

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR**

**EFEITOS FISIOLÓGICOS DE FUNGICIDAS NO CRESCIMENTO,  
PRODUTIVIDADE E PÓS-COLHEITA DE BATATA (*Solanum tuberosum* L.)**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ÉDINA CRISTIANE PEREIRA LOPES**

**GUARAPUAVA-PR**

**2011**

**ÉDINA CRISTIANE PEREIRA LOPES**

**EFEITOS FISIOLÓGICOS DE FUNGICIDAS NO CRESCIMENTO,  
PRODUTIVIDADE E PÓS-COLHEITA DE BATATA (*Solanum tuberosum* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Sidnei Osmar Jadoski  
Orientador

GUARAPUAVA-PR

2011

**ÉDINA CRISTIANE PEREIRA LOPES**

**EFEITOS FISIOLÓGICOS DE FUNGICIDAS NO CRESCIMENTO,  
PRODUTIVIDADE E PÓS-COLHEITA DE BATATA (*Solanum tuberosum* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 25 de fevereiro de 2011.

Prof. Dr. Marcio Furlan Maggi – UNIOESTE

Prof. Dr. Adenilsom dos Santos Lima– UNICENTRO

Prof. Dr. Tadeu Alcides Marques– UNOESTE

Prof. Dr. Sidnei Osmar Jadoski - UNICENTRO

Orientador

GUARAPUAVA-PR

2011

Dedico aos meus pais Doilho Pereira Lopes e Antonia Marez Lopes.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Fundação Araucária, pela concessão da bolsa de Mestrado.

Ao Prof. Dr. Sidnei Osmar Jadoski, pela orientação, atenção, paciência e pelos valiosos ensinamentos que me deram suporte para a realização deste trabalho.

A todos os professores da Pós-Graduação em Agronomia, em especial aqueles que sempre me incentivaram a prosseguir.

Às colegas de grupo de pesquisa Livia Sales em especial à Larissa Saito e aos estagiários que ajudaram na implantação e coleta de dados, Adriano Suchoronczek, Cleverson Scabeni, Douglas Jobin Vieira, João Giasson, Laís Martincoski, Moisés Scheifiter de Ramos e Rafael Wasne.

Aos produtores Moacir Aoyagui, Renê Martins Bandeira e José Massaytssu Kohatsu e aos Engenheiros Agrônomos de suas empresas pela colaboração para o desenvolvimento do trabalho, contribuição com insumos e sementes e principalmente por acreditar na importância da pesquisa para o desenvolvimento da bataticultura.

Aos funcionários da UNICENTRO pelo auxílio direto e indireto neste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
<b>3.1. A batata no mundo, no Brasil, e na Região Centro-Oeste do Paraná</b> .....	<b>4</b>
<b>3.2. Características gerais da cultura da batata</b> .....	<b>5</b>
3.2.1. Características da cultivar Ágata.....	7
3.2.3. Os efeitos do clima.....	8
<b>3.3. Crescimento e desenvolvimento da cultura da batata</b> .....	<b>9</b>
<b>3.4. Importância da utilização de fungicidas para a produção de batata</b> .....	<b>10</b>
3.4.1. Estrobilurinas e a piraclostrobina.....	11
<b>3.5. Métodos para estimativa de IAF – Índice de Área Foliar</b> .....	<b>15</b>
<b>3.6. Características pós-colheita de batata para redução de perdas</b> .....	<b>17</b>
3.6.1. Esverdeamento .....	18
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
<b>4.1. Caracterização da área de estudo</b> .....	<b>21</b>
<b>4.2. Unidades experimentais</b> .....	<b>22</b>
<b>4.3. Delineamento experimental e tratamentos</b> .....	<b>23</b>
<b>4.4. Instalação e condução da pesquisa no campo</b> .....	<b>25</b>
<b>4.5. Características avaliadas da etapa 1</b> .....	<b>27</b>
4.5.1. Número de hastes .....	27
4.5.2. Comprimento da maior haste .....	27
4.5.3. Número médio de folhas por planta .....	28
4.5.4. Índice de área foliar (IAF) .....	28
4.5.6. Produtividade .....	31
4.5.7. Classificação de tubérculos .....	31
4.5.8. Número médio de tubérculos .....	31

4.5.9. Peso médio de tubérculos por planta.....	32
<b>4.6. Características avaliadas na etapa 2 .....</b>	<b>32</b>
<b>4.7. Análises estatísticas.....</b>	<b>33</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>34</b>
<b>5.1. Clima .....</b>	<b>34</b>
<b>5.2. Emergência das plantas.....</b>	<b>34</b>
<b>5.3. Resultados e discussões para a etapa 1 .....</b>	<b>34</b>
5.3.1. Número de hastes .....	34
5.3.2. Comprimento da maior haste .....	36
5.3.3. Número médio de folhas por planta .....	38
5.3.4. Metodologia para estimativa da área foliar da batata cultivar ágata.....	40
5.3.5. Avaliação do Índice de Área Foliar (IAF) .....	44
5.3.6. Massa seca (MS) .....	47
5.3.7. Produtividade .....	49
5.3.8. Classificação dos tubérculos pelo diâmetro .....	52
<b>5.4. Resultados e discussões para a etapa 2 .....</b>	<b>54</b>
5.4.1. Esverdeamento de tubérculos em pós-colheita .....	54
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>59</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>60</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>71</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo da cultura da batata (ABBA, 2010).....	7
Figura 2. Plantas de batata e o camalhão de terra formado na base das plantas após a realização da amontoa nas parcelas.....	26
Figura 3. Folhas de diferentes tamanhos de plantas de batata, utilizadas para a determinação da área foliar em software ImageJ.....	29
Figura 4. Foliolos de uma folha de planta de batata utilizadas para a determinação da área foliar em software ImageJ.....	29
Figura 5. Foliolos de uma folha de planta de batata digitalizados com fundo contrastante utilizadas para a determinação da área foliar em software ImageJ.....	30
Figura 6. Avaliação de pós-colheita: esverdeamento de tubérculos expostos à luz ambiente.	33
Figura 7. Características dos tubérculos lavados aos 20 dias de exposição à luz ambiente.....	33
Figura 8. Comprimento médio da maior haste ao longo do ciclo vegetativo de plantas de batata submetidas a diferentes manejos com fungicidas. Guarapuava, 2010.....	36
Figura 9. Número médio de folhas ao longo do ciclo vegetativo de plantas de batata submetidas a diferentes manejos com fungicidas. Guarapuava, 2010.....	38
Figura 10. Resultado das funções ajustadas para a determinação da área de folhas de batata cultivar Ágata, utilizando o comprimento da folha como variável independente. Guarapuava-PR, 2011.....	43
Figura 11. Índice de área foliar ao longo do ciclo vegetativo de plantas de batata submetidas a diferentes manejos com fungicidas. Guarapuava, 2010.....	45
Figura 12. Massa seca da parte aérea de plantas no final do ciclo vegetativo da cultura da batata submetida a diferentes manejos com fungicidas. Guarapuava, 2010.....	49
Figura 13. Valores médios do número de tubérculos por planta (A) e peso dos tubérculos (B) produzidos por plantas de batata submetidas a diferentes manejos com fungicidas. Guarapuava, 2010.....	50
Figura 14. Porcentagem de tubérculos de batata presentes nas diferentes classes, em função de	



diferentes manejos com fungicidas, considerando a metodologia do MAPA (1995),  
Guarapuava, 2010..... 53

