteúdo de Mg, essa discordância de resultados poderia ser, segundo WIND (1943) devido ao fato de variáveis como estirpe do

vírus, planta hospedeira e época de amostragem, não serem as mesmas, relatando ainda que a infecção altera variavelmente a permeabilidade das membranas para os diferentes íons.

TABELA 11. TEOR MEDIO DE Mg EM FOLHAS DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV.

Planta	Teor médio de Mg, %
Sadia	0,46 <sup>b</sup>
Infectada	0,53 <sup>a</sup>

<sup>a, b</sup> Valores seguidos por letras distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

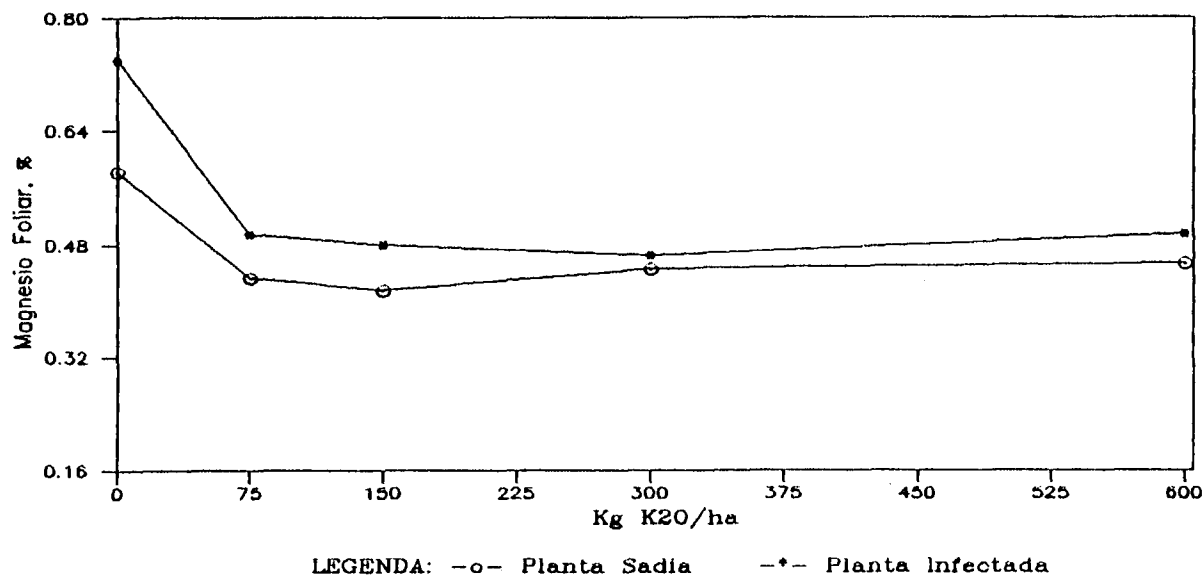
Houve correlação entre a diminuição do teor de Mg e aumento de doses de K<sub>2</sub>O, com coeficiente de correlação  $r = -0,82$ . Isto mostra que há um efeito depressivo sobre a absorção de Mg com a adição de K, da mesma maneira que para o Ca, ocorrendo devido à competição pelos mesmos sítios de absorção. Resultados semelhantes foram encontrados por CASTRO (1979) com a variedade Bintje, onde verificou maiores concentrações de Mg no tratamento onde se omitiu o K, HOVELAND et al. (1954) em plantas de batata e por BOULD e CAMPBELL (1970) em plantas de macieira, sadias ou infectadas por vírus, crescendo com menores níveis de K.

A relação do teor de Mg no tecido foliar e o nível de K<sub>2</sub>O aplicado é descrita pela equação:

$$Y = 0,6075 - 1,131 \times 10^{-3}X + 1,54 \times 10^{-6}X^2$$

verificando-se uma variação mais acentuada entre os níveis 0 e 75 Kg/ha, com uma grande diminuição no teor de Mg, com leve diminuição entre os níveis 75 e 300 Kg K<sub>2</sub>O/ha.

FIGURA 9. TEORES MEDIOS DE Mg (%) NO TECIDO FOLIAR DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K<sub>2</sub>O.



O Mg foi o único macronutriente no tecido foliar que apresentou uma interação significativa entre os níveis de adubação potássica (K<sub>2</sub>O) e planta sadia ou infectada, (Anexo 1.5). Sendo que a relação do teor de Mg no tecido foliar das plantas sadias e o nível de K<sub>2</sub>O aplicado é descrita pela equação:

$$Y = 0,53738 - 7,863 \times 10^{-4}X + 1,10 \times 10^{-6}X^2$$

com uma correlação negativa expressiva ( $r = - 0,75$ ). Já para as plantas infectadas a relação é descrita pela equação:

$$Y = 0,6776 - 1,47769 \times 10^{-3}X + 1,98 \times 10^{-6}X^2,$$

apresentando uma melhor correlação que as sadias ( $r = - 0,86$ ).

Sugerindo desta maneira que o efeito da inibição competitiva do K sobre o Mg (MALAVOLTA, 1989) é menor nas plantas infectadas pelo PLRV que nas sadias, principalmente nos primeiros níveis de K<sub>2</sub>O (Figura 9). Sendo assim, as plantas infectadas apresentaram um maior equilíbrio catiônico, como indicado pela relação K/Mg que foi de 13,7 para as plantas sadias e 10 para as infectadas, a qual

segundo MALAVOLTA (1980), geralmente varia entre 7 e 10, em trabalho realizado com a cultura da batata por GARGANTINI e BLANCO (1963) e CASTRO (1979) essa relação foi de 10 e 8,4, respectivamente.

#### 4.4 MASSA SECA DOS TUBERCULOS

As plantas sadias apresentaram massa seca de tubérculo significativamente maior ( $p < 0,01$ ) que as plantas infectadas pelo vírus (anexo 3.2; Tabela 12).

TABELA 12. MASSA SECA MÉDIA DE TUBERCULOS APRESENTADA POR PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV.

Planta	Massa Seca, g
Sadia	99,64 <sup>a</sup>
Infectada	84,06 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Valores seguidos por letras distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

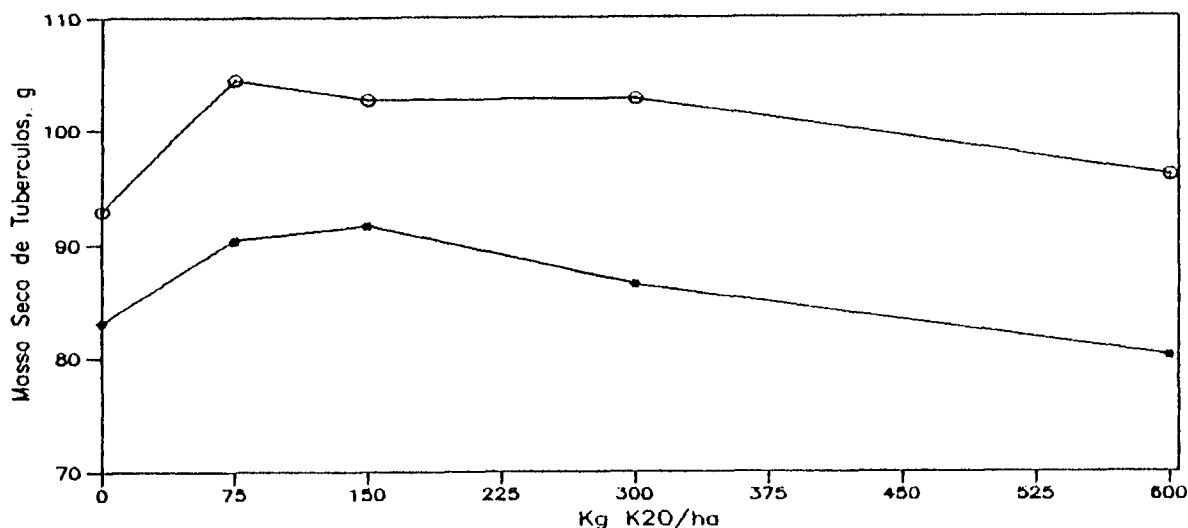
Os resultados aqui obtidos poderiam ser considerados como uma consequência da interferência do vírus na translocação dos carboidratos, seja ela causada primariamente pela diminuição da eficiência fotossintética como citado por HARMEY et al. (1968) ou pela degeneração e necrose do floema como citado por VERHOEKS (1965) e COSTA (1970).

A massa seca dos tubérculos não foi significativamente alterada pela adição de K<sub>2</sub>O (Figura 10; Anexo 3.2). O que discorda de MULDER (1949) e ULRICH e FONG (1969) possivelmente devido ao fato

de que estes pesquisadores usaram solo e solução nutritiva respectivamente, com níveis limitantes de potássio.

Também não foi verificado interação significativa entre os níveis de  $K_2O$  e planta (sadia ou infectada) (Anexo 3.2).

FIGURA 10. PRODUÇÃO MÉDIA DE MATÉRIA SECA (g) DE TUBERCULOS DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE  $K_2O$ .



LEGENDA: -o- Planta Sadia    -\*- Planta Infectada

#### 4.5 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MACRONUTRIENTES NO TECIDO DE TUBERCULOS

##### 4.5.1 Nitrogênio

Ao contrário do observado no tecido foliar, no tubérculo não foi verificado diferenças significativas no teor médio de N entre planta sadia e infectada (Tabela 13; Anexo 2.1). Todavia, deve-se levar em consideração que neste caso foram determinados teores totais de N e que, segundo McDONALD (1976), a infecção com este vírus pode causar desarranjo no metabolismo do N, logo o fato de

não ter havido diferença significativa, não esclarece se esse teor estava disponível na mesma forma nas plantas sadias e infectadas.

