

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”  
DEPARTAMENTO DE ENTOMOLOGIA, FITOPATOLOGIA E ZOOLOGIA AGRÍCOLA

Setor de Fitopatologia  
Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Fitopatológica

**Resistência de cultivares de batata a isolados de  
*Streptomyces* spp e a fitotoxina taxtomina A**

Orientador: Prof. Dr. Sérgio F. Pascholati  
Graduando: Ely Oliveira Garcia

**Piracicaba  
2006**

## SUMÁRIO

### 1.0 RESUMO

### 2.0 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

2.1. Importância econômica da cultura da batata

2.2. Importância da sarna comum

2.3. Taxtominas e patogenicidade de *Streptomyces scabies*

2.4. Justificativa

### 3.0. OBJETIVOS

### 4.0 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Planta teste

4.2. Isolados de *Streptomyces scabies*

4.3. Produção, extração, identificação e quantificação de taxomina A

4.4. Reação de cultivares comerciais ao patógeno

4.5. Sensibilidade de tubérculos de diferentes variedades de batata a taxtomina A

### 6.0. FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 7.0. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## 1.0. RESUMO

A sarna comum da batata é causada por diferentes espécies bacterianas pertencentes ao gênero *Streptomyces*, dentre estas, se destaca a espécie *S. sacabies*. Os reais prejuízos causados pela doença em nosso país são pouco conhecidos em função da ausência de levantamentos. Porém, recentemente esta doença tem causado preocupação aos órgãos de pesquisa agrônômica envolvidos na cadeia produtiva da batata, principalmente devido as crescentes reclamações por parte dos bataticultores.

No Brasil a pesquisa com o patossistema batata - sarna comum é praticamente inexistente. Há a necessidade da realização de estudos visando conhecer o grau de resistência dos cultivares atualmente plantados ao patógeno, bem como o desenvolvimento de métodos rápidos de avaliação da resistência de diferentes variedades ao agente causal.

Dessa forma, o projeto propõe estudar a reação dos cultivares mais plantados no Brasil ao agente da sarna comum da batata. Assim como o estudo da possibilidade de seleção de variedades resistentes ao patógeno baseada na sensibilidade de tubérculos de batata à fitotoxina produzida pelo agente causal da doença.

## 2.0. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

### 2.1. Importância econômica da cultura da batata

A cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) atualmente ocupa o quarto lugar em importância mundial entre as culturas destinadas à alimentação (FIGUEIRA, 2003).

A produção brasileira de tubérculos é de aproximadamente 2,9 milhões de toneladas provenientes de uma superfície cultivada de 135 mil hectares (FAO, 2006). São Paulo contribui com aproximadamente 780.000 ton distribuídas em 32.000 ha (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2006).

A cadeia produtiva envolve considerável volume de recursos e significativa mão-de-obra, estimando-se que 25 mil famílias ocupam-se diretamente na produção (PEREIRA & DANIELS, 2003).

Em relação ao custo de produção da cultura, os principais componentes são: sementes (35 %), fertilizantes (15 %), defensivos (15 %) e mão-de-obra (10 %) (EMBRAPA, 1999). Neste cenário a preocupação em conseguir aperfeiçoar a qualidade fitossanitária e reduzir os custos de produção é uma preocupação constante dos pesquisadores (FAVORETTO, 1990).

### 2.2. Importância da sarna comum

A sarna comum é uma doença relatada em todas as áreas produtoras de batata do mundo (LORIA et al., 1997). Caracteriza-se por formar lesões corticosas, superficiais ou profundas as quais causam depreciação dos tubérculos especialmente aqueles destinados ao comércio *in natura* (SOUZA DIAS & IMAUTI, 2005). Esta doença é causada por bactérias pertencentes a diferentes espécies do gênero *Streptomyces*, as quais são Gram positivas, formadoras de esporos em cadeias e pseudomicélio filamentosos, estruturas estas normalmente encontradas em fungos. A espécie mais comum relatada em diferentes regiões onde a batata é

cultivada é *Streptomyces scabies* (Thaxt.) Lambert & Loria (LORIA et al., 1997). No Brasil acredita-se que esta espécie também seja a mais freqüente, porém demanda-se de levantamentos que confirmem essa informação.