Figura 15. Porcentagem média de esverdeamento em tubérculos de batata cultivar Ágata, com  
diferentes manejos de fungicida aos 68 dias após o plantio e lavagem dos tubérculos para  
conservação pós-colheita. Guarapuava-PR, 2010. .... 55

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação para tamanho de tubérculos-semente. ....	6
Tabela 2. Comportamento das componentes de variáveis climáticas durante o período de 30 de janeiro até 12 de maio de 2010, em Guarapuava-PR.....	21
Tabela 3. Características químicas do solo da área experimental. Guarapuava – PR, 2010. ....	22
Tabela 4. Tratamentos, produtos utilizados, doses e momento de aplicação – Experimento 1. ....	24
Tabela 5. Composição dos tratamentos aplicados no experimento 2, com a caracterização dos produtos utilizados, dosagens e momento de aplicação. ....	25
Tabela 6. Resultado da análise de variância para número de hastes por planta de batata submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010.....	35
Tabela 7. Resultado da análise de variância para o comprimento da maior haste (cm) das plantas de batata submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010. ....	37
Tabela 8. Resultado da análise estatística pela comparação de médias para o comprimento da maior haste das plantas de batata aos 36 DAE. ....	37
Tabela 9. Resultado da análise de variância para o número de folhas das plantas de batata submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010.....	39
Tabela 10. Resultado da análise estatística pela comparação de médias para total de folhas das plantas de batata aos 46, 56, 66, 76 e 86 DAP submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010. ....	40
Tabela 11. Resultados do ajuste das funções através dos parâmetros comprimento e largura da folha e suas relações de produto e quociente, para estimativa da área foliar da batata cultivar Ágata. Guarapuava-PR, 2011. ....	41
Tabela 12. Resultado da análise de variância para IAF ( $m^2 m^{-2}$ ) das plantas de batata submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010.....	46
Tabela 13. Resultado da análise estatística pela comparação de médias para IAF ( $m^2 m^{-2}$ ) das plantas de batata aos 36, 46, 56, 66 e 86 DAP submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010. ....	46

Tabela 14. Resultado da análise de variância para a matéria seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), de plantas de batata submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010.....	48
Tabela 15. Resultado da análise de variância para a produtividade em ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), de tubérculo das plantas da batata submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010. ....	50
Tabela 16. Resultado da análise de variância para a produtividade em ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), de tubérculo das plantas da batata submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010. ....	51
Tabela 17. Resultado da análise de variância para a classificação em porcentagem de tubérculo das plantas da batata, conforme Portaria nº 69, de 21/02/1995 – MAPA, Guarapuava – PR, 2010.....	54
Tabela 18. Resultado da análise de variância para esverdeamento de tubérculos de batata submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010.....	56
Tabela 19. Comparação de médias em porcentagem para esverdeamento de batata submetida a diferentes manejos com aplicação de metiram + piraclostrobina aos 68 DAP. Guarapuava-PR, 2010.....	57
Tabela 20. Comparação de médias em porcentagem para esverdeamento de tubérculos lavados e não lavados na avaliação aos 20 dias após a colheita (F3). Guarapuava-PR, 2010.	57
Tabela 21. Resultado da análise estatística pela comparação de médias em porcentagem para tubérculos esverdeados submetidos a aplicação de metiram + piraclostrobina aos 68 DAP para a interação entre aplicação de fungicida e tubérculos lavados e não lavados. ....	58

## RESUMO

Édina Cristiane Pereira Lopes. **Efeito fisiológico de fungicidas no crescimento, produtividade e pós-colheita de batata (*Solanum tuberosum* L.)**

A pesquisa foi desenvolvida em área experimental do Departamento de Agronomia da UNICENTRO, em Guarapuava – PR. O objetivo foi avaliar os efeitos aditivos dos fungicidas fluazinam e metiram + piraclostrobina no desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade pós-colheita de batata (*Solanum tuberosum* L.). Além de estabelecer uma metodologia para determinação da área foliar da cultura baseada na estimativa por equação de regressão pelo comprimento e largura das folhas. Considerou-se duas etapas, sendo a etapa 1 realizada em delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 4 repetições, dos quais o T1 é a testemunha com fluazinam, T2, T3, T4, T5 são tratamentos com diferentes doses de metiram + piraclostrobina no sulco de plantio e na amontoa. Verificou-se que os parâmetros número de folhas e índice de área foliar são beneficiados pela aplicação de metiram (2,75 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) + piraclostrobina (0,25 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) aplicado na amontoa ou dividido no sulco e na amontoa; sendo este resultado similar para a produtividade de tubérculos, não afetando a classificação de tubérculos, considerando o maior diâmetro. Com relação à metodologia para avaliação da área foliar verificou-se que o comprimento da folha é um parâmetro eficiente para ser utilizado como variável independente na estimativa da área foliar cultivar de batata Ágata, pelas funções linear, quadrática, cúbica, exponencial de crescimento, Gauss e Lorentz. A segunda etapa foi organizada em delineamento inteiramente casualizado com parcelas subdivididas e 4 repetições em fatorial 5x2x2. Nas parcelas principais foram avaliados 5 tratamentos de manejo com fungicidas (os mesmos aplicados na etapa 1), nas subparcelas foi avaliado o efeito da aplicação ou não de metiram + piraclostrobina aos 68 dias após plantio e nas subsubparcelas avaliou os efeitos da lavagem ou não dos tubérculos. Verificou-se que a aplicação de metiram + piraclostrobina aos 68 dias após o plantio ocasiona redução no esverdeamento de tubérculos e a associação entre manejo com aplicação de metiram + piraclostrobina aos 68 dias após o plantio e tubérculo não lavado foi a alternativa de manejo que ocasionou a menor taxa de esverdeamento.

**Palavras-Chave:** Cultivar Ágata, bataticultura, produção, piraclostrobina, esverdeamento.

## ABSTRACT

Édina Cristiane Pereira Lopes. **Physiological effect of fungicides on growth, productivity and post-harvest potato** (*Solanum tuberosum* L.)

The research was conducted in the experimental area of Department of Agronomy UNICENTRO in Guarapuava - PR. The objective was to evaluate the additive effects of fungicides fluazinam and metiram + pyraclostrobin in plant development, production and post harvest quality of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). In addition to establishing a methodology for determination of leaf area based on the estimated regression equation for the length and width of leaves. We considered two stages, the first step performed in a completely randomized design with 5 treatments and 4 replicates, of which the T1 is the witness with fluazinam, T2, T3, T4, T5 are treated with different doses of pyraclostrobin + metiram furrow and in lumps. It was found that the parameters leaf number and leaf area index are benefited by the application of metiram (2.75 kg a.i. ha<sup>-1</sup>) + pyraclostrobin (0.25 kg a.i. ha<sup>-1</sup>) applied to lump or split in the groove and in piles, and this result is similar to the tuber yield, without affecting the classification of tubers, whereas the larger diameter. Regarding the methodology for assessing the leaf area it was found that the length of the leaf is an effective parameter to be used as an independent variable in estimating leaf area of potato cultivar Agate, functions by linear, quadratic, cubic, exponential growth, Gauss and Lorenz. The second stage was organized in a completely randomized design with split plots and four replications in a factorial 5x2x2. In the main plots were assessed five tillage treatments with fungicides (the same used in step 1), the subplots, the effects of applying or not metiram + pyraclostrobin at 68 days after planting, and in subsubplots evaluated the effects of washing or not the tubers. It was found that the application of pyraclostrobin + metiram 68 days after planting causes reduction in the greening of tubers and association management with application of pyraclostrobin + metiram 68 days after planting and tubers were not washed the management alternative that caused the lower rate of greening.