TABELA 13. TEOR MÉDIO DE N NO TUBÉRCULO DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV.

Planta	Teor médio de N, %
Sadia	2,11 <sup>a</sup>
Infectada	2,04 <sup>a</sup>

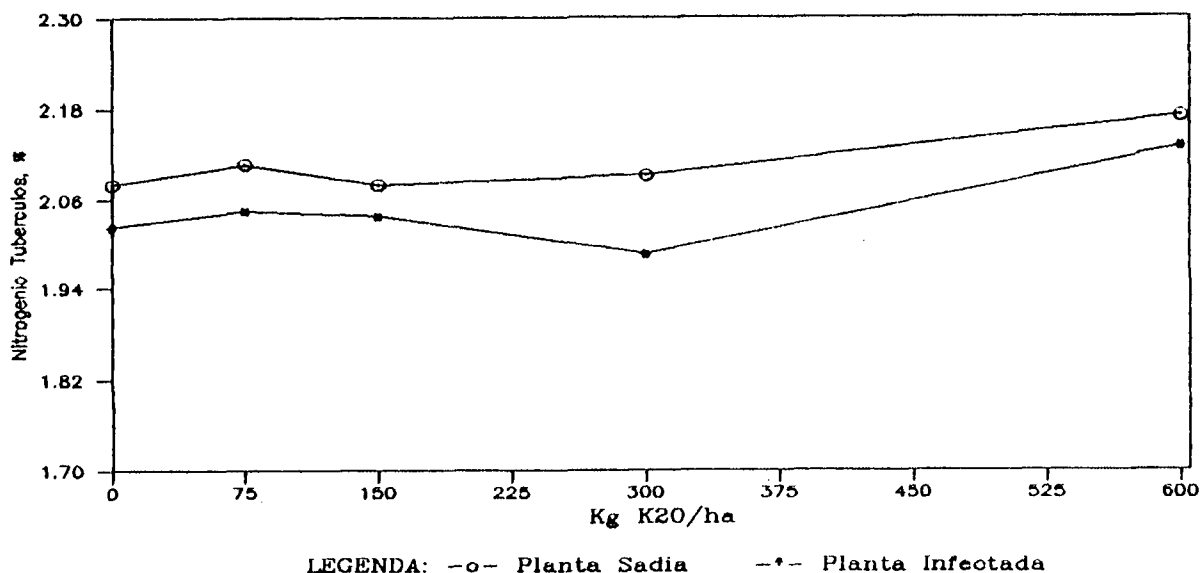
<sup>a</sup> Valores seguidos por letras distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

Os dados aqui obtidos não puderam ser confrontados com os da literatura devido a ausência de informações a respeito. No entanto, ao se comparar os teores tanto de plantas sadias como infectadas, com aqueles obtidos em outros trabalhos realizados apenas com plantas sadias, como o de LORENZ, (1944) e MACEDO *et al.* (1982), verifica-se que os valores aqui obtidos estão muito próximos aos encontrados por estes pesquisadores.

Os teores de N no tecido de tubérculos não variaram significativamente em função dos níveis de K<sub>2</sub>O fornecidos (Figura 11; Anexo 2.1).

Não sendo também verificado interação significativa entre os níveis de adubação potássica e planta sadia ou infectada e o teor de N nos Tubérculos.

FIGURA 11. TEORES MEDIOS DE N (%) NO TECIDO DE TUBERCULOS DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNCAO DOS DIFERENTES NIVEIS DE K<sub>2</sub>O.



#### 4.5.2 Fósforo

As plantas infectadas pelo PLRV apresentaram teor médio de P significativamente maior que as plantas sadias (Tabela 14; Anexo 2.2).

TABELA 14. TEOR MEDIO DE P NO TUBERCULO DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV.

Planta	Teor médio de P, %
Sadia	0,22 <sup>a</sup>
Infectada	0,20 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Valores seguidos por letras distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

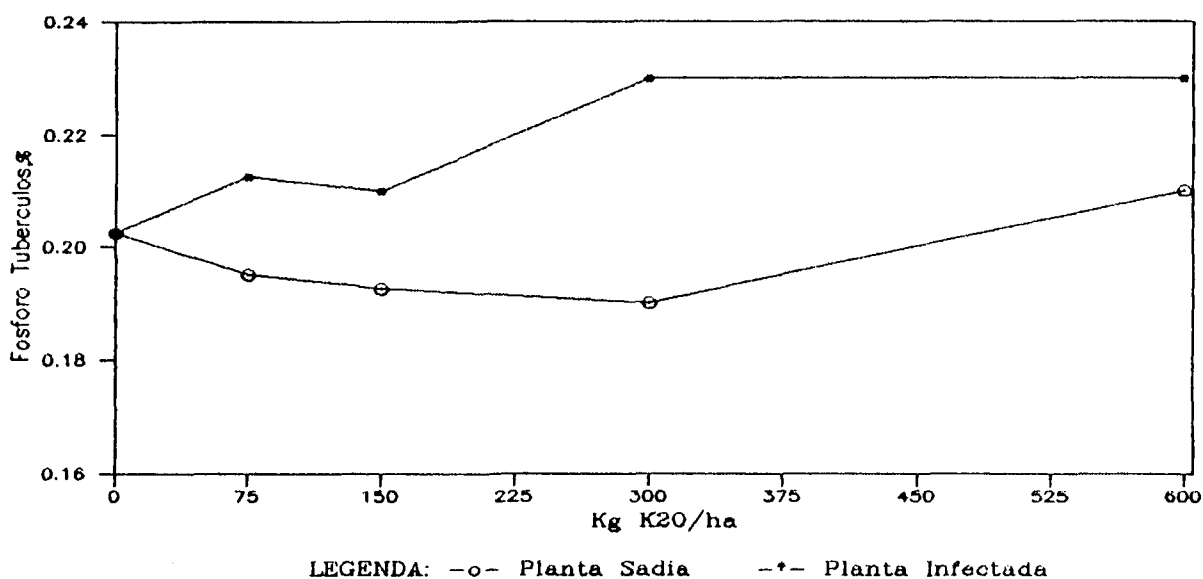
Sendo que o P foi o único elemento com menores teores em ambos os tecidos, foliares e de tubérculos das plantas infectadas, o que poderia sugerir uma possível interferência do PLRV na absorção ou no transporte ascendente deste elemento, uma vez que também foi menor no tecido foliar destas plantas, como citado por WIND (1943),

BEUTE e LOCKWOOD (1968), SAYAVEDRA e BONISEGNA (1972) e SMITH e NEALES (1980).

Apesar da alteração causada pelo vírus no teor de P no tubérculo, os valores obtidos tanto nas plantas infectadas como nas sadias, estão de acordo com HOVELAND et al. (1954), BURTON (1966), SOLTAMPOUR (1969), pouco abaixo dos encontrados por GARGANTINI e BLANCO (1963).

O teor de P no tubérculo não variou significativamente em função dos diferentes níveis de K<sub>2</sub>O (Anexo 2.2).

FIGURA 12. TEORES MEDIOS DE P (%) NO TECIDO DE TUBERCULOS DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNCAO DOS DIFERENTES NIVEIS DE K<sub>2</sub>O.



Assim como no tecido foliar, para o P no tecido de tubérculo não foram verificadas interações significativas entre o teor deste elemento, planta (sadia ou infectada) e níveis de K<sub>2</sub>O. Sendo que no intervalo de 0 a 300 Kg/ha as plantas tenderam a apresentar comportamento diferenciado (Figura 12), onde o aumento no suprimento de K causou um leve aumento no teor de P nas plantas infectadas e pequena queda deste nas sadias.

### 4.5.3 Potássio

A menor concentração de K no tecido foliar das plantas infectadas, não foi associada com nenhum aumento significativo no teor deste elemento nos tecidos de tubérculo, onde plantas sadias e infectadas não diferiram estatisticamente em seus teores de K (Tabela 15; Anexo 2.3).

TABELA 15. TEOR MÉDIO DE K NO TUBÉRCULO DE PLANTAS DE BATATA SÁDIAS E INFECTADAS PELO PLRV.

