



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
INSTITUTO DE BIOLOGIA
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOLOGIA VEGETAL

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE BATATA CV. BARONESA TRANSFORMADA
COM GENE DE RESISTÊNCIA AO PVY**

SIMONE POHL

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Dr. José Antônio Peters, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, para a obtenção do Título de Mestre em Ciências (M.S).

PELOTAS
Rio Grande do Sul
Agosto de 2008

SIMONE POHL

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE BATATA CV. BARONESA
TRANSFORMADA COM GENE DE RESISTÊNCIA AO PVY**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Dr. José Antônio Peters, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, para a obtenção do Título de Mestre em Ciências (M.S).

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Luciano do Amarante

Dr. Arione da Silva Pereira

Prof. Dr. José Antônio Peters
(Orientador)

Dados de catalogação na fonte:
Ubirajara Buddin Cruz – CRB 10/901
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

P748a Pohl, Simone
Análise de crescimento de batata cv. Baronesa transformada com gene de resistência ao PVY / Simone Pohl ; orientador José Antônio Peters ; co-orientador Nei Fernandes Lopes, Eugenia Jacira Bolacel Braga. – Pelotas, 2008. – 60f. – Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal. Instituto de Biologia. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2008.

1.Fisiologia vegetal. 2.Batata. 3.*Solanum tuberosum*. 4.Agrobacterium. 5.Transgenia. 6.Fotoassimilados. I.Peters, José Antonio. II.Lopes, Nei Fernandes III.Braga, Eugenia Jacira Bolacel. IV.Título.

CDD: 633.491

À minha filha **Muriel**, pelo amor incondicional, estímulo e compreensão em todos os momentos que estivemos distantes, e principalmente por ser a pessoa mais importante em minha vida.

DEDICO

"Eu gosto do impossível, tenho medo do provável, dou risada do ridículo e choro porque tenho vontade, mas nem sempre tenho motivo. Tenho um sorriso confiante que às vezes não demonstra o tanto de insegurança por trás dele. Sou inconstante e talvez imprevisível. Eu amo de verdade aqueles pra quem eu digo isso, e me irrita de forma inexplicável quando não botam fé nas minhas palavras. Nem sempre coloco em prática aquilo que eu julgo certo. São poucas as pessoas pra quem eu me explico."

(Bob Marley)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos.

A DEUS por Sua presença, por Sua luz, por Suas graças!

*“Ponha sua vida nas mãos do
SENHOR, confie nele, e ele o ajudará.
Ele fará com que sua
honestidade seja como a luz
e com que a justiça da sua causa
brilhe como o sol do meio dia”.*

Salmo 37.5-6

À Muriel, minha filha pelo amor incondicional, pela ausência nos momentos em que não poderia ter faltado, pelo apoio e incentivo, agradeço do fundo do coração.

Aos meus pais, pelo amor e dedicação a minha filha na minha ausência, contribuindo assim para a conclusão do meu curso.

A minha avó Djanira Pohl, pelo exemplo de vida, de coragem e força, todo carinho, admiração, amor e respeito, minha sincera gratidão.

Ao meu namorado Rodolfo Luchsinger, por seu amor, paciência, distância, companheirismo, incentivo, apoio e lealdade.

*"O valor das coisas não está no tempo
em que elas duram, mas na intensidade
com que acontecem.
Por isso existem momentos*

*inesquecíveis, coisas inexplicáveis e
pessoas incomparáveis!"*

Fernando Pessoa

Um agradecimento especial ao grande Mestre Prof. Dr. José Antonio Peters, pelos valiosos ensinamentos, por sua amizade, por sua confiança e apoio sempre constantes durante a orientação deste trabalho.

*“O discípulo não está acima do
mestre: todo aquele, porém, que for
bem instruído será como seu mestre”.*
(Lucas 6.40).

Ao Professor Dr. Nei Fernandes Lopes e à Professora Dr^a. Eugenia Jacira Bolacel Braga, pela co-orientação, amizade e dedicação durante o transcorrer do curso pela saudável convivência, pelo respeito, confiança e pelos valiosos ensinamentos.

Ao Professor Dr. Luciano do Amarante, pela amizade, ensinamentos e ótimo convívio.

Ao Professor Dr. Marco Antônio Bacarin pelos ensinamentos que me proporcionaram crescer profissionalmente e como pessoa.

Aos colegas e amigos: Fabio Paulino, por sua ajuda inestimável, Carina Pereira, pela amizade e auxílio nas avaliações do meu experimento e Ilda Castro por sua dedicação e ajuda, meus agradecimentos.

À colega Maria da Graça Lima pela amizade e conhecimentos transmitidos.

Às amigas Monalize Mota e Letícia Benitez, pelos inúmeros momentos de alegrias e tristezas que compartilhamos. Vocês fizeram uma grande diferença!

Ao meu amigo Pablo Badinelli, pela sincera amizade, carinho e apoio. Qualquer palavra seria pouco para representar o significado da nossa agradável convivência!

A todos colegas e amigos de curso de Pós Graduação e todos os amigos do Laboratório de Cultura de Tecidos de Plantas, pela amizade e ótimo convívio. Cada um seguirá o seu caminho, talvez em direções opostas. Em mim permanece a certeza de que a vida nos proporcionará muitos reencontros!

"Cada pessoa que passa em nossa vida, passa sozinha, é porque cada pessoa é única e nenhuma substitui a outra.

Cada pessoa que passa em nossa vida passa sozinha, e não nos deixa só, porque deixa um pouco de si e leva um pouquinho de nós.

Essa é a mais bela responsabilidade da vida e a prova de que as pessoas não se encontram por acaso."

Charles Chaplin

A minha amiga Marisa Lourdes dos Santos, pela amizade, carinho e pela dedicação em muitos momentos difíceis e também de descontração.

Agradeço a todos os funcionários do Departamento de Botânica, especialmente à Sra. Suzi Braga, pela atenção e imenso carinho dedicados.

A todos que acreditaram em mim e que de uma forma ou outra contribuíram direta ou indiretamente pela minha formação profissional.

E agradeço a mim mesma, pela dedicação, coragem, determinação e força para alcançar mais uma vitória.

"Apenas os que se arriscam a ir longe são capazes de descobrir até onde se pode chegar".

Eu sou Simone Pohl

ÍNDICE

SUMÁRIO	x
SUMMARY.....	xi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO I	7
CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO DE PLANTAS DE BATATA, CV. BARONESA, E SEU GENÓTIPO TRANSFORMADO COM GENE DE RESISTÊNCIA AO PVY.....	7
INTRODUÇÃO.....	7
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
CONCLUSÃO	22
CAPÍTULO II	23
PARTIÇÃO DE ASSIMILADOS EM PLANTAS DE BATATA, CV. BARONESA, E SEU GENÓTIPO TRANSFORMADO COM GENE DE RESISTÊNCIA AO PVY.....	23
INTRODUÇÃO.....	23
MATERIAL E MÉTODOS... ..	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
CONCLUSÃO	36
CAPÍTULO III.....	37
ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS E COMPONENTES DA PRODUÇÃO DE BATATA CV. BARONESA E SEU GENÓTIPO TRANSFORMADO COM GENE DE RESISTÊNCIA AO PVY.....	37
INTRODUÇÃO.....	37
MATERIAL E MÉTODOS.....	39

RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

SUMÁRIO

POHL, SIMONE, M.S., Universidade Federal de Pelotas, Agosto de 2008. **Análise de crescimento de batata, cv. Baronesa, transformada com gene de resistência ao PVY.** Orientador: Prof. Dr. José Antonio Peters. Co-orientadores: Prof. Dr. Nei Fernandes Lopes e Prof^a. Dr^a. Eugenia Jacira Bolacel Braga.

A batata (*Solanum tuberosum* L.), embora sendo uma das principais cultivares produzidas mundialmente, seu melhoramento genético é complexo e requer uma grande demanda de tempo e energia. A tecnologia do DNA recombinante, com sua capacidade de isolar e transferir genes a partir de qualquer organismo permite incorporar nas plantas novos caracteres de interesse agrícola. No entanto, as conseqüências de inserção de determinados genes, em relação às características fisiológicas das plantas, muitas vezes são desconhecidas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar as características de crescimento, partição de assimilados, atributos morfológicos e componentes de produção de plantas de batata modificadas com genes de resistência ao vírus PVY durante o ciclo de vida das plantas. Para isso, tubérculos de batata da cv. Baronesa e seu respectivo genótipo transformado foram plantados em vasos e mantidos em casa de vegetação durante 84 dias. A transformação genética da cv. Baronesa com resistência a vírus não alterou efetivamente a maioria das características de crescimento avaliadas.

SUMMARY

POHL, SIMONE, M.S., Universidade Federal de Pelotas, August 2008.
Growth analysis of potato cv. Baronesa transformed with gene of resistance to PVY. Advisor: Prof. Dr. José Antonio Peters. Co-advisors: Prof. Dr. Nei Fernandes Lopes e Prof^a. Dr^a. Eugenia Jacira Bolacel Braga

Potato (*Solanum tuberosum* L.), even though it is one of the main crops produced worldwide, breeding programs are difficult and require a great deal of time and energy. Recombinant DNA technology with its potential capacity of isolating and transferring genes from any organism, allows incorporating in plants new characters of agricultural interest. However, consequences of the incorporation of determined genes on physiological characteristics are sometimes unknown. The aim of this study was to evaluate growth characteristics, partition of assimilates, morphological attributes and components of the production of potato plants genetically modified with resistance genes to PVY virus, during the plant life cycle. For this, potato tubers of Baronesa cultivar and their respective transformed genotype were planted in pots and kept in greenhouse for 84 days. The transformation of Baronesa cultivar with virus resistant genes also did not alter the majority of the evaluated growth characteristics.

INTRODUÇÃO GERAL

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma planta dicotiledônea, pertencente à família *Solanaceae*, gênero *Solanum*. É originária dos Andes, do sul do Peru ao norte da Bolívia, onde biótipos silvestres ainda existem. É um dos principais alimentos da humanidade, cultivada em mais de 125 países e consumida por mais de um bilhão de pessoas, ocupando a quarta posição entre as principais culturas produzidas mundialmente, sendo superada apenas pelo trigo, milho e arroz (ESTRADA, 2000; SOLOMON-BLACKBURN; BARKER, 2001; PERFETTI et al., 2003; SILVA, 2005; BANERJEE et al., 2006; SCHMITZ, 2006).

A produção mundial anual de batata supera 320 milhões de toneladas em uma área de 19 milhões de hectares, sendo o Brasil responsável por cerca de 2,8 milhões de toneladas/ano (FNP, 2005). Em 2006, o Brasil produziu 2,679 e 3,137 milhões de toneladas, com uma área cultivada de aproximadamente 142 mil ha e a produtividade de 22 t ha⁻¹ (FAO, 2006). Os principais produtores são os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, sendo responsáveis por aproximadamente 98% da produção nacional (IBGE, 2006). No Rio Grande do Sul, a área cultivada é de cerca de 25 mil hectares, com produtividade média de 12 t. ha⁻¹. Estas produções foram alcançadas devido a modernas técnicas empregadas pelos produtores, associadas a cultivares mais produtivas que são desenvolvidas pelos programas de melhoramento genético da cultura (SCHMITZ, 2006).

Apesar disso, as características particulares desta espécie tornam difícil a implementação do melhoramento tradicional. Além disso, genes de interesse em plantas empregando-se as técnicas de cruzamento habituais exige a disponibilidade

de fontes de resistência que sejam geneticamente compatíveis com o cultivo em questão (KUMAR, 1994).

Um dos maiores problemas da cultura da batata é a susceptibilidade de cultivares comerciais a viroses (CAMPOS, 1995; PEREIRA et al., 2005). O Rio Grande do Sul apresenta a maior área plantada com batata no país, no entanto, a produtividade média é muito baixa, devido principalmente, à falta de adoção de tecnologia, como o plantio de batata-semente livre de patógenos (PEREIRA, 2003).

No Brasil o cultivo da batata é caracterizado pela grande dependência de cultivares estrangeiras, como: Monalisa, Bintje, Achat, Ágata e Asterix. Todas apresentam problemas de adaptação às condições ecológicas da região, sendo suscetíveis às principais doenças: requeima (*Phytophthora infestans*), pinta-preta (*Alternaria solani*), vírus do enrolamento da folha (PLRV) e pelo vírus Y da batata (PVY) (DANIELS, 1995; FIGUEIRA, 1995; SOUZA-DIAS, 1995; PEREIRA, 2003; PINTO, 2003; DANIEL et al., 2004). O ataque por vírus resulta em grande perda de produção, sendo um problema mundial na produção de batata (DANIELS, 2003). As plantas afetadas pelo vírus mostram fortes alterações morfológicas e fisiológicas, com sintomas como o mosaico da folha e enrolamento ou necrose das nervuras, associada com mudanças na estrutura e função dos cloroplastos (ZHOU et al., 2004).

A maioria das cultivares nacionais adapta-se às condições ecológicas e tecnológicas da região melhor do que as estrangeiras. Conseqüentemente, apresentam maior facilidade de manejo e menor custo para o mesmo nível de produtividade. Entretanto, são inferiores às estrangeiras em relação à qualidade comercial, o que limita a competição nos principais mercados brasileiros. A única cultivar nacional de grande expressão é a Baronesa, cujo cultivo se concentra no Rio Grande do Sul (PEREIRA, 2003). Estima-se que cerca de 25% dos 24.143ha de batata plantados em 2006 no estado são dessa cultivar (FNP, 2007).

A cultivar Baronesa, originada no Brasil (Embrapa Clima Temperado), tem como características plantas de porte baixo a médio e semi-eretas, com quatro a cinco hastes. Seu ciclo é médio e possui tubérculos com formato alongado e achatado, olhos rasos e salientes, película rosa e lisa, e polpa creme. É uma cultivar rústica, com alta estabilidade de produção em diversas condições de ambiente, boa resistência à seca e a problemas fisiológicos, pois se adapta bem a solos pobres, brota com facilidade e tuberiza rapidamente, o que garante bom potencial de

rendimento, em que pese a sua suscetibilidade às bacterioses, ao descoloramento e às deformações. Dessa forma, possui uma boa conservação pós-colheita (PEREIRA et al., 2003). Porém, é altamente susceptível a doenças causadas por vírus, com destaque para o vírus Y da batata PVY (CAMPOS, 1995; DANIELS et al., 2004; MISSIOU et al., 2004), causando manchas necróticas nos tubérculos (SOLOMON-BLACKBURN; BARKER, 2001), necrose das nervuras, senescência e queda das folhas infectadas (DANIELS, 2000; PEREIRA; DANIELS, 2003). O PVY, está classificado pelo Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus (ICTV) como *Potato vírus Y*, pertencente à família *Potyvirida* e gênero *Potyvirus*. Na natureza, este vírus é transmitido por várias espécies de pulgões, principalmente pelo pulgão-verde-da-batata ou pulgão-do-pessegueiro (*Myzus persicae*) e pelo pulgão-das-solanáceas (*Macrosiphum euphorbiae*) de maneira estiletar, isto é, o pulgão adquire o vírus em poucos segundos e pode transmiti-lo imediatamente (ÁVILA et al., 2007).

