

HELGA FRANÇA DE PAIVA

**INFLUÊNCIA DAS ADUBAÇÕES NITROGENADA E POTÁSSICA NA
INCIDÊNCIA DE *Erwinia* spp. E *Alternaria solani* (ELL. & MART.) JONES & GROUT
NA CULTURA DA BATATA (*Solanum tuberosum* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitopatologia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Ricardo Magela de Souza

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1997**

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY
5500 S. UNIVERSITY AVENUE
CHICAGO, ILLINOIS 60637

Dear Sir:
I have your letter of the 12th
and am glad to hear that
you are interested in
the work of the
Department.

02633
MFA-26678

HELGA FRANÇA DE PAIVA

INFLUÊNCIA DAS ADUBAÇÕES NITROGENADA E POTÁSSICA NA
INCIDÊNCIA DE *Erwinia* spp. E *Alternaria solani* (ELL. & MART.) JONES & GROUT
NA CULTURA DA BATATA (*Solanum tuberosum* L.)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitopatologia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Ricardo Magela de Souza

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1997

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da Biblioteca Central da UFLA.

Paiva, Helga França de

Influência das adubações nitrogenada e potássica na incidência de *Erwinia* spp. e *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones & Grout na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) / Helga França de Paiva. -- Lavras : UFLA, 1997

64 p. : il.

Orientador : Ricardo Magela de Souza
Dissertação (Mestrado) - UFLA.
Bibliografia.

1. Batata - Adubação nitrogenada. 2. Adubação potássica. 3. Doença. 4. Bactéria. 5. Pinta preta. 6. *Alternaria solani*. 7. Fungo. 8. *Erwinia*. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.21932

HELGA FRANÇA DE PAIVA

**INFLUÊNCIA DAS ADUBAÇÕES NITROGENADA E POTÁSSICA NA
INCIDÊNCIA DE *Erwinia* spp. E *Alternaria solani* (ELL. & MART.) JONES & GROUT
NA CULTURA DA BATATA (*Solanum tuberosum* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitopatologia, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 02 de abril de 1997


Prof. Hilário Antônio de Castro


Prof. Luiz Henrique de Aquino


Prof. Vicente Paulo Campos


Prof. Ricardo Magela de Souza

Orientador

AGRADECIMENTOS

À Vânia, Décio e Vítor, pelo auxílio na condução dos experimentos;

Ao Ivan, pela ajuda e sugestões;

Ao Enrico, pelo apoio;

Aos produtores Edson e Nelson, pela possibilidade de realização dos experimentos;

Ao orientador, Prof. Ricardo Magela de Souza, pelo incentivo e colaboração;

Aos professores Luiz Henrique de Aquino, Antônio Eduardo Furtini Neto, Fabiano Ribeiro Vale
e Hilário Antônio de Castro, pelo auxílio;

À Universidade Federal de Lavras e CNPq, pela oportunidade,

À todos que colaboraram para a realização desse trabalho;

Agradeço.

CONTENTS

PREFACE

1. Introduction to the study of the history of the world...

2. The early history of the world...

3. The middle history of the world...

APPENDIX

- 1. The early history of the world...
- 2. The middle history of the world...
- 3. The late history of the world...
- 4. The early history of the world...
- 5. The middle history of the world...
- 6. The late history of the world...
- 7. The early history of the world...
- 8. The middle history of the world...
- 9. The late history of the world...

INDEX

- 1. Introduction to the study of the history of the world...
- 2. The early history of the world...
- 3. The middle history of the world...
- 4. The late history of the world...
- 5. The early history of the world...
- 6. The middle history of the world...
- 7. The late history of the world...
- 8. The early history of the world...
- 9. The middle history of the world...
- 10. The late history of the world...

SUMÁRIO

	página
RESUMO	v
SUMMARY	vi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	
2.1 Importância de <i>Erwinia</i> spp. e <i>Alternaria solani</i> na cultura da batata	3
2.2 Controle de pinta preta e podridões causadas por <i>Erwinia</i> spp.	6
2.3 Nutrição mineral e doenças	7
2.4 Efeito do nitrogênio na incidência de doenças da batata	9
2.5 Efeito do potássio na incidência de doenças da batata	10
4 MATERIAL E MÉTODOS	
4.1 Análise da batata-semente utilizada	13
4.2 Análise química e física dos solos	14
4.3 Condições climáticas durante a realização dos experimentos	15
4.4 Instalação dos experimentos	16
4.5 Condução dos experimentos	17
4.6 Avaliação dos experimentos	18
4.7 Análise estatística	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	
5.1 Velocidade de emergência das plantas	21
5.2 “Stand” inicial e número de hastes por planta	24
5.3 Altura média de plantas	26
5.4 Tipo de sintoma causado por <i>Erwinia</i> spp.	28
5.5 Incidência de <i>Erwinia</i> spp. nas hastes	32
5.6 Severidade de <i>Alternaria solani</i>	34
5.7 Teores de sólidos solúveis nos pecíolos	45
5.8 Teores foliares de nutrientes	47
5.9 Produção de tubérculos	50
5.10 Porcentagem de tubérculos com diâmetro transversal acima de 40 mm	52
5.11 Número de tubérculos apresentando crescimento secundário	55

6 CONCLUSÕES

57

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

58

MEMORANDUM FOR THE RECORD

SUBJECT:

1. On 10/10/50, the following information was received from the [redacted] regarding the [redacted] of the [redacted] in the [redacted] area.

2. The [redacted] advised that the [redacted] was [redacted] on [redacted] at [redacted] and [redacted] on [redacted] at [redacted]. The [redacted] was [redacted] by [redacted] and [redacted] on [redacted] at [redacted]. The [redacted] was [redacted] by [redacted] and [redacted] on [redacted] at [redacted].

3. The [redacted] advised that the [redacted] was [redacted] on [redacted] at [redacted] and [redacted] on [redacted] at [redacted].

4. The [redacted] advised that the [redacted] was [redacted] on [redacted] at [redacted] and [redacted] on [redacted] at [redacted].

5. The [redacted] advised that the [redacted] was [redacted] on [redacted] at [redacted] and [redacted] on [redacted] at [redacted].

6. The [redacted] advised that the [redacted] was [redacted] on [redacted] at [redacted] and [redacted] on [redacted] at [redacted].

7. The [redacted] advised that the [redacted] was [redacted] on [redacted] at [redacted] and [redacted] on [redacted] at [redacted].

8. The [redacted] advised that the [redacted] was [redacted] on [redacted] at [redacted] and [redacted] on [redacted] at [redacted].

9. The [redacted] advised that the [redacted] was [redacted] on [redacted] at [redacted] and [redacted] on [redacted] at [redacted].

10. The [redacted] advised that the [redacted] was [redacted] on [redacted] at [redacted] and [redacted] on [redacted] at [redacted].

RESUMO

PAIVA, Helga França de. **Influência das adubações nitrogenada e potássica na incidência de *Erwinia* spp. e *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones & Groul na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.).** Lavras, UFLA, 1997. 64 p. (Dissertação - Mestrado em Fitopatologia)*

No Brasil, nas regiões de clima quente e úmido, as doenças mais importantes da cultura da batata são a pinta preta e as podridões causadas por *Erwinia* spp. O controle químico dessas doenças, além de altamente dispendioso é, muitas vezes, ineficiente. Na busca de novas estratégias de controle, a nutrição mineral equilibrada das plantas surge como uma alternativa viável, uma vez que pode proporcionar a redução do uso de defensivos agrícolas. Com o objetivo de determinar doses adequadas de N e K₂O para o controle dessas doenças, foram instalados experimentos, utilizando-se as doses 0, 100, 200 e 300 Kg de N e 0, 150, 300 e 450 Kg de K₂O/ha. Através dos resultados obtidos, observou-se que o incremento das doses de N proporcionou diminuições no número de lesões de *Alternaria solani* por folha, na porcentagem de área foliar infectada e na área sob a curva de progresso da doença. Com o incremento das doses de K₂O, observou-se um aumento da severidade de *Alternaria*, medida através das características acima citadas. Com relação à *Erwinia* spp., o aumento da adubação nitrogenada ocasionou uma diminuição da incidência de canela preta e um incremento da podridão de hastes em decorrência de ferimentos. Verificou-se um incremento dos sintomas da bactéria em hastes, seguida de um decréscimo a partir da dose 200 Kg/ha de N na fazenda Recanto Alegre e 100 Kg na São Matheus. Entretanto, na Fazenda Paraíso, esse decréscimo foi observado desde a dose 0 de N. Nos Três locais, o aumento das doses de potássio de 0 para 450 Kg/ha proporcionou uma maior incidência de *Erwinia* nas hastes. As produções máximas foram

*Orientador: Ricardo Magela de Souza. Membros da Banca: Hilário Antônio de Castro, Luiz Henrique de Aquino e Vicente Paulo Campos.

obtidas com doses próximas a 200 Kg de N (nos três locais) associadas a dose 0 (fazendas Recanto alegre e São Matheus) e 150 de K₂O (fazenda Paraíso). Diversas outras características avaliadas, tais como altura de plantas e teores foliares de nutrientes apresentaram correlação com as adubações nitrogenada e potássica.

ABSTRACT

Effects of nitrogen and potassium fertilization on the incidence of *Erwinia* spp. and *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones & Grout on potato crops (*Solanum tuberosum* L.).

In the hot and wet regions of Brazil, the most important diseases are early blight and rots caused by *Erwinia* spp. The chemical control of these diseases is very expensive, and sometimes, inefficient. Then, farmers are looking for alternative methods. A reliable alternative is by well-balanced plant mineral nutrition which can reduce pesticide use. To determine the properly amount of N and K₂O for disease control, experiments were set up. Levels of N 0, 100, 200 and 300 Kg/hectare and K₂O 0, 150, 300 and 450 Kg/hectare on disease incidence and severity were studied. Increase of nitrogen levels decreased the number of early blight lesions on leaves, the percentage of infected leaf area and the area under disease progress curve. Increase of K₂O levels increased the severity of *Alternaria* disease. The increase of nitrogen decrease the blackleg and increase stem rot caused by injuries. This symptoms caused by *Erwinia* spp. in stems increased with N levels, above 200 Kg/hectare, in Recanto Alegre farm, and above 100 Kg/hectare of N in São Matheus. However, in the Paraíso farm, this decrease was observed since level 0 of N. In all three sites, the increase of potassium levels increased the *Erwinia* incidence in stems. Higher potato production was obtained when 200 Kg/hectare was applied regardless K₂O levels, in two farms (Recanto Alegre and São Matheus). However, in the Paraiso farm, 150 Kg/hectare of K₂O was required along with 200 Kg/hectare of N to get the same good production as mentioned before. Other parameters evaluated such as plant height and nutrient levels in the leaves were correlated to nitrogen and potassium fertilization.

1 INTRODUÇÃO

A batata atualmente cultivada, *Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum*, originária da região andina, foi melhorada para as condições européias, em latitudes elevadas. Cultivada em várias partes do mundo, apresenta, nas regiões tropicais e sub-tropicais, produtividade reduzida e custo de produção elevado (Filgueira, 1991). Tal fato deve-se, entre outros fatores, à ocorrência de um grande número de patógenos e pragas. Nas regiões temperadas, as condições agroecológicas possibilitam produtividades elevadas, pois o inverno rigoroso limita a sobrevivência de numerosos agentes causadores de problemas fitossanitários (Filgueira, 1991). Além disso, alguns patógenos como *Erwinia* spp. apresentam maior virulência e ampla distribuição nas regiões tropicais. Assim, a viabilidade de medidas de controle para doenças pode ser um fator limitante ao desenvolvimento da cultura da batata, especialmente nos países do terceiro mundo (Niederhauser, 1993).

As doenças consideradas importantes na cultura da batata são praticamente as mesmas a cinco décadas (Rowe, 1992). No Brasil, nas regiões mais quentes e, especialmente no cultivo das águas, dois patógenos têm se destacado devido aos sérios prejuízos causados: *Alternaria solani* e *Erwinia* spp. *Alternaria solani*, agente causal da pinta preta, é responsável por consideráveis reduções na área fotossintética das plantas, diminuindo, conseqüentemente, a produtividade. Segundo Douglas e Pavek (1972), a doença pode ser bastante destrutiva, especialmente quando a batata é cultivada utilizando-se irrigação por aspersão. Sob condições favoráveis, a doença pode reduzir a produção em 20 a 30 % (Stevenson, 1993).

Erwinia spp., outro patógeno importante, é agente causal da canela preta, talo oco e podridão mole, sendo a mesma limitante à produção em climas tropicais e subtropicais, tanto em regiões tradicionais de cultivo como em novas áreas de expansão da cultura (Jabuonski e Hidalgo, 1987). As doenças causadas por esse grupo de bactérias frequentemente promovem perdas significativas nas lavouras de batata em todo o mundo (Bisht, Bains e Letal, 1993).

Para o controle, especialmente dessas doenças, tem sido observado o uso desordenado e indiscriminado de defensivos na cultura da batata, o que se torna mais grave quando o agricultor não adota outras medidas de manejo. Tal fato tem provocado contaminações dos tubérculos produzidos, de trabalhadores rurais e, principalmente, do ambiente. Esse problema ambiental e a contínua diminuição de produtos eficientes, devido à resistência dos patógenos no campo e diminuição de produtos registrados para a cultura, tem levado a busca de outras estratégias de controle (Niederhauser, 1993). Dentre as medidas adotadas em um manejo integrado destaca-se a adubação equilibrada das plantas, pois essas, sem deficiência ou excesso de nutrientes, são, normalmente, mais resistentes às doenças. O uso de defensivos químicos pode ser reduzido, sem prejuízos à lavoura, quando se tem plantas adequadamente fertilizadas, mostrando que a adubação correta e pulverizações podem ter uma interação benéfica (Soultanpour e Harrison, 1974).

Objetiva-se, pois, estudar o efeito das adubações nitrogenada e potássica na incidência de *Alternaria solani* e *Erwinia* spp. Adicionalmente, procura-se estudar os efeitos dessas adubações em diferentes características agronômicas que possam estar relacionadas à incidência dessas doenças, além de outras características, tais como produção e classificação dos tubérculos, que são indispensáveis para uma posterior recomendação dessas adubações.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância de *Erwinia* spp. e *Alternaria solani* na cultura da batata

Em regiões de clima quente e úmido, onde se cultiva a batata, as doenças mais importantes devido à ampla distribuição, severidade e prejuízos causados são a pinta preta e as causadas por *Erwinia* spp.

As bactérias do gênero *Erwinia* têm distribuição cosmopolita, sendo encontradas em quase todos os solos cultiváveis. O desenvolvimento da doença está, então, na dependência de condições ambientais favoráveis (Tokeshi e Bergamin, 1980), especialmente temperatura (Jabuonski, Reifschneider e Takatsu, 1988) e umidade (Gudmestad e Secor, 1993).

Essas bactérias possuem a capacidade de produzir enzimas como pectinesterase, celulase, proteinase, poligalacturonase e fosfotidase, entre outras, que decompõem os tecidos da planta viva, causando sintomas como podridão mole, canela preta e talo oco. Devido à baixa especificidade nas interações patógeno-hospedeiro, certas espécies da bactéria podem infectar um grande número de hospedeiros e uma mesma cultura pode ser infectada por várias espécies ou subespécies do patógeno (Pérombellon e Kelman, 1980).

A podridão mole da batata é uma das principais doenças da cultura, sendo responsável pela rápida deterioração dos tubérculos, mesmo após a colheita, especialmente quando as condições são quentes e úmidas e os tubérculos mal manuseados (Tokeshi e Bergamin, 1980). Tal doença diminui consideravelmente o tempo de armazenamento dos tubérculos. Por ocasião da colheita, as bactérias do solo e ramos doentes penetram facilmente pelos ferimentos dos tubérculos ou pelas lenticelas. Em condições ótimas, os tubérculos são destruídos em poucos dias e seus estragos são progressivos, pois a bactéria passa facilmente de um tubérculo a outro.

A infecção bacteriana por *Erwinia* spp ocorre em hastes de batata podendo ocasionar uma variedade de sintomas. Canela preta é o nome dado ao sintoma de infecção onde as hastes

apresentam um enegrescimento na região do colo, devido ao acúmulo de melanina (Romeiro, 1995), além de descoloração dos vasos, que pode se estender no sentido do ápice da haste. Essa translocação das bactérias pode ocorrer, uma vez que as mesmas possuem a capacidade de se mover intercelularmente para regiões acima do colo (Kleinschmidt, Hammond e Fiedler, 19--) ou através dos vasos do xilema, quando a concentração das mesmas é alta (Cothier e Savasithamparam, 1983). Em épocas quentes, especialmente, a planta pode murchar, além de apresentar nanismo e amarelecimento, pois ocorre um apodrecimento da medula e ou da casca na região do colo. Hastes com esse tipo de sintoma, invariavelmente, são contaminadas a partir da podridão do tubérculo mãe (Allefs et al., 1996).

Um outro tipo de sintoma, denominado canela preta atípica (Kleinschmidt, Hammond e Fiedler, 19--), podridão bacteriana das hastes ou canela preta aérea (Gudmestad e Secor, 1993) pode ser encontrado em qualquer local das hastes. A origem do inóculo, nesse caso, não é o tubérculo mãe, mas sim as plantas infectadas adjacentes. A penetração das bactérias, nesse caso, se dá através de aberturas naturais, tais como cicatrizes ocasionadas pela queda de folhas (principal fator segundo Gudmestad e Secor, 1993) ou injúrias provocadas por granizo, insetos, vento, troca de canos de irrigação e operação de amontoa, entre outros. A partir do ponto de penetração, as bactérias movem-se acima e abaixo, ocasionando o progresso rápido da infecção em condições úmidas. Esse tipo de sintoma descrito em outros locais, provavelmente corresponde ao sintoma denominado, no Brasil, de talo oco. As podridões causadas por *Erwinia* spp. em hastes são consideradas, em várias partes do mundo, como as principais doenças da batata. Segundo Molina e Harrison (1977), essa doença é responsável por perdas de 5 a 10% em todos os anos, no estado do Colorado-EUA.

O principal grupo de espécies do gênero *Erwinia* no Brasil engloba *E. carotovora* subsp. *carotovora* (Jones) Dye, *E. carotovora* subsp. *atroseptica* Hellmers & Dowson e *E. chysanthemi* Burk et al. causando canela preta, talo oco e podridão mole. (Jabuonski, Reifschneider e Takatsu, 1988). A subespécie *atroseptica* é comum em regiões de clima frio (20 a 25°C), sendo eventualmente introduzida no Brasil através de batatas semente vindas da Europa. Seus danos são mais evidentes no plantio da batata semente importada, reduzindo-se acentuadamente em culturas originadas de batatas “filhas de caixa”, de acordo com Robbs (1981). Em clima quente (28 a 35°C) geralmente prevalece a subespécie *carotovora* e *E. chysanthemi* (Reis Neto, 1982). Em temperaturas intermediárias (25 a 28°C) tanto *E. carotovora* subsp.

carotovora como *E. carotovora* subsp. *atroseptica* são infecciosas, segundo Molina e Harrison (1980).