Planta	Teor médio de K, %
Sadia	2,33 <sup>a</sup>
Infectada	2,32 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Valores seguidos por letras distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

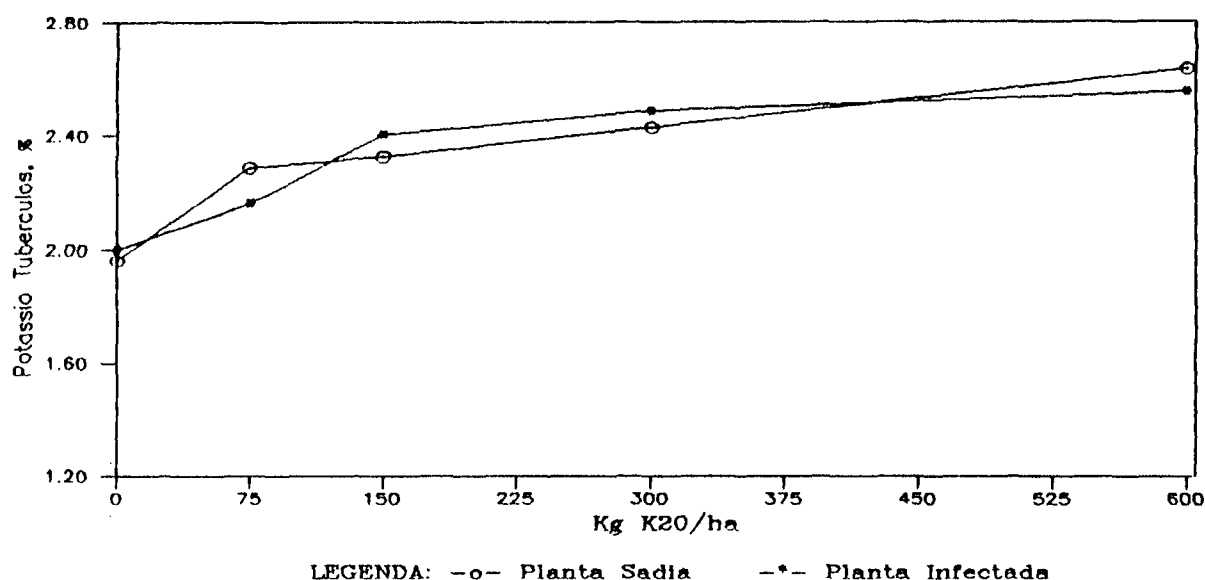
As concentrações de K, tanto das plantas sadias como das infectadas, estão próximas às obtidas por GARGANTINI e BLANCO (1963), BURTON (1966) e como faixa adequada segundo LOUE (1982).

Os teores de K nos tubérculos das plantas de batata apresentaram uma correlação com os níveis de K<sub>2</sub>O fornecidos (Figura 13), apresentando um coeficiente de correlação  $r = 0,98$ . Ajustou-se a equação a seguir que mostra a variação no teor de K no tecido de tubérculos e o nível de K<sub>2</sub>O aplicado:

$$Y = 2,0243 + 2,301 \times 10^{-3}X - 2,28 \times 10^{-6}X^2$$

As mesmas considerações feitas a respeito do K foliar, de que ocorre um aumento da absorção com o aumento da concentração do elemento na solução do solo, devem aqui ser consideradas. LORENZ (1944) citado por CASTRO e FONG (1979) e ULRICH (1969) obtiveram resultados semelhantes a estes.

FIGURA 13. TEORES MEDIOS DE K (%) NO TECIDO DE TUBERCULOS DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNCAO DOS DIFERENTES NIVEIS DE K<sub>2</sub>O.



A interação entre os níveis de adubação potássica e planta (sadia ou infectada), não mostrou ser estatisticamente significativa para o K no tubérculo.

#### 4.5.4 Cálcio

Como se observa na Tabela 16 e no Anexo 2.4, as plantas sadias e infectadas não diferiram estatisticamente em seus teores de Ca no tubérculo.

TABELA 16. TEOR MÉDIO DE Ca NO TUBERCULO DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV.

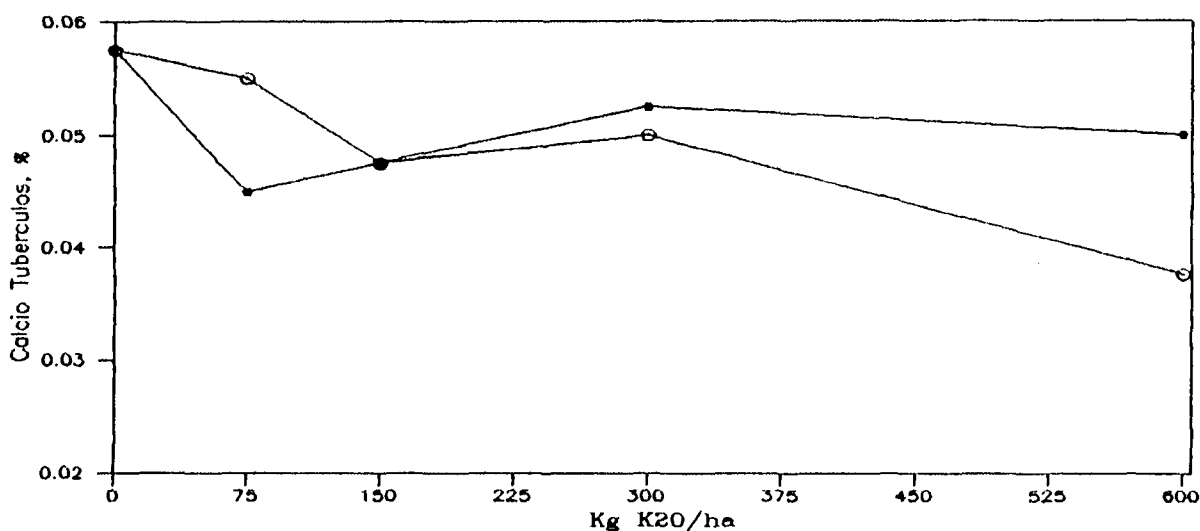
Planta	Teor médio de Ca, %
Sadia	0,05 <sup>a</sup>
Infectada	0,05 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Valores seguidos por letras distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

E os níveis obtidos estão abaixo dos obtidos por GARGANTINI e BLANCO (1963), MACEDO et al. (1982), porém estão dentro dos limites citados por BURTON (1966).

Os teores de Ca no tubérculo das plantas de batata não apresentaram diferença significativa em função dos diferentes níveis de  $K_2O$  (Figura 14), sendo que a interação entre esses níveis e planta (sadia ou infectada) também não mostrou ser significativa.

FIGURA 14. TEORES MEDIOS DE Ca (%) NO TECIDO DE TUBERCULOS DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE  $K_2O$ .



LEGENDA: -o- Planta Sadia    -•- Planta Infectada

#### 4.5.5 Magnésio

A maior concentração de Mg no tecido foliar das plantas infectadas não foi associada com aumento no teor deste elemento nos tecidos de tubérculos (Tabela 17; Anexo 2.5), onde as plantas sadias apresentaram um teor de Mg significativamente maior que as infectadas.

TABELA 17. TEOR MÉDIO DE Mg NO TUBÉRCULO DE PLANTAS DE BATATA SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV.

Planta	Teor médio de Mg, %
Sadia	0,14 <sup>a</sup>
Infectada	0,11 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Valores seguidos por letras distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

Evidenciando que o vírus de alguma maneira interferiu no metabolismo do Mg, prejudicando ou retardando a redistribuição deste elemento para os tubérculos. Conforme citado por WATSON e WILSON (1956), o vírus em questão atrasou a senescência das folhas; observou-se no presente experimento, por ocasião da colheita, que as folhas se mantinham com certa coloração verde. Sendo as clorofilas os pigmentos mais importantes dentre os componentes específicos dos cloroplastos (MAGALHÃES, 1985) e sabendo-se que o Mg corresponde a 2,7% do peso da clorofila fazendo parte na sua composição química, e que cerca de 50% do Mg contido nas folhas estão no cloroplasto (SFREDO e CARRÃO-PANIZZI, 1990), isto poderia sugerir que as plantas infectadas, as quais apresentaram teor de Mg no tecido foliar maior que as sadias, viessem a apresentar um menor teor nos tubérculos.

Os teores de Mg determinados tanto nos tubérculos de plantas sadias como das infectadas estão próximos aos obtidos por GARGANTINI e BLANCO (1963), dentro da faixa de concentração citada por BURTON (1966) e por MACEDO et al. (1982).

Para o Mg no tubérculo (Anexo 2.5) foi observada uma correlação positiva entre o teor deste elemento e os níveis de K<sub>2</sub>O fornecidos (Figura 15) com um coeficiente de correlação  $r = 0,93$ . Todavia uma correlação negativa seria o esperado, como ocorreu para o

tecido foliar, baseando-se no efeito da inibição competitiva do K sobre o Mg (SILVA e RITCHEY, 1982).

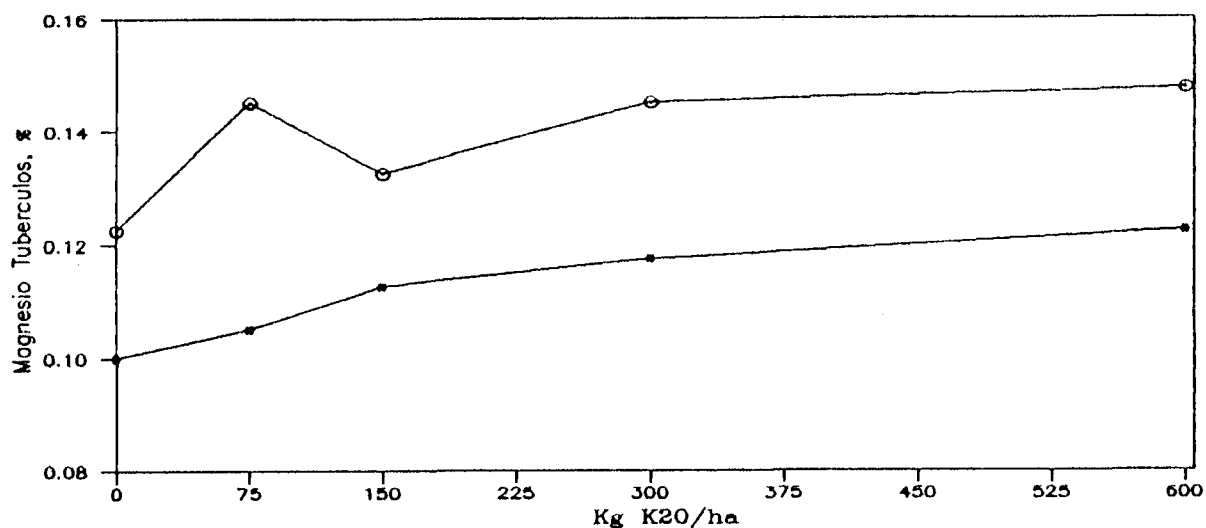
GARGANTINI e BLANCO (1963) concluíram que o Mg sofreu apenas pequenas translocações para esses órgãos, isto poderia explicar o fato de que maiores teores de Mg foliar observados nos tratamentos com menores doses de K<sub>2</sub>O não corresponderam nos tubérculos.