Nos Estados Unidos, esta doença foi considerada como a quarta em importância econômica pelos produtores (SLACK, 1991). No Brasil há poucas informações quanto ao impacto econômico no agronegócio da batata devido à quase ausência de levantamentos. Porém, Nunes (2002) observou que dependendo da variedade cultivada as perdas, devido a depreciação dos tubérculos, podem chegar até 83%. Fischer et al. (2005) observam que tem havido, recentemente, um drástico aumento no número de reclamações de produtores quanto ao aumento da incidência da doença, a qual é atribuída a baixa qualidade do material propagativo.

Outras espécies do gênero *Streptomyces* podem atacar a batata podendo causar sintomas do tipo “sarna comum” ou lesões superficiais. Ao todo pelo menos 13 espécies distintas de *Streptomyces* incidem sobre a cultura (DESTÉFANO et al., 2006). Espécies de *Streptomyces* que infectam batata podem também atacar outras culturas como beterraba, rabanete, repolho, nabo amendoim, salsa e cucurbitáceas (JONES, 1953; LORIA et al., 1997).

A interação entre as diferentes espécies de *Streptomyces* exibindo distintos graus de agressividade e variabilidade fisiológica, com as diferentes variedades de batata exibindo diferentes níveis de resistência ao patógeno pode dar origem a diferentes sintomas, além da sarna comum. Um deles é a sarna reticulada (BANG, 1979; SCHOLTE & LABRUYERE, 1985) caracterizada por lesões superficiais necróticas e ásperas limitadas à periderme do tubérculo as quais assumem aspecto de rede. Estas, porém nunca ocorrem em elevação ou profundidade como a sarna comum. Uma variante da sarna reticulada é a sarna ferruginosa (HARRISON, 1962), que adicionalmente às lesões com aspecto de rede, apresenta coloração avermelhada nas regiões sintomáticas. Adicionalmente à *S. scabies* as espécies *S. aureofacies*

e *S. griseus* são listadas como responsáveis pela sarna reticulada e ferruginosa (FAUCHER et al., 1993).

#### **2.4. Taxtominas e patogenicidade de *Streptomyces scabies***

Especulações a respeito da possível produção de fitotoxinas como mecanismo de patogenicidade de *Streptomyces* datam do início do século passado (FELLOWS, 1926). Porém, a confirmação dessa hipótese somente concretizou-se com o trabalho de Russel King e colaboradores (KING et al., 1989), que isolaram e caracterizaram uma fitotoxina responsável pela necrose de tecidos de tubérculos de batata. A fitotoxina teve a sua estrutura definida por métodos espectroscópicos, como sendo uma molécula de 4-nitroindol-3-il contendo 2,5-dioxopiperazina. Esta fitotoxina passou a ser chamada de “Taxtomina” em homenagem ao pesquisador Roland Thaxter, o qual foi o primeiro a estabelecer a relação entre *S. scabies* e a sarna da batata (KING & LAWRENCE, 1996).

A hipótese que sustenta a taxtomina como sendo a responsável pela patogenicidade de *Streptomyces* é a correlação existente entre a produção da toxina e a patogenicidade do respectivo isolado (KING et al., 1991). Taxtominas são, portanto, fatores de patogenicidade uma vez que é necessária a sua síntese e excreção para que o isolado seja capaz de incitar a formação de sintomas. Há também uma correlação positiva entre a quantidade de toxina produzida por um determinado isolado e a severidade da doença por ele incitada em tubérculos de batata (LORIA et al., 1995). Mutantes de *S. scabies*, com reduzida produção da fitotoxina, mostraram-se também menos agressivos ou mesmo não patogênicos (GOYER et al., 1998). Taxtominas são fitotoxinas do tipo não seletivas uma vez que em baixas concentrações (0,1  $\mu\text{M}$ ) interferem no crescimento de plantas de diferentes famílias botânicas, sejam estas mono ou dicotiledôneas (LEINER et al., 1996).