A pinta preta é uma das principais doenças fúngicas da cultura da batata, tendo sua importância aumentada em épocas de temperatura e umidade elevadas. Essa doença pode limitar a produção, além da qualidade, tamanho e conteúdo de matéria seca dos tubérculos (Stevenson, 1993). O fungo tem sido encontrado em todas as regiões do mundo onde se cultiva a batata e, no Brasil, é problema principalmente nos plantios de novembro a janeiro. As temperaturas ideais para o patógeno estão entre 24 e 34°C (Tokeshi e Bergamin, 1980; Hooker, 1981).

O agente causal mais comum da pinta preta é *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones & Grout, tendo sido considerado um problema desde a sua descoberta em 1892 (Jones, citado por Pscheidt e Stevenson, 1988). Porém, Boiteux e Reifschneider, em 1993, reportaram também a ocorrência de *Alternaria alternata* (Fries.) Keissler causando sintomas de pinta preta na cultura da batata.

As infecções iniciais ocorrem nas folhas mais velhas (inferiores), onde também ocorrem lesões maiores e em maior número, segundo Reifschneider et al. (1981). Normalmente, as lesões começam com pequenas pontuações que se desenvolvem em manchas zonadas, concêntricas, secas e de cor parda. A folha toda pode se tornar clorótica e seca e, eventualmente, ocorre sua queda. A presença de condições favoráveis de umidade, proporcionadas pela chuva ou irrigação, favorecem o rápido desenvolvimento dos sintomas e a ocorrência precoce da doença, o que ocasiona um efeito significativo da mesma na produtividade. Nessas condições, podem ocorrer reduções de 20 a 30% (Stevenson, 1993).

A pinta preta tem sido considerada como uma doença ligada a senescência dos tecidos, mas as razões da alta correlação positiva entre suscetibilidade e maturação não estão completamente esclarecidas. Aparentemente esta “imunidade aparente” dos tecidos de folhas jovens não se deve às falhas do fungo no processo de penetração, mas a um processo fisiológico que inibe o desenvolvimento subsequente do patógeno na planta. Apesar da ausência de sintomas visíveis macroscopicamente (lesões necróticas muito pequenas), muitas dessas folhas jovens contêm o fungo (Johanson e Thuston, 1990).

Além da correlação positiva com o ciclo tardio, outra característica importante da pinta preta é a relação com os baixos teores de sólidos solúveis nas folhas (Barclay et al., 1973). Segundo Horsfall e Dimond, citados pelos autores anteriores, o alto teor de açúcar nas folhas

supre a planta de energia necessária a atividade meristemática para que ela possa impedir o desenvolvimento do fungo nos primeiros estádios de infecção.

2.2 Controle de pinta preta e podridões causadas por *Erwinia* spp.

A severidade da pinta preta tem aumentado, nos últimos anos, em diferentes locais do mundo (Barclay et al., 1973; Douglas e Groskopp, 1974). Segundo Harrison e Venette (1970) essa tem sido considerada uma doença de controle bastante difícil. Dentre os aspectos relacionados a essa dificuldade estão a irrigação por aspersão (Douglas e Groskopp, 1974), que promove condições favoráveis constantes para o patógeno, a contínua diminuição de produtos eficientes registrados para uso em batata, devido à resistência dos patógenos no campo e a diminuição de produtos lançados no mercado. Assim, devido a essa dificuldade, os produtores realizam elevado número de pulverizações (20 a 27, segundo Reifschneider et al., 1986), todas elas de uma maneira preventiva. Os gastos com fungicidas, especialmente para o controle de pinta preta, apesar de raramente ultrapassarem 10% dos custos de produção no Brasil, representam uma alta taxa de utilização desses insumos (Reifschneider, 1987). Alves, citado pelo último autor, reportou que, em 1950, a batata já era a cultura que mais consumia fungicidas no Brasil, com 60,5% do total. De acordo com Spadotto e Bettioli (1996), o consumo de fungicidas na cultura da batata apresentou um aumento de 54% no período de 1984-90, com uma redução de 8,3% da área plantada. Os produtos mais usados para o controle de *Alternaria* são Clorothalonil, Mancozeb, Tebuconazole e Procimidone.

No caso de *Erwinia* spp., geralmente utiliza-se antibióticos (Cloridrato de Kasugamicina, apesar do mesmo não ser registrado para esse fim), associado ou não a fungicidas cúpricos. O número de pulverizações utilizadas nas tentativas de controle é também elevado. Entretanto, o controle químico desses patógenos tem se mostrado ineficiente, além de altamente dispendioso.

Na busca de métodos alternativos para o controle desses patógenos, tem-se procurado viabilizar sistemas de manejo integrado, onde outras medidas de controle sejam utilizadas para auxiliar o controle químico. Assim, espera-se diminuir o uso de defensivos na cultura da batata, sem prejuízos para o agricultor. O manejo integrado possibilita um controle mais eficiente das

doenças, com menor custo e problemas, como as contaminações do ambiente, dos trabalhadores e dos tubérculos produzidos. Segundo Reifschneider et al. (1986) é possível a redução de até 30% no número e quantidade de fungicidas aplicados em culturas de batata semente sem alterações significativas na produção.

Na tentativa de se adotar um esquema de manejo integrado, o uso de cultivares resistentes surge como uma alternativa viável. Entretanto, a forte correlação positiva entre a resistência e o ciclo tardio é o principal obstáculo a ser superado pelos programas de melhoramento genético visando resistência ao fungo *Alternaria solani* (Douglas e Pavek, 1972). Contudo, trabalhos recentes têm demonstrado haver exceção a essa regra, segundo Thurston e Johanson, 1990. Com relação à *Erwinia* spp., a situação é ainda mais difícil, uma vez que a resistência é altamente afetada pelas condições ambientais (Pérombelon e Kelman, 1980), os genes de resistência ainda não foram identificados (Lyon, 1989) e o melhoramento buscando resistência à canela preta não tem sido bem sucedido (Allefs et al., 1996), inclusive por problemas metodológicos. Além de todos esses problemas, as cultivares existentes consideradas um pouco mais resistentes, em muitos casos, possuem tubérculos com características comerciais inferiores, o que praticamente inviabiliza a utilização das mesmas, em larga escala, por parte dos produtores.

Diversas outras medidas devem ser adotadas em um programa de manejo integrado, tais como uso de batata semente certificada de boa qualidade, controle da irrigação e a adubação equilibrada das plantas. A cultura da batata é bastante exigente quanto à disponibilidade de nutrientes no solo, retirando apreciáveis quantidades em todo o ciclo (Filgueira, 1993). Assim, uma das limitações de um bom rendimento da cultura é a aplicação de níveis desequilibrados de macro e micronutrientes. Aplicações equilibradas certamente proporcionam lavouras mais resistentes à doenças e produtivas (Moraes, 1991).

2.3 Nutrição mineral e doenças

O papel dos fatores do ambiente sobre a ocorrência de doenças tem sido observado a mais de dois mil anos. No século dezoito e na primeira metade do século dezanove, fatores como nutrição, umidade, vento e outros passaram a ser considerados, quando se estudava doenças economicamente importantes (Bedendo, 1995). A partir do século vinte, emergiram conceitos

como o da predisposição de plantas à doenças devido à causas ambientais (Colhoun, 1973). Tal conceito baseia-se na alteração da suscetibilidade do hospedeiro, resultante da atuação de fatores externos ao mesmo, sendo a nutrição mineral um dos dos fatores de predisposição.

O efeito dos nutrientes nas doenças de plantas pode ser atribuído a: (a) alteração no vigor da planta, que pode influenciar no microclima e afetar a esporulação do patógeno; (b) alteração na parede celular e tecidos, bem como na constituição bioquímica dos mesmos - células mais grossas, lignificadas e ou silicificadas, produção de substâncias inibidoras ou repelentes; (c) efeito na taxa de crescimento do hospedeiro, o que pode fazer com que ele saia mais rápido da fase suscetível ao patógeno, e (d) efeito no patógeno, através de alterações no ambiente do solo (Colhoun, 1973). Quando os elementos minerais requeridos pelo vegetal são fornecidos de forma adequada, a planta normalmente apresenta maior capacidade de reação à doença (Bedendo, 1995). É difícil, atualmente, determinar um padrão claro de efeito dos nutrientes nas doenças e é necessário um estudo de cada combinação de hospedeiro e patógeno, levando-se em consideração outros fatores. A relação entre um elemento e outro pode também ser importante.

Todos os elementos minerais essenciais são considerados importantes em relação à incidência ou severidade de doenças. O efeito dos nutrientes em doenças é determinado por: (a) efeito da fertilização mineral na severidade da doença; (b) comparação das concentrações de elementos nos tecidos de cultivares resistentes e suscetíveis; (c) correlação entre condições que influenciam a disponibilidade de minerais com a incidência ou severidade de doenças; (d) combinação de todos os três efeitos (Huber, citado por Zambolim e Ventura, 1993).

Os efeitos dos nutrientes são relativamente pequenos em cultivares com elevada resistência ou elevada suscetibilidade, mas bastante grande em cultivares moderadamente suscetíveis ou “parcialmente” resistentes. Deve-se ressaltar também que, mesmo um elemento estando presente no solo, não necessariamente estará disponível para o crescimento das plantas. Sua disponibilidade depende da quantidade desse elemento no solo, sua forma e solubilidade, capacidade assimilativa da planta e fatores do ambiente, tais como pH, umidade e temperatura (Huber, citado por Zambolin e Ventura, 1993), além das características físicas do solo.

2.4 Efeito do nitrogênio na incidência de doenças da batata

O nitrogênio tem importante papel na ocorrência de doenças, uma vez que seu uso em excesso pode favorecer alguns patógenos por aumentar a succulência dos tecidos, retardar a maturação dos mesmos e prolongar a duração do período vegetativo (Bedendo, 1995). Tecidos succulentos apresentam menor resistência à penetração e à colonização por agentes patogênicos, além de serem mais quebradiços, o que possibilita o aparecimento de ferimentos por onde penetram patógenos diversos como *Erwinia* spp. Além disso, o excesso de N favorece um crescimento vegetativo exagerado da parte aérea, criando um microclima favorável ao aparecimento de doenças (Reifschneider et al., 1989). O fato do nitrogênio retardar a maturação dos tecidos pode favorecer alguns patógenos mas desfavorecer outros, tais como os relacionados a tecidos senescentes, como *Alternaria alternata* e *A. solani* (Barclay et al., 1973; Stavely e Slana, 1971).

Por outro lado, deficiências de N provocam um subdesenvolvimento da planta, tornando-a menos vigorosa e mais predisposta a doenças. O nitrogênio é essencial para a produção de aminoácidos, proteínas, hormônios de crescimento, fitoalexinas e fenóis (Huber, citado por Zambolim e Ventura, 1993) sendo, por isso, sua deficiência prejudicial à planta. Em muitos casos, a suscetibilidade ou resistência aparentemente está correlacionada com o conteúdo de um ou poucos aminoácidos. O fato da nutrição com N afetar a suscetibilidade indica que seu metabolismo exerce algum papel na relação entre planta e patógeno. Essa conclusão é baseada na correlação entre o conteúdo total de nitrogênio ou de aminoácidos da planta e sua suscetibilidade, o que tem sido demonstrado por plantas geneticamente suscetíveis em diferentes condições ou idades. Entretanto, como esses estudos são bastante incipientes, não se pode afirmar que apenas os aminoácidos sejam responsáveis pela resistência e/ou suscetibilidade, uma vez que os conteúdos de açúcares e valores osmóticos da célula do hospedeiro, entre outros, influenciam da mesma forma (Van Andel, 1966).

Com relação aos teores de açúcares, Barclay et al. (1973) e Horsfall e Dimond, citados pelos primeiros autores, concluíram que a pinta preta é uma doença relacionada a baixos teores de açúcares e que quaisquer fatores que sejam capazes de reduzir esses teores são também responsáveis pelo aumento da doença. Comportamento semelhante foi observado por Pereira et al. (1996) ao estudar o fungo *Hemileia vastatrix*, agente causal da ferrugem do café. Segundo

esses autores, os tratamentos que receberam adubação nitrogenada de base amoniacal (uréia ou sulfato de amônio, especialmente o último) apresentaram redução significativa na área foliar lesionada e esporulação, além de ampliação no período latente médio. Segundo Marshner (1986) e Huber (1990), essas diferenças são devidas ao fato das fontes amoniacais, diferentemente das nítricas, estimularem a respiração no sistema radicular, estabelecendo um dreno ativo e eliminando os repressores da fotossíntese, promovendo, assim, uma distribuição diferencial dos açúcares na planta. Neste caso, a eliminação de repressores propicia que uma significativa concentração de fotossintatos seja acumulada na folha, principalmente glucose, retardando o desenvolvimento da doença.

Segundo Barclay et al. (1973), o aumento na dosagem de N de 0 a 135 Kg/ha reduziu a incidência de *Alternaria solani* em batata da cultivar Kennebec, passando de 15 para 4% de área foliar infectada, respectivamente. Gomez, Canino e Fundora (1989) relataram que o aumento do nitrogênio nas adubações de 0 a 160 Kg/ha diminuiu as podridões causadas por *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* na cultivar Desirée, passando de 25 para 5% de tubérculos infectados. Graham e Harper (1966), observaram uma redução no número de plantas com sintoma de canela preta (17,5 para 7%), na cultivar Kerr's pink, com o aumento da dose de N de 0 para 224 Kg/ha. Esses autores relatam não haver interação entre variedade e dose de N com relação à ocorrência de plantas com sintoma de canela preta.

2.5 Efeito do potássio na incidência de doenças da batata

O potássio, de maneira geral, exerce efeito desfavorável à doenças. O emprego de nutrição balanceada em potássio tem se constituído num fator que confere resistência à planta. Entretanto, na maioria dos casos, o efeito do K está restrito à faixa de deficiência do elemento, isto é, plantas deficientes em K são mais suscetíveis que plantas com níveis suficientes de K (Huber e Arny, citados por Zambolim e Ventura, 1993). A resistência aumenta à medida que o suprimento de potássio aumenta e o crescimento da planta responde a esse aumento.

A elevada suscetibilidade de plantas deficientes em potássio a certas doenças está relacionada com as funções metabólicas desse elemento. Em plantas deficientes, a síntese de compostos de elevado peso molecular (proteínas, amido e celulose) é diminuída, enquanto

compostos orgânicos de baixo peso molecular acumulam-se. Em plantas deficientes em K, um incremento no seu fornecimento conduz a um aumento no crescimento e diminuição no conteúdo de compostos orgânicos de baixo peso molecular, até o ponto em que o crescimento é máximo. Por outro lado, aumentos no nível de K na planta, além do ótimo, não causam efeitos substanciais nos constituintes orgânicos e nem na resistência à doenças (Zambolim e Ventura, 1993). Além de ter uma ação direta sobre o hospedeiro, o K atua indiretamente, promovendo a cicatrização de ferimentos e dificultando a penetração de agentes patogênicos.

Gomez, Canino e Fundora (1989) observaram que o aumento de 0 a 160 Kg/ha de potássio (K_2O) nas adubações diminuiu as podridões causadas por *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, na cultivar Desirée, passando de 12 para 5% de tubérculos infectados. Oberg, citado por esses mesmos autores, relata que o potássio e o fósforo favorecem o acúmulo de fenóis nos tubérculos e, assim, aumentam sua resistência as podridões. Graham e Harper (1966) verificaram que não há diferença entre o uso de K na forma de cloreto ou sulfato em relação à incidência de canela preta.

A relação entre os níveis de nutrientes no solo é bastante importante. Na cultura da bananeira, têm se observado que, em solos onde o nível de potássio é excessivamente alto em relação ao cálcio e magnésio, as plantas apresentam sintomas de mal-do-Panamá. Nesses solos, os valores da relação K/Mg foram estatisticamente superiores àqueles verificados em solos com plantas sem sintomas (Borges-Perez et al. e Cordeiro, citados por Zambolim e Ventura, 1993). Segundo Bartz, Locascio e Weingartner (1992), a dose de K afeta também a influência do nível de cálcio na podridão mole potencial em tubérculos de batata. Com a dose de 225 Kg/ha de K, a severidade das podridões caiu de 41 para 30% com o aumento da dose de Ca de 0 a 900 Kg/ha. Entretanto, diferenças nas podridões atribuídas ao nível de Ca não ocorreram quando os tubérculos cresceram em solos após aplicação de 450 Kg de K/ha. Esses dados mostram que é muito importante manter o equilíbrio entre os elementos minerais no solo.

Segundo Graham e Harper (1966), o aumento das doses de potássio, assim como as de nitrogênio, diminui a suscetibilidade das plantas a *Erwinia* spp (canela preta). De acordo com os autores, provavelmente, tal fato deve-se a algum mecanismo que atrase a passagem da bactéria do tubérculo-mãe para as hastes ou aumente a resistência dos tecidos do hospedeiro ou ambos. Apesar de alguns autores haverem comprovado a existência desse mecanismo (Allefs et al., 1996), ainda não se sabe qual a natureza dessa barreira. Weber, citado por Allefs et al. (1996)

atribuiu variações na resistência às diferenças na quantidade e tipo de lignificação da base da haste (natureza física da barreira). Abenthum et al., citados por Allefs et al. (1996) e Lyon (1989) acreditam na natureza bioquímica da barreira devido à acumulação de substâncias antibacterianas, como a rishitina, uma fitoalexina produzida em resposta a inoculação com *Erwinia* e que é letal à essa bactéria “in vitro”. Essas plantas bem adubadas são mais altas que as pouco adubadas, têm uma área foliar maior, um maior volume de tecidos, com um verde mais intenso e novas folhas são formadas durante todo o período vegetativo. Provavelmente, plantas que crescem vigorosas e fotossinteticamente ativas são menos atacadas pelos patógenos. Em alguns casos, plantas não adubadas podem ser mais resistentes, pois trata-se de uma situação em que essas plantas apresentam um elevado grau de deficiência nutricional, talvez faltando, assim, nutrientes disponíveis para o patógeno.

Apesar do grande número de informações disponíveis sobre o emprego da nutrição mineral para o controle de doenças de plantas, existem relativamente poucos trabalhos com aplicação prática desses resultados em sistemas integrados de controle, especialmente nas regiões tropicais (Zambolim e Ventura, 1993). Os resultados dos estudos sobre efeito das adubações na incidência de doenças podem ser extrapolados apenas para a região onde esses estudos foram realizados, pois são influenciados por diversos fatores, como condições climáticas e de solo. Assim, justificam-se estudos sobre a influência da fertilização na incidência de doenças na cultura da batata, nas regiões produtoras dessa hortaliça, uma vez que a cultura destaca-se pelo uso intensivo de produtos químicos. Tal fato se torna mais importante em virtude da tendência mundial em se minimizar o uso de pesticidas na agricultura, com base em uma consciência ecológica e na preservação da saúde humana (Zambolim e Ventura, 1993).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na cidade de Ibiá, situada na região do Alto Paranaíba em Minas Gerais. A cidade apresenta temperatura média anual de 21,40°C, média máxima anual de 26,40°C e média mínima anual de 14,20°C. O índice pluviométrico médio é de 1600 mm, sendo as chuvas distribuídas especialmente nos meses de setembro a março. Os ensaios foram instalados, a partir de dezembro de 1995, em três fazendas da região: Recanto Alegre, Paraíso e São Matheus, em lavouras de propriedade de Edson Okamura, Nelson Hiroshi Hasui e Ivan Biondi Dias, respectivamente. A área da fazenda São Matheus onde o ensaio foi instalado foi cultivada anteriormente com milho e as fazendas Recanto Alegre e Paraíso apresentavam como uso anterior pastagem de *Brachiaria decumbens*. Em todas as áreas, nunca haviam sido realizados plantios de batata.