O melhoramento de importantes culturas agronômicas é uma preocupação constante desde a origem da agricultura. Durante décadas, as culturas agronômicas foram melhoradas por meio de métodos convencionais utilizando a variação natural dentro de diferentes recursos genéticos (DELÚ FILHO; CASCARDO; FONTES, 1999). Um grande problema das metodologias convencionais é a ligação gênica; a transferência de genes desejáveis implica a transferência e a recombinação de todo o genoma. Por outro lado, a biotecnologia com suas técnicas de biologia molecular e celular, possibilitam a produção de plantas geneticamente modificadas que mantêm as características básicas das variedades, constituindo numa ferramenta concreta e importante para o melhoramento genético vegetal (CHRISTOU, 1994; BORÉM, 2001). As técnicas da biotecnologia permitem introduzir no material genético do organismo-alvo seqüências de DNA codificadoras de certas características que nunca, ou somente em casos extremamente raros, seriam detectados naturalmente em determinada espécie (VIEIRA, 2003). Assim, o uso da tecnologia do DNA recombinante ou engenharia genética, permite ampliar as estratégias utilizadas pelos programas de melhoramento, uma vez que as características encontradas podem ser transferidas para plantas (ARAGÃO, 2004). Portanto, esta tecnologia possui a capacidade potencial de isolar e transferir genes a partir de qualquer organismo permitindo incorporar nas plantas novos caracteres de interesse agrícola de forma horizontal, evitando assim a necessidade de superar características indesejáveis (BORÉM, 2001). Desta forma, enquanto incorpora um caracter novo, a

variedade transgênica mantém intacta sua base genética e seu potencial produtivo original, o que permite abreviar o melhoramento de cultivares já utilizados pelo agricultor (SCHMITZ, 2006). Assim, genes exógenos introduzidos conferem características de interesse, sem alterar, substancialmente, as características do genótipo transformado (VAN DEN ELZEN et al., 1989; TORRES et al., 1999). Entretanto, alguns autores encontraram diferenças na área foliar de plantas transformadas comparadas com plantas não transformadas (PINTO, 2000; ROMANO, 2001). Outros resultados também apresentaram alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas (REAL, 1997; PINTO, 2000; BRITO, 2001).

Atualmente, existem diversos trabalhos de transformação de plantas visando melhorar, tanto o seu desempenho no campo (resistência a patógenos e a estresses ambientais) quanto à sua qualidade nutricional ou produção de metabólitos de interesse (LINDSEY, 1992; ASWATH, 2006). A transformação mediada por *Agrobacterium tumefaciens* é o método mais empregado para a obtenção de plantas transgênicas de espécies dicotiledôneas como a batata. Isto ocorre devido ao amplo espectro de hospedeiros deste grupo de plantas que são susceptíveis à infecção por bactérias do gênero *Agrobacterium* (CAMPOS, 1995).

A batata é considerada planta ideal para transformação genética (LAWSON et al., 1990; FOXE, 1992; RITTER, 2000), devido às dificuldades associadas com seu melhoramento (TRUSKINOV; ROGOZINA, 1997), e à relativa facilidade de ser geneticamente transformada e regenerada *in vitro* (ROOS, 1986; SCHMITZ, 2006). Nos últimos anos, uma combinação de abordagens moleculares e celulares, incluindo hibridação somática e transformação genética, são empregadas para melhorar as cultivares de batata. No entanto, a transformação genética, fornece uma relação mais direta e controlada para manipular o genoma da batata (KUMAR, 1995).

A utilização de técnicas de transformação genética de plantas pode ser bastante útil na obtenção de genótipos resistentes a patógenos (CHAPARRO et al., 2003). Trabalhos de transformação genética de plantas em diferentes cultivares de batata são descritos na literatura (FIGUEIRA FILHO et al., 1994; CAMPOS, 1995; FERREIRA, 1998, TORRES et al., 2000; ROMANO et al., 2001; MONSANTO, 2001; BRAGA, 2002; ANDERSSON et al., 2003; LÓPEZ et al, 2007), com a finalidade de incrementar sua resistência a distintas pragas e melhorar sua qualidade nutricional e industrial. Visando à diminuição desta susceptibilidade, foi realizado experimento de

transformação genética (CAMPOS, 1995), para a obtenção de plantas de batata cv. Baronesa resistente à virose PVY. Neste experimento, foi utilizado o sistema *Agrobacterium* e o plasmídeo pBI-PVY, que contém o gene CP que codifica para a proteína do capsídeo do vírus Y (CAMPOS, 1995).

A produtividade de uma cultura, como de qualquer outro sistema, depende de uma série de inter-relações complexas entre plantas individuais, comunidade de plantas e meio ambiente. Estas relações de conformidade com o potencial genético manifestam-se por meio de processos fisiológicos (LOPES; MAESTRI, 1973; DUARTE, 2004; CONCEIÇÃO et al., 2005).

O emprego da análise de crescimento produz conhecimento de valor prático e informações exatas, referentes ao desenvolvimento e comportamento das cultivares, permitindo escolher a cultivar que melhor se adapte a cada região (SHARMA et al., 1993; DUARTE, 2004; CONCEIÇÃO et al., 2005). Desta forma, possibilita acompanhar o desenvolvimento das plantas como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total, permitindo conhecer o seu funcionamento e suas estruturas (BENINCASA, 1988; BARCELOS et al., 2007). Esta análise é uma aproximação explicativa, holística e integrativa usada para interpretar a forma e a utilidade da planta (HUNT et al., 2002; FONTES et al., 2005). Tais informações são a quantidade de material contido na planta toda e em suas partes (folhas, colmos, raízes e frutos) e o tamanho do aparelho fotossintetizante (área foliar) (PEREIRA; MACHADO, 1987; ZABOT et al., 2004), obtidos em intervalos regulares de tempo durante o desenvolvimento fenológico da planta (URCHEI et al., 2000). Os princípios e as práticas da análise têm como objetivo descrever e interpretar o desempenho de determinada espécie crescendo em condições de ambiente natural ou controlado (HUNT, 1990; FONTES et al., 2005).

Os índices determinados na análise indicam a capacidade do sistema assimilatório das plantas em sintetizar (fonte) e alocar à matéria orgânica nos diversos órgãos (dreno) que dependem da fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação de carbono aos locais de utilização ou de armazenamento, onde ocorrem o crescimento e a diferenciação dos órgãos (FONTES et al., 2005; LOPES; MARENCO, 2005). Portanto, a análise de crescimento expressa as condições morfofisiológicas da planta (SILVA et al., 2005) e quantifica a produção líquida, derivada do processo fotossintético, sendo o resultado

do desempenho do sistema assimilatório durante certo período de tempo (CARDOSO et al., 1987; LARCHER, 1995).

Assim, para diagnosticar as conseqüências da incorporação de determinados genes (DNA exógeno) sobre as características fisiológicas da planta, como as características de crescimento, deve ser realizado um acompanhamento, no qual devem estar presentes os genótipos originais e os modificados com os genes de interesse (plantas transformadas).

O objetivo desta pesquisa foi analisar e comparar as características fisiológicas e morfológicas, bem com a produtividade de plantas de batata (*Solanum tuberosum* L.) cv Baronesa, que foram transformadas com gene de resistência ao PVY (*Potato virus Y*) em relação às plantas não transformadas.

CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO DE PLANTAS DE BATATA, CV. BARONESA, E SEU GENÓTIPO TRANSFORMADO COM GENES DE RESISTÊNCIA AO PVY

1 INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul tem a segunda maior área plantada com batata no país, perdendo apenas para o Estado de Minas Gerais, no entanto, a produtividade média é muito baixa, devida, principalmente, à falta de adoção de tecnologia, tais como o plantio de batata-semente livre de patógenos (PEREIRA; DANIELS, 2003). A cultivar Baronesa foi originada no Brasil, Embrapa Clima Temperado, e tem como características plantas de porte baixo a médio e semi-ereto, com quatro a cinco hastes. Seu ciclo é médio e possui tubérculos com formato alongado e achatado, olhos rasos e salientes, película rosa e lisa, e polpa creme (PEREIRA et al., 2003).

Mesmo sendo a mais plantada no Rio Grande do Sul, a Baronesa é altamente susceptível a doenças e viroses, causadas pelos vírus X (*Potato virus X*, PVX), vírus Y (*Potato virus Y*, PVY) e pelo vírus do enrolamento da folha (*Potato leafroll virus*, PLRV) (COSTA et al., 1989; DANIELS, 2000; PEREIRA, 2003). O PVY é comum em plantas de batata, infecta as folhas e dissemina rapidamente, resultando em grande

perda de rendimento, sendo problema mundial na produção de batata. As plantas afetadas pelos vírus mostram fortes alterações morfológicas e fisiológicas, com sintomas como o mosaico da folha e enrolamento ou necrose das nervuras, associada com mudanças na estrutura e função dos cloroplastos (ZHOU et al., 2004).

A utilização de técnicas de transformação genética de plantas pode ser bastante útil na obtenção de genótipos resistentes a patógenos (LINDSEY, 1992; ASWATH, 2006). Trabalhos de transformação genética de plantas em diferentes cultivares de batata são descritos na literatura (FIGUEIRA FILHO et al., 1994; CAMPOS, 1995; FERREIRA, 1998, TORRES et al., 2000; ROMANO et al., 2001; MONSANTO, 2001; BRAGA, 2002; ANDERSSON et al., 2003; CRAIG et al., 2005; LÓPEZ et al., 2007), com a finalidade de incrementar sua resistência a distintas pragas e melhorar sua qualidade nutricional e industrial.

Plantas de batata cv. Baronesa resistentes a virose PVY são obtidas por transformação genética. Desse modo, no intuito de atingir essa meta é utilizado o sistema *Agrobacterium* e o plasmídeo pBI-PVY, contendo o gene CP que codifica para proteína do capsídeo do vírus Y (CAMPOS, 1995). Porém, um dos problemas encontrado na maioria dos experimentos que envolvem a transformação genética de plantas é a instabilidade da expressão do gene inserido (transgene), frequentemente referido como silenciamento gênico (SLATER et al., 2003; SCHMITZ, 2006). Alguns genes introduzidos não são expressos como deveriam, embora a tecnologia de transformação genética tenha atingido nos últimos anos alto grau de refinamento (GRANT, 1999). As seqüências de DNA de uma inserção podem interferir na expressão do transgene de outra inserção. Assim, fenômenos como co-supressão, epistasia e silenciamento do gene podem ser freqüentemente observados (BRASILEIRO; DUSI, 1999; SCHMITZ, 2006).

A produtividade de uma cultura, como de qualquer outro ecossistema, depende de uma série de inter-relações complexas entre indivíduos, comunidades de plantas e meio ambiente. Estas relações de conformidade com o potencial genético manifestam-se por meio de processos fisiológicos (LOPES; MAESTRI, 1973; CONCEIÇÃO et al., 2005). Estudos sobre análise de crescimento produzem conhecimentos de valor prático e informações exatas, referentes ao crescimento e comportamento dos genótipos, que podem ser utilizadas pelos produtores, permitindo escolher o cultivar com adaptação a cada região (SHARMA et al., 1993;

DUARTE, 2004; CONCEIÇÃO et al., 2005). Esta análise é uma aproximação explicativa, holística e integrativa usada para interpretar a forma e a utilidade da planta (HUNT et al., 2002; FONTES et al., 2005), sendo de vital importância para compreender os processos morfofisiológicos da planta e sua influência sobre o rendimento da cultura. Pode ainda, ser empregada para determinar a produção líquida das plantas, derivadas do processo fotossintético, como resultado do desempenho do sistema assimilatório durante determinado período de tempo (CARDOSO et al., 1987; LARCHER, 1995).

Os princípios e as práticas da análise tem como objetivo descrever e interpretar o desempenho de determinada espécie crescendo em condições de ambiente natural ou controlado (HUNT, 1990, FONTES et al., 2005). Tais informações são a quantidade de material contido na planta toda e em suas partes (folhas, colmos, raízes e frutos) e o tamanho do aparelho fotossintetizante (área foliar) (PEREIRA; MACHADO, 1987; ZABOT et al., 2004), obtidos em intervalos regulares de tempo durante o desenvolvimento fenológico da planta (URCHEI et al., 2000). A área foliar é um índice importante em estudos de nutrição e metabolismo vegetal, uma vez que determina o acúmulo de massa seca, o metabolismo vegetal, a capacidade fotossintética potencial, o rendimento e a qualidade da colheita (IBARRA, 1985; JORGE; GONZALEZ, 1997; CONCEIÇÃO et al., 2005; SILVA, 2005).

Este trabalho teve como objetivo analisar e comparar as características de crescimento, durante o ciclo de vida de plantas de batata da cultivar Baronesa, em relação ao seu genótipo transformado para resistência ao vírus PVY.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Pelotas (UFPel)- Pelotas, RS, situada a 31^o 52' 00"5 de latitude (S), 52^o 21' 24" longitude (W) com a aprovação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). Tubérculos de batata (*Solanum tuberosum* L.) da cv. Baronesa e de suas plantas geneticamente modificadas com genes de resistência ao PVY, conforme transformação realizada por Campos (1995), foram utilizados no experimento.

Os tubérculos foram plantados em vasos plásticos com capacidade para 8 L, contendo substrato (marca Polimix) enriquecido com 10 g de adubo 4-11-9 contendo micronutrientes, após a emergência das plantas foi realizado o desbaste deixando apenas uma haste por tubérculo plantado.

As coletas foram realizadas em seis épocas a intervalos regulares de 14 dias, cada coleta constituída por três plantas, de cada genótipo. Em cada coleta as plantas foram separadas em parte aérea e raiz, sendo o sistema radical lavado sobre peneira para a eliminação do substrato aderente.