A relação do teor de Mg nos tubérculos e o nível de K<sub>2</sub>O aplicado é descrita pela equação:

$$Y = 0,113846 + 8,52 \times 10^{-6}X - 0,8 \times 10^{-7}X^2$$

A interação entre os níveis de adubação potássica e planta (sadia ou infectada) não mostrou ser significativa para o Mg no tubérculo (Anexo 2.5).

FIGURA 15. TEORES MEDIOS DE Mg (‰) NO TECIDO DE TUBERCULOS DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNCAO DOS DIFERENTES NIVEIS DE K<sub>2</sub>O



LEGENDA: -o- Planta Sadia    -•- Planta Infectada

## 4.6 PRODUÇÃO DE AMIDO

Como pode ser observado no Anexo 3.3, houve diferença significativa ( $p < 0,01$ ) na produção de amido entre as plantas. Sendo que as plantas infectadas pelo PLRV apresentaram uma menor produção de amido nos tubérculos que as plantas sadias (Tabela 18).

TABELA 18. PRODUÇÃO MÉDIA DE AMIDO EM TUBERCULOS DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV.

Planta	Amido, g
Sadia	74,32 <sup>a</sup>
Infectada	62,32 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Valores seguidos por letras distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

Dos carboidratos contidos no tubérculo, o amido é o elemento que se apresenta em maior teor, correspondendo de 60 a 80% da massa seca do tubérculo (A. RATOVSKI, 1987). Como as plantas infectadas apresentaram uma produção de matéria seca de tubérculo significativamente menor (Tabela 12) que as sadias, seria esperado que essa diferença fosse refletida na produção de amido.

Em termos qualitativos, verifica-se na Tabela 19, que apesar de as plantas infectadas não diferirem estatisticamente das sadias (Anexo 3.4) com relação ao percentual de amido no tubérculo, nota-se que as plantas infectadas tenderam a apresentar um percentual menor que as sadias. Sugerindo deste modo que as reduções na produção de massa seca, amido e peso fresco de tubérculos apresentados pelas plantas com vírus foi devido à uma menor translocação de amido para estes órgãos.

TABELA 19. TEOR MÉDIO DE AMIDO (%) EM TUBERCULOS DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV.

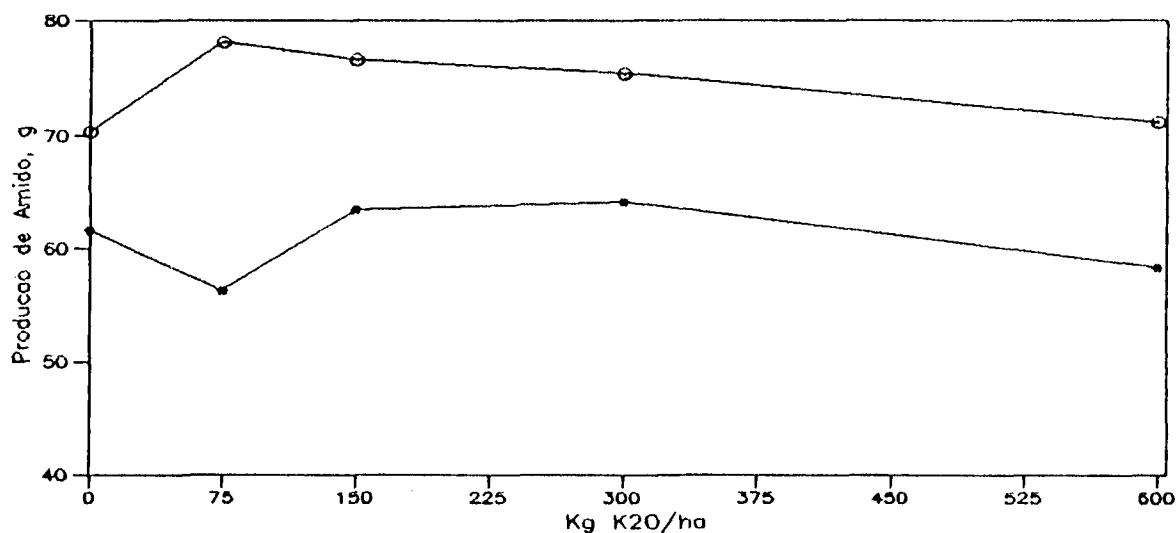
Planta	Amido, (%)
Sadia	15,16 <sup>a</sup>
Infectada	13,90 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Valores seguidos por letras distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

Verifica-se no Anexo 3.3 que não houve diferença significativa na produção de amido para os níveis de K<sub>2</sub>O aplicado (Figura 16). Possivelmente devido ao nível de K<sup>+</sup> no solo utilizado, o qual estaria em um nível baixo, porém não limitante (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO, Rio Grande do Sul, 1989),

Não sendo também significativa a interação entre níveis de K<sub>2</sub>O e planta (sadia ou infectada).

FIGURA 16. PRODUÇÃO MÉDIA DE AMIDO (g) DE PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE K<sub>2</sub>O.



LEGENDA: -o- Planta Sadia    -\*-\* Planta Infectada

## 4.7 PRODUÇÃO DE TUBÉRCULOS

Quanto à produção de tubérculos, pode se dizer que as plantas sadias apresentaram peso médio de tubérculos significativamente maior que as plantas infectadas (Tabela 20; Figura 17).

TABELA 20. PRODUÇÃO MÉDIA DE TUBÉRCULOS APRESENTADA POR PLANTAS DE BATATA SÁDIAS E INFECTADAS PELO PLRV.

Planta	Peso médio, g
Sadia	492,50 <sup>a</sup>
Infectada	446,22 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Valores seguidos por letra distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

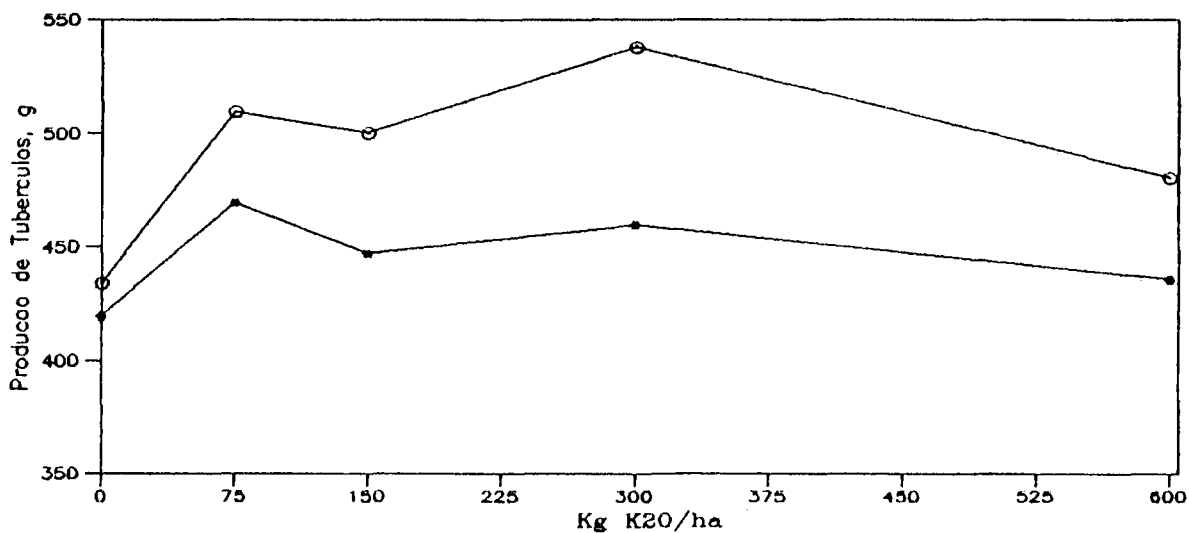
Diminuições causadas pelo PLRV na produção de tubérculos, foram também encontradas por CAMPILLO *et al.* (1981). Reduções de níveis maiores na produção foram verificados por CUPERTINO e COSTA (1970) LIMA e HAMERSCHIMIDT (1982) e DIAS *et al.* (1984).

Esta redução na produção de tubérculos apresentada pelas plantas infectadas é uma conseqüência do efeito do PLRV sobre os demais componentes da produção tais como massa seca foliar, massa seca de tubérculo, e produção de amido, os quais refletiram na produção de tubérculos.

A produção de tubérculos não variou significativamente frente os diferentes níveis de K<sub>2</sub>O, o que seria esperado, uma vez que existe uma relação entre a produção de amido e a produção de tubérculos, correspondendo o amido de 60 a 80% da matéria seca do tubérculo (A. RATOVSKI, 1987), não sendo a produção de amido alterada significativamente pelo fornecimento de K<sub>2</sub>O, possivelmente vindo a refletir o mesmo resultado na produção de tubérculos.