4.1 Análise da batata- semente utilizada

Em dezembro de 1995, no laboratório de bacteriologia do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), foi avaliada a porcentagem de tubérculos com infecção latente por *Erwinia* spp., para se verificar a possível introdução de inóculo através da batata-semente. A metodologia utilizada foi desenvolvida por Stead e descrita por Lindo e French (1994), consistindo na imersão de tubérculos, previamente lavados em água corrente, em solução de cloreto de 2,3,5 trifenil-tetrazólio (CTZ) a 0,2% durante 10 minutos. Posteriormente, cada tubérculo foi incubado a 27° C, dentro de um saco plástico contendo um pedaço de algodão umedecido com 5 ml de água destilada, durante 2 a 3 dias. Para essa análise, foi utilizada uma amostra de 60 tubérculos, retirada aleatoriamente no lote de batatas utilizado para o plantio. Após o período de incubação, a multiplicação das colônias latentes de *Erwinia* spp. foi

observada, pelo desenvolvimento de uma coloração rosada nas lenticelas. Nos três experimentos, foi utilizada batata-semente registrada, do mesmo lote colhido em agosto de 1995, de procedência da empresa Morro Alto localizada no município de Ibiá, MG.

Dos sessenta tubérculos analisados para se verificar a incidência de infecção latente por *Erwinia* spp., quinze deles (25%) apresentaram resultado positivo, verificado através de manchas rosadas em torno das lenticelas. Segundo BRASIL (1977), o princípio bioquímico do teste de tetrazólio utilizado em sementes verdadeiras é caracterizado pela redução de um indicador, no interior das células vivas. O indicador usado é uma solução incolor e difusível preparada com o cloreto de 2,3,5 trifenil-tetrazólio. No processo normal de respiração das células vivas, ocorre, além da produção de CO₂, água e energia, a formação de substâncias intermediárias que servem de substrato para as enzimas hidrogenases, as quais são responsáveis pela transferência de íons de hidrogênio para o tetrazólio. Esse é então reduzido a formazan, um produto insolúvel e vermelho. Como essa reação se processa no interior da célula e o pigmento formazan é não difusível, há uma nítida separação entre os tecidos vivos e coloridos, que respiram, daqueles mortos, os quais mantêm sua coloração original. O mesmo deve ocorrer na análise dos tubérculos de batata, onde as colônias bacterianas formadas por células vivas, nas proximidades das lenticelas, são destacadas sobre os tecidos mortos da película externa dos tubérculos. A análise da porcentagem de tubérculos com infecção latente é um indicador do potencial de ocorrência de podridão e canela preta, após o plantio, se as condições climáticas forem adequadas (Lindo e French, 1993).

4.2 Análise química e física dos solos

As análises de textura, fertilidade (macro e micronutrientes) e matéria orgânica dos solos dos três locais de instalação dos experimentos foram realizadas no laboratório do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Através dessas análises, pôde-se observar algumas diferenças e semelhanças entre os solos. As diferenças mais marcantes foram os níveis de Ca, Mg e S, mais altos na fazenda São Matheus, nível de Fe, mais alto na fazenda Recanto Alegre e nível de K, mais baixo na fazenda Paraíso. Entre as semelhanças, destacaram-se os baixos níveis de P e Al. Após a calagem, provavelmente, os níveis de acidez nos três solos tornaram-se semelhantes. Os resultados dessas análises podem ser vistos na Tabela 1.

TABELA 1: Características químicas e físicas dos solos das fazendas Recanto Alegre, São Matheus e Paraíso, Ibiá, MG, antes da instalação dos experimentos.

Característica	Faz. Recanto Alegre	Faz. São Matheus	Faz. Paraíso
pH em água	5,4 AcM *	5,6 AcM	5,2 AcM
P (ppm)	2 B	4 B	1 B
K (ppm)	109 A	95 A	19 B
Ca (meq/100cc)	1 B	2,2 M	0,8 B
Mg (meq/100cc)	0,7 M	1,1 A	0,2 B
Al (meq/100cc)	0,1 B	0,1 B	0,2 B
H+Al (meq/100cc)	4,0 M	4,0 M	5,6 A
S (meq/100cc)	2,0 B	3,5 M	1,0 B
t (meq/100cc)	2,1 B	3,6 M	1,2 B
T (meq/100cc)	6,0 M	7,5 M	6,6 M
m (meq/100cc)	5 B	3 B	16 B
V (meq/100cc)	33 B	47 B	16 MB
Zn (ppm)	0,5	1,9	0,8
Cu (ppm)	6,2	7,1	6,2
Fe (ppm)	109,3	78,7	75,6
Mn (ppm)	22,7	16,1	8,4
S-SO ₄ ⁻² (ppm)	5,4	20,3	2,0
B (ppm)	0,18	0,22	0,14
Carbono (%)	2,0 A	2,3 A	1,3 A
Mat. Orgânica (%)	3,4 A	4,0 A	3,1 A
Areia (%)	36	34	28
Limo (%)	27	23	34
Argila (%)	37	43	38

* AcM= Acidez média; MB= Muito baixo; B= Baixo; M= Médio; A= Alto.

4.3 Condições climáticas durante a realização dos experimentos

De acordo com os dados registrados por um termohigrógrafo, instalado durante a realização dos experimentos, pode-se concluir que as condições climáticas foram favoráveis à incidência das doenças durante a condução dos experimentos. As temperaturas mínima e máxima registradas no período foram, respectivamente, 18 e 28° C e a umidade relativa, por sua vez, 47 e 100% (Tabela 2).

TABELA 2: Temperatura e umidade relativa, mínima e máxima mensal, registradas no município de Ibiá, MG, no período de dezembro de 1995 à março de 1996.

Mês	Temperatura (° C)		Umidade Relativa (%)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Dez.	20	28	47	100
Jan.	19	28	47	100
Fev.	21	28	47	100
Mar.	18	26	52	100

4.4 Instalação dos experimentos

Nas propriedades Recanto Alegre e Paraíso, foram realizadas calagens nas dosagens de 1,2 e 2,0 t/ha de calcário dolomítico, respectivamente, no início do mês de agosto, segundo o critério de porcentagem de saturação por bases, visando elevar V para 55%. Na fazenda São Matheus não houve necessidade de aplicação de calcário.

Cada experimento constou de dezesseis tratamentos, tendo-se estudado 4 doses de nitrogênio: 0, 100, 200 e 300 Kg/ha e 4 doses de potássio: 0, 150, 300 e 450 Kg K₂O/ha, em estrutura fatorial. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições. As fontes de nitrogênio e potássio utilizadas foram, respectivamente, uréia e cloreto de potássio. Metade da dose de nitrogênio de cada tratamento foi aplicada no plantio e o restante em cobertura, aos 30 dias após o plantio.

Os adubos de plantio constaram dos tratamentos (dose de N e de K₂O), além de 400 Kg de P₂O₅/ha, na forma de superfosfato simples (50%) e superfosfato triplo (50%). Todas as parcelas receberam, também no plantio, “coquetel” de micronutrientes na forma de “fritas”, tendo-se utilizado FTE BR 12, na dosagem de 115 Kg/ha. A formulação do mesmo contém: 9% de Zn, 1,8% de B, 0,8% de Cu, 3% de Fe, 2% de Mn e 0,1% de Mo.

A área total das parcelas foi de 12 m², constando de 4 linhas com 13 plantas cada. A área útil das parcelas constou de 2 linhas de 10 plantas cada, perfazendo um total de 4,5 m².

O preparo do solo para o plantio foi feito mecanicamente, inclusive os sulcos, com profundidade aproximada de 15 cm. Após a abertura dos sulcos, foi adicionado inseticida granulado sistêmico (Carbofuran), na dosagem de 60 Kg/ha, também mecanicamente. A adubação foi feita manualmente, colocando-se o adubo no fundo do sulco. Após o revolvimento do solo em torno do adubo, foi realizado o plantio manual, utilizando-se tubérculos da cultivar Bintje, do tipo 3 (23 a 30 mm de diâmetro). O espaçamento adotado foi de 0,75 m entre linhas e 0,30 m entre plantas.

4.5 Condução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos de acordo com as práticas agronômicas normalmente utilizadas pelos agricultores da região. Em torno de trinta dias após o plantio, foi realizada, manualmente, a adubação de cobertura. Imediatamente após, foi feita a amontoa, utilizando-se sulcador. O controle de plantas daninhas foi realizado com herbicidas, permitindo a manutenção constante da área livre de plantas invasoras.

Durante a condução dos experimentos, as pragas foram controladas normalmente, com o uso de inseticidas tais como methamidophós, parathion methyl e deltamethrin. O uso de fungicidas para o controle de doenças como rizoctoniose e requeima foi efetuado com restrições. Não foram utilizados fungicidas cúpricos ou outros que pudessem apresentar interferência na incidência de *Erwinia* spp. e *Alternaria solani*. Para o controle de requeima foi utilizado o metalaxyl. Houve um certo controle do ataque de *Alternaria* com o uso de fungicidas, uma vez que a doença atinge normalmente índices muito altos de infecção, o que certamente comprometeria a avaliação da severidade da doença. Para que fosse realizado esse controle, utilizou-se os fungicidas mancozeb (3,0 Kg/ha) e clorothalonil (2,0 l/ha).

A colheita foi realizada em torno de 100 dias após o plantio, manualmente, pois a operação mecânica não permitiria a separação dos tubérculos de cada parcela. Na fazenda Paraíso, aproximadamente 90 dias após o plantio, foi feita a desfolha química da área experimental, com o uso de Paraquat, a fim de padronizar a época de colheita nos três locais. Nas demais áreas, esperou-se a senescência natural das plantas. Após a colheita os tubérculos foram ensacados e levados para galpão.

4.6 Avaliação dos experimentos

Aproximadamente 10 dias após o plantio, foi realizada a contagem do número de plantas emergidas. Nessa mesma fase, foi realizada a primeira avaliação da incidência de *Erwinia* spp. Observou-se, em toda a área da parcela, o número de plantas não emergidas por podridão do tubérculo-mãe, sintoma conhecido como podridão em pré-emergência, e o número de hastes com sintoma de canela preta.

Na semana seguinte, terceira após o plantio, o processo de emergência das hastes já havia sido finalizado. Foi, então, contado o número de plantas emergidas (“stand” inicial), em toda a parcela, o número de hastes por planta e a altura média das hastes, em 10 plantas tomadas aleatoriamente na área útil de cada parcela.

A avaliação seguinte, realizada na quinta semana, constou da medição da altura das plantas, sendo tomadas, ao acaso, dez plantas por parcela, dentro da área útil da mesma. A avaliação da altura de plantas é de fundamental importância para que se possa avaliar o crescimento das mesmas quando submetidas a diferentes adubações e, assim, verificar a possível influência desse crescimento na incidência de doenças.

Nessa mesma semana, foram coletadas três folhas por parcela, também na área útil, para avaliação dos teores de sólidos solúveis nos pecíolos das mesmas. Foram coletadas a quarta folha mais nova de cada haste. Essa avaliação foi realizada utilizando-se refratômetro de campo da marca ATAGO, modelo N 1 (0 a 32 ° brix).

Nas semanas seguintes, foram realizadas outras avaliações de altura de plantas nos experimentos, perfazendo um total de 3 a 4 em cada um deles. Foram realizadas, também nessa época, duas avaliações dos teores de sólidos solúveis nos pecíolos em cada local.

Aproximadamente 45 dias após o plantio (6^a-7^a semana), foi observado o aparecimento de sintomas de *Erwinia* spp. A partir de então, durante 5 a 7 semanas, foram realizadas, semanalmente, as avaliações de incidência, observando-se o número de hastes com sintoma, na área total da parcela, e o tipo de sintoma apresentado. Os sintomas, durante o ciclo vegetativo, foram classificados em: canela preta, caracterizado por enegrecimento e podridão no colo da haste, podridão de hastes em decorrência de ferimentos e podridão total da haste (onde a caracterização do sintoma inicial não foi possível). Em relação ao tipo de sintoma, foram

analisadas um total de 900 hastes, nos três locais. Para a identificação das hastes já avaliadas, as mesmas foram amarradas com um pedaço de lã.

Com relação à pinta preta, os sintomas foram avaliados durante toda a ocorrência da mesma na cultura, perfazendo um total de 4 a 5 avaliações. O início do aparecimento das lesões de *Alternaria solani* nas folhas deu-se aproximadamente 55 dias após o plantio. A partir dessa época, foram avaliadas, semanalmente, o número de lesões por folha e a porcentagem de área foliar infectada, em dez folhas por parcela útil, tomadas aleatoriamente. A avaliação da porcentagem de área foliar infectada foi realizada de acordo com o diagrama proposto por Reifschneider, citado por Reifschneider (1989), considerada adequada e de igual eficiência quando comparada às escalas de Horsfall e Barratt e Henfling, segundo Yorinori (1996). Para todas as avaliações, foram escolhidas as folhas do terço médio das plantas.

Aos 76 dias após o plantio, na fazenda Paraíso, foram coletada três folhas por parcela útil para a análise dos teores de nutrientes, retirando-se a quarta folha à partir do ápice (pecíolo e folíolos). Essas folhas foram secadas em estufa com circulação de ar, a 65°C, durante 72 horas e, após esse período, trituradas e levadas para análise no Departamento de Ciência do Solo da UFPA. Foram analisados os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, B, Zn, Mn e Fe.

Após a colheita, com os tubérculos já em galpão, foi realizada a análise da produção. Os tubérculos de cada parcela foram pesados e misturados com os outros do mesmo tratamento para serem classificados por diâmetro, mecanicamente. Os tubérculos foram agrupados nos seguintes tipos: 0 (mais de 50 mm de diâmetro), 1 (40 a 50 mm), 2 (30 a 40 mm) e 3 (23 a 30 mm). Para a pesagem, os tubérculos dos tipos 0 e 1 foram agrupados. Durante a passagem dos tubérculos pela máquina, foram retirados e pesados os que apresentavam sintomas de podridão mole. Foi realizada também uma avaliação da frequência de “embonecamento” nos tubérculos da fazenda Paraíso, contando-se, entre todos, aqueles que apresentavam tal distúrbio fisiológico.

4.7 Análise estatística

A análise estatística dos experimentos foi realizada utilizando-se o programa SAEG - Sistema para análise estatística e genética (Braga Filho e Euclides, 1989). Todos os dados obtidos através de contagem realizada em todas as plantas da parcela, não havendo, portanto cálculo de

médias, foram transformados em \sqrt{X} . A técnica mais usada para análise foi a regressão, uma vez que os tratamentos e quase todos os índices avaliados eram quantitativos. As representações “ * ” e “ ** ”, utilizadas nos gráficos, referem-se, respectivamente, aos níveis de significância de 1 e 5%.

Para avaliação da severidade da pinta preta, foi realizado o cálculo do número médio de lesões por folha, somando-se os valores médios de lesões por folha de cada avaliação e dividindo-se o resultado pelo número de avaliações. Esse cálculo fornece uma noção sobre a severidade da doença em cada tratamento, mas não oferece informações sobre como a doença se comportou no decorrer do ciclo de cultivo. Para isso, foi construída a curva de progresso da doença para cada tratamento e realizado o cálculo da área sob a mesma (ACPD). Segundo Bergamin Filho (1995), a curva de progresso da doença é a melhor representação de uma epidemia e permite uma descrição mais precisa da resistência em termos epidemiológicos. Essas curvas foram construídas para cada tratamento e experimento, plotando-se, no eixo y, os valores médios do número de lesões de *Alternaria solani* por folha e, no eixo x, o número de dias após o plantio para cada avaliação. As áreas foram, então, calculadas através da fórmula descrita por Shaner e Finney (1977):

$$ACPD = \sum_{i=1}^n [(Y_{i+1} + Y_i)/2] * [X_{i-1} - X_i]$$

onde: Y_i = severidade de *Alternaria* (número de lesões por folha) na i-ésima observação;

X_i = tempo (dias) na i-ésima observação e

n = número total de observações.

Após o cálculo das áreas, os valores obtidos foram submetidos ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Velocidade de emergência das plantas

A análise de variância demonstrou que o número de plantas emergidas apresentou diferença estatística, exceto na fazenda Paraíso. Na fazenda Recanto Alegre, o aumento da adubação nitrogenada proporcionou uma diminuição no número de plantas emergidas (Figura 1), não tendo sido observado o efeito do potássio e nem a sua interação com o N. Na fazenda São Matheus, os efeitos do N e K₂O foram significativos. As doses de N em torno de 150 Kg/ha proporcionaram maior número de plantas emergidas quando comparadas aos tratamentos contendo doses acima e abaixo desse valor (Figura 2). Com relação ao potássio, o aumento na dosagem diminuiu a velocidade de emergência (Figura 3).

A emergência rápida das plantas permite a saída precoce da fase de pré-emergência, quando os tubérculos são suscetíveis ao ataque de *Erwinia* spp., o qual ocasiona redução no “stand” e, conseqüentemente, na produção (Gudmestad e Secor, 1993). As condições climáticas favoráveis, devido ao plantio no verão, aliadas ao uso de batata semente de boa qualidade, levaram a uma emergência rápida, sem observação de sintomas de podridão em pré-emergência, mesmo nos tratamentos que apresentaram emergência estatisticamente mais demorada. Nas condições em que foram realizados os experimentos, nenhuma das adubações testadas diminuiu a velocidade de emergência a valores prejudiciais, uma vez que não proporcionaram maior incidência de podridões. Na fazenda São Matheus, a velocidade de emergência foi menor, provavelmente devido a maior profundidade de plantio. O número de plantas emergidas, nos três locais, pode ser visto na Tabela 3.