As medições de área foliar A_f foram realizadas por intermédio de um medidor de área foliar, marca LiCor, modelo LI3000 expressos em m². Para a avaliação da massa seca W_f as amostras foram acondicionadas em sacos de papel previamente identificados e postos para secar em estufa com ventilação forçada, a temperatura de 70°C, até atingirem massa constante, sendo expressos em g.

Os dados de massa seca total acumulada W_t foram ajustados pela equação logística simples, $W_t = W_m / (1 + Ae^{-Bt})$, sendo W_m a estimativa assintótica do crescimento máximo, **A** e **B** constantes de ajustamento, **e** a base natural de logaritmo neperiano e **t** o tempo em dias após a emergência (RICHARDS, 1969). Os

dados primários de área foliar A_f foram ajustados com o emprego de polinômios ortogonais (RICHARDS, 1969). Os valores instantâneos da taxa de produção de massa seca (C_t) e taxa de crescimento de área foliar (C_a) foram obtidos por meio de derivadas das equações ajustadas da massa seca total (W_t) e de área foliar (A_f) em relação ao tempo (RADFORD, 1967). Para a determinação dos valores instantâneos da taxa de crescimento relativo (R_w) e taxa de crescimento relativo de área foliar (R_a) foram empregadas as fórmulas $R_w = C_t / W_t$ e $R_a = C_a / A_f$, conforme o proposto por Radford (1967). Os valores instantâneos da taxa assimilatória líquida (E_a), razão de área foliar (F_a), razão de massa foliar (F_w) e área foliar específica (S_a) foram estimados por meio de equações: $E_a = C_t / A_f$, $F_a = A_f / W_t$, $F_w = W_f / W_t$ e $S_a = A_f / W_f$ conforme Radford (1967).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, em um esquema fatorial (2X6) constituído por dois genótipos (transformadas e não transformadas), e seis épocas de coleta, com três repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa seca total (W_t) foi sempre crescente para ambos os genótipos, mostrando uma tendência logística (Figura 1). Os maiores acúmulos de W_t foram de 2728,90 e 2580,97 g m⁻² para o Controle e Transformada, respectivamente, atingidos aos 84 dias após o plantio (DAP). No entanto, plantas de batata-doce, cultivares Abóbora e Da Costa acumularam 1141 e 1405 g m⁻² de massa seca total, respectivamente aos 150 dias após o transplante (CONCEIÇÃO et al., 2005).

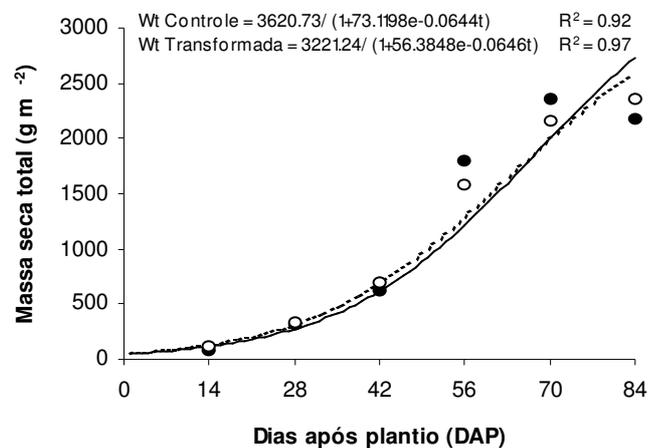


Figura 1 – Acúmulo de massa seca (W_t) de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (----) em função da ontogenia das plantas.

A taxa de produção de massa seca (C_t) é uma característica amplamente usada para expressar a eficiência da produção de um estande de plantas e revela o incremento de massa seca por unidade de área e tempo.

A taxa de crescimento foi crescente até os 67 e 62 DAP para os genótipos Baronesa Controle e Baronesa Transformada, posteriormente declinando até o final do ciclo de desenvolvimento das plantas, mas sempre apresentando valores positivos (Figura 2). As taxas máximas de C_t foram de 58,28 e 52,01 $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$ alcançados aos 67 e 62 DAP para o Controle e Transformada, respectivamente. Entretanto, os C_t máximos foram de 14,8 e 20,3 $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$ para as plantas de batata-doce, cv. Abóbora e Da Costa, respectivamente, atingidos aos 90 dias após o transplante (DAT) (CONCEIÇÃO et al., 2005). Comparando os dois experimentos, sendo estes com espécies e cultivares diferentes, pode-se inferir que as taxas máximas de C_t são dependentes do genótipo e certamente do período do ciclo de desenvolvimento, bem como fatores ambientais. Lopes et al. (1981) verificaram diferenças entre cinco cultivares de Batata, quanto ao início da tuberação e tuberação máxima média em função da época de plantio.

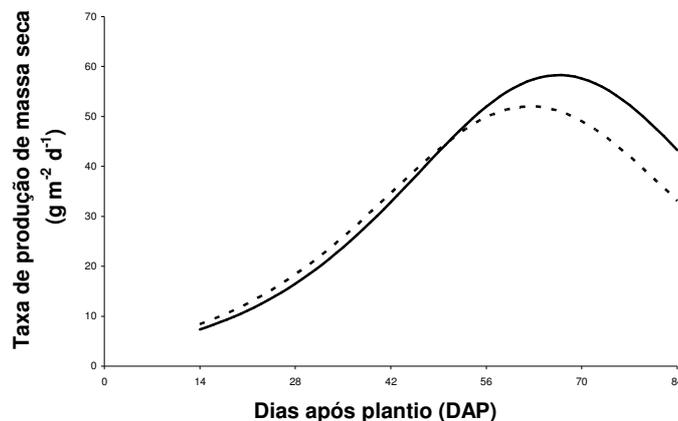


Figura 2 – Taxa de produção de massa seca (C_t) de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (----) em função da ontogenia das plantas.

A taxa de crescimento relativo instantânea (R_w) refere-se ao acúmulo de massa seca em relação a biomassa pré-existente num determinado tempo, sendo matematicamente obtido pela razão entre a taxa de produção de massa seca e a massa seca total acumulada. Desta forma, C_t é uma variável fundamental na análise de crescimento tradicional, porque fornece o índice fisiológico mais proveitoso e ecologicamente significativo (CHIARIELLO et al., 1991). R_w foi sempre decrescente para ambos os genótipos (Figura 3). Resultados similares foram também obtidos por

Conceição et al. (2005) trabalhando com plantas de batata-doce cv. Abóbora e Da Costa. O decréscimo mais acentuado foi após os 54 DAP, porém sempre com valores positivos. O decréscimo de R_w com a idade da planta é resultado, em parte, do aumento gradativo de tecidos não fotossintetizantes ao longo da ontogenia da planta (LOPES et al., 1986). Portanto, o declínio desta taxa é esperado, conforme a planta vai atingindo a maturidade. Barcelos et al. (2007), trabalhando com a cv. Monalisa submetida ao parcelamento de adubação nitrogenada em cobertura, encontrou valores de $0,20 \text{ g g}^{-1} \text{ d}^{-1}$ aos 50 DAE, posteriormente decrescendo com a evolução do crescimento da planta. Assim, percebe-se uma fase inicial de rápido acúmulo de material, seguida de uma com menor incremento. Esta tendência de R_w é amplamente reportado na literatura, como em Aguiar Netto et al. (2000) e Benincasa (1988), ainda, pode ser explicada pelo aumento da competição intraespecífica pelos principais fatores ambientais responsáveis pelo crescimento (GAVA et al. 2001).

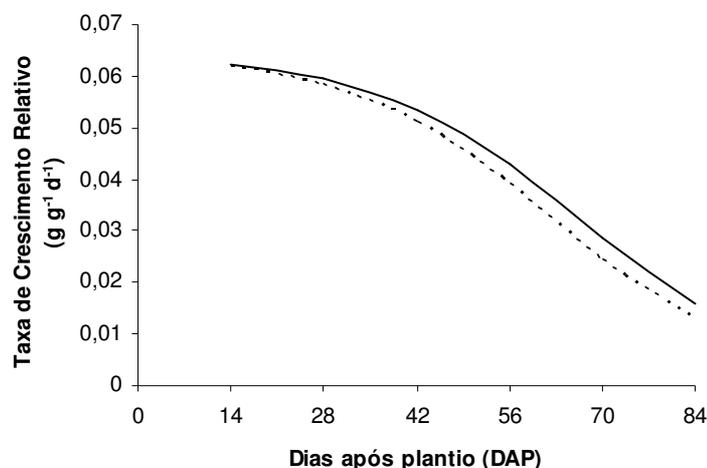


Figura 3 – Taxa de crescimento relativo (R_w) de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (----) em função da ontogenia das plantas.

A área foliar é um índice importante em estudos de nutrição e crescimento vegetal, uma vez que determina o acúmulo de massa seca, o metabolismo vegetal, a capacidade fotossintética potencial, o rendimento e qualidade da colheita (IBARRA, 1985; JORGE; GONZÁLES, 1997).

Os dados de área foliar (A_f) foram ajustados com o emprego de polinômios ortogonais, apresentando tendência cúbica nos dois genótipos (Figura 4). A área foliar foi crescente até os 58 e 57 DAP para o Controle e a Transformada, onde alcançaram A_f máximas de 12 e 11 $m^2 m^{-2}$ respectivamente. Resultados semelhantes foram observados por Aguiar Netto et al. (2000), trabalhando com a cv. Aracy sob diferentes lâminas de irrigação, obtiveram valores máximos por volta dos 60 DAP para todos os tratamentos. Da mesma forma, Melo et al. (2003) observaram valores máximos aos 60 DAP para a cv. Ágata. Conceição et al. (2005) estudando a análise de crescimento de plantas de batata-doce, cv. Abóbora e Da Costa, obtiveram os valores máximos de área foliar aos 105 DAT em ambas as cultivares. Em contraste, Romano (2001) trabalhando com plantas de tabaco obtiveram valores máximos de área foliar em plantas transformadas superiores às plantas não transformadas.

O índice de área foliar (L) cresceu com o desenvolvimento da planta atingindo valores máximos por volta dos 58 DAP para ambos os genótipos, posteriormente declinando até a colheita final, em virtude da taxa de senescência ter sobrepujado a taxa de emissão de folhas novas. Normalmente, o aparecimento dos tubérculos que são drenos metabólicos fortes e com grande força de mobilização de assimilados induzem uma aceleração na senescência foliar, conseqüentemente reduzindo A_f . Sendo, a área foliar reduzida um limitante fisiológico na utilização de energia solar, que repercute na produção final (FOLQUER, 1978).

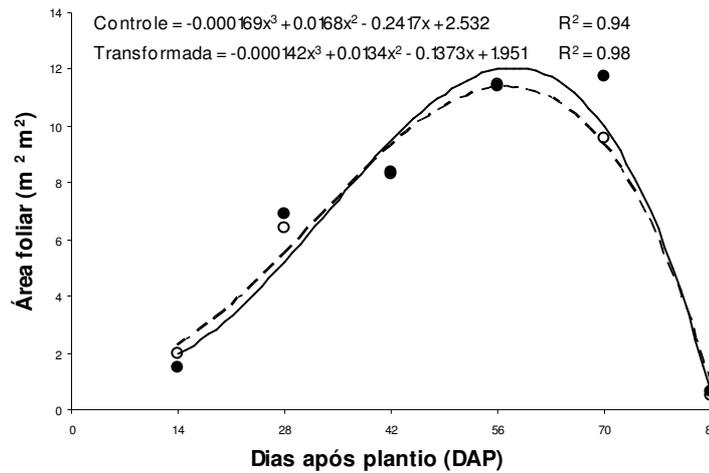


Figura 4 – Área foliar (A_f) de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (----) em função da ontogenia das plantas.

A taxa de crescimento de área foliar (C_a) revela a velocidade de crescimento da folha ao longo do ciclo de desenvolvimento da planta. Estas taxas foram crescentes para ambos os genótipos até os 33 e 31 DAP, sendo as maiores taxas de 0,31 e 0,28 $m^2 m^{-2} d^{-1}$ para Controle e transformada, respectivamente e depois decresceram com a ontogenia das plantas (Figura 5). Enquanto, os C_a máximos de plantas de batata-doce, cv. Abóbora e Da Costa foram de 0,05 e 0,07 $m^2 m^{-2} d^{-1}$ alcançados aos 45 e 60 dias após o plantio (DAT).

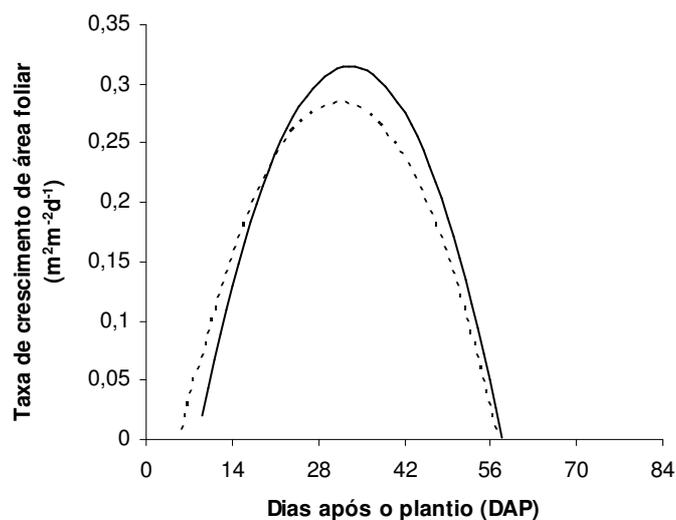


Figura 5 – Taxa de crescimento de área foliar (C_a) de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (----) em função da ontogenia das plantas.

A taxa de crescimento relativo de área foliar (R_a) é o incremento de A_f em relação à A_f pré-existente. Estas taxas foram crescentes até os 18 e 16 DAP, atingindo os maiores valores de 0,08 e 0,07 $m^2 m^{-2} d^{-1}$ para os genótipos Controle e Transformada, respectivamente, não havendo diferença significativa entre as culturas (Figura 6). Resultados semelhantes foram encontrados por Conceição et al. (2005) trabalhando com as cultivares de plantas de batata-doce, Abóbora e Da Costa atingindo maiores valores de 0,05 e 0,06 $m^2 m^{-2} d^{-1}$, respectivamente. Em contrapartida, Romano (2001) observou que as plantas de tabaco transformadas apresentaram R_a superior as selvagens já no início do período vegetativo.