Atualmente é conhecida mais de uma dezena de diferentes análogos de taxtominas (LORIA et al., 1997). Um mesmo isolado pode produzir diferentes análogos, porém, a

taxtomina A é encontrada em maior proporção em tecidos sintomáticos de batata. Segundo King et al. (1991) a proporção de taxtomina A em relação a taxtomina B, o segundo mais abundante análogo, é de 20:1.

Até o momento não é conhecida exatamente a maneira pela qual as taxtominas causam necrose em tubérculos de batata ou nanismo em plântulas de outras espécies vegetais porém acredita-se que o alvo seja conservado em células vegetais e não conservado em fungos e bactérias, uma vez que estes últimos são insensíveis à toxina (LORIA et al., 1997). Ensaios iniciais demonstraram que Taxtominas causam alterações no fluxo de íons como o  $\text{Ca}^{++}$  e  $\text{H}^+$  através da membrana plasmática (TEGG et al., 2005). A indução de morte celular programada por Taxtominas foi observada por Duval et al. (2005). Já Scheible et al. (2003) acreditam que o sítio de ação da referida fitotoxina seja o bloqueio da biosíntese de celulose.

Segundo Loria et al. (1995), Taxtominas podem ser produzidas tanto em secções de tubérculos de batata quanto em meio de cultivo *in vitro*. Estes autores quantificaram a produção de Taxtomina A produzida pelo patógeno a partir do seu cultivo em diferentes meios de cultura e observaram que o caldo obtido a partir da cocção de grãos de aveia em água proporcionaram os resultados mais reprodutíveis para diferentes isolados do patógeno.

## **2.5. Justificativa**

O histórico da cultura da batata no Brasil indica um aumento no número de reclamações sobre a ocorrência da sarna comum nestes últimos anos (FISCHER et al., 2005), a qual constitui-se em uma doença de elevada gravidade seja pelos prejuízos causados ou pela dificuldade de seu efetivo controle. Adicionalmente, não se conhece o grau de resistência dos cultivares de batata plantadas à sarna comum.

Ensaios preliminares realizados no Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Fitopatológica da ESALQ/USP têm demonstrado que tubérculos de diferentes cultivares de

batata apresentaram distintos graus de sensibilidade a fitotoxina purificada de *S. scabies*. Essa observação merece ser investigada em maior profundidade, pois caso seja comprovada correlação positiva entre a insensibilidade a fitotoxina e a resistência da planta ao patógeno, esse critério pode ser usado em trabalhos de seleção e melhoramento de variedades visando à resistência à doença. Dessa maneira, a avaliação de materiais quanto à resistência à sarna comum pode ser reduzida de aproximadamente 140 dias para algo em torno de 10 dias. Adicionalmente, caso a metodologia de seleção de materiais resistentes por meio da sensibilidade a toxina, evita interferências devido aos efeitos ambientais.

O trabalho proposto faz parte de um projeto que está sendo desenvolvido pelos pesquisadores do Laboratório de Bacteriologia Vegetal do Instituto Biológico em convênio com a Associação Brasileira da Batata, sendo responsáveis pelo projeto os PqCs Dra. Irene Maria Gatti de Almeida, Dra. Suzete Aparecida Lanza Destéfano, Dr. Júlio Rodrigues Neto e o Dr. Luiz Otávio Saggion Beriam. O projeto prevê o levantamento das espécies de *Streptomyces* causadores da sarna da batata que ocorrem no Estado de São Paulo, bem como a sua caracterização. Este trabalho contempla a avaliação da produção da fitotoxina taxtomina A.

O Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Fitopatológica dispõe de equipamentos, pessoal capacitado assim como de metodologia ajustada para trabalhos de rotina no tocante a produção, extração, detecção, identificação e purificação da taxtomina A.

Caso os resultados obtidos na execução do presente trabalho sejam promissores, estes poderão ser aprofundados em uma possível dissertação de mestrado, caso o bolsista venha a ingressar no programa de pós-graduação.