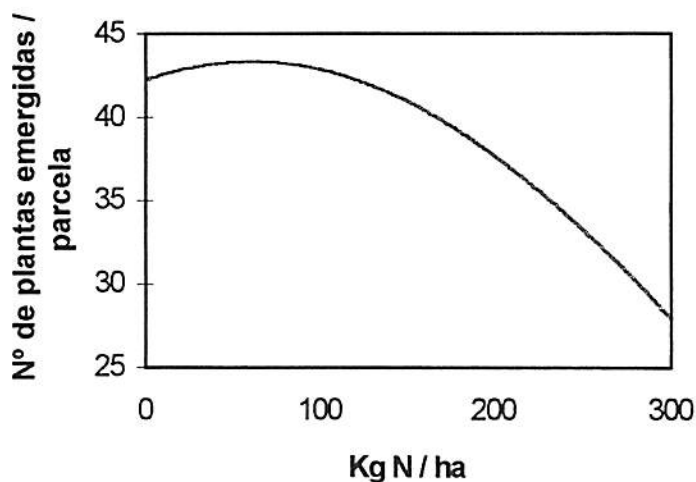


FIGURA 1: Regressão quadrática entre adubação nitrogenada e número de plantas emergidas por parcela (52 plantas) na fazenda Recanto Alegre, Ibiá, MG, 15 dias após o plantio. (Valores originais; para análise os dados foram transformados para \sqrt{X} : $Y = 6,5 + 0,0027X - 0,000023X^2$; $R^2 = 98\%*$).

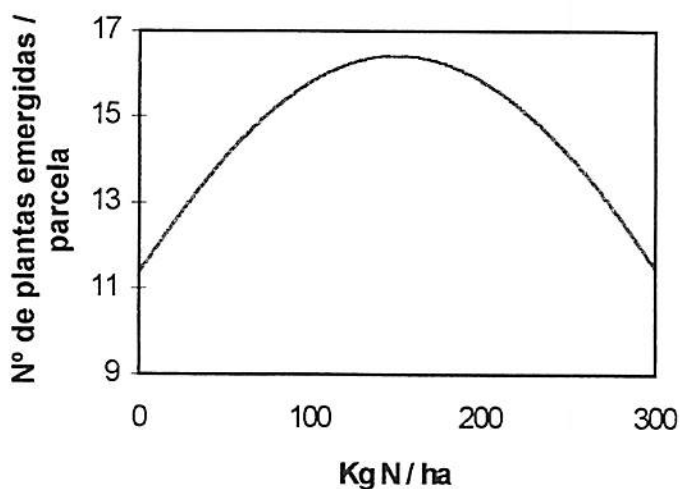


FIGURA 2: Regressão quadrática entre adubação nitrogenada e número de plantas emergidas por parcela (52 plantas) na fazenda São Matheus, Ibiá, MG, 14 dias após o plantio. (Valores originais; para análise os mesmos foram transformados para \sqrt{X} : $Y = 3,37 + 0,00905X - 0,00003X^2$; $R^2 = 99,8\%*$).

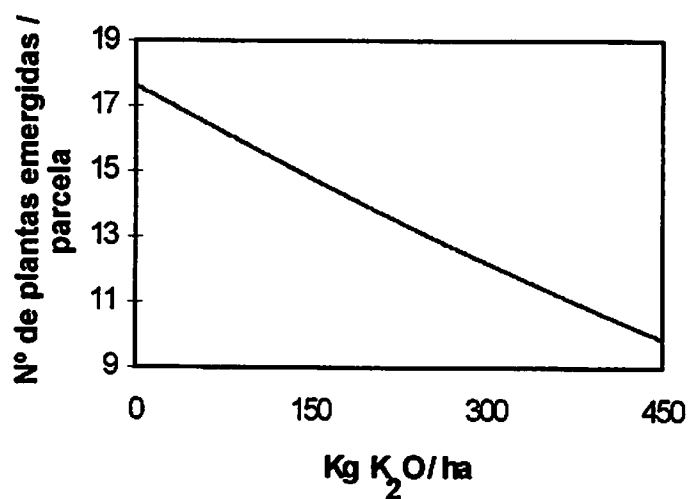


FIGURA 3: Regressão linear entre adubação potássica e número de plantas emergidas por parcela (52 plantas) na fazenda São Matheus, Ibiá, MG, 14 dias após o plantio. (Valores originais; para análise os mesmos foram transformados para \sqrt{X} : $Y = 4,2 - 0,00235X$; $R^2 = 96\%^*$).

TABELA 3: Número de plantas emergidas (média por parcela de 52 plantas), 12, 14 e 15 dias após o plantio, respectivamente nas fazendas Paraíso, São Matheus e Recanto Alegre, no município de Ibiá, MG, sob diferentes doses de N e K₂O.

Tratamento (dose N/K ₂ O)	Faz. Recanto Alegre (15 dias após plantio)	Faz. São Matheus (14 dias)	Faz. Paraíso (12 dias)
0/0	45,0	17,5	28,7
0/150	47,7	12,0	33,5
0/300	38,5	10,2	32,3
0/450	42,5	7,7	26,0
100/0	46,0	23,2	30,7
100/150	44,2	18,0	29,3
100/300	44,5	14,5	22,5
100/450	45,7	10,2	27,5
200/0	38,0	17,7	24,0
200/150	43,0	15,0	30,0
200/300	36,5	15,5	25,0
200/450	35,7	15,5	24,0
300/0	29,5	15,7	22,0
300/150	25,3	14,2	26,7
300/300	30,0	9,0	21,0
300/450	33,5	9,5	27,7

5.2 “Stand” inicial e número de hastes por planta

Após a emergência completa das hastes, foi avaliado o “stand” inicial e o número de hastes por planta (Tabela 4). O “stand” inicial não apresentou diferença estatística, de acordo com a análise de variância, exceto na fazenda Paraíso, onde o mesmo variou nos diferentes tratamentos. Nesse experimento, pôde-se observar uma diminuição no “stand” inicial com o aumento das doses de N a partir de 200 Kg/ha (Figura 4). Essa diminuição não foi consequência

TABELA 4: Número de hastes por planta (média de 40 plantas) e “stand” inicial (valor por parcela de 52 plantas), avaliados aos 20 dias após o plantio, sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e potássica, no município de Ibiá, MG.

Número de hastes por planta / “stand” inicial			
Adubações (dose N / K ₂ O)	Faz. Recanto Alegre	Faz. São Matheus	Faz. Paraíso
0/0	3,7 / 50,5	2,7 / 52	3,6 / 52,0
0/150	2,7 / 51,0	2,7 / 52	2,9 / 51,5
0/300	3,0 / 51,2	2,5 / 52	3,0 / 51,5
0/450	2,9 / 50,5	2,5 / 52	2,8 / 51,2
100/0	3,5 / 51,7	3,0 / 52	3,4 / 51,0
100/150	3,6 / 51,2	2,9 / 52	3,0 / 51,2
100/300	3,1 / 52,0	2,3 / 52	3,3 / 50,2
100/450	3,8 / 51,7	2,5 / 52	3,0 / 50,7
200/0	2,9 / 51,0	2,7 / 52	2,6 / 51,0
200/150	3,0 / 51,0	2,3 / 52	3,3 / 51,0
200/300	3,1 / 52,0	2,6 / 52	3,2 / 50,0
200/450	3,8 / 51,5	2,2 / 52	3,3 / 50,7
300/0	3,1 / 47,0	2,3 / 52	2,6 / 44,0
300/150	2,7 / 50,2	2,5 / 52	3,3 / 45,2
300/300	4,0 / 50,0	2,2 / 52	2,9 / 44,5
300/450	3,4 / 49,7	2,9 / 52	3,0 / 47,5

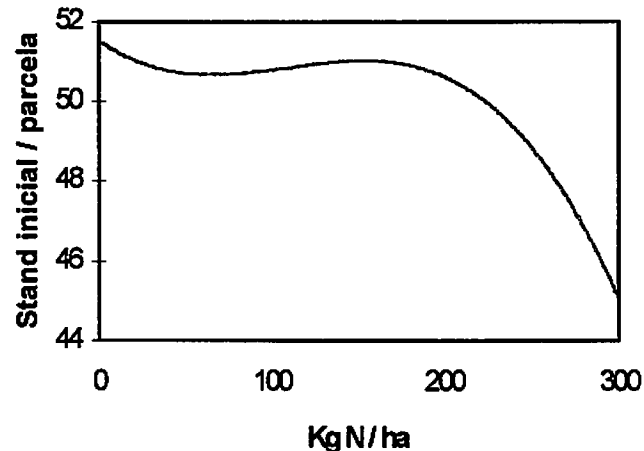


FIGURA 4: Regressão cúbica entre adubação nitrogenada e “stand” inicial (média por parcela de 52 plantas) na fazenda Paraíso, Ibiá, MG. (Dados originais; para análise os mesmos foram transformados para \sqrt{X} : $Y = 7,18 - 0,0022X + 0,000024X^2 - 0,000000072X^3$; $R^2 = 100\%*$).

da ocorrência de doenças. O número de hastes por planta não foi influenciado pelas doses de N e K_2O . A quantidade de hastes por planta pode influenciar o microclima formado, sendo que esse apresenta efeito na severidade de doenças (Colhoun, 1973). Segundo Ishikawa (1985), alguns fatores exercem grande influência no número de hastes, tais como, cultivar, número de brotações por tubérculo, estado fisiológico das brotações, estado de dormência e tamanho dos tubérculos. As médias do número de hastes por planta nas fazendas Recanto Alegre, São Matheus e Paraíso foram, respectivamente, 3,3; 2,6 e 3,1, demonstrando que, para a cultivar Bintje e tubérculos tipo 3, no estado de brotação em que foram utilizados, o número de hastes por tubérculo está em torno de 3.

5.3 Altura média de plantas

As primeiras avaliações de altura de plantas revelaram a influência de cada combinação de N e K₂O na capacidade de crescimento das plantas. As avaliações seguintes foram sendo cada vez mais influenciadas pelo índice de acamamento ocorrido nas parcelas. Assim, considerou-se que as modificações na altura observadas nas parcelas no início do ciclo deveram-se ao crescimento e, aproximadamente a partir dos 40 dias após o plantio, deveram-se principalmente ao acamamento. Os resultados obtidos nas fazendas São Matheus e Paraíso foram semelhantes, observando-se uma interação significativa entre as doses de N e K₂O apenas na primeira avaliação (em torno de 20 dias após o plantio).

Na fazenda São Matheus, nessa primeira avaliação, utilizando-se 0 Kg de N, a dose 0 de K₂O proporcionou as maiores alturas de plantas. Para as doses 100 e 200 de N, 0 e 150 de K₂O, respectivamente, resultaram em plantas mais altas. Para as doses mais altas de K₂O (300 e 450) a dose 200 de N levou a uma maior altura média de plantas. Nas avaliações subsequentes, apenas o efeito do nitrogênio foi significativo, sendo que as doses entre 100 e 200 Kg de N/ha proporcionaram sempre as maiores alturas, com uma pequena diferença da dose 300. Na última avaliação, 56 dias após o plantio, houve diferença significativa entre as plantas que receberam doses entre 0 e 150 de K₂O (mais altas) e as demais. Tal fato, provavelmente, deve-se a um menor acamamento ocorrido nessas plantas, que receberam nível equilibrado (não excessivo) de potássio.

Na fazenda Paraíso, aos 20 dias após o plantio, conforme dito anteriormente, houve interação entre as doses de N e K₂O. Para as doses 100, 200 e 300 de N, a dose 150 de K₂O proporcionou plantas mais altas. Para as doses 0 e 300 de K₂O, a dose 100 de N ocasionou maior altura de plantas, o que foi verificado com 0 de N para a dose 450 de K₂O. Nas demais avaliações, houve efeito do N na altura, ocorrendo um aumento da mesma com o incremento dessas doses, observando-se plantas mais altas nas doses entre 200 e 300 Kg de N (Figura 5). Houve também, em todas as avaliações, um aumento da altura de plantas com o incremento de K₂O (P<0,05), apesar das diferenças serem pequenas.

Na fazenda Recanto Alegre, não foi observada interação significativa entre as doses de N e K₂O, em nenhuma avaliação. Aos 34 dias após o plantio, N e K₂O foram significativos. As maiores alturas foram observadas com as doses 100 de N e 150 de K₂O. Na avaliação realizada

aos 45 dias após o plantio, houve efeito significativo das doses de K_2O , observando-se maior altura na dose 300. Na última avaliação, realizada aos 57 dias após o plantio, observou-se uma influência significativa da dose de N na altura de plantas. À medida que se aumentou a dose de N, houve um incremento linear na altura.

Na fase inicial da cultura, observou-se efeito do N e K_2O no crescimento das plantas, ocorrendo, em alguns casos, interação significativa entre esses dois nutrientes. Nas avaliações subsequentes, foi observado, com maior frequência, um efeito da adubação nitrogenada na altura de plantas. A maior influência do N na altura de plantas tem sido relatada por diversos autores, tais como Takesaki et al. (1987) e Takahashi et al. (1987).

A altura de plantas tem sido correlacionada por diversos autores com a incidência de algumas doenças, tais como pinta preta, devido à formação de um microclima favorável quando se tem plantas mais altas, e também canela preta, devido tanto ao microclima quanto ao aparecimento de ferimentos que servem como porta de entrada para as bactérias (Reifschneider, Lopes e Cobbe, 1989).

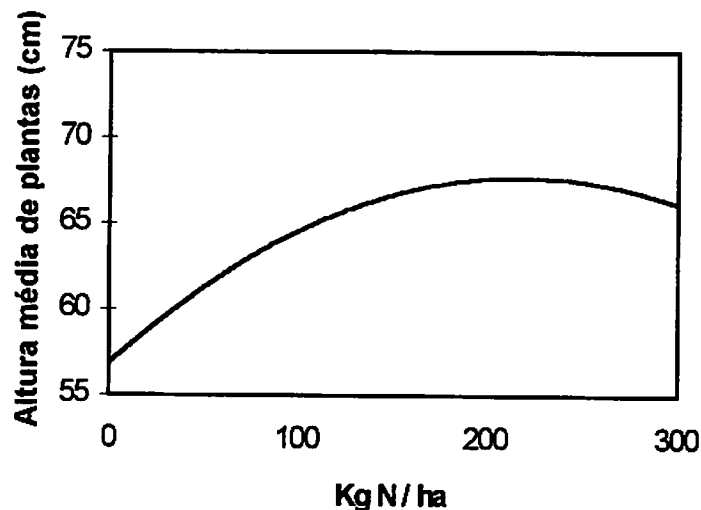


FIGURA 5: Regressão quadrática entre dose de N e altura média de plantas na fazenda Paraíso, Ibiá, MG, 56 dias após o plantio ($Y=56,84+0,1X-0,00023X^2$; $R^2=99,8\%*$).

5.4 Tipo de sintoma causado por *Erwinia* spp.

Não foram observadas podridões em pré-emergência, em nenhum dos locais estudados, apesar do resultado do teste de imersão em cloreto de trifênil tetrazólio haver revelado que 25% dos tubérculos apresentavam infecção latente. Conclui-se, então, que esse não deve ser um nível preocupante, uma vez que os tubérculos foram plantados sob condições climáticas favoráveis à incidência de podridões. Apesar do resultado do teste de tetrazólio, não havia, no lote de batata-semente utilizado no plantio, nenhum tubérculo com sintoma de podridão mole. Segundo Gudmestad, Secor e Lamey (1990), quando se tem mais de 1% de tubérculos com sintomas visíveis ou mais de 50% com infecção latente, a incidência de podridões pós plantio pode atingir níveis problemáticos, caso as condições sejam favoráveis.

A ocorrência de sintomas de *Erwinia* spp., devido ao uso de batata-semente de boa qualidade, somente foi observada a partir da 7ª semana após o plantio. Os sintomas, nessa fase, foram observados nas hastes e classificados em canela preta, podridão por ferimentos e podridão total das hastes, onde a caracterização do modo de penetração da bactéria não foi possível. Como os resultados das avaliações do tipo de sintoma foram muito semelhantes, nos três locais estudados, as porcentagens de cada sintoma foram consideradas como a média dos três experimentos.

Em todas as doses de K_2O , o aumento de N ocasionou uma diminuição no número de hastes com canela preta e um aumento na podridão das hastes em consequência de ferimentos (Figura 6). Os sintomas de canela preta ocorreram com maior intensidade na dose 0 de N (54,6% das hastes com sintoma) e com menor na dose 300 de N (21,1% das hastes com sintoma). Assim, houve uma diminuição da incidência de canela preta em relação aos outros sintomas com o aumento de N. Graham e Harper (1966), observaram uma redução de 17,5 para 7,0% de plantas apresentando sintoma de canela preta, com o aumento de N de 0 para 224 Kg/ha, utilizando-se a cultivar Kerr's Pink. Segundo esses autores, esse fato pode ocorrer devido a algum mecanismo nas plantas que atrase a passagem das bactérias do tubérculo-mãe para as hastes, ou aumente a resistência dos tecidos das hastes, ou a ambos. Apesar de alguns autores terem comprovado a existência desse mecanismo (Allefs et al., 1996), a sua natureza ainda não é conhecida. Weber, citado por Allefs et al. (1996) atribuiu variações nessa resistência às diferenças na quantidade e tipo de lignificação na base da haste (natureza física da barreira). Abenthum et al., citados por

Allefs et al. (1996) e Lyon (1989) relacionam a natureza bioquímica da barreira ao acúmulo de substâncias antibacterianas, como a rishitina, uma fitoalexina produzida em resposta a inoculação com *Erwinia* e que é letal a essa bactéria “in vitro”. Os sintomas decorrentes de ferimentos, por sua vez, tiveram maior incidência nas doses mais altas de N, provavelmente devido ao maior crescimento das hastes, conforme observado nas avaliações de altura de plantas (Item 5.3) e, conseqüentemente, quebra mais fácil das mesmas. Utilizando-se a dose 0 de N, obteve-se, entre as hastes com sintoma, 27% apresentando podridão por ferimentos e, com a dose 300, 59,4%.

A dose 0 de K₂O proporcionou uma maior incidência de canela preta (41% do total de hastes com sintoma), em relação a podridão por ferimentos (30%). Entretanto, as doses 150 e 450 apresentaram uma maior incidência de podridões por ferimentos. A dose de 300 Kg proporcionou praticamente a mesma incidência de ambos os sintomas (Figura 7). Essas observações sugerem a inexistência de efeito do potássio no tipo de sintoma causado por *Erwinia* spp.

Com relação à podridão mole, avaliada após a colheita, na fazenda Recanto Alegre, observou-se que o aumento das doses de nitrogênio proporcionou uma diminuição na quantidade de tubérculos com sintoma (Figura 8). O aumento de N de 0 para 300 Kg/ha diminuiu de 567 para 266 kg de tubérculos podres por hectare. Essa observação está de acordo com os resultados obtidos por Gomez, Canino e Fundora (1989). Esses autores, trabalhando com a cultivar Desirée, conseguiram uma diminuição de 25 para 5% de tubérculos com podridão mole, através do aumento de N de 0 para 160 Kg/ha. As doses de N, nas demais propriedades estudadas, e os níveis de K₂O não apresentaram correlação com a incidência de podridão mole. Tal fato pode estar relacionado com o elevado índice de chuvas observado (sem quantificação) na fazenda Recanto Alegre, acima do ocorrido nas outras duas propriedades. Essa maior umidade pode ter contribuído para um aumento na incidência de podridão mole nos tubérculos e, assim, possibilitado a observação de diferenças entre as adubações.