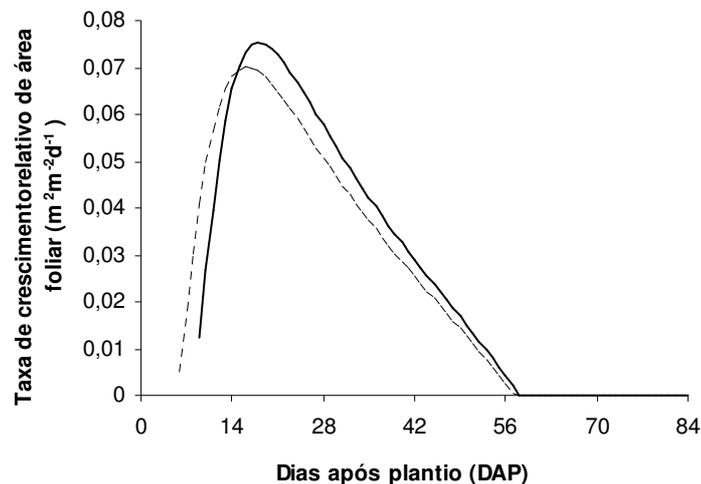


Figura 6 – Taxa de crescimento relativo de área foliar (R_a) de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (----) em função da ontogenia das plantas.

A taxa assimilatória líquida (E_a) de uma planta é o incremento de biomassa por unidade de área foliar e de tempo. Esta característica de crescimento sofre menor influência da ontogenia da planta do que R_w . Também, E_a é dependente da radiação solar, das condições internas da planta, do próprio índice de área foliar e do balanço hídrico (CONCEIÇÃO et al., 2005). Houve aumento em E_a nas duas primeiras semanas após o plantio, com pequeno decréscimo entre 14 e 35 DAP, incrementando gradativamente até atingirem os E_a máximos de 5,00 $g m^{-2} d^{-1}$ (Baronesa) e 4,99 $g m^{-2} d^{-1}$ (Baronesa Transformada) aos 64 e 69 DAP, respectivamente (Figura 7). No final do experimento ocorreu grande aumento em E_a

em virtude do decréscimo acentuado em A_f , ocasionado pelo aumento na taxa de senescência foliar, não acompanhado na mesma proporção, pelo decréscimo na taxa de produção de massa seca. Portanto, nesse experimento as curvas de E_a não mostraram os valores calculados entre 70 e 84 DAP, pois fugiram do padrão esperado. Dados similares foram obtidos por Conceição et al. (2005) em estudo com plantas de batata-doce E_a máximos atingidos aproximadamente aos 90 DAT, decrescendo acentuadamente até o final do ciclo de desenvolvimento para a cv. Da Costa, porém, a cv. Abóbora decresceu até 135 e voltando a subir até os 150 DAT. Entretanto, estes resultados diferem do exposto por Medeiros et al. (1990), que obtiveram E_a máximos no início do ciclo, durante a formação do aparelho fotossintetizante, posteriormente declinando com tendência a estabilização após os 30 DAP. Neste experimento, não houve diferença significativa de E_a entre os dois genótipos.

A queda nos valores de E_a , durante o desenvolvimento da planta, provavelmente ocorre devido ao aumento da idade média das folhas, aliado ao auto-sombreamento das folhas inferiores da planta, reduzindo, assim, sua taxa fotossintética. Entretanto, é importante ressaltar que a E_a não é determinada somente pela taxa fotossintética, mas também pela dimensão da área foliar, duração do período vegetativo, distribuição das folhas no dossel, ângulo foliar, translocação e partição de assimilados. Contudo, vale ressaltar ainda, que a cultura de batata apresenta comportamento biológico diferente de outras espécies vegetais, pois acumula reservas nos tubérculos, e não na parte aérea. Assim, esse padrão, acrescido da senescência e fenecimento foliar, sugere uma maior eficiência no final do ciclo vegetativo Aguiar Netto et al. (2000).

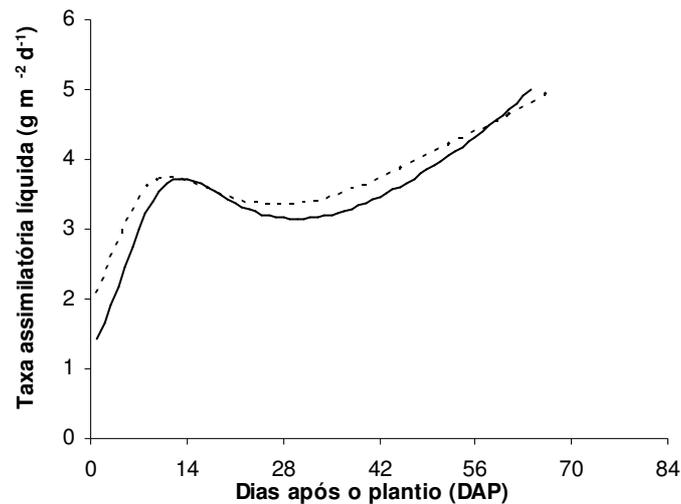


Figura 7 – Taxa assimilatória líquida (E_a) de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (----) em função da ontogenia das plantas.

A razão de área foliar (F_a) é um componente morfológico do crescimento que representa a superfície assimilatória por unidade de massa seca total, os valores de F_a normalmente decrescem com a ontogenia das plantas (HUNT, 1982). F_a aumentou até os 28 e 27 DAP para os genótipos Controle e Transformada, após este período houve um decréscimo progressivo até a última época de colheita, cujos valores máximos foram de 0,019 e 0,018 $m^2 g^{-1}$, respectivamente (Figura 8). Dados similares foram obtidos por Conceição et al. (2005), com as cultivares de plantas de batata-doce, Abóbora e Da Costa, que apresentaram valores máximos e semelhantes aos 30 DAT e depois decresceram até o final do ciclo, indicando que os fotoassimilados estavam sendo, inicialmente, mais usados para a formação do aparelho fotossintético das plantas. Segundo, Lopes; Maestri (1973) a taxa de crescimento relativo e a razão de área foliar apresentam semelhantemente uma forte tendência de decréscimo à medida que as plantas envelhecem, sendo explicado em parte pelo aumento gradual de tecidos não assimilatórios.

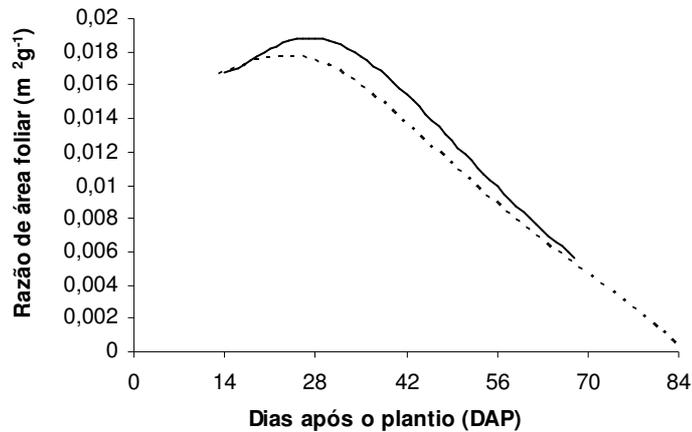


Figura 8 – Razão de área foliar (F_a) de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (----) em função da ontogenia das plantas.

A razão de massa foliar (F_w) representa a massa seca das folhas (W_f) em relação à massa seca total (W_t). Esta característica de crescimento, apresentou um forte declínio a partir dos 14 DAP para ambos os genótipos, Controle e transformado, cujos valores máximos foram obtidos neste período apresentando 0,48 e 0,50 $g\ g^{-1}$ respectivamente (Figura 9). F_w decresce ao longo do ciclo, devido, possivelmente, a menor fração de material retido na folha, ou seja, a maior exportação para as demais partes da planta em função da ontogenia. Em contraste, as plantas de batata-doce, cultivares Coquinho e Princesa, atingiram os F_w máximos aos 45 DAP, posteriormente decrescendo (MEDEIROS et al. 1990).

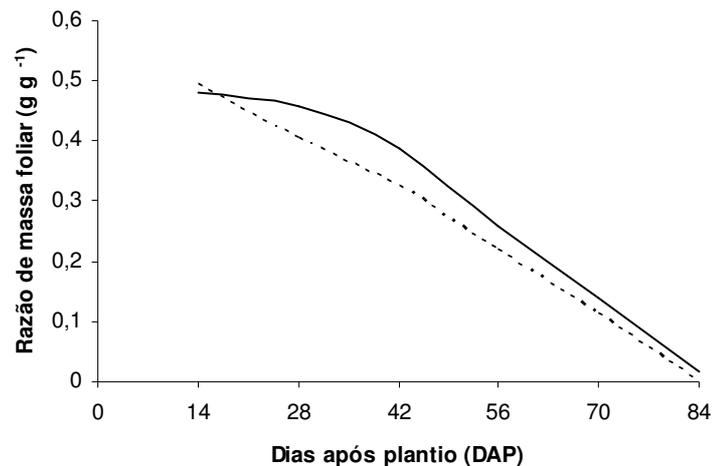


Figura 9 – Razão de massa foliar (F_w) de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (----) em função da ontogenia das plantas.

A área foliar específica (S_a) é a relação entre A_f e W_f , dando, portanto, idéia de espessura da folha. A partir dos 14 DAP, houve um aumento de S_a até aos 27 e 29 DAP para o Controle e Transformada, com valores máximos de 0,041 e 0,043 $m^2 g^{-1}$ respectivamente. No entanto, a partir dos S_a máximos, esta característica manteve-se praticamente constante até a colheita final (Figura 10). Conceição et al. (2005) observaram em plantas de batata-doce, cv. Abóbora e Da Costa uma forte tendência de declínio de S_a em ambas cultivares, no entanto, a cv. Abóbora apresentou maior valor máximo no início da fase vegetativa, igualando-se a outra cultivar até o final do ciclo. O declínio nos valores de S_a com a idade da planta é resultado da redução ou paralisação de A_f , aliados ao incremento de W_f (BRIGHENTI et al. 1993). O aumento da área foliar, nas plantas transformadas, levou a uma diminuição da densidade da folha. Este resultado indica que provavelmente as plantas não transformadas apresentam uma estrutura de parede celular mais lignificada e um maior sistema de vasos condutores, e ainda podem ser decorrentes do aumento do número de células por unidade de área foliar, conforme relatado por Pinto (2000).

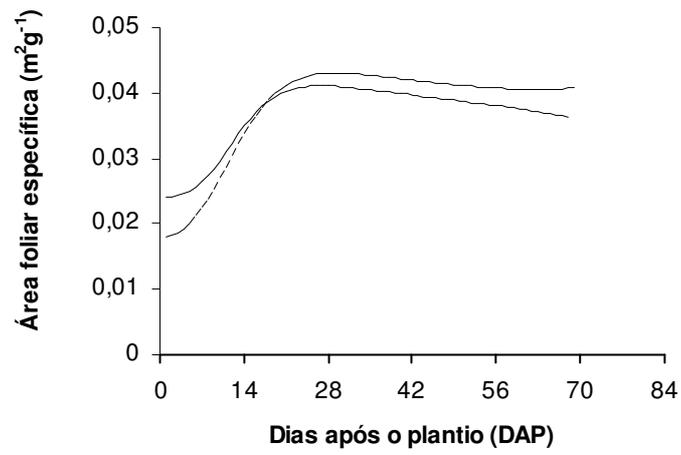


Figura 10 – Área foliar específica (S_a) de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (---) em função da ontogenia das plantas.

4 CONCLUSÃO

Todas as características de crescimento analisadas foram iguais para ambos os genótipos, não havendo diferenças significativas entre a planta transformada e a planta controle.

CAPÍTULO II

PARTIÇÃO DE ASSIMILADOS EM PLANTAS DE BATATA CV. BARONESA E SEU GENÓTIPO TRANSFORMADO COM GENE DE RESISTÊNCIA AO PVY

1 INTRODUÇÃO

A produção de uma cultura depende de uma série de inter-relações entre plantas individuais, comunidade de plantas e meio ambiente. Estas relações juntamente com o potencial genético são expressas por meio de processos fisiológicos (LOPES; MAESTRI, 1973; CONCEIÇÃO et al., 2005).

A massa seca total, geralmente, pode ser aplicada para definir a produção. Os principais fatores responsáveis pela produção de massa seca são a área foliar (A_f), a taxa assimilatória líquida (E_a) e a radiação solar incidente (CONCEIÇÃO et al., 2005). A taxa de produção da massa seca de uma cultura pode ser expressa pelo produto da área foliar pela taxa assimilatória líquida. De acordo com, Watson (1952), dos dois fatores, a área foliar é, em geral, o mais importante, porque a variação na produção de massa seca está associada, principalmente, com a variação na área foliar, pois à medida que aumenta o índice de área foliar, a absorção de luz e a taxa de produção de massa seca também aumentam, embora o índice de área foliar

ótimo varie de acordo com a espécie, cultivar e estação do ano (CONCEIÇÃO et al., 2005).

A produção da biomassa da cultura depende da quantidade de radiação solar recebida durante seu ciclo de vida. A absorção da radiação incidente pelas culturas depende principalmente do índice de área foliar (A_f), das condições meteorológicas e de práticas de manejo da cultura (RADIN et al., 2003). Normalmente, a partição de massa seca aloca para os tubérculos uma parcela maior dos assimilados produzidos, aumentando assim a produção dos tubérculos. O transporte dos assimilados para os tubérculos depende da força de dreno (MARCELIS, 1996; TEKALIGN, 2005).

A variação na quantidade de biomassa e de área foliar em função do tempo é empregada na estimativa de índices fisiológicos, que podem caracterizar a capacidade produtiva do genótipo. Por outro lado, as alterações de fatores ambientais podem induzir as plantas a mudarem a distribuição dos fotoassimilados, conseqüentemente, modificando o crescimento e a morfologia (SILVA, 2005).

Esse trabalho teve por objetivo analisar a partição de assimilados em massa seca de folha, caule, pecíolo, raiz e tubérculos de batata (*Solanum tuberosum* L.) da cv. Baronesa convencional e de suas plantas geneticamente modificadas com genes de resistência ao PVY.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) Pelotas- RS, situada a $31^{\circ} 52' 00'' 5$ de latitude (S), $52^{\circ} 21' 24''$ longitude (W) e altitude média de 7m durante o período de 04 de setembro à 10 de dezembro de 2007. Utilizou-se tubérculos de batata (*Solanum tuberosum* L.) da cv. Baronesa e de suas plantas geneticamente modificadas com genes de resistência ao PVY, com a aprovação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CQB).