**Keywords:** Growing, Agata, potato production, production, pyraclostrobin, greening.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o aumento populacional, cresce paralelamente a demanda por alimentos. A cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) desempenha um importante papel na alimentação humana, constituindo uma das principais fontes de carboidrato. Atualmente a batata é o 4º alimento mais consumido no mundo, após arroz, trigo e milho (FAO, 2010). Porém, para satisfazer à necessidade crescente de alimento, é imperioso o aumento não apenas da área cultivada, mas, principalmente, da produtividade (THE ECONOMIST, 2006).

A descrição clara do crescimento e desenvolvimento da planta ou de partes dela permite as comparações entre situações distintas, podendo ser aplicadas às mais diversas modalidades de estudos (BARCELOS et al., 2007), inclusive em estudos de efeitos fisiológicos de fungicidas quanto ao crescimento da planta de batata. Um dos componentes mais utilizados para avaliar características do desenvolvimento vegetativo das plantas é o índice de área foliar. Para a cultura da batata, que apresenta diversas cultivares com características vegetativas diferenciadas, este índice é amplamente variável e de mensuração notadamente difícil devido às características disformes das folhas. Além disso, são ainda escassas as pesquisas que visam o desenvolvimento de alternativas para medir o IAF no campo, especialmente para a cultivar Ágata, que é a mais recente introduzida no Brasil e ocupa a maior área de cultivo.

A cultura da batata é altamente afetada por diferentes patógenos, notadamente por fungos, que danificam tanto o dossel vegetativo, como tubérculos produzidos. Por este motivo os fungicidas são amplamente utilizados no ciclo de cultivo, com caráter preventivo ou curativo de doenças. Uma questão que necessita ser reavaliada é a possibilidade de estes fungicidas exercerem também efeito de promotores de rendimento e não somente como protetores, aumentando sua eficiência com espectro de ação com promoção de efeitos aditivos, na fisiologia da planta. A verificação e domínio destas propriedades que podem ser desenvolvidas por alguns fungicidas, podem ocasionar redução do desperdício de recursos financeiros e dos impactos ambientais gerados pelo uso demasiado de agroquímicos nas culturas.

Os fungicidas para uso agrícola foram desenvolvidos para o controle de patógenos nas culturas, contudo, observa-se nos campos de cultivo que alguns princípios ativos podem possibilitar resultados adicionais ao controle de fitopatológico. Um exemplo é o caso das

estrobilurinas, que demonstram ter efeito aditivo ao controle fúngico, promovendo algumas alterações na fisiologia das plantas, geralmente com conseqüências positivas sobre as culturas.

Sobre o efeito aditivo, Koehle et al. (2002) descrevem que dentre os fungicidas utilizados na cultura da batata, a classe de fungicidas pertencentes ao grupo químico das estrobilurinas compreende uma variedade de compostos que protegem a planta com amplas atividades antifúngicas e possuem propriedades atuantes na fisiologia das plantas, geralmente elevando a qualidade e rendimento das colheitas.

Neste contexto, Kimati e Bergamin Filho (1995) descrevem que a utilização de fungicidas deve ser considerada uma ferramenta indispensável dentro de programas de manejo que visem elevados índices de produtividade e qualidade de tubérculos. Contudo, é necessário considerar a necessidade de aprimorar os conhecimentos sobre os possíveis efeitos aditivos proporcionados por alguns princípios ativos, como as citadas estrobilurinas, visando esclarecer melhor tais efeitos e avaliar se ocorrem alterações no desenvolvimento, produção e qualidade de pós-colheita dos tubérculos de batata pelo uso de produtos com este princípio ativo.

Com maiores conhecimentos sobre métodos para determinação do IAF para a cultivar Ágata e sobre o efeitos da estrobilurina sobre determinadas características desta cultivar, será possível serem estabelecidos novas alternativas e aprimoramentos no manejo da cultura, que poderão resultar em benefícios econômicos em relação à quantidade e características de qualidade da produção, bem como sobre o meio ambiente, como o uso mais eficiente de alguns fungicidas. Estes podem ser alguns benefícios ocasionados pelo desenvolvimento desta pesquisa.

## 2. OBJETIVOS

A pesquisa foi desenvolvida com objetivo de avaliar os efeitos aditivos dos fungicidas fluazinam e metiram + piraclostrobina no desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade pós-colheita de batata (*Solanum tuberosum* L.). Além de estabelecer uma metodologia não destrutiva para determinação da área foliar da cultura baseada na estimativa por equação de regressão considerando medidas de comprimento e largura das folhas da cultura da batata na região de Guarapuava-PR.



### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. A batata no mundo, no Brasil, e na Região Centro-Oeste do Paraná

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é originária da Cordilheira dos Andes, entre o Peru e a Bolívia e em terras baixas do Sul do Chile, sempre adaptadas ao clima frio dessas regiões, em altitudes ou latitudes elevadas. Foi introduzida na Europa no século XVI e dali foi levada para a América do Norte, África do Sul e Austrália no início do século XVIII, chegando ao Brasil no final do século XIX (HAWKES, 1994).

Atualmente a batata é caracterizada como a quarta cultura na ordem de importância no mundo, sendo um dos principais alimentos da humanidade, cultivada em mais de 125 países e consumida por aproximadamente um bilhão de pessoas. A produção mundial é de 314 milhões de toneladas, em uma área cultivada de 19,5 milhões de hectares, com uma produtividade média de 16 toneladas por hectare. No Brasil, o cultivo da batata teve início no final do século XIX, com a chegada dos imigrantes europeus ao Sul do País. Desde então, a cultura apresentou constante aumento na sua produção, tendendo a acompanhar o crescimento da população brasileira tendo destaque nos últimos 15 anos em que a média de produção aumentou cinco por cento ao ano e a média da produtividade passou de 14 toneladas para 22 toneladas por hectare. Essa produção destina-se principalmente ao consumo interno, que fica em torno de 14 kg por habitante ao ano (FAOSTAT, 2010).

De acordo com Pereira e Daniels (2003), a região Sul do Brasil tem a maior área cultivada de batata do País e o maior contingente de produtores, tendo destaque a região de Guarapuava no Estado do Paraná que além deste abrange os municípios de Pinhão, Cândói, Reserva do Iguaçu, Goioxim, Canta Galo, Turvo, Prudentópolis e Santa Maria do Oeste.