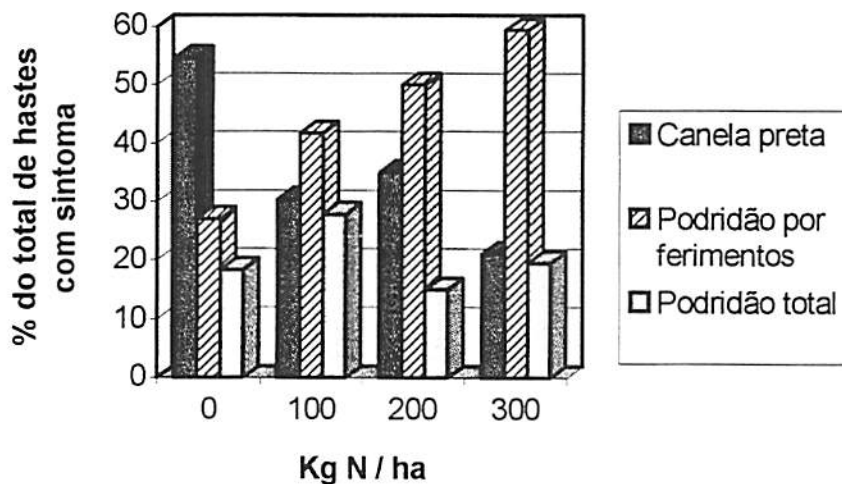


FIGURA 6: Efeito de doses de N no tipo de sintoma causado por *Erwinia* spp., nas fazendas Recanto Alegre, São Matheus e Paraíso, Ibiá, MG.

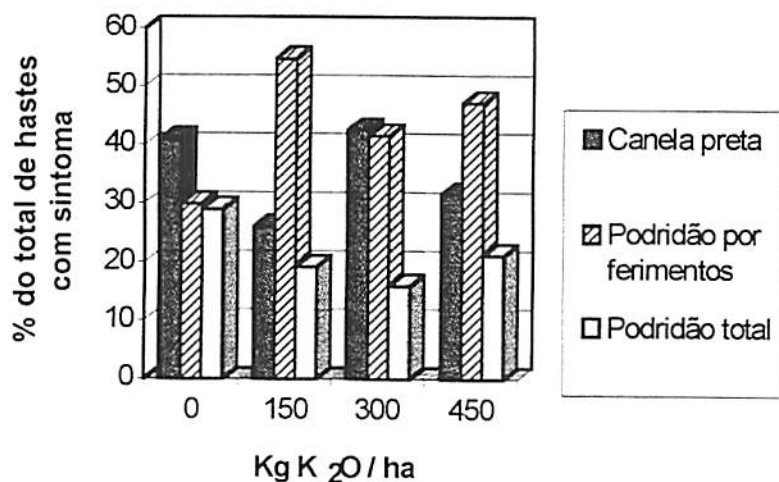


FIGURA 7: Efeito de doses de K₂O no tipo de sintoma causado por *Erwinia* spp., nas fazendas Recanto Alegre, São Matheus e Paraíso, Ibiá, MG.

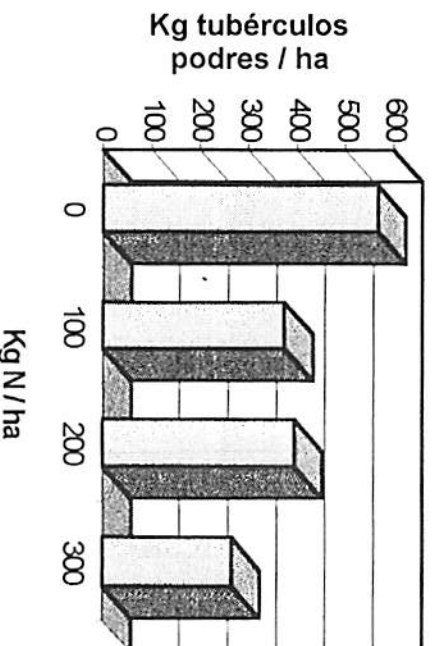


FIGURA 8: Efeito de doses de N na ocorrência de podridão mole em tubérculos na fazenda Recanto Alegre, Ibiá, MG.

5.5 Incidência de *Erwinia* spp. nas hastes

Não foi observada interação significativa entre doses de N e K_2O em relação à incidência de *Erwinia* spp. A dosagem de N afetou a incidência ($P < 0,05$), observando-se, respectivamente, nas fazendas Recanto Alegre, São Matheus e Paraíso, correlação quadrática ($Y = 3,86 + 0,017X - 0,000053X^2$; $R^2 = 81\%$), cúbica ($Y = 3,7 + 0,028X - 0,00021X^2 + 0,0000004X^3$; $R^2 = 100\%$) e quadrática ($Y = 4,19 - 0,014X + 0,000026X^2$; $R^2 = 98,8\%$), utilizando-se transformação \sqrt{X} . Na fazenda Recanto Alegre, observou-se um aumento da incidência com incremento das doses de N até 200 Kg/ha, havendo um decréscimo a partir desse ponto. Na fazenda São Matheus, esse decréscimo ocorreu a partir de 100 Kg de N/ha. Na fazenda Paraíso, foi observado um decréscimo a partir da dose 0, ocorrendo uma ligeira estabilização com poucas diferenças entre as doses 200 e 300 de N (Figura 9).

Nas fazendas Recanto Alegre e São Matheus, a maior incidência de *Erwinia* spp., nas doses intermediárias de N, pode estar relacionada à ocorrência associada dos dois tipos de sintomas: canela preta e podridão em decorrência de fermentos. Na fazenda Paraíso, a ocorrência desse último tipo de sintoma foi baixa, sendo observada uma diminuição da incidência de *Erwinia*

spp. com o aumento das doses de N, assim como a canela preta. Deve-se ressaltar que, apesar das doses baixas de nitrogênio levarem a uma menor disponibilidade de nutrientes para o patógeno (Graham e Harper, 1966), a diminuição na resistência da planta, devido à deficiência de N, possibilita a maior ocorrência de canela preta nessas condições.

Com relação as doses de potássio, nas três propriedades, observou-se uma incidência maior de hastes infectadas por *Erwinia* sp. nas doses mais altas de K₂O. Foram observadas correlações lineares ($Y=3,37+0,0057X$; $R^2=98\%$ e $Y=2,41+0,0026X$; $R^2=98\%$) respectivamente nas fazendas Recanto Alegre e Paraíso ($P<0,01$). Com a mesma probabilidade, uma equação quadrática ($Y=2,66+0,012X-0,000017X^2$; $R^2 = 99\%$) se ajustou aos dados da fazenda São Matheus (Figura 10). Na fazenda Recanto Alegre, esse aumento foi mais intenso que nas demais propriedades, provavelmente devido ao maior nível de potássio no solo. Na fazenda São Matheus, que apresentava teores também elevados de potássio no solo, apesar de mais baixos que os da fazenda Recanto Alegre, houve uma estabilização do número de hastes com sintoma nas doses acima de 300 Kg de K₂O. Na fazenda Paraíso, por sua vez, os níveis baixos de potássio no solo provavelmente levaram a um menor incremento do número de hastes infectadas por *Erwinia* spp. com o aumento das doses de potássio. O aumento da incidência de hastes com sintomas, com o incremento das doses de potássio, pode estar relacionado à uma série de fatores, dentre esses, a menor absorção de outros nutrientes, como o cálcio (Reis Júnior, 1995). Esse elemento está ligado à estabilidade dos pectatos de cálcio da lamela média e integridade estrutural das membranas, além de inibir a atividade das enzimas pecticas, produzidas pelas bactérias durante a invasão dos tecidos (Mc Guire e Kelman, 1984).

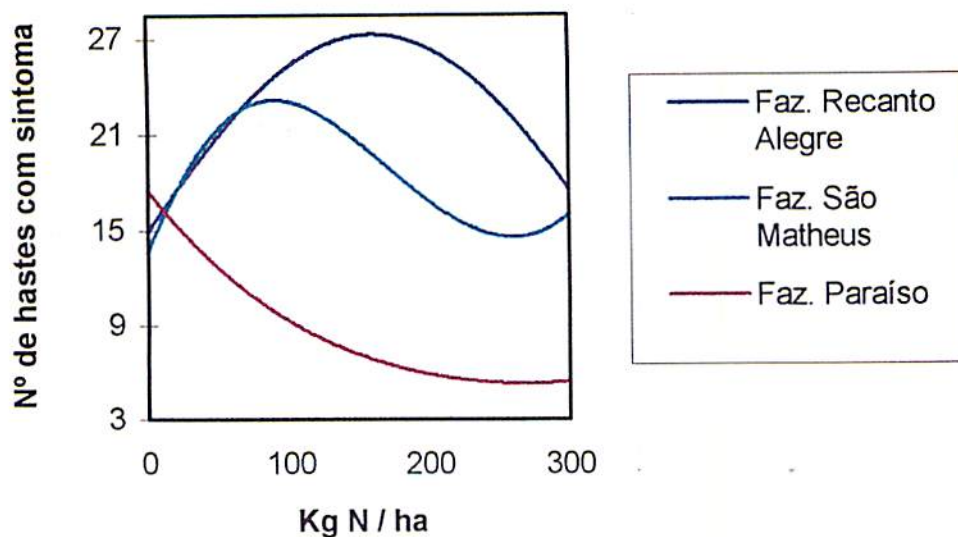


FIGURA 9: Efeito de doses de nitrogênio no número de hastes com sintoma decorrente de infecção por *Erwinia* spp. (valor médio por parcela), nas fazendas Recanto Alegre, São Matheus e Paraíso, Ibiá, MG.

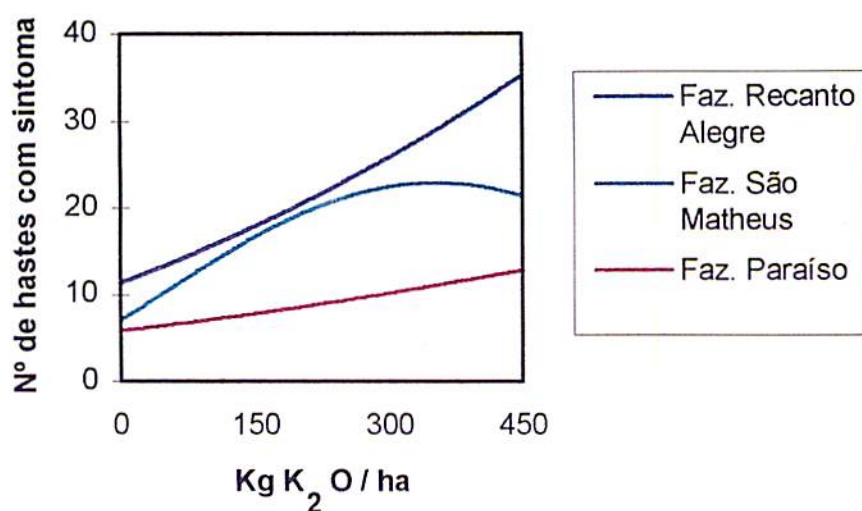


FIGURA 10: Regressão entre dose de potássio e número de hastes com sintoma decorrente de infecção por *Erwinia* spp. (valor médio por parcela), nas fazendas Recanto Alegre, São Matheus e Paraíso, Ibiá, MG.

5.6 Severidade de *Alternaria solani*

Número de lesões por folha

De acordo com os resultados experimentais, observou-se que o aumento das doses de N proporcionou uma diminuição no número de lesões por folha, enquanto o aumento de K_2O ocasionou um incremento nesse número. As análises de regressão entre o número de lesões por folha e as doses de N e K_2O podem ser vistas nas figuras 11 e 12.

Na fazenda Recanto Alegre, o tratamento contendo 300 Kg de N e 0 de K_2O apresentou o menor número de lesões em todas as avaliações (média de 26,61 lesões por folha), enquanto 0 Kg de N e 450 de K_2O apresentou o maior número em 4 das 5 avaliações (72,1 lesões em média). Entretanto, o tratamento contendo 100 Kg de N e 150 de K_2O , na última avaliação, apresentou valor alto de lesões, totalizando, então, 83,6 lesões por folha, em média (Tabela 5).

Na fazenda São Matheus, o tratamento contendo dose 300 Kg de N associada a dose 0 de K_2O apresentou a menor severidade da doença, 23,6 lesões por folha. A combinação 200/0 apresentou níveis baixos de doença, apesar de ter sido verificado um aumento na última avaliação, perfazendo uma média de 31,3 lesões por folha. Dentre os tratamentos que apresentaram maiores índices de doença, destacaram-se aqueles com doses de N/ K_2O 100/450 e 0/150 Kg/ha e média de lesões de 67,5 e 45,3 respectivamente (Tabela 6).

Os tratamentos contendo as combinações de doses de N/ K_2O 300/150 e 300/0 apresentaram um menor número de lesões por folha, na fazenda Paraíso, com médias por avaliação de 4,7 e 5,6, respectivamente. Os maiores números médios de lesões, por avaliação, foram observados nos tratamentos com doses 0/450 e 0/300, com médias de 32,5 e 31,8 (Tabela 7).

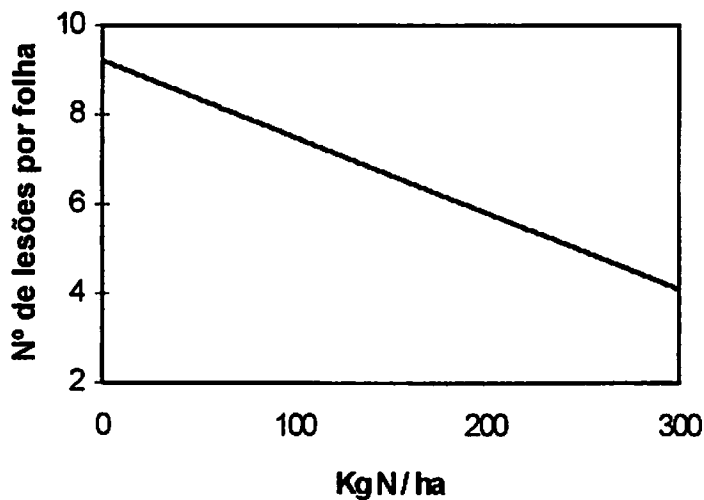


FIGURA 11: Regressão linear entre a dose de N e o número médio de lesões por folha, causadas por *Alternaria solani*, na fazenda Recanto Alegre, Ibiá, MG, 66 dias após o plantio ($Y=9,21- 0,017X$; $R^2 = 99\%^{**}$).

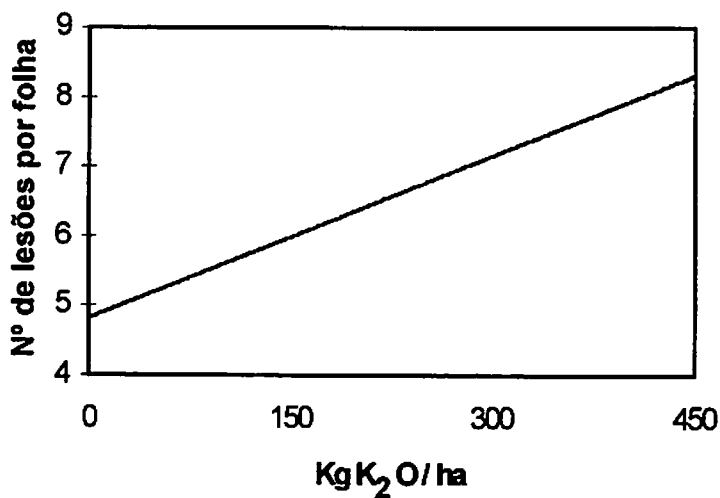


FIGURA 12: Regressão linear entre a dose de K₂O e o número médio de lesões por folha, causadas por *Alternaria solani*, na fazenda Recanto Alegre, Ibiá, MG, 66 dias após o plantio ($Y=4,82+ 0,0078X$; $R^2 = 94\%^{*}$).

TABELA 5: Número médio de lesões de *Alternaria solani* por folha, em cinco avaliações, e média geral na fazenda Recanto Alegre, Ibiá, MG.

Dose N / K ₂ O	Nº de lesões por folha					Média
	52 dias	58 dias	66 dias	72 dias	79 dias	
0/0	3,38	6,17	7,55	84,65	158,97	52,14
0/150	4,67	5,72	7,42	59,50	159,50	47,36
0/300	4,63	9,47	8,67	81,27	178,75	56,56
0/450	8,55	9,87	12,93	149,50	179,50	72,07
100/0	4,57	3,97	5,72	74,42	168,20	51,38
100/150	3,12	4,40	6,90	112,35	291,50	83,65
100/300	6,87	5,78	9,20	88,70	215,60	65,23
100/450	4,50	7,62	8,90	109,45	142,60	54,61
200/0	3,17	2,30	3,65	27,17	143,72	36,00
200/150	4,67	2,35	5,27	71,50	138,66	44,50
200/300	2,80	4,32	4,93	57,30	153,80	44,63
200/450	4,52	5,15	7,70	62,80	172,23	50,48
300/0	2,77	0,75	2,87	24,50	102,16	26,61
300/150	3,15	2,90	4,27	30,78	103,76	28,98
300/300	4,15	4,17	4,20	41,30	134,00	37,56
300/450	3,22	5,43	4,80	54,78	141,20	41,88

TABELA 6: Número médio de lesões de *Alternaria solani* por folha, em quatro avaliações, e média geral na fazenda São Matheus, Ibiá, MG.

Dose N / K ₂ O	Nº de lesões por folha				Média
	52 dias	58 dias	65 dias	72 dias	
0/0	4,25	6,75	16,05	236,08	65,78
0/150	16,00	7,27	20,53	137,45	45,31
0/300	15,25	6,87	18,28	125,55	41,49
0/450	7,25	6,12	15,98	116,20	36,39
100/0	12,75	7,17	18,83	129,15	41,97
100/150	6,00	7,65	14,70	129,43	39,44
100/300	8,50	8,22	15,90	126,15	39,69
100/450	15,50	9,42	18,05	227,08	67,51
200/0	6,50	6,97	8,78	102,95	31,3
200/150	5,75	7,30	15,90	94,80	30,93
200/300	14,50	8,70	12,40	102,05	34,41
200/450	6,50	7,35	19,05	71,35	68,92
300/0	11,50	4,82	11,30	66,85	23,62
300/150	9,75	7,55	13,48	108,28	34,76
300/300	10,75	7,75	15,58	91,33	31,35
300/450	10,25	7,52	16,18	106,65	35,15

TABELA 7: Número médio de lesões de *Alternaria solani* por folha, em quatro avaliações, e média geral na fazenda Paraíso, Ibiá, MG.