Os tubérculos foram plantados em vasos plásticos com capacidade para 8 L, contendo substrato (marca Polimix) enriquecido com 10 g de adubo 4-11-9 contendo micronutrientes, sendo plantado um tubérculo por vaso. Após a emergência das plantas foi realizado o desbaste deixando apenas uma haste por tubérculo plantado. As coletas foram realizadas em seis épocas a intervalos regulares de 14 dias, cada coleta constituída por três plantas, perfazendo um total de seis plantas. Logo as plantas foram separadas em partes (raiz, caule, pecíolo, folhas e tubérculos) e determinada a massa seca de cada órgão. O material vegetal foi seco em estufa com ventilação forçada, a temperatura de 70 °C, até atingir massa constante.

Os dados primários de massa seca de cada órgão foram ajustados por meio de polinômios ortogonais (RICHARDS, 1969). A taxa de crescimento de massa seca da folha, do caule, do pecíolo, da raiz e do tubérculo foi determinada a partir da derivada da equação ajustada de massa seca de folhas (W_f), caules (W_c), pecíolos (W_p), raízes (W_r) e tubérculos (W_t). Também, foi calculada a distribuição percentual de massa seca entre os órgãos da batata, determinando a relação da massa seca de cada órgão (W_f , W_c , W_p , W_r , W_t) com a massa seca total (W_t) conforme Radford (1967).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, em um esquema fatorial (2X6) constituído por dois genótipos (transformadas e não transformadas) e seis épocas de coleta com três repetições. Os resultados foram submetidas à análise de variância, sendo utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de massa seca foliar (W_f) apresentou uma tendência cúbica ao longo do desenvolvimento das plantas para os dois genótipos, com altos coeficientes de determinação de 0,95 para o Controle e de 0,97 para Transformada (Figura 1). Os maiores acúmulos de W_f foram de 319,42 e 279,33 g m⁻², atingidos aos 62 e 60 DAP, para os genótipos Controle e Transformada, respectivamente. Após, atingirem esses valores houve um decréscimo progressivo em W_f para os dois genótipos, em virtude da taxa de senescência foliar ter subrepujado a taxa de emissão de novas folhas. Isso ocorre devido a forte capacidade mobilizadora de assimilados exercida pelos tubérculos que são fortes drenos metabólicos. Medeiros et al. (1990) trabalhando com duas cultivares de batata-doce, Coquinho e Princesa, verificaram que estas atingiram maiores acúmulos de W_f aos 75 e 105 DAP, respectivamente. Conceição et al. (2004) estudando a partição de massa seca em plantas de batata-doce, cv. Abóbora e Da Costa, verificaram acúmulo máximo de W_f aos 116 DAT. Dessa forma, podendo ser inferido que os genótipos da cv. Baronesa transformada e não transformada atingiram biomassa foliar máxima antes do que as cultivares de plantas de batata-doce, Coquinho e Princesa e também Abóbora e Da Costa.

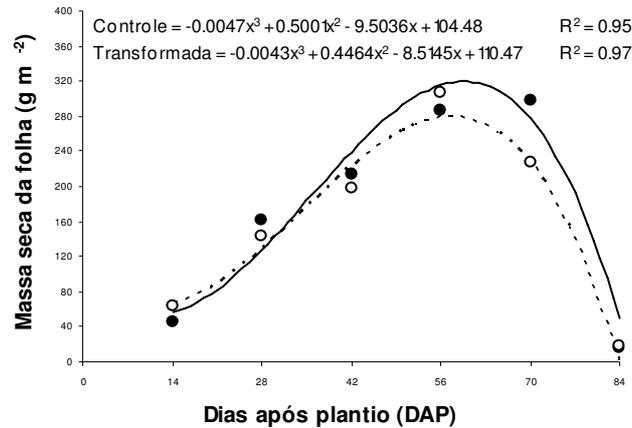


FIGURA 1- Massa seca das folhas de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (----) em função da ontogenia das plantas.

O acúmulo de massa seca do caule (W_c) seguiu uma tendência cúbica com a ontogenia das plantas para os dois genótipos, com altos coeficientes de determinação de 0,98 para o Controle e de 0,96 para Transformada (Figura 2). Os W_c máximos foram de 107,38 e 104,28 g m⁻², alcançados aos 59 e 61 DAP para os genótipos Controle e Transformada, respectivamente. Posteriormente, ocorreu um pequeno decréscimo de massa acumulada, ocasionado pela mobilização de assimilados e nutrientes para os tubérculos. Enquanto Conceição et al. (2004) trabalhando com duas cultivares de batata doce, Abóbora e da Costa, verificaram que estas atingiram valores máximos de massa seca do caule aos 110 e 116 DAT, respectivamente. Podendo ser inferido que os genótipos da cv. Baronesa atingiram biomassa do caule antes do que as cultivares de plantas de batata-doce, Abóbora e Da Costa.

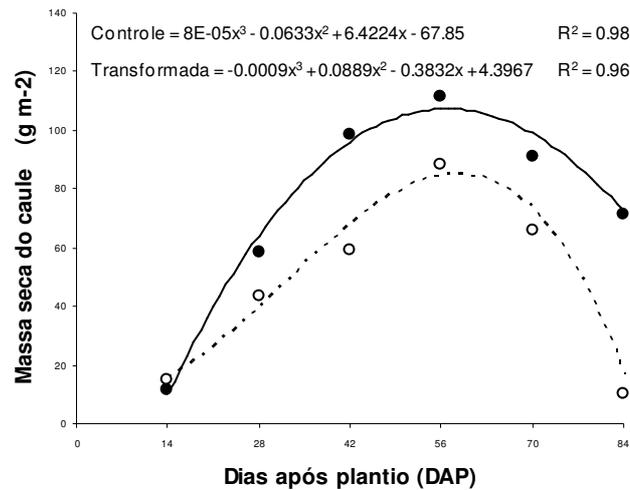


FIGURA 2- Massa seca dos caules de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (----) em função da ontogenia das plantas.

Da mesma forma o acúmulo de biomassa nas raízes (W_r) também teve tendência cúbica com o passar do tempo para ambos genótipos, com altos coeficientes de determinação de 0,99 para Controle e 0,85 para Transformada (Figura 3). Os W_r máximos foram de 62,45 e 83,14 g m⁻², atingidos aos 60 e 68 DAP, para os genótipos transformados e Controle, respectivamente. A massa seca das raízes do Controle foi superior ao da planta transformada, apresentando um crescimento contínuo dos 14 aos 68 DAP, enquanto a transformada apresentou um crescimento similar dos 14 aos 60 DAP, uma defasagem de aproximadamente uma semana, posteriormente decrescendo até a última colheita. Entretanto, o acúmulo máximo de massa seca nas raízes de plantas de batata-doce cv. Coquinho foi atingido aos 90 DAP (MEDEIROS et al., 1990).

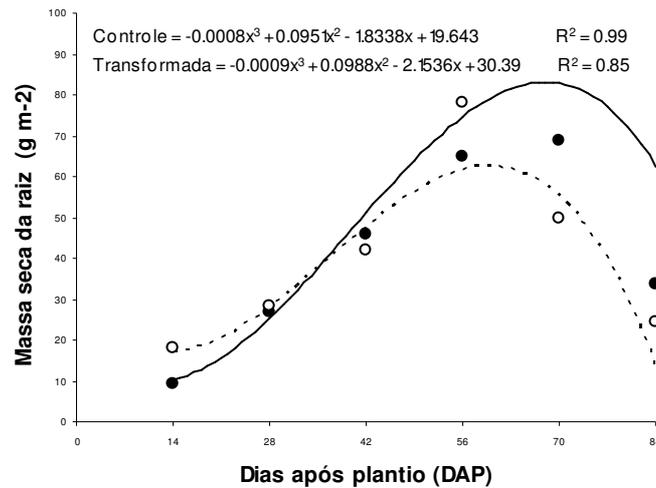


FIGURA 3- Massa seca das raízes de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (----) em função da ontogenia das plantas.

O acúmulo de biomassa do pecíolo (W_p) apresentou uma tendência cúbica com a ontogenia das plantas para os dois genótipos, com alto coeficiente de determinação de 0,94 para Controle e de 0,97 para Transformada. Os W_p máximos foram de 95,10 e 85,02 g m⁻², alcançados aos 59 DAP, para os genótipos Controle e Transformada respectivamente. Após, decrescendo até o final da colheita (Figura 4).

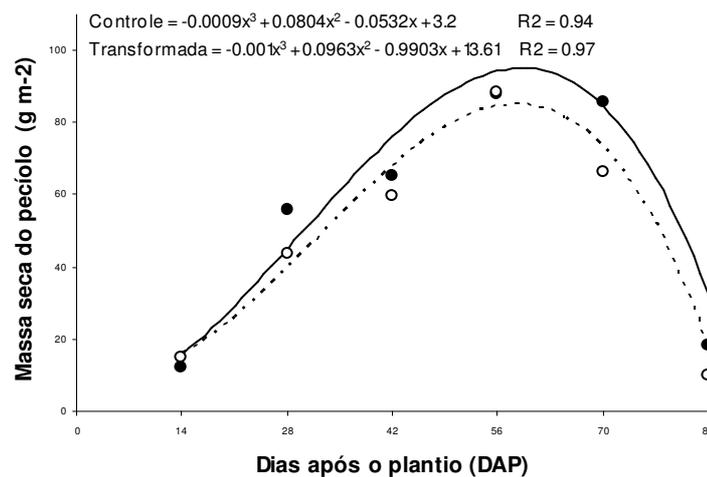


FIGURA 4- Massa seca dos pecíolos de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (----) em função da ontogenia das plantas.

O acúmulo de massa seca dos tubérculos (W_{tu}) apresentou uma tendência cúbica ao longo do desenvolvimento das plantas, com coeficiente de determinação de 0,94 para Controle e de 0,97 para Transformada (Figura 5). A massa seca dos tubérculos teve um incremento inicial lento, seguido de uma aceleração e manteve-se crescente ao longo do período avaliado até o final da colheita, onde atingiu W_{tu} máximo de 2042,61 e 2252,44 g m⁻² aos 84 DAP para os genótipos Controle e Transformada respectivamente. Nesta variável, ocorreu um crescimento contínuo dos 28 DAP até a última colheita para ambos os genótipos. Como o esperado, houve um incremento maior da massa seca dos tubérculos ao final do ciclo, uma vez que a medida que ocorre o desenvolvimento das plantas, maior proporção de massa seca é destinada à formação dos tubérculos, estando de acordo com Silva; Pinto (2005). Lopes et al. (1981) verificaram que a cv. Baronesa apresentava o início da tuberização e tuberização máxima aos 23 e 74 DAE, respectivamente.

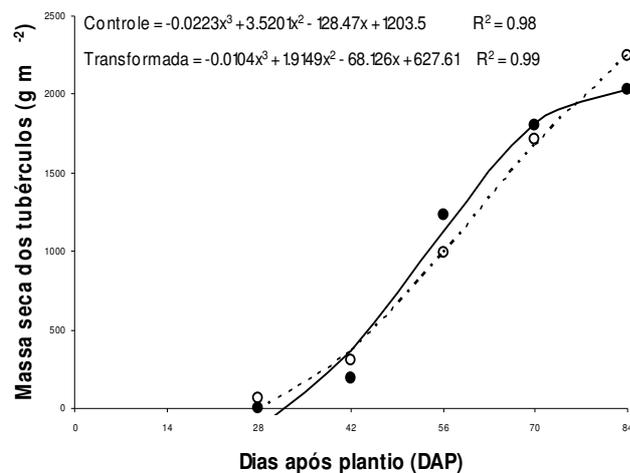


FIGURA 5 - Massa seca dos tubérculos de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (----) em função da ontogenia das plantas.

As taxas de crescimento dos órgãos de batata dos genótipos Controle e Transformada podem ser visualizadas nas Figuras 6 A e 6 B, respectivamente. As taxas de crescimento de folhas, caule, pecíolos, raízes e tubérculos, apresentaram tendência quadrática. As taxas máximas da folha foram de 8,23 e 6,93 g m⁻² d⁻¹ para os genótipos Controle e Transformada, respectivamente, atingidos aos 35 DAP. Enquanto as taxas de produção máxima de massa seca do caule foram de 4,70 e

2,10 g m⁻² d⁻¹ obtidas aos 14 e 32 DAP mostrando valores positivos entre 14 e 58 DAP para o Controle e Transformada. Ao passo que, as taxas de acúmulo máximos de biomassa nas raízes foram de 1,93 e 1,46 g m⁻² d⁻¹, atingidos em torno dos 40 DAP, com valores positivos em torno dos 14 e 61 DAP para ambos os genótipos Controle e Transformada, respectivamente. Já as taxas de crescimento de massa seca do pecíolo, foram de 2,34 e 2,10 g m⁻² d⁻¹, atingidos em torno dos 30 e 32 DAP, com valores positivos em torno dos 14 e 58 DAP para os genótipos Controle e Transformada, respectivamente. No que se refere taxa de crescimento dos tubérculos, esta ocorreu aos 53 e 61 DAP com valores de 56,74 e 49,40 g m⁻² d⁻¹ para o Controle e Transformada, apresentando valores positivos a partir dos 14 DAP até o final do experimento.

Segundo Brouwer (1962), o crescimento relativo entre os órgãos da planta decorre da correlação entre as suas respectivas taxas de crescimento e, essas são governadas tanto pelas condições internas de crescimento quanto pelas externas (ROSSIELLO, 1978).