Segundo Reccanelo (2006), na região de Guarapuava a bataticultura foi introduzida por imigrantes japoneses na década de 60, juntamente com a Cooperativa Agrícola de Cotia. A região é bastante propícia à produção de batatas devido ao clima ameno e solos férteis. Guarapuava foi considerada a principal região produtora de batata do Brasil e a principal variedade plantada era a Bintje. O número de produtores chegou a 150 na década de 90, período que foi introduzida a variedade Monalisa, que acabou substituindo a Bintje na maioria das áreas.

Atualmente, a região planta aproximadamente 4.000 hectares por ano das seguintes variedades: Ágata (com aproximadamente 90 % da área cultivada), Cupido, Caesar, Asterix, Vivaldi e Monalisa. A produção anual é de aproximadamente 120.000 toneladas e ocorre principalmente no período que vai de janeiro a maio. A região abastece principalmente os mercados do Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Goiás, Brasília, Minas Geras e Rio de Janeiro (ABBA, 2010).

### **3.2. Características gerais da cultura da batata**

A batata é uma planta dicotiledônea, pertencente à família *Solanaceae*, gênero *Solanum*. Entre as espécies cultivadas, a mais importante economicamente produzida no mundo, é a espécie *Solanum tuberosum* L. spp. *tuberosum* (FORTES e PEREIRA, 2003). Constitui-se de uma planta anual, herbácea, caracterizada por formar um caule subterrâneo modificado intumescido pela acumulação de substâncias de reserva, denominado tubérculo (BEUKEMA e VAN DER ZAAG, 1979).

A planta apresenta caules aéreos, herbáceos e suas raízes originam-se na base desses caules ou hastes. O sistema radicular é superficial, com raízes concentradas até 30 cm de profundidade. Suas folhas são compostas por folíolos arredondados e as flores hermafroditas apresentam-se reunidas em inflorescências no topo da planta (FILGUEIRA, 2000). Segundo Boadlaender (1963), citado por Souza (2003), a planta de batata sob condições de fotoperíodo longo aumenta o seu florescimento e, sob fotoperíodo curto a maioria das cultivares abortam as flores antes da sua abertura. A parte aérea é herbácea, com altura variável entre 50 e 70 cm, podendo, entretanto, alcançar até 1,5m na fase adulta.

Os tubérculos são o órgão da batata de maior interesse econômico além de ser a principal forma de propagação da planta. A batata é um tubérculo bem protegido por tecido dermal (casca) com pouco volume gasoso intercelular (0,5 a 1,0% v/v) e alta firmeza (CALBO e NERY, 1994). Estas propriedades conferem ao tubérculo certa proteção à perda de água e uma alta susceptibilidade a injúrias de impacto e abrasões. Seu formato pode variar de redondo a ovalado, podendo também ser achatado ou alongado (TAVARES, 2002).

A coloração externa é amarela ou rosada de diferentes tonalidades, variando conforme a cultivar. Contudo, se expostos a luz solar por alguns dias, os tubérculos se tornam verdes, pela produção superficial de clorofila e na parte interna pelo acúmulo de solanina, substância

alcalóide tóxica. Na superfície do tubérculo encontram-se as gemas dormentes, que ao se desenvolverem, originam um novo sistema de hastes e estolões (FORTES e PEREIRA, 2003).

O material propagativo mais utilizado é na forma de tubérculos-semente. Segundo Pereira e Daniels (2003), classificam-se conforme a Tabela 1.

**Tabela 1.** Classificação para tamanho de tubérculos-semente.

<b>Material propagativo</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Diâmetro (mm)</b>
0	> 60
I	50 - 60
II	40 - 50
III	30 - 40
IV	23 - 30
V	< 30

Fonte: Pereira e Daniels (2003).

Um vegetal de interesse econômico, como uma planta de cultivo anual em crescimento, apresenta diferentes fases. No início, o desenvolvimento da planta de batata depende de reservas contidas nas sementes e o crescimento é lento; posteriormente, após o desenvolvimento do sistema radicular e a emergência das folhas, a planta tem um rápido crescimento através da retirada de água e de nutrientes do substrato onde está e de sua atividade fotossintética. Após atingir o tamanho definitivo, entra para a fase de senescência, que resulta em um decréscimo no acúmulo de matéria seca (LUCCHESI, 1987).

O ciclo da cultura da batata pode ser dividido em quatro estádios de desenvolvimento: inicial (do plantio à emergência), desenvolvimento vegetativo (da emergência ao início da tuberização), tuberização (formação e crescimento dos tubérculos) e senescência (maturação dos tubérculos), como afirma Filgueira (1999), de acordo com a Figura 1. Fortes e Pereira (2003) descrevem que a cultura pode apresentar ciclo vegetativo precoce (90 dias), médio (90-110 dias) ou longo (110 dias), dependendo da cultivar.



**Figura 1.** Ciclo da cultura da batata (ABBA, 2010).

### 3.2.1. Características da cultivar Ágata

A cultivar Ágata, é originada do cruzamento das cultivares Böhn 52/72 com Sirco. Apresenta como suas principais características a precocidade, melhor produtividade e qualidade dos tubérculos, fazendo com que seja a mais plantada no Brasil, sendo que em Guarapuava-PR corresponde a 90% da área cultivada (RECCANELO, 2006).

Segundo Miranda Filho (2003) esta cultivar possui um alto rendimento, porém, com um teor muito baixo de matéria seca, tendo como uma das suas características a maturação precoce. As plantas possuem hastes finas e moderadamente finas, que se espalham muito e cor verde muito pronunciada. As folhas são moderadamente grandes, de silhueta bastante fechada e de cor verde bastante clara. Os folículos grandes a muito grandes e largos com nervuras superficiais.

Sobre a floração, Melo et al. (2003) descreveram que a cultivar constitui-se com poucas inflorescências pequenas e flores brancas. Os tubérculos são ovais, com casca amarela e predominantemente lisa, poupa de cor amarelo-claro e possui olhos superficiais. Apresenta polpa bastante consistente e de cor firme quando cozida, sendo recomendado para o consumo na forma cozida ou assada. É um material susceptível a requeima das folhas (*Phytophthora infestans*), razoavelmente resistente ao vírus Yn e imune ao cancro.

### 3.2.3. Os efeitos do clima

Quanto aos efeitos do clima, a temperatura é considerada como fator que exerce grande influencia no crescimento da batata. Temperaturas elevadas estimulam a produção de folhagem, enquanto que as temperaturas mais baixas favorecem o crescimento do tubérculo. Por conseguinte, a temperatura incide sobre a distribuição da matéria seca formada (ZAAG, 1993). Miranda Filho (2003) considera que temperaturas noturnas e diurnas e também a luminosidade são fatores climáticos essenciais à produção. Assim, temperaturas superiores a 25 °C reduzem o potencial produtivo da maioria das cultivares.

A temperatura pode afetar diretamente a planta de batata ou pode interagir com outros fatores ambientais para modificar o seu comportamento. Regiões que apresentam temperatura máxima entre 20 °C e 30 °C e mínima entre 8 °C e 15 °C são mais favoráveis ao cultivo do que regiões com pouca amplitude térmica, sendo que a temperatura ótima para a fotossíntese está em torno de 20 °C. O estresse térmico pode diminuir os fotoassimilados disponíveis ao desenvolvimento da planta, e também a sua participação aos tubérculos (BURTON, 1981). A média considerada mais adequada para a cultura da batata está entre 10 e 20 °C, sendo que a maioria dos cultivares comerciais tuberizam melhor com temperaturas médias pouco acima de 15 °C (ANTUNES e FORTES, 1981).