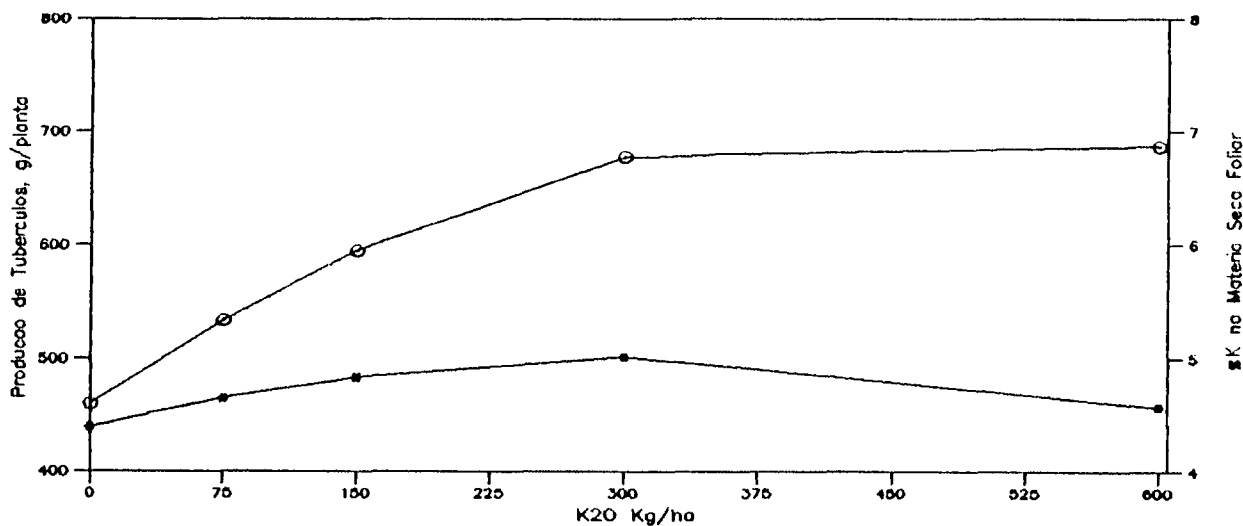
poderia ser também explicado pelo nível de  $K^+$  no solo utilizado o qual, segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO, Rio Grande do Sul (1989), estaria em um nível baixo, porém não limitante.

FIGURA 17. PRODUÇÃO MÉDIA DE TUBERCULOS (g), APRESENTADA PELAS PLANTAS SADIAS E INFECTADAS PELO PLRV, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE  $K_2O$



LEGENDA: -o- Planta Sadia -\*- Planta Infectada

FIGURA 18. EFEITO DO FORNECIMENTO DE  $K_2O$  NA PRODUÇÃO DE TUBERCULOS E NO TEOR DE  $K$  FOLIAR DAS PLANTAS DE BATATA.



LEGENDA: -x- Produção de Tubérculos -o- % K na Matéria Seca Foliar

No entanto, verifica-se na Figura 17 que as plantas tenderam a apresentar maior produção com um nível de 300 Kg de  $K_2O$ /ha e que a partir deste ocorreria um efeito depressivo na produção tanto para planta sadia como para a infectada.

Tanto as plantas sadias como as infectadas apresentaram comportamento semelhante no que diz respeito à produção de tubérculos, frente os níveis de  $K_2O$  fornecidos, não sendo então verificado interação entre esses fatores (Anexo 3.5).

A Figura 18 mostra o efeito de  $K_2O$  na produção e no teor de K na matéria seca foliar de plantas de batata. A produção média tendeu a ser máxima (500 g/planta ou 18 t/ha) com 300 Kg  $K_2O$ /ha, correspondendo à 6,8% de K, nota-se que, quando o teor de K excede a este nível, o consumo adicional desse elemento não seria traduzido em forma de maior produção, caracterizando o consumo de luxo e que acima deste ponto o equilíbrio entre os três maiores cátions torna-se mais importante, como citada por LOUE (1982) e RAIJ (1991).

## 5 CONCLUSÕES

- As plantas infectadas pelo vírus (PLRV) apresentaram massa seca da parte aérea significativamente maior que as plantas sadias e massa seca de tubérculos, produção de amido e produção de tubérculos significativamente menores que as sadias. Não sendo essas produções alteradas significativamente pelo fornecimento de  $K_2O$ , tanto para plantas sadias como para infectadas.

- As plantas, quando afetadas por este vírus, apresentaram reduções nos teores de N, P e K e aumento no teor de Mg analisados no tecido foliar, sendo que o Ca não foi alterado pela infecção.

- Houve redução nos teores de P e Mg nos tubérculos das plantas infectadas.

- Os teores de K, Ca e Mg nas folhas e K e Mg no tubérculos sofreram alterações significativas frente os níveis de  $K_2O$  fornecidos.

- As plantas sadias e infectadas apresentaram comportamento diferenciado com relação ao teor de Mg foliar frente os níveis de  $K_2O$ . Não sendo verificado esse tipo de interação para nenhum dos macronutrientes analisados no tubérculo.

- Comparando-se os teores de macronutrientes analisados no tecido foliar e de tubérculos, tanto das plantas sadias como das infectadas com aqueles citados na literatura, verifica-se que aumentos ou decréscimos de certos elementos poderia não ser considerado estarem no limite da toxicidade ou deficiência.

## ANEXOS

### ANEXO 1. RESULTADO DA ANALISE DE VARIANCIA DOS MACRONUTRIENTES ANALISADOS NO TECIDO FOLIAR.

#### ANEXO 1.1. NITROGENIO

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	PROB.
Blocos	3	0,1022900	0,0340967		
Plantas	1	8,1540902	8,1540902	90,8755**	0,00001
Potássio (K)	4	0,2418100	0,0604525	0,6737 <sup>ne</sup>	0,61855
Plantas x K	4	0,1120600	0,0280150	0,3122 <sup>ne</sup>	0,86735
Resíduo	27	2,4226597	0,0897281		
Total	39	11,0329099			

Média geral = 4,196

Coefficiente de variação = 7,138%

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

<sup>ne</sup> Não significativo.

#### ANEXO 1.2. FÓSFORO

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	PROB.
Blocos	3	0,0247075	0,0082358		
Plantas	1	0,0119025	0,0119025	32,2415**	0,00004
Potássio (k)	4	0,0020150	0,0005038	1,3646 <sup>ne</sup>	0,27171
Plantas x k	4	0,0007850	0,0001963	0,5316 <sup>ne</sup>	0,71628
Resíduo	27	0,0099675	0,0003692		
Total	39	0,0493775			

Média geral = 0,282

Coefficiente de variação = 6,819%

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

<sup>ne</sup> Não significativo.

## ANEXO 1.3. POTASSIO

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	PROB.
Blocos	3	0,1250875	0,0416958		
Plantas	1	8,3448238	8,3448238	72,4822**	0,00001
Potássio (K)	4	33,4672632	8,3668158	72,6733**	0,00001
Plantas x K	4	0,4432149	0,1108037	0,9624 <sup>ne</sup>	0,55458
Resíduo	27	3,1084886	0,1151292		
Total	39	45,488780			

Média geral = 5,909

Coefficiente de variação = 5,742%

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

<sup>ne</sup> Não significativo.

## ANEXO 1.4. CALCIO

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	PROB.
Blocos	3	0,0589100	0,0196367		
Plantas	1	0,0864900	0,0864900	4,5844**	0,03920
Potássio (K)	4	3,3406350	0,8351587	44,2672**	0,00001
Plantas x K	4	0,1386851	0,0346713	1,8377 <sup>ne</sup>	0,14998
Resíduo	27	0,5093900	0,0188663		
Total	39	4,1341101			

Média geral = 1,653

Coefficiente de variação = 8,307%

\*\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>ne</sup> Não significativo.

## ANEXO 1.5. MAGNESIO

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	PROB.
Blocos	3	0,0218875	0,0072958		
Plantas	1	0,0483025	0,0483025	36,3911**	0,00002
Potássio (K)	4	0,2622850	0,0655713	49,4014**	0,00001
Plantas x K	4	0,0219850	0,0054963	4,1409**	0,00970
Resíduo	27	0,0358375	0,0013273		
Total	39	0,3902975			

Média geral = 0,500

Coefficiente de variação = 7,283%

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ANEXO 2. RESULTADO DA ANALISE DE VARIANCA DOS MACRONUTRIENTES  
ANALISADOS NO TECIDO DE TUBERCULOS.

ANEXO 2.1. NITROGENIO

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	PROB.
Blocos	3	0,1495400	0,0498467		
Plantas	1	0,0384400	0,0384400	2,2964 <sup>ne</sup>	0,13784
Potássio (K)	4	0,0621500	0,0155375	0,9282 <sup>ne</sup>	0,53616
Plantas x K	4	0,0059100	0,0014775	0,0883 <sup>ne</sup>	0,98239
Resíduo	27	0,4519601	0,0167393		
Total	39	0,7080001			

Média geral = 2,075

Coefficiente de variação = 6,235%

<sup>ne</sup> Não significativo.

ANEXO 2.2. FÓSFORO

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	PROB.
Blocos	3	0,0011700	0,0003900		
Plantas	1	0,0036100	0,0036100	9,9156**	0,00419
Potássio (K)	4	0,0019250	0,0004812	1,3218 <sup>ne</sup>	0,28659
Plantas x K	4	0,0016150	0,0004037	1,1090 <sup>ne</sup>	0,37300
Resíduo	27	0,0098300	0,0003641		
Total	39	0,0181500			

Média geral = 0,207

Coefficiente de variação = 9,196%

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

<sup>ne</sup> Não significativo.