### 3.0. OBJETIVOS

- 3.1. Determinar o grau de resistência e/ou suscetibilidade dos cultivares de batata mais plantadas no Brasil à sarna comum;
- 3.2. Determinar a sensibilidade dos mesmos cultivares a fitotoxina produzida por *S. scabies*;
- 3.3. Estudar a possível correlação entre a insensibilidade à toxina e a resistência à sarna comum da batata.

### 4.0. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 4.1. Planta teste

Serão usados tubérculos sadios de batata, das cultivares Ágata, Asterix, Bintje, Monalisa, Mondial, Atlantic por serem estas as mais plantas atualmente no país (ABBA, 2006). Os tubérculos sadios de tais variedades serão fornecidos pela Associação Brasileira da Batata (ABBA), Itapetininga/SP.

#### 4.2. Isolados de *Streptomyces scabies*

Por ser a espécie mais frequentemente encontrada associada à sarna comum, neste estudo serão usados isolados de *Streptomyces scabies*. As culturas a serem usadas, em número de 20, serão provenientes da Coleção de Culturas de Fitobactérias do Instituto Biológico (IBSBF), Campinas, SP. Todos os isolados a serem usados nos ensaios já tiveram a sua patogenicidade previamente comprovada pela equipe da referida instituição.

#### 4.3. Produção, extração, identificação e quantificação da taxtomina A

**Produção e extração da fitotoxina.** Será adotada a metodologia de Loria et al.

(2001). Os isolados, preservados por liofilização, serão resuspenso em solução salina (NaCl 0,85 %) previamente esterilizada por autoclavagem, e semeados na superfície de meio extrato de aveia ágar por 10 dias em temperatura de 28 °C. O referido meio será obtido pela decocção de 20 g de aveia por 20 min em água, sendo posteriormente filtrado em gase, o volume completado para 1000 mL e o pH ajustado em 7,2 através da adição de solução de NaOH 1 M. Os esporos produzidos serão suspensos em solução salina acrescida de Tween 80 na concentração de 0,001 %. A concentração dos esporos será padronizada para  $A_{540} = 1,0$  e 1 mL da suspensão será adicionado à 50 mL de meio de cultura de extrato de aveia líquido contido em Erlenmeyers de 125 mL. Cada isolado será cultivado em triplicata sob agitação orbital (150 rpm) em temperatura de 28 °C por quatro dias, quando o conteúdo de cada Erlenmeyer será filtrado em papel Whatmann nº 1. De cada repetição, 30 mL do filtrado será transferido para um funil de separação onde será submetido a extração da toxina com 45 mL de acetato de etila. Será coletada a fração referente ao acetato de etila e o filtrado submetido novamente à extração em mais 45 mL do solvente. As duas fases de acetato de etila, contendo a taxtomina A, serão combinadas, desidratadas com sulfato de sódio anidro, e o solvente evaporado sob vácuo. O pó resultante será resuspenso em 2 mL de metanol e armazenado para a realização dos ensaios.

**Identificação da fitotoxina:** A taxtomina A será identificada por cromatografia de camada delgada-TLC (TLC= *Thin layer chromatography*) conforme a técnica usada por Goyer et al., (1998). Para tanto, os extratos provenientes dos diferentes isolados serão aplicados em placas de TLC contendo sílica gel 60 em espessura de 250 µm. O solvente a ser usado será clorofórmio/metanol na proporção de 9:1. A taxtomina A será identificada pelo coeficiente relativo de retenção- $R_f$  ( $R_f = Retention factor$ ) das amostras e da Taxtomina A purificada gentilmente fornecida pelo Dr. Russel R. King (Agriculture and Agri-Food Canada,

Research Branch, Fredericton Research Center). Será considerado produtor de taxtomina A, o isolado em cujo extrato forem detectadas bandas com o mesmo  $R_f$  da taxtomina A purificada.