Dose N / K ₂ O	Nº de lesões por folha				Média
	62 dias	67 dias	70 dias	71 dias	
0/0	7,33	11,53	10,48	12,28	10,41
0/150	12,33	16,63	22,35	30,88	20,55
0/300	24,30	20,90	40,90	41,28	31,85
0/450	27,35	18,35	37,60	46,58	32,47
100/0	4,30	7,55	7,25	7,48	6,64
100/150	7,05	7,13	12,98	15,75	10,73
100/300	14,80	14,05	30,83	32,30	22,99
100/450	17,18	17,68	32,03	36,75	25,91
200/0	3,20	6,03	7,20	7,83	6,06
200/150	6,50	7,33	8,38	10,93	8,28
200/300	6,28	6,95	14,35	16,08	10,91
200/450	5,13	10,15	15,93	18,03	12,31
300/0	2,63	3,28	4,10	12,33	5,56
300/150	3,48	4,45	5,15	5,65	4,70
300/300	3,50	4,83	5,80	9,45	5,89
300/450	4,55	5,63	8,93	11,85	7,74

Para fornecer informações sobre como a doença se comportou no decorrer do ciclo de cultivo, foi construída a curva de progresso da doença para cada parcela e realizado o cálculo da área sob a mesma (ACPD). Em alguns tratamentos, a doença apresentou progresso mais rápido, resultando em um maior valor de área sob a curva (Figura 13). Em outros casos, o progresso mais lento proporcionou menores valores de ACPD (Figura 14). Após o cálculo das áreas, os valores obtidos foram submetidos ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (Tabelas de 8 a 10).

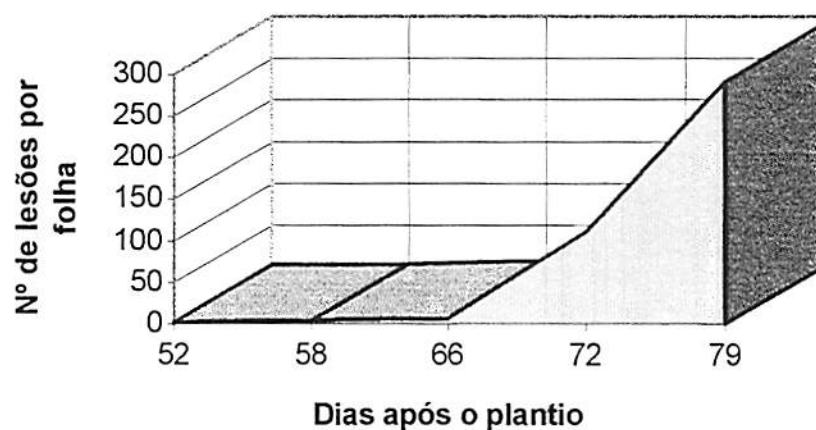


FIGURA 13: Área sob a curva de progresso da doença para o tratamento com dose 100 de N e 150 de K_2O na fazenda Recanto Alegre, Ibiá, MG (Área=1920).

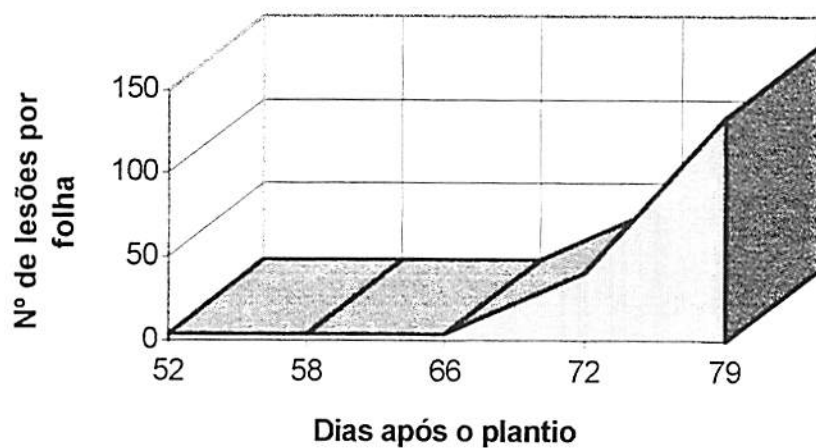


FIGURA 14: Área sob a curva de progresso da doença para o tratamento com dose 300 de N e 300 de K_2O na fazenda Recanto Alegre, Ibiá, MG (Área = 916,71).

TABELA 8: Influência das adubações nitrogenada e potássica na severidade de *Alternaria solani*, avaliada através da área abaixo da curva de progresso da doença, na fazenda Recanto Alegre, Ibiá, MG.

Dose de N (Kg/ha)	Dose de K ₂ O (Kg/ha)				Médias
	0	150	300	450	
0	1300,6	1172,6	1415,1	1880,3	1442,1 b*
100	1273,0	1920,3	1635,5	1529,8	1589,6 b
200	813,4	1139,0	1054,4	1232,2	1058,6 a
300	618,0	702,7	916,7	1015,4	814,4 a
Médias	1001,3 a	1233,6 a b	1255,4 a b	1414,4 b	

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

TABELA 9: Influência das adubações nitrogenada e potássica na severidade de *Alternaria solani*, avaliada através da área abaixo da curva de progresso da doença, na fazenda São Matheus, Ibiá, MG.

Dose de N (Kg/ha)	Dose de K ₂ O (Kg/ha)				Médias
	0	150	300	450	
0	1105,7 a A*	1136,0 a A	1054,3 a A	768,6 a A	1016,2
100	1000,2 a b A	779,6 a A	852,8 a b A	1330,4 b B	990,7
200	655,6 a A	657,3 a A	916,6 a A	619,3 a A	712,2
300	677,9 a A	805,1 a A	790,8 a A	832,7 a A	776,6
Médias	859,8	844,5	903,6	887,7	

* Médias seguidas de mesma letra minúscula, no sentido horizontal e maiúscula, no sentido vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

TABELA 10: Influência das adubações nitrogenada e potássica na severidade de *Alternaria solani*, avaliada através da área abaixo da curva de progresso da doença na fazenda Paraíso, Ibiá, MG.

Dose de N (Kg/ha)	Dose K ₂ O (Kg / ha)				Médias
	0	150	300	450	
0	244,5 a A*	539,5 a b A	978,2 b c C	1026,6 c B	697,2
100	198,1 a A	298,2 a A	629,7 a b CB	798,2 b B	481,1
200	149,5 a A	270,6 a A	274,6 a BA	253,1 a A	236,9
300	115,3 a A	147,3 a A	152,8 a A	198,6 a A	153,5
Médias	176,8	313,9	508,8	569,1	

* Médias seguidas de mesma letra minúscula, no sentido horizontal e maiúscula, no sentido vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

Na fazenda Recanto Alegre, as menores ACPD foram obtidas com as combinações de N/K₂O: 300/0, 300/150 e 200/0 e as maiores com 100/150, 0/450 e 100/300. No experimento realizado na fazenda São Matheus, as menores ACPD foram obtidas com as adubações 200/450, 200/0 e 200/150, sendo as maiores observadas nos tratamentos 100/450, 0/150 e 0/0. Na fazenda Paraíso, por sua vez, as combinações 300/0, 300/150 e 200/0 proporcionaram as menores ACPD e 0/450, 0/300 e 100/300 as maiores. De uma maneira geral, pode-se observar que as combinações de doses mais altas de N com doses mais baixas de K₂O proporcionaram as menores ACPD.

Com relação as análises estatísticas das ACPD, na fazenda Recanto Alegre não foi detectada interação significativa entre doses de N e K₂O. Assim, as doses 200 e 300 de N foram estatisticamente iguais e superiores as doses 0 e 100. As doses 0, 150 e 300 de K₂O, por sua vez, apresentaram ACPD estatisticamente iguais, porém a dose 0 se destacou como a que proporcionou valores menores de área, sendo a única dose que diferiu da dose 450.

Na fazenda São Matheus, foi observada interação significativa entre as doses de N e K₂O. Nas doses 0, 200 e 300 de N, todas as doses de K₂O proporcionaram valores de área estatisticamente iguais. Na dose 100 de N, as adubações contendo 0, 150 e 300 de K₂O foram

iguais, mas a dose 150 se destacou por ser a única que diferiu da dose 450. Nas doses 0, 150 e 300 de K_2O , todas as adubações nitrogenadas apresentaram valores estatisticamente iguais de área sob a curva de progresso. Na dose 450 de K_2O , a dose 100 de N diferiu-se das demais, com o mais alto valor de área.

Na fazenda Paraíso, também foi observada interação significativa entre os níveis de nitrogênio e potássio. Na dose 0 de N, as doses 0 e 150 de K_2O foram iguais e superiores e as 300 e 450 também iguais mas inferiores. Na dose 100 de N, destacaram-se as maiores áreas das doses 300 e 450 de K_2O . Todas as doses de K_2O foram estatisticamente iguais na dose 200 de N, tendo o mesmo acontecido na dose 300 de N. Com relação às dosagens de nitrogênio, todas foram estatisticamente iguais nas doses 0 e 150 de K_2O . Na dose 300 de potássio, 300 e 200 de N foram iguais e proporcionaram as menores áreas e 100 e 0, também iguais, as maiores. Na dose 450 de potássio, as adubações contendo 300 e 200 de N foram superiores (áreas menores) e estatisticamente iguais e, aquelas contendo 100 e 0 de N, foram inferiores e também iguais.

De uma maneira geral, pôde-se observar que, quando se utiliza doses adequadas de N (mais altas), as ACPD são menores, independente da dose de K_2O . Nas menores doses de N, por sua vez, as doses consideradas adequadas de potássio (menores) proporcionam ACPD significativamente menores. O mesmo fato ocorre com o potássio, ou seja, as doses de nitrogênio apenas proporcionam áreas estatisticamente diferentes quando se utiliza doses inadequadas de K_2O . Assim, observa-se que, tanto nitrogênio quanto potássio, utilizados em doses adequadas, são capazes de contrabalançar, em certo grau, os efeitos negativos do uso do outro nutriente em doses inadequadas.

Porcentagem de área foliar infectada

Nas três propriedades, foram observadas diferenças estatísticas entre as porcentagens de área foliar infectada somente nas duas últimas avaliações (10ª a 12ª semanas após o plantio), provavelmente em função da utilização de escala de notas, que dificulta a detecção de pequenas diferenças entre os tratamentos. Na última avaliação, foi encontrada interação significativa entre os níveis de N e K_2O . Em todos os casos, o aumento das doses de N e a diminuição dos níveis de K_2O levou a uma menor severidade de pinta preta. Na fazenda Recanto Alegre, o aumento do

nível de N nas adubações de 0 para 300 Kg diminuiu a porcentagem de área foliar infectada de 52,3 para 30% (Figuras 15 e 16). O aumento de K₂O de 0 para 450 Kg aumentou essa porcentagem de 22,1 para 47,3%.

Segundo Reifschneider, Lopes e Cobbe (1989), o excesso de nitrogênio na adubação pode aumentar a severidade de pinta preta devido ao crescimento exagerado da parte aérea e consequente formação de microclima favorável à doença. Entretanto, os resultados do presente estudo indicaram que, apesar do maior crescimento das hastes com o aumento da adubação nitrogenada, houve redução da severidade da doença. A diminuição da severidade da doença com o incremento de doses de N já havia sido relatada por alguns autores. Segundo Barclay et al. (1973), o aumento da dose de N de 0 para 135 Kg/ha reduziu a porcentagem de área foliar infectada por *A. solani* de 15 para 4%, na cultivar Kennebec. De acordo com Douglas e Pavek (1972), o aumento de nitrogênio diminui a severidade da doença porque aumenta o período de atividade meristemática durante o qual a planta pode fazer uma barreira para o fungo. Soltanpour e Harrison (1974), observaram que o N aumenta o tamanho das plantas e retarda a senescência das folhas, diminuindo, assim, a porcentagem de área foliar com a doença, uma vez que essa tem sido relacionada a tecidos senescentes. Segundo Douglas e Pavek (1972), a resistência está aparentemente ligada a inibição do sítio inicial de infecção, causando pequenas lesões necróticas. Todos os fatores que favorecem as atividades metabólicas e de síntese das células hospedeiras e que atrasam a senescência da planta aumentam a resistência a *Alternaria solani*.

Segundo Zambolim e Ventura (1993), o potássio tem sido considerado um elemento de ação clara e bem definida na resistência à doenças. A deficiência de K provoca o acúmulo de compostos de baixo peso molecular, como açúcares solúveis e aminoácidos, que contribuem para a degradação de fenóis, e a diminuição da síntese de compostos de elevado peso molecular, como proteínas, amido e celulose. Entretanto, aumentos no nível de potássio, além do ótimo, não provocam efeitos substanciais nos constituintes orgânicos e nem na resistência à doenças. Assim, nas condições em que foi realizado o presente estudo, os níveis de potássio já existentes no solo foram suficientes para garantir um suprimento adequado desse elemento para as plantas, uma vez que a adição de potássio não aumentou a resistência dessas plantas à pinta preta. Além disso, níveis excessivos desse nutriente podem prejudicar a absorção de outros (Reis Júnior, 1995) que também estão associados a resistência, como o cálcio (Mc Guire e Kelman, 1984).

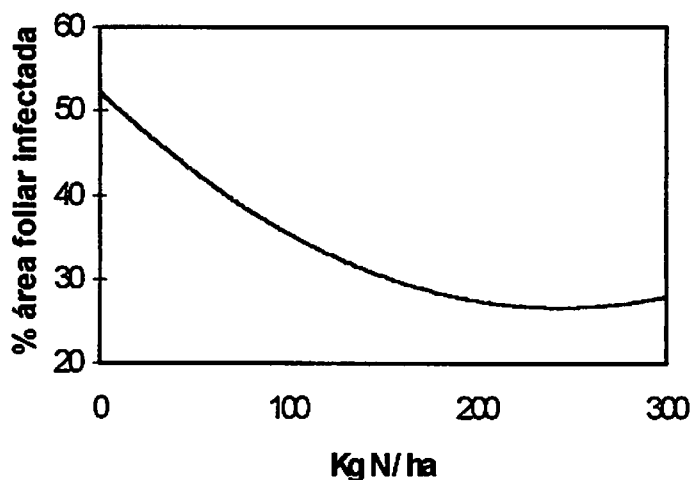


FIGURA 15: Regressão quadrática entre doses de N e porcentagem de área foliar infectada (dose 150 de K_2O) na fazenda Recanto Alegre, Ibiá, MG ($Y=52,27-0,21X+0,00043X^2$; $R^2 = 90\%^*$).

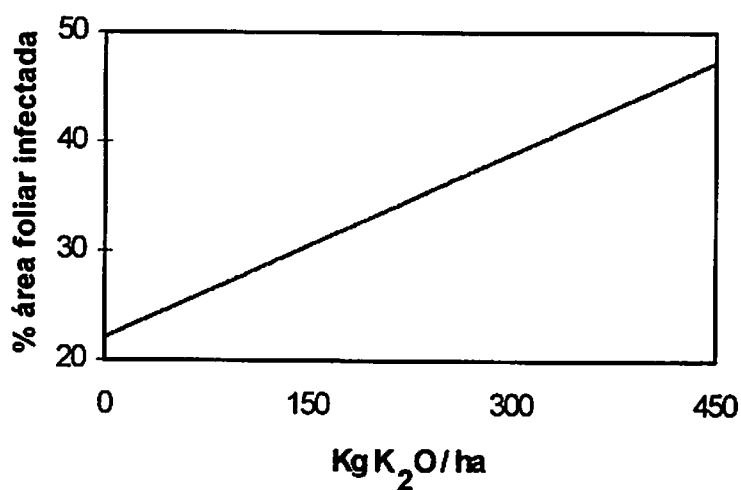


FIGURA 16: Regressão linear entre doses de K_2O e porcentagem de área foliar infectada (dose 200 de N) na fazenda Recanto Alegre, Ibiá, MG ($Y=22,11+0,056X$; $R^2 = 98\%^*$).

5.7 Teores de sólidos solúveis nos pecíolos

A análise dos teores de sólidos solúveis apresentou resultados significativos somente na fazenda Paraíso, onde eram baixos os níveis de potássio no solo. Na primeira avaliação, realizada na 5ª semana após o plantio, observou-se uma diminuição dos teores de sólidos solúveis com o incremento de potássio, passando de 4,47 para 4,02 %. Na avaliação seguinte (8ª semana), a mesma resposta à adubação potássica foi observada, havendo uma queda nestes teores de 5,14 para 4,18%, sendo que o mesmo ocorreu com o incremento de N, passando de 4,79 para 4,28% (Figuras 17 e 18).

Horsfall e Diamond, citados por Barclay et al. (1973), relataram que a pinta preta é uma doença relacionada a baixos teores de açúcares e que qualquer fator capaz de reduzir o conteúdo de açúcares das folhas pode aumentar a infecção. No presente estudo, apesar da diminuição nos teores de açúcar, quando se aumentou as doses de nitrogênio, a menor incidência da doença ocorreu em níveis mais altos de N. Provavelmente, no caso do nitrogênio, outras consequências do aumento da dose podem ter exercido maior influência, tais como o retardamento da senescência. No caso do potássio, a diminuição dos teores de açúcares com o incremento da adubação pode ter contribuído para o aumento da incidência de pinta preta, especialmente na fazenda Paraíso, onde os níveis de potássio no solo eram baixos. Assim, nessa propriedade, provavelmente as plantas mais adubadas com potássio apresentaram uma maior translocação dos açúcares solúveis, aumentando, então, a incidência da doença. Essa observação concorda com Yamada (1995), segundo o qual plantas com deficiência de potássio apresentam acúmulo de açúcares solúveis. Nos demais locais, os níveis altos de potássio no solo não permitiram que o aumento da dose aplicada refletisse em uma diminuição mais acentuada dos teores de sólidos solúveis. Nesses locais, outros fatores resultantes do aumento de K_2O parecem ter exercido maior influência na incidência de pinta preta.

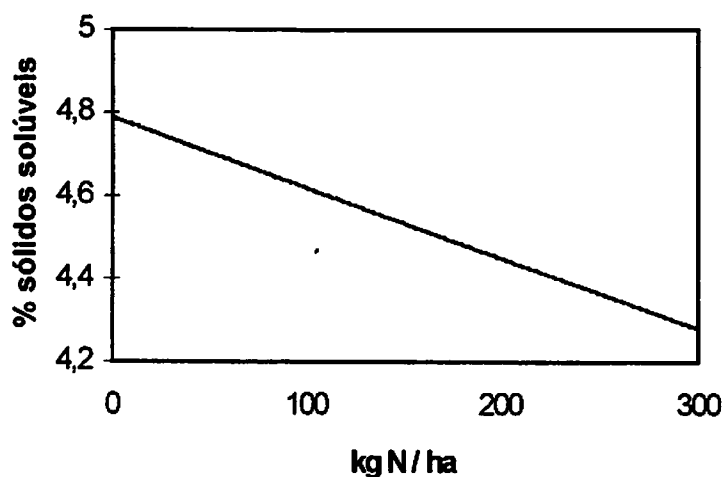


FIGURA 17 : Regressão linear entre níveis de nitrogênio e teores de sólidos solúveis nos pecíolos, na fazenda Paraíso, Ibiá, MG, 50 dias após o plantio ($Y=4,79-0,0017X$; $R^2 = 70\%^*$).