ANEXO 2.3. POTASSIO

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	PROB.
Blocos	3	0,2077474	0,0692491		
Plantas	1	0,0004225	0,0004225	0,0225 <sup>ne</sup>	0,87653
Potássio (K)	4	1,7551998	0,4388000	23,3553**	0,00001
Plantas x K	4	0,0646900	0,0161725	0,8608 <sup>ne</sup>	0,5019
Resíduo	27	0,5072775	0,0187881		
Total	39	2,5353373			

Média geral = 2,324

Coefficiente de variação = 5,899%

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

<sup>ne</sup> Não significativo.

## ANEXO 2.4 CALCIO

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	PROB.
Blocos	3	0,0005000	0,0001667		
Plantas	1	0,0000100	0,0000100	0,1059 <sup>ne</sup>	0,74592
Potássio (K)	4	0,0008250	0,0002062	2,1838 <sup>ne</sup>	0,097706
Plantas x K	4	0,0005150	0,0001288	1,3632 <sup>ne</sup>	0,27216
Resíduo	27	0,0025500	0,0000944		
Total	39	0,0044000			

Média geral = 0,050

Coefficiente de variação = 19,437%

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

<sup>ne</sup> Não significativo.

## ANEXO 2.5 MAGNESIO

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	PROB.
Blocos	3	0,0000600	0,0000200		
Plantas	1	0,0072900	0,0072900	53,3415**	0,00001
Potássio (K)	4	0,0026750	0,0006687	4,8933**	0,00451
Plantas x K	4	0,0004850	0,0001213	0,8872 <sup>ne</sup>	0,51341
Resíduo	27	0,0036900	0,0001367		
Total	39	0,0142000			

Média geral = 0,125

Coefficiente de variação = 9,352%

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

<sup>ne</sup> Não significativo.

ANEXO 3. RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA MASSA SECA DA PARTE AÉREA, MASSA SECA DE TUBÉRCULOS E DA PRODUÇÃO DE TUBÉRCULOS.

ANEXO 3.1 MASSA SECA DA PARTE AÉREA

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	PROB.
Blocos	3	162,6524874	54,2174958		
Plantas	1	96,2861002	96,2861002	8,8527**	0,00616
Potássio (K)	4	102,5714290	25,6428572	2,3577 <sup>ne</sup>	0,07809
Plantas x K	4	20,9656965	5,2414241	0,4819 <sup>ne</sup>	0,75117
Resíduo	27	293,6636802	5,2414241		
Total	39	676,1393932			

Média geral = 31,871

Coefficiente de variação = 10,348%

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

<sup>ne</sup> Não significativo.

ANEXO 3.2 MASSA SECA DE TUBÉRCULOS

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	PROB.
Blocos	3	2655,4440			
Plantas	1	2426,4295	2426,4295	12,1780**	0,00200
Potássio (K)	4	660,2790	165,0697	0,8225 <sup>ne</sup>	0,52046
Plantas x K	4	488,7103	122,1776	0,6132 <sup>ne</sup>	0,65958
Resíduo	27	5379,6784	199,2473		
Total	39	11610,5412			

Média geral = 91,849

Coefficiente de variação = 15,368%

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

<sup>ne</sup> Não significativo.

ANEXO 3.3 PRODUÇÃO DE AMIDO

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	PROB.
Blocos	3	1581,5266			
Plantas	1	1438,8002	1438,8002	10,0270**	0,00403
Potássio (K)	4	415,2040	103,8010	0,7234 <sup>ne</sup>	0,58585
Plantas x K	4	303,0609	75,7652	0,5280 <sup>ne</sup>	0,71879
Resíduo	27	5379,6784	199,2473		
Total	39	7612,8773			

Média geral = 68,317

Coefficiente de variação = 17,534%

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

<sup>ne</sup> Não significativo.

## ANEXO 3.4 TEOR DE AMIDO

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	PROB.
Blocos	3	10,8828			
Plantas	1	13,8062	13,8062	2,6459 <sup>ne</sup>	0,11187
Potássio (K)	4	20,4010	5,1003	0,9774 <sup>ne</sup>	0,56249
Plantas x K	4	12,0950	3,0238	0,5795 <sup>ne</sup>	0,68286
Resíduo	27	140,8847	5,2180		
Total	39	198,0697			

Média geral = 14,577

Coefficiente de variação = 15,670%

<sup>ne</sup> Não significativo.

## ANEXO 3.5 PRODUÇÃO DE TUBERCULOS

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	PROB.
Blocos	3	51526,7963	17175,5988		
Plantas	1	21418,3829	21418,3829	11,2607**	0,00267
Potássio (K)	4	25829,5981	6457,3995	3,3950 <sup>ne</sup>	0,02226
Plantas x K	4	4291,7589	1072,9397	0,5641 <sup>ne</sup>	0,69357
Resíduo	27	51355,4630	1902,0542		
Total	39	154421,9992			

Média geral = 469,355

Coefficiente de variação = 9,292%

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

<sup>ne</sup> Não significativo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. Orlando: Academic Press, 1978. 703p.
- 2 ALLINGTON, W. B.; LAIRD Jr, E. F. The infection of *Nicotiana glutinosa* with tobacco mosaic virus as affected by potassium nutrition. **Phitopathology**, St. Paul, v. 44, p. 297-299. 1954.
- 3 A. RATOVSKI, Van Es et al. **Storage of potatoes: post-harvest behaviour, store design, storage practice, handling**. Wageningen: Pudoc, 1987.
- 4 ARNY, T. J.; McNEAL, F. H. Effect of nitrogen fertilization on symptom development, nitrogen content, and nitrogen uptake of spring wheat infected with barley stripe mosaic. **Agron. J.**, Madison, v. 50, p. 106-109. 1958.
- 5 AVILA, A. C.; BEEK, M. A. Principais viroses. In: REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Produção de batata**. Brasília: Linha Gráfica e Editora, 1987. p. 103-107.
- 6 BAWDEN, F. C.; KASSANIS, B. Some effects of host nutrition on the susceptibility of plants to infection by certain viruses. **Ann. Appl. Biol.** Wellesbourne, v. 37, p. 46-57. 1950.
- 7 BEEMSTER, A. B. R.; ROZENDAL, A. Potato viruses: properties and symptoms. In: BOKX, Y. A. de. **Viruses of potatoes and seed potato production**. Wageningen: Centre for Agric. and Doc., 1972, p. 115-142.
- 8 BEUKEMA. H. P.; ZAAG, D. E. van der. **Introduction to potato production**. Wageningen: Pudoc, 1990, 207p.
- 9 BEUTE, M. K.; LOCKWOOD, J. L. Mechanism of increased root in virus infected peas. **Phytopathology**. St Paul, v. 58, p. 1643-1651, 1968.
- 10 BITTENCOURT, C. Cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.) **Instruções Técnicas do CNP Hortaliças**, Brasília, n. 8, p. 1-19, jan. 1985.
- 11 BOULD, C.; CAMPBELL, A. I. Virus, fertilizer and rootstock effects on the nutrition of young apple trees. **J. Hortic. Sci.**, Ashford, n. 45, p. 287-294, 1970.
- 12 BRIERLY, P.; STUART, N. W. Influence of nitrogen nutrition on susceptibility of anions to yellow-dwarf virus. **Phytopathology**. St. Paul, v. 36, p. 297-301, 1946.

- 13 BRUNT, A.; CRABTREE, K.; GIBBS, A. (Ed.). **Viruses of tropical plants: descriptions and lists from the VIDE Database.** Wallingford: CAB, 1990. 707p.
- 14 BURTON, W. G. **The Potato: A survey of its history and of factors influencing its yield, nutritive value, quality and storage.** Wageningen: H. Veenman e Zonen, 1966. 382p.
- 15 CAMARA, F. L. A.; CUPERTINO, F. P.; FILGUEIRA, F. A. R. Incidência de vírus em cultivares de batata multiplicadas sucessivamente em Goiás. **Fitopat. Brasil.** Brasília, n. 11, v. 3, p. 711-716, 1986.
- 16 CAMPBELL, E. G. Potato leaf roll as affecting the carbohydrate, water, and nitrogen content of the host. **Phytopathology**, St. Paul, n. 15, p. 427-430, 1925.
- 17 CAMPILLO, R.; QUEZADA, C. L.; AGUILA A. C. Incidencia del virus del enrolamiento de la hoja de la papa en la respuesta a la fertilización NPK. **Agric. Tec. Chile**, n. 41, v. 1, p. 25-29, 1981.
- 18 CARPENTER, P. N. Mineral accumulation in potato plants. **Bulletin 562.** Orono, Maine Agricultural Experiment Station, 23p., 1957.
- 19 CASTRO, J. L. de. **Efeitos dos macronutrientes no desenvolvimento e na composição mineral da batatinha (*Solanum tuberosum* L., var. Brintje).** Piracicaba, 1979. Dissertação (Mestrado) ESALQ-USP.
- 20 CHAVES, L. H. G.; PEREIRA, H. H. G. **Nutrição e adubação de tubérculos.** Campinas: Fundação Cargil, 1985, 97p.
- 21 CHEO, P.; POUND, G. S.; WEATHERS, L. G. The relation of host nutrition to the concentration of cucumber virus 1 in spinach. **Phytopathology**. St. Paul, n. 42, p. 377-381, 1952.
- 22 COCKERHAM, G. A. A comparison of the metabolism of mosaic diseased potatoes with that of normal potatoes. **Ann. Appl. Biol.**, Wellesbourne, v. 26, n. 3, p. 417-439, 1939.
- 23 COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO, Rio Grande do Sul. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 2ª ed. Passo Fundo: SBSC. Núcleo Regional Sul, 1989. 128p.
- 24 CORDREY, T. D.; BERGMAN, E. L. Influence of cucumber mosaic virus on growth and elemental composition of susceptible (*Capsicum annum* L.) and resistant (*Capsicum frutescens* L.) peppers. **J. Am. Soc. Hort. Sci.**, Alexandria, v. 104, n. 4, p. 505-510, 1979.
- 25 COSTA, A. S. **Doenças de vírus do fumo, batata e tomateiro.** Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1948, 82p.