Conforme Zaag (2003), outro elemento climático importante é a luminosidade e fotoperíodo. Na presença de alta intensidade de luz, há maior disponibilização de fotoassimilados para as plantas, se comparadas no caso de uma intensidade luminosa reduzida. Quando a intensidade de luz aumenta, a temperatura ótima para disponibilização de fotoassimilados também se torna ligeiramente mais alta. Portanto, as regiões agrícolas mais ensolaradas são as mais favoráveis do que as regiões frequentemente nubladas.

Miranda Filho (2003) descreve que a presença de muita luz modifica a relação folhagem/crescimento do tubérculo em favor do crescimento do mesmo. Isso explica a razão porque é possível obter maior incremento de rendimentos em batatas cultivadas em regiões de altitudes superiores a 800 metros em relação ao nível do mar, em regiões tropicais e subtropicais, onde a intensidade da luz é elevada, mesmo com as temperaturas diurnas elevadas, e menores durante o período noturno.

### 3.3. Crescimento e desenvolvimento da cultura da batata

O crescimento é o aumento irreversível de massa, área, volume, comprimento das hastes, comprimento ou diâmetro de órgão, enquanto que o desenvolvimento é a diferenciação celular, iniciação de órgão e outros eventos de tempo fisiológico (HODGES, 1991).

Segundo Pereira e Daniels (2003), a observação do crescimento e desenvolvimento da cultura é importante, pois muitos dos processos físicos, químicos e biológicos que envolvem a cultura são influenciados pelas características do dossel vegetativo, como por exemplo, a variação dos elementos microclimáticos no interior do cultivo sofre influencia da estrutura e da dimensão da parte aérea.

Na literatura brasileira ainda são raros os relatos de pesquisa sobre o crescimento vegetativo das diferentes cultivares de batata. Para Melo et al. (2003) a análise do crescimento de cultivares visa o levantamento de informações fisiológicas que facilitem a tomada de decisões relativas aos componentes da produção e constitui o passo inicial dos processos de modelagem e de simulação do crescimento de culturas.

Dentre os componentes do dossel vegetativo, Taiz e Zeiger (2004) descrevem a folha como um importante órgão das plantas, sendo o principal envolvido no processo fotossintético e na evapotranspiração, responsável pelas trocas gasosas entre a planta e o ambiente. Zaag (1993) salienta grande parte das pesquisas realizadas indica que a taxa de fotossíntese diminui consideravelmente à medida que a folha envelhece, ou seja, para a batata quando o ciclo ultrapassa os 50 dias. Além disso, quanto mais aumenta a temperatura, tanto mais rápido é o envelhecimento das folhas. Como as folhas jovens respiram mais intensamente, são as que se expandem mais rapidamente.

Encontram-se relatos na literatura de sobre a fase vegetativa (emergência ao início da tuberização) é que controla o ciclo de desenvolvimento da batata, ou seja, quanto maior a fase vegetativa maior o ciclo (PEREIRA e DANIELS, 2003). Quanto maior o ciclo de desenvolvimento também se espera o aumento do rendimento dos tubérculos, uma vez que o aumento do ciclo de desenvolvimento, especialmente durante a emissão de folhas, aumente a duração da área foliar verde e, conseqüentemente da fotossíntese, garantindo uma maior produção de fotoassimilados para a produção de tubérculos.

### 3.4. Importância da utilização de fungicidas para a produção de batata

Apesar do aumento de produtividade por área, na última década ocorreu redução na área plantada em todo o país. Segundo Brune e Henz (2004), isto ocorreu principalmente devido à profissionalização dos produtores em busca da viabilidade econômica e da sustentabilidade da lavoura com o aumento da quantidade de insumos utilizados como adubos corretivos, aumento do plantio em larga escala e melhor qualidade sanitária, fisiológica e genética da batata-semente, sendo muito pouco estudada a qualidade e eficiência dos produtos fitossanitários utilizados.

Dentre os fatores que depreciam a produtividade da cultura da batata, a ocorrência de doenças é considerada a principal agravante, principalmente em regiões subtropicais úmidas como o Sul do Brasil (ZAMBOLIM, 2000). Töfoli (2004) destaca a incidência da requeima (*Phytophthora infestans*) considerada a de maior importância, sendo também relatada como o principal problema na maioria dos países que cultivam a batata. Outra doença considerada importante é pinta preta (*Alternaria solani*). Entretanto, o método de controle de requeima e pinta preta mais eficiente ainda é o controle químico (GALLY, et al. 1980).

Sobre controle químico, Kimati e Bergamin Filho (1995) relatam que aplicação de fungicidas é um princípio de controle de doenças baseada na proteção. A proteção química, geralmente, é considerada uma medida indispensável no manejo de doenças, sendo a eficiência da proteção proporcionada pelo fungicida depende das características inerentes ao produto, concordando com Fry (1982), que observou que o uso de fungicidas é muito intenso na cultura da batata, devido ao fato de ser o método de controle da requeima mais seguro e eficiente e, portanto, essencial em patógenos como *Phytophthora infestans* e *Alternaria solani* que exigem várias aplicações de fungicidas em um único cultivo.

Atualmente, o bataticultor brasileiro dispõe de uma gama importante de fungicidas para o controle da requeima e pinta preta incluindo produtos de contato e com diferentes níveis de atividade sistêmica (SILVA et al. 2004). Dentre os principais representantes destes produtos Lopes e Reifschneider (1999), destacam os fungicidas a base de cobre, mancozeb, metiram + piraclostrobina, chlorothalonil, zoxamide+mancozeb, fluazinam e estanhados. São geralmente, produtos com múltiplos sítios de ação e amplo espectro, podendo agir simultaneamente no controle de importantes doenças da batata, como a pinta preta e a requeima (AGRIOS, 2004).



Para Northcote (2001), os fungicidas sistêmicos como do grupo das estrobilurinas apresentam, em geral, características de serem translocados pelo sistema vascular e se distribuírem pela planta como um todo. Apresenta rápida absorção, fato condicionado por fatores como umidade relativa, temperatura, taxa de crescimento das plantas, pressão da doença, etc. No caso destes fungicidas, Azevedo (1993) considera que uma aplicação constante e uniforme não é tão importante quanto o é com os fungicidas de contato, porque depois da aplicação, o fungicida sistêmico penetra na planta de baixo para cima, ainda é mobilizado para partes da planta onde não havia depósitos do produto fungicida.

No Brasil, os grandes problemas enfrentados com fungicidas é a utilização dos mesmos na forma curativa em subdosagens ou no momento errado de aplicação (AZEVEDO, 2003). O uso preventivo e corretivo desses fungicidas, levando em consideração o conhecimento da epidemiologia do patógeno e o monitoramento das condições do ambiente deve ser prática adotada por todos os envolvidos no processo produtivo. Assim, o manejo da cultura, ao contrário de reduzir doenças, favorece a sua ocorrência. Portanto, é necessário o resgate de princípios básicos de controle, por vezes esquecidos.