**Quantificação da concentração de taxtomina A presente nos extratos:** Será adotada a técnica de Goyer et al., (1998) na qual a concentração de taxtomina A é determinada por Cromatografia Líquida de Alta Performance (HPLC- *High performance liquid chromatography*). Será utilizada coluna C18 medindo 3,9 mm x 125 mm contendo resina com partículas de 10  $\mu\text{m}$ . A amostra será eluída em um gradiente de 25 a 50% de acetonitrila por 20 min em fluxo de 1,3  $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$  monitorada em 249 nm usando um detector de ultravioleta. Uma curva padrão será estabelecida usando concentrações conhecidas de taxtomina A purificada. Os resultados serão expressos em microgramas de toxina por mililitro de sobrenadante.

#### **4.4. Reação de cultivares comerciais ao patógeno**

Nesta etapa será testada, em casa-de-vegetação, a susceptibilidade dos 6 cultivares de batata mais plantas no País a três diferentes isolados de *S. scabies*. A escolha desses três isolados será feita com base nos resultados da etapa anterior. Dos três isolados será selecionado um isolado produtor de alta quantidade da toxina, um de nível intermediário e um terceiro produtor de baixo nível de taxtomina A.

**Inoculação do substrato com o patógeno:** O solo a ser utilizado será previamente esterilizado e composto de terra, esterco bovino curtido e areia, na proporção de 2:2:1, acrescido de três gramas/vaso da formulação química 4-14-8 (FISCHER et al., 2005). O pH do substrato será mantido em torno de 6,3 pela adição de  $\text{CaCO}_3$ , por ser apropriado à infecção pelo patógeno (LAPWOOD & HERING, 1970). O substrato será distribuído em vasos com capacidade de 2 Kg de solo e os primeiros 10 cm de solo serão inoculados com 20 mL de suspensão de esporos de *S. scabies* cuja concentração será previamente ajustada para  $A_{540} = 1,0$  (BOUCHEK-MECHICHE et al., 2000).

**Plantio dos tubérculos e condução do ensaio:** Tubérculos das diferentes cultivares serão previamente desinfestados em hipoclorito de sódio (0,5 %), por 15 min, enxaguados em água destilada por mais 15 min e plantados no dia posterior a infestação do solo em número de um tubérculo/vaso.

Cada combinação cultivar/isolado terá quatro repetições. Como controle, tubérculos de batata serão plantados em solo não infestado com o patógeno.

Será realizada uma adubação de cobertura com nitrato de cálcio na proporção de 6 gramas por vaso, quando as plantas apresentarem cerca de 20 cm de altura, aproximadamente aos 25 dias do plantio, por considerar o aumento da relação Ca/P favorável à infecção da bactéria *Streptomyces* (DAVIS et al., 1972).

Cada vaso será regado individualmente procurando manter a umidade do solo baixa, principalmente durante a fase de tuberização, como forma de favorecer a infecção dos tubérculos pela bactéria (LAPWOOD & HERING, 1970).

O monitoramento de pragas e doenças será realizado diariamente, efetuando-se o controle do ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus*) com acaricida a base de Abamectina e o controle da traça da batata (*Phthorimaea operculella*) com inseticida a base de Spinosad, que embora não tenham registro para a cultura da batata são os mais efetivos e disponíveis. Será efetuado o tutoramento das plantas para um melhor desenvolvimento destas.

**Avaliação dos resultados:** Com a senescência de 50 % das plantas, em torno de 120 dias após o plantio, será avaliada a severidade da sarna comum em cada um dos quatro maiores tubérculos de batata em cada repetição por meio da escala diagramática proposta por James (1971). Onde nota 1= 0 % da superfície do tubérculo recoberta por sarna, nota 2= 0,1 a 1,0 % nota 3= 1,1 a 10 %, nota 4= 10,1 a 25 % e nota 5= 25,1 a 50 %. As notas serão transformadas em porcentagem de área lesionada, as quais serão submetidas à análise fatorial visando observar uma possível interação isolado/cultivar. A severidade da doença de cada

uma das quatro repetições será obtida pela média aritmética da severidade dos quatro tubérculos validados.

Este ensaio será repetido no tempo duas vezes com um mês de intervalo entre a instalação do primeiro e o início do segundo.