- 26 COSTA, A. S. Moléstias de vírus da batata: tudo sobre batata. **Boletim de campo**, n. 190, p. 68-83, 1965.
- 27 COSTA, A. S.; CARVALHO, A. M. B. Deficiências minerais nas folhas induzidas por moléstias e pragas. **Bragantia**, Campinas, v. 24, n. 41, 1965. p. 50.
- 28 COSTA, A. S. **Virologia**, Piracicaba: Cursos de pós-graduação em fitopatologia da ESALQ. USP, 1972. (Apostila de virologia, v. 1).
- 29 CUPERTINO, F. P.; COSTA, A. S. Enrolamento apical da batata, sintoma da estação corrente do vírus do enrolamento. **Rev. Soc. Bras. Fitopatol.**, Brasília, v. 2, p.75-80, 1968.
- 30 CUPERTINO, F. P.; COSTA, A. S. Avaliação das perdas causadas por vírus na produção da batata: I. Vírus do enrolamento da folha. **Bragantia**, Campinas, v. 29, p. 337-345, 1970.
- 31 CUPERTINO, F. P. **Moléstias de vírus da batata**. Piracicaba; Curso de pós-graduação em fitopatologia da ESALQ-USP, 1970. (Apostila de virologia, v. 2).
- 32 CUPERTINO, F. P. **Disseminação do vírus do enrolamento da folha em multiplicações sucessivas da batata-semente em São Paulo**. Piracicaba, 1972. Tese (Doutorado) - ESALQ, USP.
- 33 DANIELS, J. Efeitos de forçamento da brotação, colheita antecipada e nível populacional de afídeos na produção e degenerescência da batata. **Fitopat. Bras.**, Brasília, v. 8, n. 1, p. 123-130, 1983.
- 34 DIAS, J. A. C. S.; COSTA, A. S. Vacina contra enrolamento em batata-semente. **Rev. Casa Agric.** Piracicaba, v. 5, n. 4, p. 5-7, 1983.
- 35 DIAS, J. A. C. S.; COSTA, A. S. **Método "cova/pré-plantio" na seleção da batata-semente**. Campinas: Fundação Cargil, 1984. 68p.
- 36 DIAS, J. A. C. S.; YUKI, V. A.; MIRANDA, H. S.; COSTA, A. S. Disseminação do vírus do enrolamento da folha da batata e a flutuação populacional do vetor na estação experimental de Itararé-SP. **Summa Phytopathol.** Piracicaba, v. 10, n. 1, p. 74-76, 1984.
- 37 PAVAN, M. A. *et al.* **Manual de análise química de solo**. londrina: IAPAR. 1991.
- 38 **ESTATÍSTICAS BÁSICAS E INDICADORES. Acompanhamento da situação agropecuária do Paraná**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 45, mar/abr. 1993.
- 39 FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Rio de Janeiro:, Campus, 1984. 341p.

- 40 FERNANDEZ VALIELA, M. V. **Introduccion a la fitopatologia**. 3. ed. Buenos Aires: INTA, 1969. v. 1.
- 41 FERRETTI, P. A. Influence of tobacco mosaic and potato y viruses on elemental content of pepper plant parts. **Diss. Abstr.**, An Arbor., v. 37, n. 1, p. 1639-B, 1970.
- 42 FOLSOM, D. Practical control measures for leaf-roll. **Am. Potato J.**, Orono, v. 29, p. 229-233, 1952.
- 43 FONG, K. H.; ULRICH, A. Leaf analysis as a guide for potassium nutrition of potato. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, Alexandrie, v. 94, n. 4, p.341-343, 1969.
- 44 FOSTER, R. E. *Chenopodium amaranticolor* nutrition affects cucumber mosaic virus infection. **Phytopathology**, St. Paul, v. 57, p. 838-840, 1967.
- 45 FRIES, R. E.; BERGMAN, E. L.; BOYLE, J. S. Bean yellow mosaic and tomato ringspot virus influence on growth and elemental content of "Dark Red Kidney" bean (*Phaseolus vulgaris L.*) **J. Am. Soc. Hort. Sci.**, Alexandria, v. 99, n. 6, p. 518-523, 1974.
- 46 GALLO, J. R.; COELHO, F. A. S.; NÓBREGA, S. de. Análise de folíolos e pecíolos na diagnose da nutrição da batatinha. **Bragantia**, Campinas, v. 24, p. 385-401, 1965.
- 47 GARGANTINI, H.; BLANCO, H. G. Absorção de nutrientes pela batatinha. **Bragantia**, Campinas, v. 22, n. 22, p. 267-289, 1963.
- 48 GOLINOWSKI, W.; TOMENIUS, K.; OXELFELT, P. Ultrastructural studies on potato phloem cells infected with potato leaf roll virus: comparisom of two potato varieties. **Acta Agric. Scand.**, Stockolm, p. 3-19, 1987.
- 49 GOODMAN, R. M.; KIRALY, Z.; WOOD, K. R. **The biochemistry and physiology of plant disease**. Columbia: University of Missouri Press, 1986. 433p.
- 50 GRUNER, G. La Fertilizacion de la papa: informes sobre fertilizacion. **Boletin Verde**, n. 17, 47p. 1963.
- 51 HAAG, H. P.; SILVA, D. M.; OLIVEIRA, J. C. Influence of the tristeza virus on the phosphorus (<sup>32</sup>P) distribution in galego lime (*Citrus Aurantifolia Chistm.*). **Rev. Agric.**, Piracicaba, v. 42, n. 2, p. 89-92, 1967.
- 52 HARMEY, M. A.; CROWLEY, M. P.; CLINCH, P. E. M. An investigation of carbohydrate accumulation in the leaves of leaf roll infected potato plants. **Sci. Proc. R. Dublin soc. Ser. A.**, Dublin, v. 3, n. 8, p. 87-105, 1968.
- 53 HAWKES, J. G. A revision of the tuber-bearing Solanue. **Rep. Scott. Pl. Breed. Stn.**, p. 35-109, 1956.

- 54 HILDEBRAND, C. **Manual de análise química de solos e plantas**. Curitiba: UFPR, 1977. (mimeografado).
- 55 HODGSON, W. A.; POND, D. D.; MUNRO, J. **Diseases and pests of potatoes**. Canadá: Dept. of Agric., Publication 1492, 1974. 69p.
- 56 HOLDEN, M.; TRACEY, M. V. Effect of infection with tobacco-mosaic virus on the levels of nitrogen, phosphorus, protease, and pectase in tobacco leaves and their response to fertilizers. *Biochem. J.*, Colchester, v. 43, p. 151-159. 1948.
- 57 HOUGLAND, G. V. The influence of phosphorus on the growth and physiology of the potato plant. *Am. Potato J.*, v. 37, p. 127-138, 1971.
- 58 HOVELAND, C. S.; BERGER, K. C.; DARLING, H. M. The effect of mineral nutrition on the expression of potato leaf roll virus. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, Madison, v. 18, n. 1, p. 53-55, 1954.
- 59 JABUONSKI, R. E.; FURUMOTO, O. Características das cultivares. In: REIFSCHNEIDER, F.J.B. **Produção de Batata**. Brasília: Linha Gráfica, 1987. 239p.
- 60 KAPLAN, R. C.; BERGMAN, E. L. Virus infection and nutrient elemental content of the host plant: a review. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, New York, v. 16, n. 5, p. 439-465, 1985.
- 61 KIRALY, Z. Plant disease resistance as influenced by biochemical effects of nutrients in fertilizers. In: COLLOQUIUM INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE (12:1976). **Proceedings**. Worblaufen-Bern: International Potash Institute, 1976. p. 33-46.
- 62 KRUG, C. A. **Relatório da Seção de Genética**. In: Relatório do Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas: IAC, 1935. p. 1929-1930.
- 63 LI, PAUL H. **Potato physiology**. Florida: Academic Press Inc., 1985. 586p.
- 64 LIMA, M. L. R. Z. C.; HAMERSCHMIDT, I. Avaliação da sanidade dos tubérculos-semente de batata utilizados em plantios de batata-consumo em dois municípios do estado do Paraná. *Fitopatol. Bras.*, v. 7, n. 3, p. 549, 1982.
- 65 LINDSEY, D. W.; GUDAUSKAS, R. T. Effects of maize dwarf mosaic virus on water relations of corn. *Pyitopathology*. St. Paul, v. 65, p. 434-440, 1975.
- 66 LORENZ, O. A. Studies on potato nutrition: I. the effects of fertilizer treatment on the yield and composition of kern country potatoes. *Am. Potato J.*, Orono, v. 21, p. 179-192, 1944.