De acordo com Fernandes e Picinini (2002), os fungicidas independentes do modo em que são aplicados, podem proporcionar modificações na fisiologia das plantas que podem ou não afetar a produtividade da cultura, sendo que estas modificações podem ocorrer tanto na parte aérea como no sistema radicular.

### **3.4.1. Estrobilurinas e a piraclostrobina**

A busca constante por inovações na área de proteção de plantas tem levado as companhias de agroquímicos a descobrir grupos novos de fungicidas. Neste sentido, uma das maiores inovações registradas nos últimos anos foi a descoberta do grupo químico das estrobilurinas (AZEVEDO, 2003).

Estes fungicidas são produzidos por *Basidiomycetes*, existindo, no entanto, estrobilurinas produzidas por um membro dos *Ascomycetes* (*Bolinea lutea*). Souza e Dutra (2003) consideram que a maioria dessas espécies se desenvolve sobre madeiras em decomposição. Dentre as substâncias analógicas pertencentes a este grupo destacam-se a azoxistrobina, a cresoxim-metílico, a trifloxistrobina, a metominostrobina e a piraclostrobina.



De acordo com Venancio (2002a), a partir do lançamento das estrobilurinas, e com a evolução deste grupo de produtos químicos, o conceito de controle ganha novas perspectivas, principalmente considerando as vantagens obtidas pela ação de efeitos fisiológicos positivos deste sobre as plantas. Durante a última década de intensa pesquisa sobre as propriedades fungicidas de estrobilurinas, foram intensificadas as evidências sobre influências diretas em processos fisiológicos de plantas não infectadas ou ameaçadas por patógenos. A essa atividade denominou-se “efeito fisiológico”.

Segundo Venancio et al. (2004), as moléculas dos compostos pertencentes ao grupo das estrobilurinas são absorvidas pelas folhas de forma gradual e constante, conferindo uma proteção na superfície por tempo mais prolongado e difundindo-se pela folha. Com o aumento da umidade (orvalho, pulverização, chuva, etc.), a redistribuição superficial e a absorção das moléculas são incrementadas.

De acordo com Koehle et al. (2002), a estrobilurina apresenta também difusão translaminar. Quando aplicada sobre a superfície da folha, após um determinado período, irá conferir proteção também na superfície oposta. As moléculas mostraram-se seguras tanto no manuseio quanto na utilização, sendo rapidamente decompostas no ambiente e não provocando efeitos fitotóxicos. É um grupo eficiente contra um grande número de fitopatógenos a baixa concentração, permitindo maior intervalo entre as aplicações. A piraclostrobina é um fungicida do grupo das estrobilurinas de última geração que possui como propriedade principal, controlar maior número de doenças em maior número de culturas, com eficiência e segurança.

Além do efeito direto sobre os fungos, Venancio (2002b) descreve que a molécula de piraclostrobina tem promovido alterações fisiológicas em várias culturas, que parecem ter influência positiva na produtividade. Em trigo, estes efeitos secundários incluem um escurecimento do verde das folhas, atrasando a senescência, aumentando a concentração de clorofila, proteínas e produção de biomassa, favorecendo o índice de colheita. As estrobilurinas alteram significativamente o ponto de compensação de dióxido de Carbono em plantas de trigo, em favor de uma melhora fotossintética.

### 3.4.1.1. Efeitos fisiológicos

Estudos realizados por Souza e Dutra (2003) tem demonstrado que fungicidas sistêmicos contendo piraclostrobina, que pertence ao grupo químico das estrobilurinas, induzem um efeito fisiológico nas plantas, caracterizado por um aumento na atividade da peroxidase, com uma conseqüente diminuição da respiração e aumento da fotossíntese, e também um aumento da enzima nitrato redutase levando a um aumento no teor de proteínas e da massa vegetal, significando maior rendimento das plantas.

Os fungicidas do grupo das estrobilurinas apresentam grande espectro de ação, além disso, proporcionam à planta melhor desenvolvimento, promovendo mudanças fisiológicas que permitem entre outras coisas, melhor utilização do dióxido de carbono, incremento na atividade da enzima nitrato redutase, maior teor de clorofila na planta e redução do estresse, associado à redução da produção de etileno, permitindo dessa forma, maior duração da vida útil das folhas (TAYLOR et al., 2003). De acordo com Dunne (2005), estes eventos positivos na fisiologia das plantas, permitem um incremento de 3% e 6% para duas aplicações de estrobilurinas respectivamente.

Venancio (2002a) relata que os efeitos fisiológicos da piraclostrobina foram revisados sob diversos níveis de complexidade, desde o efeito verdejante freqüentemente mencionado e melhoria de fatores estressantes em campo e sob condições controladas, até influências de regulação hormonal e assimilação de carbono e nitrogênio pela planta. Estes autores afirmam que além de sua ação antifúngica, a piraclostrobina atua de forma positiva sobre a fisiologia da planta, através do aumento da atividade da enzima nitrato redutase, níveis de clorofila e na redução da produção de etileno. Tais efeitos contribuem diretamente para que as plantas sofram menor estresse no campo, assegurando maior qualidade e rendimento das colheitas.

A aplicação de piraclostrobina na planta aumenta a assimilação de nitrato em comparação com a testemunha, e esta aplicação terá melhor efeito quando efetuada na fase que a cultura necessita de uma maior demanda de N. Tendo em vista que a maior parte de N encontrado nos grãos é assimilada antes da antese e que os carboidratos são produzidos após essa fase, pode-se concluir que a duração da área foliar verde a partir de então tem uma relação direta com a produção (KOEHLE et al., 2002).

A enzima nitrato redutase é descrita por Kerbauy (2008) como a responsável pela produção de NO<sub>2</sub> (nitrito), a partir de NO<sub>3</sub> (nitrato), gerando, desta forma, maior assimilação

de N. Em uma planta normal, quase todo ele se encontra em formas orgânicas, representadas, principalmente, por aminoácidos e proteínas. Para que o N seja incorporado aos compostos orgânicos, ele deve estar reduzido a  $\text{NH}_3$  (amônia) através de enzimas redutoras. O processo de redução ocorre com a atuação de enzimas, como a nitrato redutase e a nitrito redutase. O  $\text{NH}_2$  produzido não se acumula nos tecidos vegetais em condições anaeróbicas. A enzima nitrato redutase catalisa a conversão de  $\text{NO}_3$  a  $\text{NH}_3$ , exercendo influência na duração da área foliar verde após a antese, para a qual se destaca o nitrogênio (N), pela relação existente entre a taxa de fotossíntese da planta e a perda de N pelas folhas.

Juntamente com os fatores fisiológicos, Jabs (2004) afirma que quanto mais cedo a estrobilurina for aplicada, melhor será a resposta fisiológica, respondendo positivamente sob condições de estresse. Quando se trata de cereais de inverno, Venancio et al. (2004) sugere que a piraclostrobina seja aplicada no final do perfilhamento, pois é na fase posterior a de alongação que a cultura necessita da maior quantidade de N para o seu desenvolvimento, sendo que o efeito fisiológico da estrobilurina auxilia na assimilação do nitrogênio necessário nesta fase. No caso do trigo, Trojan (2009) observou que a aplicação de piraclostrobina no perfilhamento resultou em acréscimo no rendimento.