#### **4.5. Sensibilidade de tubérculos de diferentes variedades de batata a taxtomina A**

**Obtenção da toxina:** Neste ensaio, serão usados os mesmos isolados testados no ensaio de sensibilidade dos cultivares comerciais ao patógeno. A produção e extração da toxina será feita usando a mesma metodologia descrita no item 4.3. A taxtomina A será purificada de acordo com a técnica de Leiner et al. (1996). Para tanto, o extrato metanólico contendo a fitotoxina será aplicado em placas de TLC de fase reversa Whatmann LKC-18F medindo 20x20 cm, com 250 µm de espessura, usando como solvente acetona e água (3:2). Bandas de coloração amarela que co-migrarem com a fitotoxina purificada serão removidas e eluídas em metanol. A purificação será feita em HPLC aplicando as amostras em coluna C18 as quais serão eluídas em metanol.

O teste de sensibilidade de tubérculos de batata a taxtomina A será executado seguindo a metodologia desenvolvida por Loria et al. (1995). Para tanto, tubérculos de batata dos cultivares Ágata, Asterix, Bintje, Monalisa, Mondial e Atlantic, produzidos em casa-de-vegetação serão lavados com água e sabão, descascados e desinfestados superficialmente com hipoclorito de sódio. Discos de porções centrais dos tubérculos medindo 1,5 cm de diâmetro e 5 mm de espessura serão obtidos com o auxílio de um furador de rolha. Os fragmentos de tubérculos serão distribuídos em placas de Petri, sendo que cada placa receberá cinco discos acondicionados sobre um disco de papel filtro umedecido. Sobre os discos de tubérculos de cada variedade serão depositadas diferentes concentrações de taxtomina A purificada. As concentrações a serem usadas são de 2, 1, 0,5, 0,25, e 0,125 µg dissolvidas em 15 µL de

metanol. Como controle, na superfície dos fragmentos de tubérculos de batata será depositado apenas metanol. As placas contendo os diferentes tratamentos serão vedadas com filme de polietileno e serão mantidas em temperatura de 28 °C por 24 h quando serão avaliadas quanto à presença ou não de manchas necróticas na região do tubérculo onde foi depositada a fitotoxina.

A avaliação será realizada observando-se a menor quantidade de fitotoxina necessária para a indução de necrose nos tubérculos das diferentes cultivares.

Os dados serão submetidos à análise fatorial visando detectar possíveis interações entre a fitotoxina proveniente dos diferentes isolados e a reação das diferentes cultivares.

Serão considerados com elevado nível de insensibilidade a fitotoxina, aqueles cultivares cujos sintomas de necrose forem observados somente naqueles tubérculos que receberam as mais altas doses de taxtomina A.

## 6.0. FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

**Quantificação de Taxtomina A:** Os dados serão analisados em esquema inteiramente casualizado. A quantidade de toxinas expressa em microgramas de toxina por mililitro de sobrenadante provenientes dos diferentes isolados serão submetidas a análise de variância. Havendo diferença significativa entre as médias estas serão comparadas pelo teste de Tukey (5 % de probabilidade).

**Reação dos cultivares ao patógeno:** Os dados serão analisados em esquema fatorial sendo dois fatores (cultivar x isolado). O fator cultivar terá seis níveis constituídos pelos seis diferentes cultivares, enquanto o fator isolado terá quatro níveis (três isolados + controle). Havendo diferença entre as médias estas serão comparadas pelo teste de Tukey (5 %). E sendo observada interação isolado/cultivar serão realizados os desdobramentos necessários.

**Sensibilidade de tubérculos dos diferentes cultivares a taxtomina A:** Os dados

referentes à quantidade mínima necessária de Taxtomina A para induzir necrose nos discos de tubérculos de batata das diferentes cultivares serão analisados em esquema fatorial composto por dois fatores (isolados x cultivares). O fator isolado será composto por três níveis representados pelos três isolados e o fator cultivar pelos 6 cultivares. Havendo diferença entre as médias estas serão comparadas pelo teste de Tukey (5 %). Sendo observada interação entre isolado x cultivar serão realizados os desdobramentos necessários.