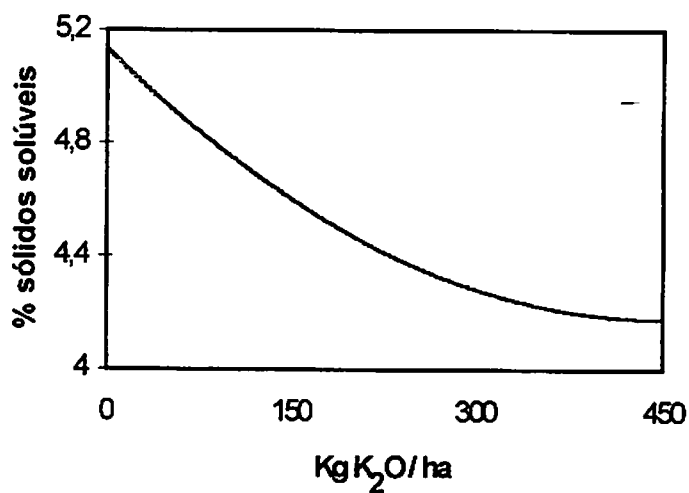


FIGURA 18: Regressão quadrática entre níveis de potássio e teores de sólidos solúveis nos pecíolos, na fazenda Paraíso, Ibiá, MG, 50 dias após o plantio ($Y=5,14-0,0043X-0,0000048X^2$; $R^2 = 92\%^*$).

5.8 Teores foliares de nutrientes

Pela análise realizada em folhas coletadas na fazenda Paraíso, observou-se uma influência dos níveis de nitrogênio e potássio utilizados na adubação e os teores de todos os nutrientes, exceto o ferro. Os resultados das análises podem ser vistos na Tabela 11.

Com relação ao nível de nitrogênio foliar, o aumento de N na adubação promoveu incremento nos níveis foliares de N, exceto na dose 450 Kg/ha de K_2O . Nas doses próximas a 150 Kg de potássio, ocorreu uma estabilização seguida de queda nos níveis de N foliar, a partir da dose 200 de N. O incremento nas doses de K_2O , por sua vez, provocou um decréscimo nos níveis foliares de N quando se utilizou 200 ou 300 Kg de nitrogênio.

Os níveis de nitrogênio da adubação apenas influenciaram os teores foliares de fósforo quando se utilizou as doses 150 e 300 de potássio. Na dose 300 de K_2O , o aumento de N provocou diminuição do fósforo, sendo que o mesmo ocorreu com a dose 150 de K_2O , onde observou-se também um ligeiro incremento a partir da dose 200 de N. O aumento de potássio favoreceu um incremento nos teores foliares de fósforo somente na dose 0 de N.

Com o incremento das doses de nitrogênio presentes na adubação, os teores de potássio foliar sofreram uma queda quando se utilizou 0 ou 150 Kg de K_2O /ha. Os teores foliares de potássio sofreram um aumento quando o mesmo ocorreu com as doses de K_2O da adubação, nos níveis 100, 200 e 300 de N. Nesses dois últimos níveis, ocorreu uma estabilização a partir de 150 e 300 kg de K_2O , respectivamente. Na dose 100 de N, não ocorreu esta estabilização. Conclui-se, então, que utilizando-se doses mais baixas de potássio, o aumento do nitrogênio promoveu uma diminuição nos teores foliares de K. Além disso, observa-se que, utilizando a dose 200 de N, não existiu estabilização nos níveis foliares de K, ou seja, quanto maior a dose aplicada, maior a absorção desse elemento, o que pode influenciar nos teores de outros elementos nas folhas. Daí a grande importância do emprego de doses mais baixas de potássio.

Em relação aos teores de cálcio a nível foliar, não houve interação significativa entre as doses de N e K_2O . O incremento nas doses de N, assim como nas de K_2O , promoveu uma diminuição nos níveis de cálcio nas folhas.

Assim como no caso do cálcio, os níveis de magnésio foliar foram diminuídos quando se incrementou a adubação potássica (Figura 19). O oposto ocorreu com o aumento do N da

TABELA 11: Teores de nutrientes avaliados em folhas de plantas submetidas a diferentes adubações nitrogenada e potássica, na fazenda Paraíso, Ibiá, MG.

Dose N/K ₂ O	Porcentagem						ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn	B
0/0	3,00	0,19	3,18	2,86	0,17	0,22	25,7	12,2	397,9	202,3	34,9
0/150	2,96	0,26	3,20	2,94	0,13	0,33	25,9	16,7	497,5	275,9	37,3
0/300	3,39	3,29	3,29	2,68	0,12	0,27	35,0	18,9	694,3	372,1	40,0
0/450	3,52	3,26	3,21	2,70	0,11	0,23	35,6	18,6	669,2	380,2	50,8
100/0	3,63	0,23	1,67	2,83	0,24	0,19	22,8	13,8	399,4	187,0	48,2
100/150	4,14	0,21	3,09	2,64	0,19	0,18	18,4	15,6	436,4	282,4	42,6
100/300	3,60	0,24	3,03	2,36	0,10	0,21	25,0	15,5	517,9	344,4	38,2
100/450	3,57	0,22	3,01	2,47	0,13	0,32	21,3	14,1	369,7	388,9	35,2
200/0	4,16	0,22	1,87	2,86	0,25	0,24	28,0	14,3	381,1	219,2	47,9
200/150	4,43	0,19	2,36	2,56	0,21	0,19	21,4	14,6	684,6	344,6	56,0
200/300	4,05	0,19	3,07	1,98	0,11	0,18	18,7	15,5	404,6	368,4	35,7
200/450	3,18	0,22	3,04	2,34	0,15	0,21	19,2	14,7	349,9	374,7	48,6
300/0	4,65	0,23	1,36	2,93	0,26	0,24	29,6	16,1	487,4	344,3	51,2
300/150	4,03	0,23	2,69	2,43	0,17	0,21	19,4	15,2	427,3	384,3	55,5
300/300	4,38	0,19	3,18	2,30	0,16	0,20	21,9	14,4	506,2	321,1	38,7
300/450	3,75	0,22	3,24	2,33	0,15	0,26	19,7	15,2	388,2	352,8	40,8

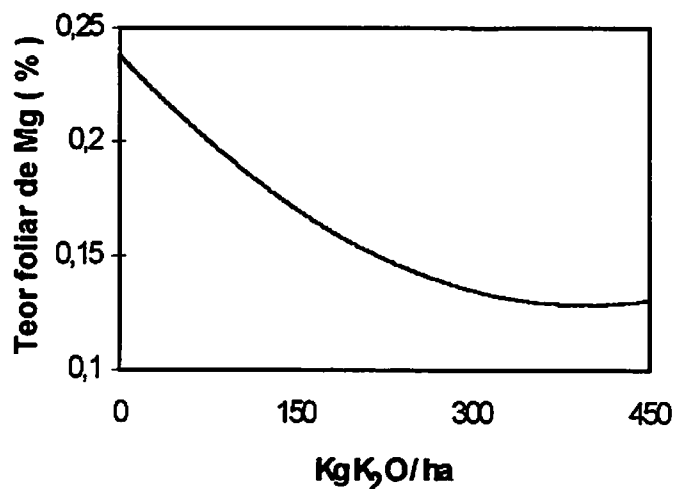


FIGURA 19: Regressão quadrática entre adubação potássica e teor foliar de Mg (%) na fazenda Paraíso, Ibiá, MG ($Y=0,23-0,00053X+0,00000070X^2$; $R^2 = 98\%*$).

adubação, pois tal fato promoveu um aumento nos níveis de Mg. Também não foi observada, nesse caso, interação significativa entre doses de N e de K₂O.

Com relação aos níveis de enxofre foliar, o aumento de N promoveu uma queda nos mesmos, seguida de um incremento a partir de 200 Kg de N/ha, nas doses 150 e 300 de K₂O. Quando não se aplicou N, o aumento do potássio de 0 para 150 Kg/ha favoreceu o aumento dos teores de S, mas, a partir de 150, observou-se uma queda nos mesmos.

Os teores de boro foliar, por sua vez, sofreram um incremento com o aumento na adubação potássica, mas somente quando se utilizou dose 0 de N. Nas doses 200 e 300 de N, uma diminuição foi observada. Nas doses 0 e 150 de K₂O, o aumento de N propiciou aumentos de B foliar, porém, quando se usou 450 Kg de K₂O, esse aumento somente ocorreu após a dose 100 de N.

Os teores de cobre foliar sofreram um declínio com o aumento dos níveis de N, nas doses 300 e 450 de K₂O. Na dose 150 desse nutriente, o declínio somente ocorreu entre as doses 0 e 100 de N. O incremento do potássio na adubação promoveu uma diminuição nos teores de Cu, nas doses 200 e 300 de N. Nas dose 0 de N, o aumento de potássio promoveu aumentos significativos nos níveis de Cobre.

Não houve interação significativa entre as doses de N e K_2O em relação aos teores de Mn foliar. Apenas o potássio influenciou nesses teores, havendo um aumento dos mesmos com o incremento das doses de K_2O .

Com relação aos teores foliares de Zinco, houve interação significativa entre as doses de N e K_2O . O potássio influenciou nos níveis foliares de Zn, promovendo um aumento nos mesmos quando os níveis da adubação eram incrementados, havendo uma certa estabilização a partir da dose 300 de K_2O (apenas na dose 0 de N). Com relação ao nitrogênio, nas doses 300 e 400 de potássio, houve um ligeiro decréscimo nos teores de Zn quando as doses de N foram aumentadas.

Alterando-se as doses de nitrogênio e potássio nas adubações, observou-se um reflexo nos níveis foliares de praticamente todos os nutrientes, mostrando que há uma relação complexa entre os mesmos. Assim, a influência de N e K_2O , tanto na incidência de doenças como em outras características, não pode ser analisada isoladamente, uma vez que podem ocorrer efeitos indiretos devido a outros nutrientes.

Além de nitrogênio e potássio, diversos nutrientes exercem influência na resistência a doenças. Todos os nutrientes essenciais são considerados como importantes nesse processo (Huber, 1993). O cálcio é indispensável para a manutenção da integridade da membrana celular e lamela média, dificultando a degradação das mesmas pelas enzimas pécticas produzidas pelos patógenos (Mc Guire e Kelman, 1984). Micronutrientes como o Fe, Cu, Zn, Mn são importantes nos processos bioquímicos envolvidos na resistência (Yamada, 1995). O íon ferro é essencial para a síntese de fitoalexinas e conseqüente indução de resistência a doenças (Zambolin e Ventura, 1993). O cobre pode induzir resistência pelo aumento na síntese de peróxidos, compostos fenólicos e quinonas (Zambolin e Ventura, 1993). O manganês apresenta efeito na resistência devido a presença de exudatos tóxicos quando seu teor nos tecidos é adequado (Huber, 1990).

5.9 Produção de tubérculos

Foi observada interação significativa entre as doses de N e K_2O , com relação à produção, exceto na fazenda São Matheus. Em todas as propriedades, o aumento das doses de N (até 200 Kg/ha) e a diminuição das doses de K_2O proporcionaram um incremento na produção de

tubérculos (Figuras 20 e 21). As melhores doses de potássio foram 0 Kg/ha, exceto na fazenda Paraíso, onde a aplicação de 150 Kg/ha foi benéfica, uma vez que os níveis encontrados no solo eram baixos. Com a aplicação dessas doses de K_2O , obteve-se, nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos, as melhores produções. De acordo com as equações de regressão, as produções máximas foram obtidas com as doses 0, 59 e 195 Kg de K_2O /ha, respectivamente nas fazendas Recanto Alegre, São Matheus e Paraíso. Incrementos pequenos ou mesmo reduções na produção tem sido observados em função de aumentos nas doses de potássio, em diferentes locais do país, tais como, São Sebastião do Paraíso-MG (Silva et al, 1995) e Itapetininga-SP (Kitamura et al., 1987). Silva et al. (1995) atribuíram a queda de produção com o aumento de K_2O até 332 Kg/ha à uma provável competição cationica entre K e Mg no solo. Tal fato pode ter ocorrido no presente estudo, uma vez que foram observadas reduções nos níveis foliares de Mg. Esse nutriente está envolvido na ativação de enzimas relacionadas com o metabolismo energético, sendo importante na síntese de carboidratos, além de acelerar o transporte dos carboidratos das folhas para os tubérculos da batata.

Com relação às doses de nitrogênio, aquelas em torno de 200 Kg/ha proporcionaram plantas mais produtivas. A adubação nitrogenada favoreceu a produção com maior intensidade na fazenda Paraíso, onde o ótimo foi atingido com níveis mais altos (206 Kg/ha de N) (Figura 20). Nas fazendas Recanto Alegre e São Matheus, o incremento de produção foi um pouco menor, tendo-se atingido o ótimo com as doses 170 e 190, respectivamente. Os aumentos significativos de produção com a adição de nitrogênio, até uma determinada dose, têm sido relatados por diversos autores, sendo que a dose ótima, para a cultivar Bintje, geralmente encontra-se em níveis mais elevados que outras cultivares, como a Radosa, de acordo com ensaios conduzidos por Takahashi et al. (1987) na região de Canoinhas- SC. Esses mesmos autores, utilizando a cultivar Bintje, na região de Ponta Grossa-PR, observaram, com a aplicação de 90 e 180 Kg de N/ha, respectivamente, um aumento de 15,4 e 22,0% na produção quando comparado com a obtida sem adubo nitrogenado.

Sempre quando são mencionados níveis de adubação que proporcionam produtividade máxima em uma determinada cultura, questiona-se sobre a economicidade dessa adubação. No caso da cultura da batata, essa preocupação torna-se, em muitos casos, desnecessária, uma vez que trata-se de uma cultura de alto custo por área (Fry, 1982). Takahashi et al. (1987), através de pesquisas realizadas nos estados de São Paulo e Paraná, observaram claramente a diferença

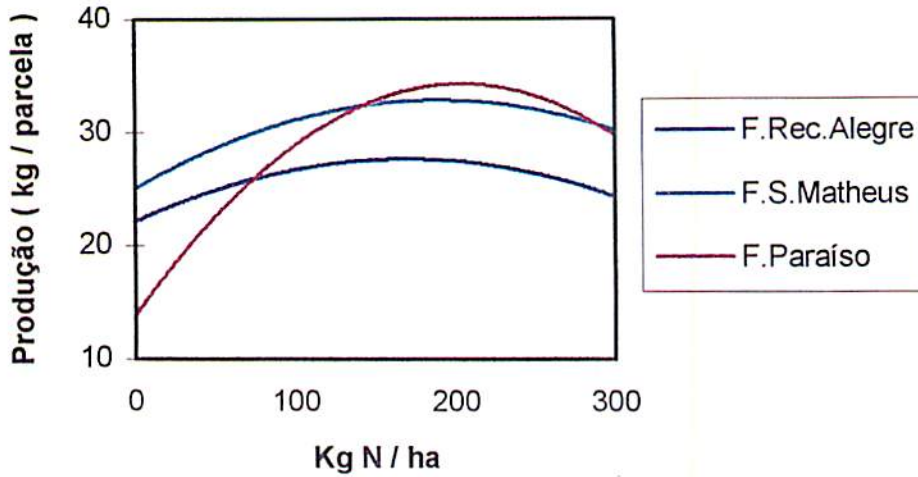


FIGURA 20: Regressão entre doses de nitrogênio e produção de tubérculos, na dose 0 de K_2O , na fazenda Recanto Alegre e 150 na Paraíso, Ibiá, MG.

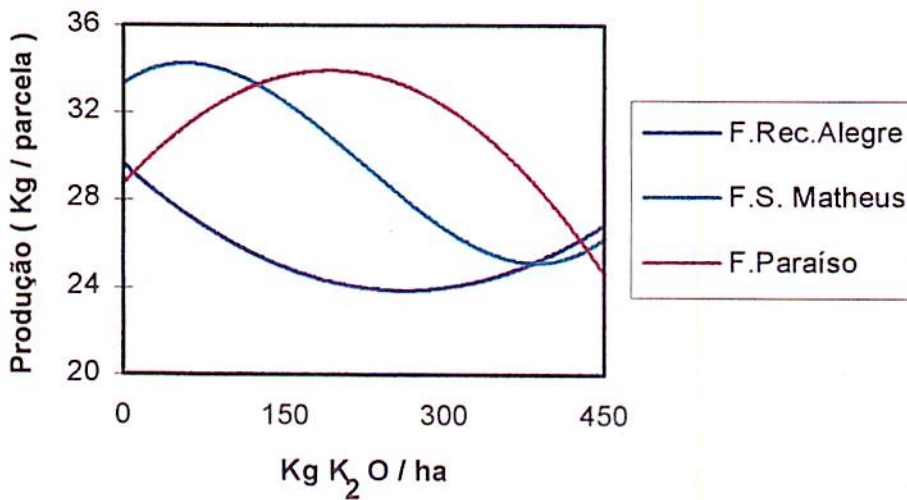


FIGURA 21: Regressão entre doses de potássio e produção de tubérculos, na dose 200 de N, nas fazendas Recanto Alegre e Paraíso, Ibiá, MG.

entre a dose máxima e a dose econômica para produção total em batata. Nessa cultura, conseqüentemente, pode-se preocupar apenas com as doses que proporcionam produtividades máximas, seja através do efeito direto do nutriente na planta ou efeitos indiretos, tais como influência na absorção de outros nutrientes ou incidência de doenças.

Através deste estudo, pôde-se observar que, com relação à adubação utilizada pela maioria dos produtores de batata, níveis mais baixos de potássio (0 e 150) trazem maiores rendimentos, pois os mesmos proporcionam plantas mais produtivas e resistentes à *Alternaria solani* e *Erwinia* spp. As melhores doses de nitrogênio, estão próximas das utilizadas na prática, em torno de 200 Kg/ha. As doses adequadas de nitrogênio, em cada local, são aquelas que suprem a planta suficientemente para uma produção máxima, promovem um bom controle de doenças, especialmente *Alternaria solani*, e não prolongam excessivamente o ciclo da cultura.

Deve-se salientar que, como o controle de doenças nestes experimentos não foi eficientemente realizado, com a finalidade de se mensurar a ocorrência das mesmas, não se pode afirmar se as maiores produtividades ocorreram em função dos efeitos do nutriente na planta, nos teores de outros nutrientes, na incidência de doenças ou, talvez, em mais de um aspecto. A forte ligação entre adubação, nível de doença (especialmente pinta preta) e produção, indica, provavelmente, uma interrelação complexa entre esses fatores.