De acordo com Jabs (2004), para que ocorra o efeito fisiológico, a estrobilurina deve entrar na célula da planta. Uma vez dentro, há diferenças na atividade respiratória, uma melhor assimilação de dióxido de carbono e nitrato em diferentes níveis. Em consequência disso, têm-se um aumento da biomassa da planta e também do rendimento.

A assimilação de nitrato nas plantas pulverizadas com piraclostrobina aumentou, em comparação com plantas da testemunha. Os autores concluem que o efeito mais proeminente no desenvolvimento da planta é atingido quando o fungicida é aplicado durante a fase em que a demanda de nitrogênio é máxima, pois a absorção adicional e a redução do nitrato favorecem o crescimento de plantas tratadas. A assimilação do nitrato é um processo vital que controla o crescimento e desenvolvimento das plantas e tem efeitos marcantes sobre a fitomassa e a produtividade final das culturas, estando presentes em diversas formas na biosfera. Sabe-se que vários são os fatores que interferem na atividade da enzima, fatores relacionados com as condições de experimento, como a concentração exógena de nitrato, o pH, a temperatura de incubação e o ritmo diurno de atividade nitrato-redutase, já observado em várias plantas (KOEHLE et al., 2002).

No que se refere à qualidade de produto colhido, Töfoli et al. (2003) relatam que para

os frutos de tomate, nos tratamentos onde foram pulverizados fungicidas pertencentes ao grupo da estrobilurinas (piraclostrobina e azoxistrobina) sempre foi verificada uma tendência para maiores números de frutos sadios, massa fresca de frutos e produção comercial. Tal fato é justificado por evidências que as estrobilurinas, além de atuarem diretamente sobre o patógeno, apresentam efeitos secundários altamente benéficos à planta, tais como a redução da produção de etileno, o aumento da atividade da enzima nitrato redutase, o atraso na senescência, uma maior resistência ao estresse hídrico e o aumento no teor da clorofila.

Em trabalho realizado na cultura do milho, Juliatti et al. (2007) verificaram efeito de piraclostrobina + epoxiconazole e observaram que estas formulações provocaram melhoria na qualidade dos grãos, caracterizando-se como um dos benefícios do fungicida envolvendo a molécula piraclostrobina.

### **3.5. Métodos para estimativa de IAF – Índice de Área Foliar**

De acordo com Magalhães (1979) e Favarin et al. (2002), o índice de área foliar (IAF) determina a área foliar existente em uma superfície de solo. Este índice descreve a dimensão do sistema assimilador de uma cultura. Segundo Midmore (1988), citado por Nunes et al. (2006), o maior valor de IAF indica maior área foliar para interceptação da radiação solar e, dentro de determinados limites, pode estar associado a um maior crescimento e produção de tubérculos de batata.

Os estudos da fisiologia do crescimento das culturas requerem a estimativa da área foliar ao longo do ciclo de cultivo. A área foliar da batateira é uma característica importante na avaliação da eficiência fotossintética das plantas, na determinação de danos bióticos e abióticos, na análise de crescimento, relacionado com o acúmulo de matéria seca, metabolismo da planta, produção final, qualidade e maturação das culturas (BUSATO et al., 2009).

O processo fotossintético depende da interceptação da luz e sua conversão em energia química, portanto, o IAF pode ser considerado um parâmetro indicativo de produtividade e é uma medida necessária para a maioria dos estudos agrônômicos e fisiológicos envolvendo crescimento vegetal (BLANCO e FOLEGATTI, 2003). Sobre este fato, Favarin et al. (2003) consideram que o conhecimento do IAF também pode ser útil na avaliação de várias práticas culturais como densidade de plantio, adubação, irrigação, poda e aplicação de defensivos.

Ao observar clones precoces e tardios de batata, Silva (2007) constatou que os clones tardios apresentaram valores superiores aos dos clones precoces para as características área foliar fotossinteticamente ativa das partes aéreas superior, inferior e total ao longo do ciclo vegetativo evidenciando a maior produção de matéria seca da parte aérea por estes clones. uma vez que as épocas de máxima produção de área foliar para os clones precoces (70,3 , 69,0 e 69,3 DAP, para a área foliar da parte aérea superior, inferior e total, respectivamente) e tardios (91,0 , 71,5 e 84,7 DAP) não são as mesmas, sendo assim os clones tardios mantiveram por mais tempo folhas fotossinteticamente ativas, havendo maior produção final de tubérculos.

Conforme Bianco et al. (2002), existem inúmeras possibilidades para se determinar a área foliar e normalmente é utilizada a técnica destrutiva para medir a área da folha, para a qual, a busca de métodos fáceis de serem executados, rápidos e não-destrutivos que estimem a área foliar com precisão torna-se importante para avaliar o crescimento das plantas nas condições de campo. Além disso, Nascimento et al. (2002) observaram que é útil em estudos sobre a atividade vegetal, como transpiração e fotossíntese que requerem um método de medição de área foliar não destrutivo. Pela facilidade e por ser não-destrutivo, os mais utilizados são o comprimento ao longo da nervura principal, a largura máxima e as relações entre essas medidas.

O uso das medidas lineares das folhas, tanto largura quanto comprimento, podem permitir o acompanhamento do crescimento e da expansão foliar da mesma planta, desde o início até o fim do ciclo, reduzindo a variabilidade experimental associada com procedimentos de amostragens destrutivas. Este procedimento pode ser realizado no campo, de forma simples, rápida, fácil e menos onerosa (SILVA et al., 2008).

Vários trabalhos têm relatado o uso de modelos matemáticos para estimar a área foliar com base nas dimensões da folha de diversas espécies, sem destruir a amostra, de acordo com Nascimento et al. (2002). Isso demonstra que esta técnica é uma importante ferramenta para a avaliação da área foliar. Com relação a isso, Fontes e Araújo (2007), observaram que o uso de medidas lineares, comprimento e largura das folhas em modelos matemáticos para estimar a área foliar é um método não destrutivo, de boa precisão e baixo custo, eliminando a disponibilidade de medidores de área foliar caros ou a realização de demoradas reconstruções geométricas, pois a área foliar é uma característica fácil de quantificar em tempo real, no próprio campo, sem necessidade de coletar a folha.

A determinação do IAF pode ser realizada por métodos diretos ou indiretos e destrutivos ou não destrutivos. Os métodos diretos utilizam medidas realizadas diretamente nas folhas. Barros et al. (1973), determinaram valores de correlação entre a área foliar em cafeeiro e o produto entre comprimento e largura do limbo foliar. Os métodos indiretos são baseados na correlação conhecida entre a variável medida e o IAF.

Os métodos para determinação do IAF mais utilizados são: o método de dimensões foliares e o método usando imagens digitais obtidas com equipamentos mais sofisticados conforme relatam Bianco et al. (2002), como por exemplo o integralizador de área foliar, que estima a área das folhas pelo princípio de células de grade de área conhecida, entretanto, apresenta custo elevado e, caso não seja portátil, é destrutivo, uma vez que as folhas precisam ser coletadas para a análise em laboratório onde o aparelho é instalado.