**Correlação entre suscetibilidade ao patógeno e sensibilidade a fitotoxina:** Os valores de severidade da sarna comum e os valores de mínima quantidade de fitotoxina necessária para induzir necrose em tubérculos de batata serão submetidos à análise de correlação simples visando detectar possível associação entre a insensibilidade à toxina e a resistência da planta ao patógeno.

Para todas as análises será utilizado o software SAS para Windows.

## 7.0. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Os ensaios serão conduzidos nas dependências do Campo Experimental e no Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Fitopatológica do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Campus Piracicaba (ESALQ/USP), segundo o cronograma abaixo:

**Tabela 1:** Cronograma de Atividades

	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
<b>Manutenção de isolados</b>	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Produção de toxinas</b>	X					X	X	X
<b>Teste de reação de cultivares</b>		X	X	X	X	X	X	
<b>Teste de reação de cultivares a toxima</b>						X	X	X

Análise estatística dos resultados		X						X
------------------------------------	--	---	--	--	--	--	--	---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. Variedades de batata mais plantadas atualmente no Brasil. Disponível em : [www.abbabatatabrasileira.com.br](http://www.abbabatatabrasileira.com.br) (Acessado em: 30-01-2006).
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. A Agricultura Brasileira em números. Disponível em : [www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br) (Acessado em: 30-01-2006).
- BANG, H. Studies on potato russet scab. I. A characterization of different isolates from northern Sweden. **Academic Agriculture ac Technicae Olstensis, Agricultura** 29: 145-150, 1979.
- BOUCHEK-MECHICHE, K.; PASCO, C.; ANDRIVON, D. & JOUAN, B. Differences in host range, pathogenicity to potato cultivars and response to soil temperature among *Streptomyces* species causing common and netted scab in France. **Plant Pathology** 49: 3-10, 2000.
- DAVIS, J.R.; GARDNER, J.G.; CALLIHAN, R.H. & MCDOLE, R.E. Fertilizer effects on potato scab and a correlation with nutrients in tuber peelings. **American Potato Journal** 49: 361, 1972.
- DESTÉFANO, S.A.L.; RODRIGUES NETO, J. Streptomyces: Causadores da sarna da batata. Disponível em : [www.abbabatatabrasileira.com.br](http://www.abbabatatabrasileira.com.br) (Acessado em: 30-01-2006).
- DUVAL, I.; BROCHU, V.; SIMARD, M.; BEAULIEU, C. & BEAUDOIN, N. Thaxtomin A induces programmed cell death in *Arabidopsis thaliana* suspension-cultured cells. **Planta** 222: 820-831, 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. A cultura da Batata.



- EMBRAPA SNH, 1999. 184p.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations: The statistics division.  
[www.fao.org](http://www.fao.org) (Acessado em 30-01-2006)
- FAUCHER, E.; OTRYSKO, B.; PARADIS, E.; HODGE, N.C.; STALL, R.E. & BEAULIEU, C. Characterization of *Streptomyces* causing russet scab in Quebec. **Plant Disease** 77: 1217-1220, 1993.
- FAVORETTO, P. 1990. Parâmetros de crescimento e marcha de absorção de nutrientes na produção de minitubérculos de batata cv Atlantic. São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado) 152p.
- FELLOWS, H. Relation of growth in the potato tuber to the potato scab disease. **Journal of Agricultural Research** 32: 757-781, 1926.
- FIGUEIRA, F.A.R. Novo Manual de Olericultura - Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças. Viçosa:, Editora UFV. 2003. 412p.
- FISCHER, I.H.; MARTINS, M.C.; LOURENÇO, S.A. & KIMATI, H. Efeito de fertilizantes e fungicidas no controle de *Streptomyces scabies* em batata. **Summa Phytopathologica** 31: 236-240, 2005.
- GOYER, C.; VACHON, J. & BEAULIEU, C. Pathogenicity of *Streptomyces scabies* mutants altered in thaxtomin A production. **Phytopathology** 88: 442-445, 1998.
- HARRISON, M.D. Potato russet scab, its cause and factors affecting its development. **American Potato Journal** 39: 368-387, 1962.
- JAMES, W.C. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. **Canadian Plant Disease Survey** 51: 39-65, 1971.
- JONES, A.P. Parsnip canker. **Nature (Lond.)** 171: 574, 1953.
- KING, R.R. & LAWRENCE, C.H. Characterization of new thaxtomin A analogues generated *in vitro* by *Streptomyces scabies*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 44:

- 1108-1110, 1996.
- KING, R.R.; LAWRENCE, C.H. & CLARK, M.C. Correlation of phytotoxin production with pathogenicity of *Streptomyces scabies* isolates from scab infected potato tubers. **American Potato Journal** 68: 675-680, 1991.
- KING, R.R.; LAWRENCE, C.H.; CLARK, M.C. & CALHOUN, L.A. Isolation and characterization of phytotoxins associated with *Streptomyces scabies*. **Chemical Community** 13: 849-850, 1989.
- LAPWOOD, D.H. & HERING, T.F. Soil moisture and the infection of young potato tubers by *Streptomyces scabies* (common scab). **Potato Research** 13: 96-304, 1970.
- LEINER, R.H.; FRY, B.A.; CARLING, D.E. & LORIA, R. Probable involvement of thaxtomin A in pathogenicity of *Streptomyces scabies* on seedlings. **Phytopathology** 86: 709-713, 1996.
- LORIA, R.; BUKHALID, R.A.; CREATH, R.A.; LEINER, R.H.; OLIVIER, M. & STEFFENS, J.C. Differential production of thaxtomins by pathogenic *Streptomyces* species *in vitro*. **Phytopathology** 85: 537-541, 1995.
- LORIA, R.; BUKHALID, R.A.; FRY, B.A. & KING, R.R. Plant pathogenicity in the genus *Streptomyces*. **Plant Disease** 81: 836-846, 1997.
- LORIA, R.; CLARK, C.A.; BUKHALID, R.A. & FRY, B.A. Gram-positive bacteria: *Streptomyces*. In: SCHAAD, N.W.; JONES, J.B. & CHUN, W. (Ed.) Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. St. Paul, Minnesota, The American Phytopathological Society, 2001, 236-249.
- NUNES, M.U.C. Produtividade e principais problemas fitossanitários de cultivares de batata em Sergipe. **Horticultura Brasileira** 20: 424-427, 2002.
- PEREIRA, A.S. & DANIELS, J.E. O Cultivo da Batata na Região Sul do Brasil. EMBRAPA Brasília, 2003, 419p.

- SCHEIBLE, W.R.; FRY, B.; KOCHEVENKO, A.; SCHINDELASCH, D.; ZIMMERLI, L.; SOMERVILLE, S.; LORIA, R. & SOMERVILLE, C.R. An Arabidopsis mutant resistant to thaxtomin A, a cellulose synthesis inhibitor from *Streptomyces* species. **Plant Cell** 15: 1781-1794, 2003.
- SCHOLTE, K. & LABRUYERE, R.E. Netted scab: A new name for an old disease in Europe. **Potato Research** 28: 443-448, 1985.
- SLACK, S.A. A look at potato leafroll virus and potato virus Y: Past, present and future. **Badger Common Tater** 43: 16-21, 1991.
- SOUZA DIAS, J.A.C. & IMAUTI, M.T. Doenças da batateira (*Solanum tuberosum*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. & REZENDE, J.A.M. (Ed.) Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas. São Paulo, Agronômica Ceres, 2005, 119-142.
- TEGG, R.S.; MELIAN, L.; WILSON, C.R. & SHABALA, S. Plant cell growth and ion flux responses to the streptomycete phytotoxin thaxtomin A: Calcium and hydrogen flux patterns revealed by the non-invasive MIFE technique. **Plant and Cell Physiology** 46: 638-648, 2005.

---

Ely Oliveira Garcia  
(Graduando)

---

Prof. Dr. Sérgio F. Pascholati  
(Orientador)