5.10 Porcentagem de tubérculos com diâmetro transversal acima de 40 mm

A classificação dos tubérculos tradicionalmente adotada para a comercialização, no Brasil, baseia-se no tamanho da abertura das malhas de peneiras especiais (Filgueira, 1982). Os tubérculos com diâmetro acima de 45 mm são denominados graúdos (especiais) e recebem um melhor preço no mercado. Uma adubação adequada para controle de doenças deve, além de proporcionar boa produtividade, favorecer a produção de tubérculos com maior diâmetro. Nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos, observou-se maior porcentagem de tubérculos com diâmetro acima de 40 mm quando se aumentou a adubação nitrogenada até a dose 200 Kg/ha, sofrendo uma ligeira queda à partir de então. (Figura 22). Esses resultados demonstram que as adubações nitrogenadas em torno de 200 Kg/ha, além de proporcionarem um controle adequado de pinta preta e produtividade máxima, favorecem a ocorrência de tubérculos

graúdos. Tais resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Takesaki et al. (1987), onde a produção de tubérculos do tipo especial, em porcentagem, respondeu aos níveis de 90 e 180 Kg/ha, utilizando-se a cultivar Radosa, em Bragança Paulista-SP. Otaguiri et al. (1987), utilizando a mesma cultivar, em Itatiba-SP, encontraram também aumentos na porcentagem de tubérculos do tipo especial com o aumento de N, mas somente até a dose de 90 Kg/ha. As variações na adubação ideal para a produção de tubérculos graúdos podem ser devido ao nível de N nos solos e à cultivar utilizada. A cultivar Bintje é tida como mais exigente em nitrogênio que a cultivar Radosa (Takahashi et al., 1987).

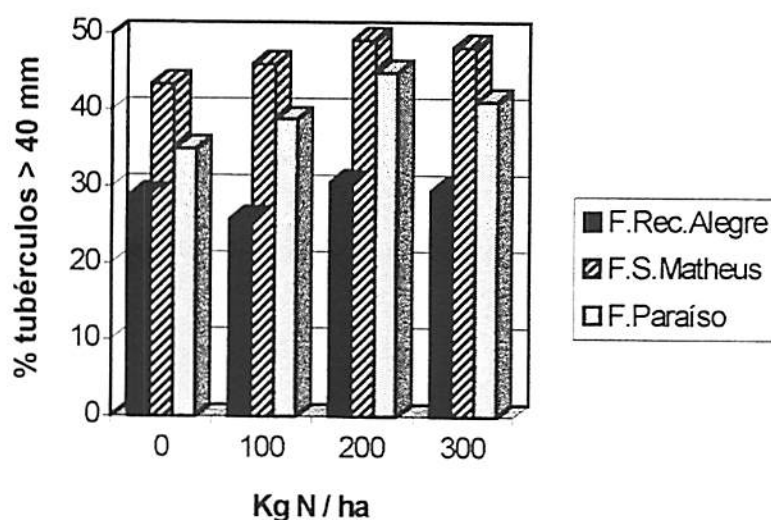


FIGURA 22: Efeito da adubação nitrogenada na porcentagem de tubérculos com diâmetro transversal acima de 40 mm, nas fazendas Recanto Alegre, São Matheus e Paraíso, Ibiá, MG.

5.11 Número de tubérculos apresentando crescimento secundário

O crescimento secundário ou “embonecamento” é um distúrbio fisiológico comum em tubérculos, ocasionado por uma série de fatores, dentre eles variações no teor de água no solo, principal causa segundo Filgueira (1982), temperaturas elevadas no solo, fotoperíodos longos, cultivar suscetível e alta disponibilidade de N. Nos experimentos conduzidos nas fazendas Paraíso e Recanto Alegre foram contados os tubérculos que apresentavam tal distúrbio (Tabela 12). Essa avaliação é importante para que possa recomendar uma adubação adequada, em todos os seus aspectos. Através dos resultados, pode se observar que a dose 200 Kg de N/ha, na fazenda Recanto Alegre, proporcionou uma ocorrência de “embonecamento” maior que na fazenda Paraíso. A ocorrência de uma dose ótima para produção em níveis mais altos de N nesse último local (206 Kg de N/ha contra 171 na fazenda Recanto Alegre), sugere a existência de níveis mais baixos desse nutriente no solo. Assim, na fazenda Paraíso, a incidência de embonecamento foi incrementada apenas com a aplicação de 300 Kg/ha. Com essas avaliações, confirmou-se a maior incidência de crescimento secundário nas maiores doses de nitrogênio, apesar de, muitas vezes, essas doses serem utilizadas em virtude de proporcionarem maiores produções.

TABELA 12: Efeito de doses de nitrogênio na incidência de “embonecamento” nos tubérculos, nas fazendas Recanto Alegre e Paraíso, Ibiá, MG.

Dose de N	Nº de tubérculos com “embonecamento” (média por tratamento)	
	Faz. Recanto Alegre	Faz. Paraíso
000	7,7	4,5
100	6,5	6,5
200	11,0	7,0
300	13,0	17,0

6 CONCLUSÕES

- 1) A incidência de canela preta diminuiu e a de podridões de hastes causadas por ferimentos aumentou com o incremento das doses de N de 0 a 300 Kg/ha, não sendo observada influência do potássio no tipo de sintoma causado por *Erwinia* spp.
- 2) Nas fazendas Recanto Alegre e São Matheus, foi observada maior incidência de *Erwinia* spp. em hastes nas doses intermediárias de nitrogênio e, na fazenda Paraíso, na dose 0. O aumento nas doses de potássio propiciou uma maior incidência de *Erwinia* spp. nas hastes, nos três locais.
- 3) O aumento nas doses de nitrogênio e a redução nas doses de potássio diminuiu a severidade da pinta preta.
- 4) Baseado nos resultados obtidos, recomenda-se doses próximas a 200 Kg de N e 0 e 150 Kg de K_2O /ha, quando o nível de potássio presente no solo for, respectivamente, alto e baixo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEFS, J. J. H. M.; VAN DOOIJEWERT, W.; PRUMEL, W.; KEISER, L. C. P.; HOOGENDOORN, J. Components of parcial resistance to potato blackleg caused by pectolitic *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* and *E. chrysantemi*. **Plant Pathology**, St. Paul, v. 45, n. 3, p.486-496, Jun. 1996.
- BARCLAY, G. M.; MURPHY, H. J.; MANZER, F. E.; HUTCHINSON, F. E. Effects of differential rates of nitrogen and phosphorus on early blight in potatos. **American Potato Journal**, New Brunswick, v.50, n. 1, p.42-50, Jan. 1973.
- BARTZ, J. A.; LOCASCIO, S. J.; WEINGARTNER, D. P. Calcium and potassium fertilization of potatoes grown in North Florida II. Effect on the bacterial soft rot potencial in the tubers. **American Potato Journal**, New Brunswick, v. 69, n. 1, p. 39-50, Jan. 1992.
- BISHT, V. S.; BAINS, P. S.; LETAL, J. A. A simple and efficient method to assess susceptibility of potato to stem rot by *Erwinia carotovora* subspecies. **American Potato Journal**, New Brunswick, v. 70, n. 8, p.611-616, Aug. 1993.
- BEDENDO, J. P. Ambiente e doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. (eds.) **Manual de Fitopatologia**, São Paulo: Ceres, 1995. p.331-341.
- BERGAMIN FILHO, A. Curvas de progresso da doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (eds.) **Manual de fitopatologia**, São Paulo: Ceres, 1995. p. 602-626.
- BRAGA FILHO, J.M.; EUCLIDES,R.F. SAEG - Manual Provisório. Viçosa: FUNARBE/ UFV, 1989. 246 p.
- BRASIL. Ministério da agricultura. Equipe técnica de sementes e mudas. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1977.

- BOITEUX, L. S.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. Identificação e caracterização da resistência do tipo redutora de taxa de progresso do crestamento foliar (*Alternaria solani*) em clones e cultivares de batata. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 86-90, mar. 1993.
- BOITEUX, L. S.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Potato early blight caused by *Alternaria alternata* in Brasil. **Plant disease**, St. Paul, p.397, Jan. 1994.
- COLHOUN, J. Effects of environmental factors on plant disease. **Annual Review of Phytopatology**, Palo Alto, v.11, p.343-364, 1973.
- COTHER, E.J.; SAVASITHAMPARAM, K. *Erwinia*: The "carotovora" group. In: FAHY, P.C.; PERSLEY, G.J. (eds.) **Plant Bacterial Diseases: A Diagnostic Guide**. Sydney: Academic Press, 1983. p. 87-106.
- DOUGLAS, D. R.; GROSKOPP, M. D. Control of early blight in eastern and southcentral Idaho. **American Potato Journal**, New Brunswick, v.51, n. 11, p.361-368, Nov. 1974.
- DOUGLAS D. R.; PAVEK, J. J. Screening potatoes for field resistance to early blight. **American Potato Journal**, New Brunswick, v. 49, n.11, p. 361-368, Nov. 1972.
- FILGUEIRA, F. A. R. Interação genótipo x ambiente em batata (*Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum*) UNESP; Jaboticabal, 1991. 124 p. (Tese Doutorado em Produção vegetal).
- FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo: Ceres, 1982. 357 p.
- FILGUEIRA, F. A. R. Nutrição mineral e adubação em bataticultura no centro - sul. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M.C. P. (eds.) **Nutrição e adubação de hortaliças**, Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.401-428.
- FRY, W. E. Potatoes in the Northeast. In: _____. **Principles of plant disease management**, San Diego: Academic Press, 1982. p.314 -318.
- GOMEZ, Y. M.; CANINO, N. S.; FUNDORA, M. Influência de la fertilización en las pudriciones causadas por *Erwinia carotovora* var. *carotovora* en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* Lin.) **Centro Agrícola**, Las Villas, v.16, n.3, p.32-39, 1989.

- GRAHAM, D. C.; HARPER, P.C. Effect of inorganic fertilizers on the incidence of potato blackleg disease. **European Potato Journal**, Wageningen, v.9., n.3, p. 141-145, Sept. 1996.
- GUDMESTAD, N. C.; SECOR, G. A.; LAMEY, H. A. Blackleg and soft rot of potatoes. Fargo: NDEU, 1990. 4 p.
- GUDMESTAD, N. C.; SECOR, G.A. Management of soft rot and ring rot. In: ROWE, R.C. **Potato - Health management**. St. Paul: APS Press, 1993. p.135-137.
- HARRISON, M. D.; VENETTE, J. R. Chemical control of potato early blight and its effect on potato yield. **American Potato Journal**, New Brunswick, v.47, n. 2, p.81-86, Feb. 1970.
- HOOKE, W.J. **Compendium of potato diseases**. St. Paul: APS Press, 1981. 125 p.
- HUBER, D. M. The role of nutrition in the take-all disease of wheat and other small grains. In: ENGELHARD, A.W. (ed) **Soilborne plant pathogens: Management of diseases with macro- and microelements**. St. Paul : APS Press, 1990. p. 46-74.
- ISHIKAWA, S. de F. T. Utilização da primeira geração clonal da cultivar Chiquita na produção comercial de batata (*Solanum tuberosum* L.) ESAL, Lavras, 1985. 69 p. (Tese - Mestrado em fitotecnia).
- JABUONKI, R.E.; HIDALGO, O.A. Doenças bacterianas. In: REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Produção de Batata**, Brasília: CNPH, 1987, p. 85-93.
- JABUONSKI, R. E.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; TAKATSU, A. Influência da temperatura no dano causado por *Erwinia* spp. em tubérculos de batateira. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 13, n.4, p.317-319, dez.1988.
- JOHANSON, A.; THURSTON, H. D. The effect of cultivar maturity on the resistance of potatoes to early blight caused by *Alternaria solani*. **American Potato Journal**, New Brunswick, v. 67, n.8, p.615-623, Aug. 1990.
- KITAMURA, K.; HASHIMOTO, S.; ANZAE, M.; HAGAHARA, O. Estudo preliminar de níveis de NPK em cultura da batata (*Solanum tuberosum* cv. Bintje), na região de Itapetininga - SP. In: **Cooperativa Agrícola de Cotia Ensaios e pesquisas: batata, cebola e alho**. São Paulo: CAC, 1987. p.178-179.

- KLEINSCHMIDT, G.D.; HAMMOND, D.F.; FIEDLER, D.J. The blackleg - soft rot disease complex in potatoes. **Current Information Series**, University of Idaho, n. 669. 4 p.
- LINDO, L. G.; FRENCH, E. R. Detección de infección latente de *Erwinia* spp. em papa. In: LOPES, C.A.; ESPINOZA, R. (eds.). **Enfermedades bacterianas de la papa**. Lima: CIP / EMBRAPA, CNPH, 1994. p.83-86.
- LYON, G. D. The biochemical basis of resistance of potatoes to soft rot *Erwinia* spp.: a review. **Plant Pathology**, Palo Alto, v. 38, n. 2, p.313-339, Jun.1989.
- MC GUIRE, R.; KELMAN, A. Reduced severity of *Erwinia* soft rot in potato tubers with increased calcium content. **Phytopathology**, St. Paul, v.74, n. 10, p.1250-1256, Oct.1984.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 647p.
- MOLINA, J.J.; HARRISON, M.D. The role of *Erwinia carotovora* in the epidemiology of potato blackleg. II. The effect of soil temperature on disease severity. **American Potato Journal**, New Brunswick, v.57, n.8, p.350-363, Aug. 1980.
- MORAES, R. de A. Efeito da adubação fosfatada e do gesso agrícola sobre a produção de batata (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Aracy, ESAL, Lavras, 1991. 81 p. (Tese - Mestrado Fitotecnia).
- NIEDERHAUSER, J.S. International Cooperation in Potato Research and Development. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 31, p.1-21, 1993.
- OTAGUIRI, H. A.; TAKAHASHI, N.; UAITI, P. A.; TAKESAKI, F. Estudo preliminar de níveis ideais de NPK na cultura da batata (*Solanum tuberosum* cv. Radosa) irrigada, na região de Itatiba-SP. In: Cooperativa Agrícola de Cotia **Ensaio e pesquisas : batata, cebola e alho**. São Paulo: CAC, 1987. p.175-179.
- PSCHEIDT, J. W.; STEVENSON, W. R. The critical period for control of early blight (*Alternaria solani*) of potato. **American Potato Journal**, New Brunswick, v. 65, n. 6, p. 425 -438, Jun. 1988.

- PEREIRA, J. C. R.; SILVA-ACUÑA, R.; PEREIRA, A. A.; GUIMARÃES, F. B. Efeito de fontes de nitrogênio em componentes da resistência à ferrugem do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p.292-295, jun. 1996.
- PÉROMBELLON, M. C. M.; KELMAN, A. Ecology of the soft rot *Erwinias*. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 18, p.361-387, 1980.
- REIFSCHNEIDER, F. J. B.; CARVO, O. A.; LACERDA, F.N.; LOPES, C.A. Tamanho e número de lesões como indicadores de resistência de batata (*Solanum tuberosum* L.) à *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Soroauer. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 7, p.277-280, jun. 1981.
- REIFSCHNEIDER, F. J. B.; LOPES, C.A. L.; COBBE, R. V. Manejo integrado das doenças da batata. Brasília: CNPH, 1989. 15 p. (Circular técnica).
- REIFSCHNEIDER, F. J. B.; OGAWA, S.; FRANÇA, F. H.; BARBOSA, S. Uso de fungicidas e inseticidas na produção de batata semente e a recomendação da pesquisa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 37-38, nov. 1986.
- REIFSCHNEIDER, F. J. B. Principais doenças fúngicas. In: _____. **Produção de batata**, Brasília: CNPH, 1987. p. 94-102.
- REIS JÚNIOR, R. A. Produção, qualidade de tubérculos e teores de potássio no solo e no peciolo de batateira em resposta à adubação potássica. UFV: Viçosa, 1995. 93 p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- REIS NETO, J. As bacterioses e a queda de produção. **Correio Agrícola**, São Paulo, v.3, p. 471-473, 1982.
- ROBBS, C. F. Taxonomia, bio-ecologia e principais representantes do gênero *Erwinia* no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, n. 6, p.304-306, jun. 1981.
- ROWE, R.C. Future challenges in managing potato health. **American Potato Journal**, New Brunswick, v. 69, n.10, p.769-773, Sep. 1992.
- ROMEIRO, R. S. **Bactérias fitopatogênicas**. Viçosa: UFV, 1995. 283 p.

- STAVELY, J. R.; SLANA, L.J. Relation of leaf age to reaction of tobacco to *Alternaria alternata*. **Phytopathology**, Palo Alto. v.61, n. 1, p. 73-78, Jan.1971.
- STEVENSON, W. R. Management of early blight and late blight. In: ROWE, R. C. **Potato - Health management**. St. Paul: APS Press, 1993. p.141-147.
- SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, Palo Alto, v. 67, p.1051-1056, Aug. 1977.
- SILVA, E. B.; NOGUEIRA, F.D.; PÁDUA, J.G.; GUTMARÃES, P.T.G. Efeito de fontes e doses de k sobre a produção de batata (*Solanum tuberosum* L.) cv. "Monalisa". In: CONGRESSO PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 8, Lavras, 1995. Anais... Lavras: UFLA, 1995. p. 171-172.
- SOUTANPOUR P. N.; HARRISON, M. D. Interrelations between nitrogen and phosphorus fertilization and early blight of potatoes. **American Potato Journal**, New Brunswick, v. 51, n. 1, p. 1-7, Jan. 1974.
- SPADOTTO, C.A.; BETTIOL, W. Uso de fungicidas e potencial de contaminação ambiental no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.21, p. 435, 1996. (Resumo XXIX Congresso Brasileiro de Fitopatologia).
- TAKAHASHI, N.; KANDA, N. E.; HIGARI, C.; NORONHA, M. Influência de níveis de nitrogênio, fósforo e potássio no rendimento de tubérculos da batata (*Solanum tuberosum* L.) em 2 (dois) solos no município de Guarapuava -PR Safra agosto - setembro /82. In: Cooperativa Agrícola de Cotia **Ensaio e pesquisas: batata, cebola e alho**. São Paulo: CAC, 1987. p.182-183.
- TAKAHASHI, N.; OGAWA, S.; BASÍLIO, E. G. Efeitos de diferentes níveis de nitrogênio na produção de batata semente na região de Canoinhas. In: Cooperativa Agrícola de Cotia **Ensaio e pesquisas: batata, cebola e alho**. São Paulo: CAC, 1987. p. 184 -186.
- TAKESAKI, F.; NAKAHARA, E. T.; MURANAKA, G.; YOKOO, H. Estudo preliminar de níveis ideais de NPK em cultura de batata (*Solanum tuberosum* L.) na região de Bragança Paulista-SP. In: **Ensaio e pesquisas: batata, cebola e alho**. São Paulo: CAC, 1987. p.175-181.

- TOKESHI, H. ; BERGAMIN, A.F. Doenças da batata - *Solanum tuberosum* L. In: GALLO, F. **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Ceres, 1980. p.103-105.
- VAN ANDEL, O. M. Amino acids and plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.4, p.349-368, 1966.
- YAMADA, T. **A nutrição mineral e a resistência das plantas às doenças**. Piracicaba: POTAFOS, 1995. (Informações agronômicas nº 72)
- YORINORI, N. A.; BRUNE, S.; MELO, P. E.; LOPES, C. A. Comparação entre escalas de avaliação da severidade da pinta-preta da batata. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.21, p.389, 1996. (Resumo XXIX Congresso Brasileiro de Fitopatologia).
- ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Santa Maria, v.1, p.275-318,1993.