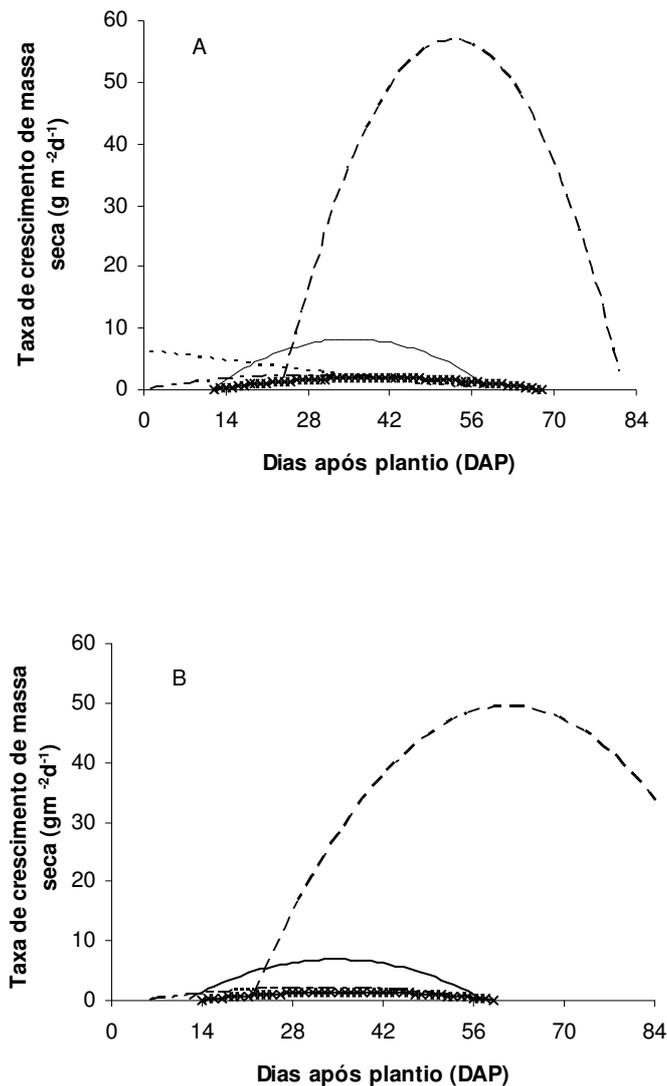


FIGURA 6- Taxa de crescimento de massa seca da folha (—) raiz (—x—) pecíolo(- - -) caule (- · - · -) tubérculo (- - -) de batata cv. Baronesa Controle (A) e Transformada (B), ao longo da ontogenia das plantas.

A distribuição percentual de massa seca entre os órgãos de batata cv. Baronesa Controle (Figura 7 A) e Transformada (Figura 7 B) mostrou que não houve diferenças entre os genótipos no que tange a distribuição de massa seca. Primeiramente, os drenos metabólicos preferenciais foram as folhas, raízes, pecíolos, caules, e posteriormente os tubérculos que com o seu crescimento se tornaram os órgãos preferenciais de forma acentuada e definitiva, devido à alta capacidade mobilizadora dos tubérculos, provocando uma redução acentuada no acúmulo de massa seca das folhas após os 62 e 60 DAP, pecíolos aos 59 e 59 DAP,

caule aos 59 e 61 DAP e raiz aos 68 e 60 DAP, respectivamente nas plantas Controle e Transformada. A partir desse período houve um decréscimo na massa seca total devido em virtude da senescência natural e a remobilização de massa seca para os tubérculos (SILVA, 2005). Desse modo, observou-se um crescimento contínuo dos 28 para o Controle e 33 DAP para a Transformada até a última colheita, ocorrendo uma fase de crescimento lento até os 42 DAP para os dois genótipos, uma etapa de crescimento acelerado dos 42 até 70 DAP para o Controle e dos 42 até 80 DAP para a Transformada. Isso demonstra, que a formação da parte aérea se dá em maior proporção na fase inicial do desenvolvimento da planta. Logicamente, a atividade da fonte depende da demanda de assimilados do dreno, existindo uma inter-relação entre a taxa fotossintética na folha e o armazenamento de assimilados nas raízes (SPENCE; HUMPHRIES, 1972).

Harris (1983), utilizando a análise de crescimento em plantas de batata, verificou que a competição interna entre os diferentes órgãos da planta, o tubérculo é o dreno dominante e as raízes são as primeiras a serem prejudicadas nessa competição, causando decréscimo das mesmas, o qual resulta em concomitante redução na absorção de nutrientes, especialmente o nitrogênio. Assim, a deficiência do nitrogênio está envolvida na senescência da cultura.

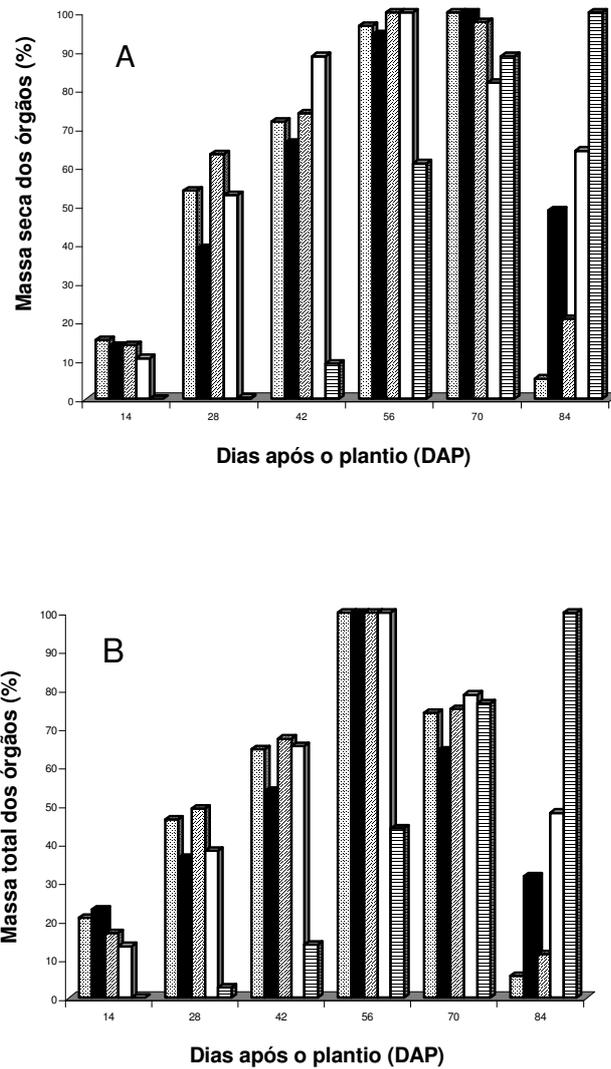


FIGURA 7- Distribuição de massa seca da folha , raiz , pecíolo , caule  tubérculo  de batata cv. Baronesa Controle (A) e Transformada (B), ao longo da ontogenia das plantas.

4 CONCLUSÃO

A partição de assimilados entre órgãos é seqüencial, sendo as folhas, raízes, pecíolos, caules e tubérculos os drenos metabólicos preferenciais em ordem sucessiva, em ambos genótipos.

O surgimento dos tubérculos os torna o dreno metabólico preferencial de forma acentuada e irreversível para ambos os genótipos.

CAPÍTULO III

ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS E COMPONENTES DA PRODUÇÃO DE BATATA CV. BARONESA E SEU GENÓTIPO TRANSFORMADO COM GENE DE RESISTÊNCIA AO PVY

1 INTRODUÇÃO

Poucas são as culturas que vem desempenhando papel tão importante como fonte de alimento para as populações, em termos de quantidade produzida e consumida, como a batata (AGUIAR NETTO, 2000).

Dentre os principais problemas da cultura de batata no Brasil é a baixa disponibilidade de tubérculos-semente de boa qualidade, com preços acessíveis aos produtores. Os sistemas de produção de tubérculos-semente até então utilizados no Brasil apresentam deficiências, principalmente, com relação às baixas taxas de multiplicação e reduzida qualidade do material produzido (MEDEIROS et al., 2002). A implantação das lavouras com tubérculos-semente de baixa qualidade fitossanitária é um dos principais fatores que afetam negativamente a produtividade (MEDEIROS et al., 2002). Além disso, multiplicação vegetativa facilita a perpetuação de doenças fúngicas, bacterianas e, principalmente, viróticas, as quais causam grandes perdas de produção (FORTES; PEREIRA, 2003).

O Controle das viroses da batata no Brasil é dificultado pela ausência de invernos rigorosos, o que favorece a multiplicação dos afídeos vetores durante todo o ano e, especialmente, nas épocas propícias ao cultivo de batata (DANIELS et al., 2004). Como não se encontra no país regiões e épocas livres desses vetores, e como seu combate por meio da aplicação de inseticidas, geralmente não é efetivo no Controle das viroses em geral e principalmente do PVY (*Potato vírus Y*), além de ser deletério ao meio ambiente outras estratégias estão sendo pesquisadas (DANIELS et al., 2004). Nesse contexto, evidencia-se a importância do desenvolvimento de novos métodos de produção de tubérculos-semente que possam superar esses problemas. Desta forma, trabalhos de transformação genética em diferentes cultivares de batata, com a finalidade de incrementar sua resistência a distintas pragas e melhorar sua qualidade nutricional e industrial são descritos na literatura (FIGUEIRA FILHO et al., 1994; CAMPOS, 1995; FERREIRA, 1998, TORRES et al., 2000; ROMANO, et al., 2001; BRAGA, 2002; ANDERSSON et al., 2003; CRAIG et al., 2005; LÓPEZ et al., 2007). Assim com essa finalidade plantas de batata cv. Baronesa resistentes à virose PVY foram obtidas mediante transformação genética (CAMPOS, 1995).

Índices morfofisiológicos, como o índice de área foliar e a altura de plantas, constituem-se em um complemento da análise quantitativa do crescimento vegetal, possibilitando a determinação dos efeitos da utilização de diferentes manejos da cultura, (LUCCHESI, 1984).

Esse trabalho teve por objetivo avaliar os atributos morfológicos e componentes da produção de batata (*Solanum tuberosum* L.) da cv. Baronesa e de suas plantas geneticamente modificadas com genes de resistência ao PVY.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Pelotas (UFPel) Pelotas- RS, situada a $31^{\circ} 52' 00''5$ de latitude (S), $52^{\circ} 21' 24''$ longitude (W), com a aprovação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CQB). Tubérculos de batata (*Solanum tuberosum* L.) da cv. Baronesa e de suas plantas geneticamente modificadas com genes de resistência ao PVY, conforme transformação realizada por Campos (1995), foram plantados em vasos plásticos com capacidade para 8 L, contendo substrato (marca Polimix) enriquecido com 10 g de adubo 4-11-9 contendo micronutrientes. Após a emergência das plantas foi realizado o desbaste deixando apenas uma haste por tubérculo plantado.

As coletas foram realizadas em seis épocas a intervalos regulares de 14 dias, sendo a coleta constituída por três plantas de cada genótipo. Foram determinadas a altura da parte aérea e comprimento do sistema radical (raiz principal) e número de folhas.

Em cada coleta, as plantas foram separadas em parte aérea e raiz, sendo o sistema radical lavado sobre peneira para a eliminação do substrato aderente.

A altura da parte aérea foi determinada a partir da medida entre a base e o ápice do caule, enquanto que o comprimento médio do sistema radical foi obtido da base do caule ao ápice da raiz. Para a medição da altura e comprimento foi utilizada uma régua graduada em mm e os resultados expressos em m.

Aos 84 dias após o plantio (DAP), os tubérculos foram retirados dos vasos e submetidos à avaliação quanto ao número de tubérculos por planta, largura média dos tubérculos (mm), comprimento médio dos tubérculos (mm), volume médio dos

tubérculos (mm^3), massa fresca média dos tubérculos (g) e massa fresca dos tubérculos por área (kg m^{-2}).

O delineamento experimental para as características morfológicas utilizado foi inteiramente ao acaso, em um esquema fatorial (2X6) constituído por dois genótipos (transformadas e não transformadas), e seis épocas de coleta, sendo constituído por três repetições. Estas variáveis foram ajustadas por meio de polinômios ortogonais. Para os componentes da produção o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo comparados os genótipos ao final do ciclo de vida, aos 84 DAP. Foi realizada a análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey a um nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura da parte aérea de plantas de batata cv. Baronesa seguiu uma tendência quadrática ao longo do desenvolvimento das plantas para ambos os genótipos, com altos coeficientes de determinação de 0,99 para Controle e de 0,98 para Transformada (Figura 1). Os dados obtidos confirmam a caracterização da cv. Baronesa, como planta de porte baixo a médio (PEREIRA et al., 2003), atingindo o maior comprimento da haste de 0,53m pouco antes dos 60 dias após o plantio (DAP) para o Controle e o comprimento máximo de 0,5m atingido aos 56 DAP para a Transformada. Melo et al. (2003) trabalhando com outra cultivar de batata, Ágata verificaram que esta atinge o comprimento máximo da parte aérea, inferior a 0,6 m aos 50 DAP. Da mesma forma, Paula (1986) estudando as características do ciclo da cv. Achat verificou que o máximo crescimento em altura ocorre aos 50 dias após a emergência (DAE). Neste experimento houve um rápido crescimento da parte aérea, atingindo sua altura máxima para ambos os genótipos em torno de 60 DAP (Figura 2).

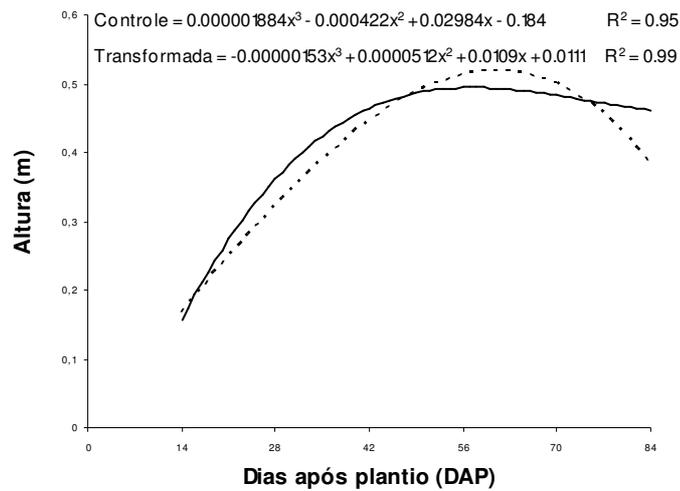


FIGURA 1- Altura da parte aérea de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (----) em função da ontogenia das plantas.



FIGURA 2- Plantas de batata cv. Baronesa Controle e Transformada, aos 60 DAP, enfatizando a altura.

Da mesma forma, o comprimento máximo da raiz, também seguiu uma tendência quadrática ao longo do desenvolvimento das plantas para ambos os genótipos, com altos coeficientes de determinação ($R^2 = 0,98$ e $R^2 = 0,99$), onde atingiram comprimento máximo da raiz aos 56 DAP para ambos os genótipos com

valores de 0,3 e 0,29m para o Controle e Transformada, decrescendo após esse período (Figura 3).