- 67 LOUÉ, A. Análise do Potássio em plantas e sua interpretação. In: SIMPÓSIO SOBRE POTASSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 1982. p. 249-288.
- 68 MACEDO, M. C. Motta; HAAG, H. P.; GALLO, J. R. Nutrição mineral de hortaliças: absorção de nutrientes por cultivares nacionais de batatinhas (*Solanum tuberosum* L.) In: HAAG, H. P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral em hortaliças**. Campinas: Fundação Cargil, 1982.
- 69 MAGALHÃES, A. C. N. Fotossíntese. In: FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. v. 1, São Paulo: EPU, 1985. p. 117-166.
- 70 MAGUALHÃES, J. R. **Nutrição e adubação da batata**. São Paulo: Nobel, 1985. 51p.
- 71 MALAVOLTA, E. Absorção e transporte de íons e nutrição mineral. In: FERRI, M. G., coord. **Fisiologia Vegetal**. 2 ed. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1983. v. 1, p. 77-116.
- 72 MALAVOLTA, E. **Deficiências Minerais**. Buenos Aires: Curso de Fitopatologia para graduandos. INTA, 1965. v. 2.
- 73 MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- 74 MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 595p.
- 75 MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- 76 MARTIN, C. Nutrition and virus diseases of plants. **Proc. 12<sup>th</sup> Colloq. Int. Potash Inst.**, Bern, p193-200, 1976.
- 77 McDONALD, M. The Effects of leaf roll virus infection on the free amino acids and amides in the leaves of the potato plant. **Sci. Proc. R. Dublin Soc. Ser. A**, Dublin, v. 5, n. 24, 1976, p. 442-457.
- 78 MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 2. ed. Bern: International Potash Institute, 1979. 593p.
- 79 MULDER, E. G. Mineral nutrition in relation to the biochemistry and physiology of potatoes: I. effects of the nitrogen, phosphate, potassium, magnesium, and copper nutrition on the tyrosine content and tyrosinase activity with particular reference to blackening of the tubers. **Plant Soil**, v. 2, n. 1, p. 59-121, 1949.
- 80 OHMS, R. E.; PAITER, C. G.; JONES, J. P. Comparison of nitrogen and phosphorus requirements between PVX free and regular Russet Burbank potato seed stocks. **Am. Potato J.**, Orono, v. 54, p. 426-432, 1977.

- 81 POTAFOS. **Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna.** Piracicaba, 1990, 45p.
- 82 PANOPOULOS, N.J.; FACCIOLI, G.; GOLD, A. H. Effect of curly top disease on uptake, transport, and compartmentation of calcium. **Phytopathology**, St. Paul, v. 62, p. 43-49, 1972.
- 83 PUTTEMANS, A. Informações sobre doenças da degenerescência da batatinha no Brasil. **Rev. Agric.**, Piracicaba, v. 9, n. 314, p.103-111, mar./abr. 1934.
- 84 PETERS, D. Potato leafroll virus. **Descriptions of plant viruses**, Wageningen, n. 36, n.p., 1970.
- 85 PRETTY, K. M. O potássio e a qualidade da produção agrícola. In: **In: SIMPÓSIO SOBRE POTASSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA (1982: Londrina). Potássio na agricultura brasileira.** Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1982. p. 177-194.
- 86 QUAGIO, J. A. **Critérios para calagem em solos do Estado de São Paulo.** Piracicaba, 1983. 76p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queroz.
- 87 QUANJER, H. M.; VAN DER LEK, H. A.; BOTJES, J. G. O. Aard verspreidings wijze en bestrijding van phloemnecrose (bladrol) en venwante ziekten, o. a. Sereh. **Landbouwhogeschool.** Medel, v. 10, 138p, 1916.
- 88 RAIJ, B. Van.; **Fertilidade do solo e adubação.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 343p.
- 89 RAIJ, B. Van.; SILVA, N. M.; BATAGLIA, O. O., et al. Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Boletim Técnico.** Instituto Agronômico de Campinas, n. 100, p. 1-107, 1985.
- 90 ROBERTS, S.; McDOLLE, R. Potassium nutrition of potatoes. In: MUNSON, R. D. **Potassium in agriculture.** Madison: American Society of America, 1985. p. 799-818.
- 91 ROSEN, C. J.; BERGMAN, E. L.; SMITH, S. H. Leaf elemental composition and bean yellow mosaic virus interrelationships in *Phaseolus vulgaris* L. **J. Plant Nutr.**, New York, v. 2, n. 3, p. 283-303, 1980.
- 92 SALAZAR, L. F. **Manual de enfermedades de la papa.** Lima: CIP, 1982. 111p.
- 93 SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology.** Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1985. v. 3, 540p.
- 94 SAYAVEDRA, G. A.; BONISEGNA, J. A. Phosphorus distribution in healthy and tomato bushy stunt virus infected *Lycopersicon esculentum* plants. **Phytopath. Z.**, Hamburg, v. 75, p. 156-162, 1972.

- 95 SEAKER, E. M.; BERGMAN, E. L.; ROMAINE, C. P. Effects of magnesium on tobacco mosaic virus: infected eggplants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, Ashford, v. 107, n. 1, p. 162-166, 1982.
- 96 SFREDO, G. J.; CARRAO-PANIZZI, M. C. Importância da adubação e da nutrição na qualidade da soja. *Documentos*. EMBRAPA/CNPQ, Londrina, n. 40, p. 1-57, 1990.
- 97 SILBERSCHIMIDT, K. M.; A degenerescência da batatinha, *O Biológico*, São Paulo, v. 3, p.247-254, 1937.
- 98 SILVA, J. E.; RITCHEY, K. D. Adubação potássica em solos de cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA (1982: Londrina). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1982. p. 323-338.
- 99 SIQUEIRA, O. **Principais viroses da batata no Brasil**. [São Paulo: Instituto Biológico, 1975]. 25f. (não publicado).
- 100 SMITH, K. M. **Plant Viruses**. 6. ed. London: Chapman and Hall, 1977. 225p.
- 101 SMITH, O. **Potatoes: production, storing, processing**. 2 ed. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company Inc., 1977.
- 102 SMITH, P. R.; NEALES, T. F. The effect of peach rosette and decline disease on the translocation of assimilates in peach trees. *Physiol. Plant. Pathol.*, London, v. 16, p. 383-389, 1980.
- 103 SOLTAMPOUR, P. N. Accumulation of dry matter and N, P, K, by Russet Burbank, Oramante and Red McClure potatoes. *Am. Potato J.*, U.S.A. v. 46, n. 4, p. 111-119, 1969.
- 104 STEVENSON, F. J.; FOLSON, D.; DYKSTRA, T. P. Virus leaf roll resistance in the potato. *Am. Potato J.*, Orono, v. 20, p. 1-9, 1943.
- 105 SPENCER, E. L. The effect of host nutrition on the concentration of tobacco mosaic virus. *Plant Physiol.*, Massachusetts, v. 14, p. 769-782, 1939.
- 106 SPENCER, E. L. Inhibition of increase and activity of tobacco mosaic virus under nitrogen deficient conditions. *Plant Physiol.*, Massachusetts, v. 16, p. 227-239, 1941.
- 107 SPENCER, E. L. Specific biological activity of tobacco mosaic virus as influenced by age of lesion and nitrogen supply. *Plant Physiol.* v. 17, p. 210-222, 1942.
- 108 THOMAS, J. R.; McLEAN, D. M. Growth and mineral composition of squash (*Cucurbita pepo* L.) as affected by N, P, K, and tobacco ring spot virus. *Agron. J.*, Madison, v. 59, p. 67-69, 1967.

- 109 ULRICH, A.; FONG, K. H. Effects of potassium nutrition on growth and cation content of potato leaves and tubers relative to plant analysis. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, Alexandria, v. 94, n. 4, p. 356-359, 1969.
- 110 VERHOEKS, J. L. Photosynthesis and carbohydrate metabolism of healthy and leaf roll diseased potato plants. *Lab. pl. physiol. res. Agric. Univ. Wageningen*, Wageningen, 244<sup>th</sup> comm., 1965.
- 111 VETTORI, L. Método de análise de solo. *Boletim Técnico. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo*, Rio de Janeiro, n. 7, p. 1-24, 1969.
- 112 VICENTE, M. Fisiologia de plantas infectadas por vírus. *Fitopatol. Bras.*, Brasília, v. 14, n. 2, p. 181-187, 1979.
- 113 ZAAG, P. V. *Necessidades de Fertilidade de Suelos para la producción de papa*. Lima, CIP, 1981, p. 1-5. (Boletim de informacion técnica 14).
- 114 ZIMMERMAN-GRIES, S.; HARRAP, I. Incidence of virus diseases in trials to grow foundation-stock seed potatoes in Israel. *Potato Res.*, Wageningen, v. 13, p. 91-100, 1970.
- 115 WATSON, D. J.; WILSON, J. H. An analysis of the effects of infection with leaf roll virus on the growth and yield of potato plants, and of its interactions with nutrient supply and shading. *Ann. Appl. Biol.*, Wellesbourne, v. 44, n. 3, p. 390-409, 1956.
- 116 WHITEHEAD, T.; CURRIE, J. F. The susceptibility of certain potato varieties to leaf-roll and mosaic infection. *Ann. Appl. Biol.*, Wellesbourne, v. 18, p. 508-520, 1931.
- 117 WILSON, J. H. Effects of nutrition and light intensity on symptoms of leaf roll virus infection in the potato plant. *Ann. Appl. Biol.* Wellesbourne, v. 43, p. 273-287, 1955.
- 118 WYND, F. L. Metabolic phenomena associated with virus infection in plants. *Bot. Rev.* New York, v. 9, p. 395-465, 1943.