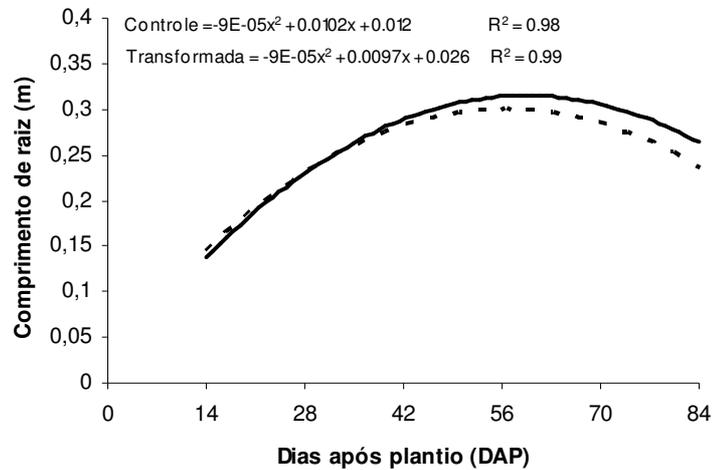


FIGURA 3- Comprimento da raiz de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (----) em função da ontogenia das plantas.

O número de folhas seguiu uma tendência cúbica ao longo do desenvolvimento da planta para ambos os genótipos (Figura 4), apresentando coeficiente de determinação de 0,87 para o Controle e de 0,99 para Transformada. O máximo número de folhas foi atingido aos 60 DAP com valores de 439 e 364 para o Controle e Transformada, respectivamente. Assim, as plantas transformadas apresentaram número máximo de folhas maior do que a cv, Baronesa não-transformada. Após atingirem esses valores houve um decréscimo progressivo, em virtude do processo de senescência foliar, reduzindo o número de folhas. De forma análoga, Melo et al. (2003) verificaram que a cv. Ágata atingiu o valor máximo de folhas aos 70 DAP, bem como seu decréscimo após esse período.

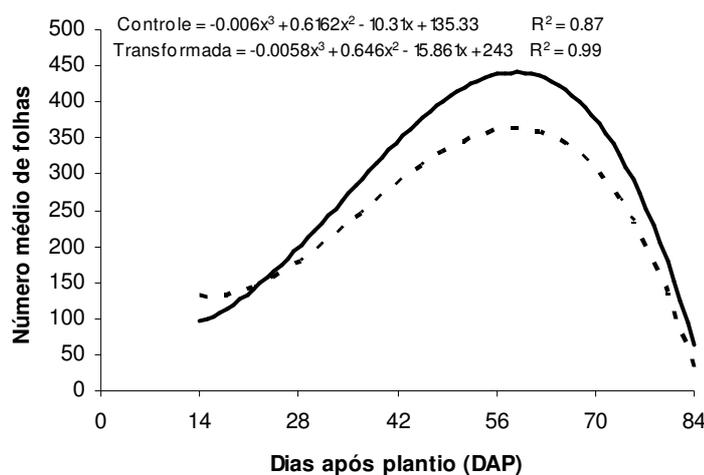


FIGURA 4- Número médio de folhas de batata cv. Baronesa Controle (—) e Transformada (----) em função da ontogenia das plantas.

Com relação aos componentes da produção (Tabela 1), não houve diferença significativa entre os genótipos para número médio de tubérculos, largura média dos tubérculos, comprimento médio dos tubérculos e massa fresca média dos tubérculos. No entanto, houve diferenças significativas para volume de tubérculos por planta, onde a cv. Baronesa não-transformada apresentou um volume menor, de $28,48 \text{ mm}^3$, enquanto que seu genótipo transformado alcançou um volume de $66,32 \text{ mm}^3$. Portanto, apesar de não apresentarem diferenças com relação ao número, dimensões e massa fresca dos tubérculos, as plantas transformadas apresentaram um volume maior em relação ao Controle ao final do ciclo, aos 84 DAP. Enquanto, Schmitz (2006) trabalhando com a mesma cultivar e seu genótipo transformado, avaliou número e dimensões dos tubérculos, não havendo diferenças para essas variáveis. Porém, verificou-se que a massa fresca média dos tubérculos e massa fresca de tubérculos por planta foi superior para as plantas não transformadas da cv. Baronesa, sendo os parâmetros avaliados aos 116 DAP. Da mesma forma, Schmitz (2006) estudando os componentes da produção de plantas de batata, cv. Macaca e seus genótipos transformados verificou que estas, não apresentaram diferenças significativas para as variáveis, número, dimensões e massa fresca média de tubérculos. Somente para a variável, massa fresca de tubérculos por planta dos genótipos transformados, foram superiores em relação à planta não transformada, apresentando as maiores médias. Segundo Kooman et al. (1996), a variação na produção de massa seca dos tubérculos de batata é relacionada entre outros fatores

com a cultivar, bem como a duração do crescimento das plantas é resultado da associação de fatores como o crescimento da cultura, alocação de massa seca e da senescência foliar, podendo desta forma alterar a produção.

Tabela 1 – Componentes da produção de plantas de batata cv. Baronesa e seu transformado, determinados aos 84 dias após o plantio (DAP)

Componentes da Produção	Genótipo	
	Baronesa	Baronesa transformada
Número de tubérculos por planta	10,33 A	6,33 A
Volume médio dos tubérculos (mm ³)	28,48 B	66,32 A
Largura média dos tubérculos (mm)	30,94 A	35,55 A
Comprimento médio dos tubérculos (mm)	50,29 A	68,41 A
Massa fresca média dos tubérculos por planta (g planta ⁻¹)	114,06 A	130,54 A
Massa fresca média dos tubérculos por área (Kgm ⁻²)	10,90 A	12,47 A

* Médias seguidas pela mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

4 CONCLUSÃO

A transformação genética da cv. Baronesa com genes de resistência ao vírus PVY não altera efetivamente a maioria dos atributos morfológicos e nem a produção de tubérculos de batata.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR NETTO, A.O.; RODRIGUES, J.D.; PINHO, S.Z. Análise de crescimento na cultura da batata submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.5, p.901-907, 2000.

ANDERSSON, M.; TRIFONOVA, A.; ANDERSSON, A.; JOHANSSON, M.; BULOW, L.; HOFVANDER, P. A novel selection system for potato transformation using a mutated AHAS gene. **Plant Cell Report**, n.22, p.261-267, 2003.

ARAGÃO, F.J.L. Melhoramento de plantas: o panorama nacional. **Revista Ciência Hoje**. v.34, n.203, abril, 2004.

ASWATH, C.R.; KIM, S.Y.M.H.; PARK, S.W. *Agrobacterium* and biolistic transformation of union using non-antibiotic selection marker phosphomannose isomerase. **Plant Cell Report**, v.25, p.92-99, 2006.

ÁVILA, A.C. de; MELO, P.E. de; LEITE, L.R. O Vírus Y da Batata (Potato Virus Y) e a Batata-Semente Nacional: Quem Vencerá?. **Batata Show**, Itapetinga, SP, n.7, 2007.

BANERJEE, A.K., PRAT, S.; HANNAPEL, D. Efficient production of transgenic potato (*S. tuberosum* L. *sp. andigena*) plants via *Agrobacterium tumefaciens* mediated transformation. **Plant Science**, n.170, p.732-738, 2006

BARCELOS, D.M.; GARCIA, A.; MACIEL JR., V.A. Análise de crescimento da cultura da batata submetida ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um latosolo vermelho-amarelo. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.31, n.1, p.21-27, 2007.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia. **Medicina Veterinária e Zootecnia**, 1988. 41p.

BORÉM, A. **Escape gênico e transgênicos**. Viçosa/UFV, 2001, 204p.

BRAGA, E. J. B. **Microtuberização e transformação genética de batata (*Solanum tuberosum* L.) cv. Macaca com genes de resistência a fungos**. Tese de **Doutorado**. Pelotas, Cenbiot/UFPel, 2002, 91p.

BRASILEIRO, A.C.; DUSI, D.M.A. Transformação genética de plantas. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. (eds.). **Cultura de Tecidos e Transformação genética de plantas**. Brasília: SPI/EMBRAPA – CNPH, 1999, p.679-736.

BRIGHENTI, A.M.; SILVA, J.F.; LOPES, N.F.; CARDOSO, A.A.; FERREIRA, L.R. Crescimento e partição de assimilados em losna. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.5, n.1, p.41-45, 1993.

BRITO, G.J.M. **Estudo da assimilação do nitrato em plantas transgênicas de tabaco (*Nicotiniana tabacum* L.cv Petite Havana SR1) que expressam o gene *Lhab*2* de ervilha constitutivamente**. **Dissertação de Mestrado**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001, 17p.

BROUWER, R. Distribution of dry matter in the plant. **Neth. J. Agric. Sci.**, Netherlands, 10:361-75, 1962.

CAMPOS, M.A. **Sistema de transformação de batata (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Baronesa mediado por *Agrobacterium tumefaciens***. **Dissertação de Mestrado**. Pelotas, 93p., FAEM/UFPel, 1995

CARDOSO, M.J.; FONTES, L.A.N.; LOPES, N.F.; et al. Partição de assimilados e produção de matéria seca de milho em dois sistemas de associação com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**. Viçosa, v.34, n.191, p.71-89, 1987.

CHAPARRO, A.; SINISTERRA, X.; QUINTERO, O.; SANTOS, J. Transformación de papa criolla variedad 'Yema de huevo' con un gen que codifica para un inhibidor de proteasas derivado del pomelo. En: CEVIPAPA (eds). **Memorias *Tecia solanivora* II Taller Nacional**, Bogotá, 190p., 2003.

CHIARIELLO, N.R.; MOONEY, H.A.; WILLIAMS, K. Growth, carbon allocation and cost of plant tissues. In: PEARCY, R.W.; EHLERINGER, J.R.; MOONEY, H.A. et al., ed. **Plant physiological ecology: fields and instrumentation**, New York, Chapman & Hall, p.328-65, 1991.

CHRISTOU, P. Genetic transformation of crop plants using microprojectile bombardment. **Plant**. 3.,2, p.275-81, 1994.

CONCEIÇÃO, M.K. da; LOPES, N.F.; FORTES, G.R. de L. Partição de matéria seca entre órgãos de batata-doce (*Ipomea batatas* (L) LAM), cultivares Abóbora e Da Costa. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.10, n.3, p.313-316, 2004.

CONCEIÇÃO, M.K. da; LOPES, N.F.; FORTES, G.R. de L. Análise de crescimento de plantas de batata-doce (*Ipomea batatas* (L) LAM), cultivares Abóbora e Da Costa. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.11, n.3, 273-278, 2005.

COSTA, D.M.; CASTRO, L.A.S.; PETERS, J.A.; Batata: a busca de maior produtividade. **Horti Sul**. v.1, p.40-42, 1989.

CRAIG, W.; GARGANO, D.; SCOTT, N.; NGUYEN, T.T.; LAO, N.T.; KAVANAGH, T.A.; DIX, P.J.; CARDI, T. Direct gene transfer in potato: A comparison of particle bombardment of leaf explants and PEG-mediated transformation of protoplasts. **Plant Cell Reports**, v.24, n.10, 2005.

DANIELS, J. Viroses da batata e suas implicações na produção de batata-semente no Rio Grande do Sul. **Summa phytopathologica**, Piracicaba, v.21, n.3-4, p.269-270, 1995.

DANIELS, J. Avaliação de genótipos de batata para resistência ao vírus Y. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.2, p.145-147, 2000.

DANIELS, J. Batata-semente para uso próprio. *In.*: Pereira, A. da S.; Daniels, J. (Eds.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, p.495-508, 2003.

DANIELS, J.; PEREIRA, A. da S. Resistência de genótipos de batata ao vírus do enrolamento da folha da batata (PLRV) e ao vírus Y (PVY). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.521-524, 2004.

DELÚ FILHO, N.; CASCARDO, J.C. de M.; FONTES, E.P.B. Clonagem molecular e isolamento de genes de plantas. *In.*: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. (eds.). **Cultura de Tecidos e Transformação genética de plantas**. Brasília: SPI/EMBRAPA – CNPH, 1999, p.653-677.

DUARTE, G.L. **Qualidade fisiológica de sementes, crescimento e alterações bioquímicas em trigo sob estresse salino**. Dissertação de Mestrado. Pelotas, UFPel, 2004, 96p.

ESTRADA, N. **La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa**. PROINPA, CIP, CID, La Paz, 372p., 2000.

FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, 2006.
Acesso em 15 de julho de 2008. Disponível em: www.fao.org.br/aib.asp

FERREIRA, A.T. **Transformação de batata (*Solanum tuberosum* L. cvs. Baronesa e Macaca) via *Agrobacterium tumefaciens* visando a obtenção de plantas resistentes ao vírus do enrolamento das folhas (PLRV)**. Dissertação de Mestrado. Pelotas, 111p., FAEM/UFPel, 1998.

FIGUEIRA FILHO, E.S.; FIGUEIREDO, L.F.A.; MONTE-NESHICH, D.C. Transformation of potato (*Solanum tuberosum*) cv. Mantiqueira using *Agrobacterium tumefaciens* and evaluation of herbicide resistance. **Plant Cell Reports**, v.13, n.12, 1994.

FIGUEIRA, A.R. Viroses da batata e suas implicações na produção de batata-semente no estado de Minas Gerais: histórico do problema e soluções. **Summa phytopathologica**, Piracicaba, v.21, n.3-4, p.268-269, 1995.

FNP – Consultoria & Comércio. Batata. **Agriannual 2005**. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, p.230-236, 2005.

FNP Consultoria & Comércio. Batata. **Agriannual 2007**: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: 2007. p.205-209.

FOLQUER, F. **LA BATATA (CAMOTE)**: estudio de la planta y su producción comercial. Buenos Aires, Editorial Hemisfério Sur, 1978, 145p.

FONTES, P.C.R.; DIAS, E.N.; SILVA, J.H. da. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.23, n.1, p.94-99, 2005.

FORTES, G.R.L.; PEREIRA, J.E.S. Batata-semente Pré-básica. Cultura de Tecidos. In: PEREIRA, A. da S.; DANIELS, J. (Eds.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília, Embrapa, DF, Embrapa Informação Tecnológica, p.421-433, 2003.

FOX, M.J.; Breeding for viral resistance: conventional methods. **Netherlands Journal of Plant Pathology**. v.98 (Suppl.2), p.13-20, 1992.

GAVA, G.J.C.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, M.W. Growth and accumulation of nitrogen by sugarcane cultivated in soil covered with cane trash. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1347-1354, 2001.

GRANT, S.R.; Dissecting the mechanisms of posttranscriptional gene silencing: Divide and Conquer. **Cell**, v.96, p.303-306, 1999.

HAHN, S.K. Sweet Potato. In: Alvim, R.T., Kozlowski, T.T. (Eds.). **Encyclopaedia of Tropical Crops**. Academic Press, New York, pp.237-248, 1977.

HARRIS, P. M. The use of root data in some agronomic research. Root ecology and its practical application. **Proceedings International Symposium Gumpenstein**, p. 525-533, 1983.

HUNT, R. **Plant growth curves: the functional approach to plant growth analysis**, London, Edward Arnold, v.15, n.2, 1982, 248p.

HUNT, R. **Basic growth analysis**, London, Unwin Hyman, 1990, 112p.

HUNT, R.; CAUSTON, D.R.; SHIPLEY, B.; ASKEW, P. A modern tool for classical plant growth analysis. **Annals of Botany**, v.90, p.485-488, 2002.

IBARRA, R., W.E. **Comparación y validación de métodos de estimación de área foliar em ocho cultivares de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)**. Tesis de grado – Facultad de Agronomía. Maracay, 112p., U.C.V, 1985.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, www.scp.rs.gov.br/uploads/batatainglesa_04_061.pdf. Consultado em 15 de julho de 2008

JORGE, Y.; GONZÁLEZ, F. Estimación Del área foliar em los cultivos de aji y tomate. **Agrotecnia de Cuba**. Havana, v.27, n.1, p.123-126, 1997.

KOOMAN, P.L.; RABBINGE, R. An Analysis of the Relation between Dry Matter Allocation to the Tuber and Earlines of Potato Crop. **Annals of Botany**, v.77, p.235-242, 1996.

KUMAR, A. Somaclonal variation. *In*: Bradshaw, J.E., Mackay, G.R. **Potato Genetics**, Wallingford, CAB INTERNATIONAL, 1994, 553p.

KUMAR, A. Agrobacterium-Mediated Transformation of Potato Genotypes. **Agrobacterium Protocols**, v.44, p.121-128, 1995.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. 3.ed. Berlin: Springer-Verlag, 1995. 506p.

LAWSON, C.; KANIEWSKI, W.; HALEY, L.; ROZMAN, R.; NEWELL, C.; SANDERS, P.; TUMER, N.E. Engineering resistance to mixed virus infection in a commercial potato cultivar: Resistance to potato virus X and potato virus Y in transgenic Russet Burbank. **Biotechnology**. V8, p.127-134, 1990.

LINDSEY, K. Genetic Manipulation of crop plants. **J. of Biotech.** v.26, p.1-28, 1992.

LOPES, N.F.; MAESTRI, M. Análise de crescimento e conversão de energia solar em populações de milho (*Zea mays* L.) em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, n.109, p.189-201, 1973.

LOPES, N.F.; COSTA, Delorge Mota da. Período e velocidade de tuberização em cinco cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.28, n.160, p.530-545, 1981.

LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; CARDOSO, M.J.; GOMES, M.M.S.; SOUZA, V.F. Crescimento e conversão da energia solar em *Phaseolus vulgaris* L. submetido a três densidades e fluxo radiante e dois regimes hídricos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.33, n.183, p.142-164, 1986.

LOPES, N.F.; MARENCO, R.A. **Fisiologia vegetal: Fotossíntese, Respiração, Relações Hídricas e Nutrição Mineral**, Viçosa, UFV, 2005, p.397-399.

LÓPEZ, A.; CHAPARRO, A. Propuesta de un sistema de transformación de plantas de papa (*Solanum tuberosum* sp. *andigena* var. Pastusa suprema) mediado por *Agrobacterium tumefaciens*. **Agronomía Colombiana**, v.25, p.16-25, 2007.

LUCCHESI, A.A. **Utilização prática da análise de crescimento vegetal**. AM. ESALQ. v.41, p.181-202, 1984.

MARCELIS, L.F.M. Sink strength as a determinant of dry mater partitioning in the whole plants. **J. Exp. Bot.**, n.47, p.1281-1291.

MEDEIROS, C.A.B.; ZIEMER, A.H.; DANIELS, J.; PEREIRA, A. da S. Produção de sementes pré-básicas de batata em sistemas hidropônicos. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.110-114, 2002.

MEDEIROS, J.G.; PEREIRA, W.; MIRANDA, J.E.C. Análise de crescimento em duas cultivares de batata-doce (*Ipomea batatas* (L) LAM). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.2, n.2, p.23-29, 1990.

MELO, P.C.T. de; GRANJA, N.P.; MIRANDA FILHO, H.S. Análise do crescimento da cultivar Ágata. **Batata Show**, n.8, 2003.

MISSIOU, A.; KALANTIDIS, K.; BOUTLA, A.; TZORTZAKAKI, S.; TABLER, M., TSAGRIS, M. Generation of transgenic potato plants highly resistant to potato virus Y (PVY) through RNA silencing. **Molecular Breeding**, v.14, n.2, 2004.

PAULA, M. B. Produção de matéria seca e absorção de macronutrientes por cultivares de batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.4, n.1, p.10-16, 1986.

PEREIRA, A. da S.; DANIELS, J. **O cultivo da batata na região sul do Brasil**, Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2003, 567p.

PEREIRA, A. da S.; SOUZA, Z.S.; CHOER, E. Principais cultivares. In: PEREIRA, A. da S.; DANIELS, J (eds). **O cultivo da Batata na Região Sul do Brasil**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2003, 567p.

PEREIRA, A. da S. Melhoramento genético. In: Arione da Silva Pereira; Julio Daniels. (Org.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. 1 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, v. , p. 105-124.

PEREIRA, A. da S. ; SOUZA, Zilmar da Silva ; CHOER, Eva . Principais cultivares. In: Arione da Silva Pereira; Julio Daniels. (Org.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. 1 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, v. , p. 143-153.

PEREIRA, A. da S. . Desenvolvimento de cultivares nacionais de batata. **Batata Show**, Itapetininga, v. 3, p. 12 - 13, 01 jul. 2003.

PEREIRA, A. da S. ; MELO, Paulo Eduardo de ; BERTONCINI, Odone ; FURUMOTO, Ossami ; NAZARENO, Nilceu ; HIRANO, Élcio ; LOPES, Carlos Alberto ; BRUNE, Sieglinde ; CASTRO, Caroline M ; ÁVILA, Antonio Carlos ; DUSI, André N. ; GOMES, Cesar Bauer ; REIS, Ailton ; MEDEIROS, Carlos Alberto Barbosa . Avanços no melhoramento genético de batata na Embrapa. **Batata Show**, Itapetininga, v. 6, p. 55 - 55, 01 dez. 2006.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais. Campinas, Instituto Agrônômico. **Boletim Técnico**. 114, 1987, 33p.

PEREIRA, J.E.S.; FRANÇA, R.B. de; DANTAS, A.C. de M.; FORTES, G.R.L. Influência do número de gemas, presença ou ausência de folhas e posição do explante na multiplicação *in vitro* da batata. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.1., 2005.

PERFETTI, J.C.; TÉLLEZ, C.; CORREA, C. Sistema de inteligência de mercados. Ministério de Agricultura Y Desarrollo Rural. **Perfil de producto papa**. Corporación Colombia Internacional. Bogotá. En: http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005113143530_perfil_papaOk.pdf; consulta: mayo 2006.

PINTO, C.A.B.P. Cultivares de batata resistentes a viroses. **Batata Show**, Itapetinga, SP, n.7, 2003.

PINTO, L.S.R.C. **Avaliação do metabolismo fotossintético de plantas transgênicas de tabaco (*Nicotiniana tabacum* L.) que expressam o gene *Lhc1*2* constitutivamente, em condições de alta luminosidade. Tese de Doutorado.** Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000, 140p.

RADFORD, P.J. Growth analysis formulae – their use and abuse. **Crop Science**. Madison, v.7, n.3, p.171-175. 1967.

RADIN, B.; BERGAMASCHI, H.; REISSER JÚNIOR, C; BARNI, N.A.; MATZENAUER, R.; DIDONÉ, I.A. Eficiência do uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura de tomateiro em diferentes ambientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p.1017-1023, 2003.

REAL, M.J.U.D.; **Efeito do aumento do complexo protéico clorofila a/b no metabolismo fotossintético de plantas transgênicas de tabaco (*Nicotiniana tabacum* L.). Tese de Doutorado.** Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997, 150p.

RICHARDS, F.J., The quantitative analysis of growth. In: STEWARD, F.C. (ED). **Plant Physiology. A treatise**. New York: Academic Press, p.3-76, 1969.

RITTER, E. Aplicación de la biotecnología en la mejora genética de la patata. En: Pascualena J. y E. Ritter (eds.). **Libro de Actas del Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo en Patata**. Patata 2000, 3-6 julio, Vitoria –Gastéis, España, 2000.

ROMANO, A.; RAEMAKERS, K.; VISSER, R.; MOOIBROEK, H. Transformation of potato (*Solanum tuberosum*) using particle bombardment. **Plant Cell Reports**. v.20, n.3, p.198-204, 2001.

ROMANO, E.; MONTE, D.C.; TORRES, A.C. Batata transgênica: estado de arte no Brasil e no mundo. **Batata Show**, Itapetinga, SP, p.34-35. 2001.

ROMANO, M.R. **Análise de crescimento, produção de biomassas, fotossíntese e biossíntese de aminoácidos em plantas transgênicas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) que expressam o gene Lhcb1*2 de ervilha. Dissertação de Mestrado.** Ciências, área de concentração: Fisiologia e Bioquímica de Plantas. USP, 2001, 66p.

ROOS, H. Potato breeding – problems and perspectives. *In.*: Brandes, J., Bartels, R.; Völk, J. and Wetter, C. (eds.). **Advances in Plant Breeding. J. Plant Breed**, n.13 (suppl.), Paul Parey, Berlin, 1986.

ROSSIELLO, R.O.P. **Indicadores de deficiência hídrica em três variedades de milho (*Zea mays* L.). Dissertação de Mestrado.** Rio de Janeiro, UFRRJ, 1978. 201p.

SCHMITZ, D.D. **Características fotossintéticas de plantas de batata (*Solanum tuberosum* L.) cvs. Baronesa e Macaca, transformadas geneticamente. Dissertação de Mestrado.** Pelotas, UFPel, 2006, 49p.

SHARMA, B.D.; KAUL, H.N.; SINGH, M. Growth analysis of potato varieties in autumn in subtropical conditions. **New Botanist**. Lucknow, v.20, n.54, p.55-64, 1993.

SILVA, A.; FERREIRA, L; SILVA, A.; FERREIRA, F. Análise de crescimento de *Brachiaria brizantha* submetida a concentrações reduzidas de fluzifop-p-butil. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.1, 2005.

SILVA, B.B. da; FERREIRA, J.A.S.; RAO, T.V.R.; SILVA, V.P.R. Características de parâmetros fisiológicos e de crescimento do meloeiro irrigado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.13, n.1, p.45-52, 2005.

SILVA, F.L. **Descrição morfofisiológica de clones de batata precoces e tardios visando a adaptação a condições tropicais. Dissertação de Mestrado**, Lavras – MG, UFLA, 2006, 82p.

SILVA, L. A. S.; PINTO, C. A. B. P. Duration of the growth cycle and the yield potential of potato genotypes. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.5, n.1, p.20-28, 2005.

SILVA, R.N. **Crescimento de plantas de cevada (*Hordeum vulgare* L.) submetidas a estresse salino. Dissertação de Mestrado em Fisiologia Vegetal**. Universidade Federal de Pelotas, 2005, 86p.

SLATER, A.; SCOTT, N.; FOWLER, M. **Plant Biotechnology: The genetic manipulation of plants**. Oxford, Oxford University Press, 2003, 347p.

SOLOMON-BLACKBURN, R.M.; BARKER, H. Breeding virus-resistant potatoes (*Solanum tuberosum*): a review of traditional and molecular approaches. **Heredity**, n.86, p.17-35, 2001.

SOUZA-DIAS, J.A.C. Viroses da batata e suas implicações na produção de batata-mente no estado de São Paulo. **Summa phytopathologica**, Piracicaba, v.21, n.3-4, p.264-266, 1995.

SPENCE, J.A.; HUMPHRIES, E.C. Effect of moisture supply, root temperature, and growth regulators on photosynthesis of isolated root leaves in sweet potato (*Ipomea batatas*). **Annals of Botany**, London, v.36, n.144, p. 115-121, 1972.

TEKALIGN, T.; HAMMES, P.S. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth II. Growth analysis, tuber yield and quality. **Scientia Horticulturae**, v.105, p.29-44, 2005.

TORRES, A.C.; FERREIRA, A.T.; MELO, P.E.; ROMANO, E.; CAMPOS, M.A.; PETERS, J.A.; BUSO, J.; MONTE, D.C. Batata transgênica. **Biociência e Desenvolvimento**, v.7, p.74-77, 1999.

TORRES, A.C.; FERREIRA, A.T.; ROMANO, E.; CATTONY, M.K.; NASCIMENTO, A.S. Transformação genética da batata cultivar Achat via *Agrobacterium tumefaciens*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.1, p.41-45, 2000.

TRUSKINOV, E.V.; ROGOZINA, E.V. Elimination of viruses from a potato clone collection by tissue culture. **Russian Journal of Plant Physiology**. v.44, n.3, p.374-380, 1997.

URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.3, p.497-506, 2000.

VAN DEN ELZEN, P.J.M.; HUISMAN, M.J.; POSTHUMUS-LUTKE WILLINK, D.; JONGEDIJK, E.; HOEKEMA, A.; CORNELISSEN, B.J.C. Engineering virus resistance in agricultural crops. **Plant Molecular Biology**, v.13, p.337-346. 1989.

VIEIRA, L.G.E. Organismos geneticamente modificados. Uma tecnologia controversa. **Revista Ciência Hoje**. v.34, n.203, abril, 2003.

WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yield. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.4, p.101-144, 1952.

ZABOT, L.; DUTRA, L.M.C.; JAUER, A.; LUCCA FILHO, O.A.; UHRY, D.; STEFANELO, C.; LOSEKAN, M.E.; FARIAS, J.R.; LUDWIG, M.P. Análise de crescimento da cultivar de feijão BR Ipagro 44 Guapo Brilhante cultivada na safrinha em quatro densidades de semeadura em Santa Maria – RS. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.3, n.2, p.105-115, 2004.

ZHOU, Y.H.; PENG, Y.H.; LEI, J.L.; ZOU, L.Y.; ZHENG, J.H.; YU, J.Q. Effects of potati virus Y^{NTN} infection on gas exchange and photosystem 2 function in leaves of *Solanum tuberosum* L. **Photosynthetica**. v.42, n.3, p.417-423, 2004.