O método dimensões foliares (comprimento x largura) baseia-se na relação entre a área foliar real e parâmetros dimensionais do limbo foliar – comprimento e largura máximos. O método das dimensões foliares é amplamente empregado no campo devido a sua facilidade de aplicação e possibilidade de aplicação não destrutiva (SILVA et al., 2008).

Adami et al. (2007), avaliaram dois métodos diretos de medida de IAF: por meio de dimensões foliares (comprimento e largura máximos) e por imagens digitais capturadas por máquina fotográfica digital, em duas situações distintas: folíolos íntegros e folíolos cortados (simulando danos por insetos ou granizo) visando determinar as reais vantagens do método de imagens digitais sobre os demais métodos utilizados. O método de imagens digitais apresentou excelentes coeficientes de determinação, muito próximos de 1 ( $R^2 > 0,997$ ) em ambas as condições de limbo, indicando alta precisão da estimativa. Já o método de dimensões foliares apresentou também resultados com coeficientes de determinação considerados altos ( $R^2 > 0,97$ ).

A estimativa de área da folha de batateira utilizando medidas lineares, confirma o resultado obtido Silva et al. (2008), que após a coleta e mensuração de folhas aos 56 DAE, constatou que as medidas de comprimento e largura das folhas são adequados para estimar a área foliar da batata Cupido de forma rápida e sem a necessidades de coletar as folhas.

### **3.6. Características pós-colheita de batata para redução de perdas**

Perda é um termo relativo e pode ser conceituado e considerado de várias maneiras de

acordo com cada segmento do sistema de produção da batata. Para o produtor, pode ser considerada como perda os tubérculos não colhidos no campo e toda condição que reduza a produtividade ou a qualidade dos tubérculos, como a incidência de pragas e doenças, clima desfavorável, entre outros. Para o beneficiador, pode-se considerar como perda a quantidade de tubérculos descartados por defeitos e o percentual do produto classificado nos tipos de menor valor comercial. Na comercialização, o descarte é a principal causa de perdas, sendo também importantes as oscilações de preços de mercado que afetam a demanda da batata. Para o consumidor, a perda pode ser a redução na qualidade nutricional do produto ou a deterioração dos tubérculos no armazenamento doméstico (BRUNE e HENZ, 2004).

As principais causas apontadas por Lopes e Buso (1997) são falhas na fase de produção (época de plantio, cultivares, adubação e tratamento fitossanitários inadequados); colheita fora de época; beneficiamento pós-colheita impróprio (lavagem e secagem); danos mecânicos; embalagem, manuseio e transporte inadequados; tempo de exposição prolongado no varejo; preços desfavoráveis para o produtor; falta de orientação de mercado. Além disso, Brune e Melo (2001) consideram que os tubérculos de batata podem apresentar diferentes tipos de problemas que afetam sua aparência e conseqüentemente seu valor comercial e as perdas do produto, sendo destaque, o esverdeamento.

### **3.6.1. Esverdeamento**

De acordo com Lopes e Buso (1997), a batata *in natura* é um alimento nobre e muito apreciado pelo consumidor brasileiro. A manutenção da qualidade e da boa imagem do produto deve ser uma preocupação constante de todos os envolvidos no sistema produtivo. Os altos custos de produção da cultura e os riscos envolvidos na produção são constantes desafios enfrentados pelos produtores e que afetam diretamente o preço e a disponibilidade de batata no mercado. A redução de perdas em batata para consumo é muito importante para a manutenção da imagem positiva que os consumidores têm deste produto.

Para Brune e Melo (2005), cultivares de batata, cujos tubérculos sejam resistentes ao esverdeamento, têm grande importância econômica. Esta característica é alvo de preocupação dos melhoristas em muitos países. No Brasil, é grande a importância econômica de uma cultivar de batata com tubérculos resistentes ao esverdeamento devido à prática de lavar os tubérculos antes da comercialização e transportá-los em sacos rendilhados.

O principal fator responsável pelo esverdeamento dos tubérculos, segundo Conover e Pryke (1987) é a síntese de clorofila decorrente da exposição à luz e a consequente transformação de amiloplastos em cloroplastos. A exposição dos tubérculos à luz induz também a síntese de glicoalcalóides nos tubérculos, o que leva ao desenvolvimento de sabor amargo. Como ambas as sínteses são induzidas pela luz, o consumidor associa o esverdeamento ao sabor amargo.

De acordo com Feltran e Lemos (2005), estes consideram a sensibilidade à luz como resposta ao esverdeamento dos tubérculos, sendo muito dependente da quantidade e intensidade de luz, mas também dependente do genótipo. A característica possui herança quantitativa, com dominância incompleta, porém, a herdabilidade é grande o suficiente para permitir ganhos de seleção consistentes.

Em cultivares de batata como a Delta e Monalisa, segundo Brune e Melo (2005), apresentam tubérculos com esverdeamento médio; a cultivar Ágata, esverdeamento forte e; a cultivar Achat, esverdeamento muito forte. Para evitar o esverdeamento deve-se fazer uma boa amontoa, evitando a exposição de tubérculos na superfície do solo; e quando armazenados, em depósitos ou doméstico, evitar que fiquem expostos a luz.

O esverdeamento dos tubérculos é decorrente da síntese e o acúmulo de clorofila na parte externa do tubérculo e também da síntese e acúmulo de glicoalcalóides, especialmente a solanina na parte interna. Os tubérculos esverdeados quando ingeridos em quantidades elevadas são responsáveis por distúrbios gastrointestinais, que podem ser de tal gravidade que há necessidade da procura de uma orientação médica. Isto ocorre porque a solanina, ao atingir concentrações entre 15 a 20 mg 100g<sup>-1</sup> de peso fresco pode ser tóxica. Isto foi observado por Castro et al. (1982) e Spoladore et al. (1983) os quais ainda afirmaram que o problema dos tubérculos esverdeados no Brasil é agravado pela prática de comercializar tubérculos lavados, expostos à granel ou em sacos rendilhados.

O fenômeno de esverdeamento ocorre devido a vários fatores, Brune e Melo (2005) destacam a cultivar, a maturação, a temperatura, a intensidade luminosa e a duração da



intensidade luminosa. Os cultivares de película clara esverdeiam mais facilmente do que os de película escura devido a sua sensibilidade. Estas podem mascarar a presença da clorofila muito embora seja ali encontrada. A partir da luminosidade de 53,5 lux, ocorre o esverdeamento. No entanto a temperatura ambiente é essencial no processo. Para a ocorrência do esverdeamento, temperaturas acima de 20°C são ótimas. Quando estiver abaixo de 4,5 °C, o fenômeno ocorre muito pouco. De modo que em baixas temperaturas a intensidade luminosa tem pouco efeito sobre o esverdeamento.

Segundo Brune e Henz (2004) o processo de lavagem pode aumentar a incidência de deterioração em relação aos tubérculos não lavados, mas é difícil prever a porcentagem porque depende de diversos fatores, como cultivar, época do ano, oscilações climáticas, incidência de pragas e doenças, período de armazenamento, etc. A razão de cultivares não lavados se apresentarem com menor índice de esverdeamento, deve-se à presença de resíduo na película, que funciona como uma barreira protetora ao tubérculo contra a exposição direta a luz, conseqüentemente dificultando a ocorrência do esverdeamento.

Em estudos sobre esverdemento nas cultivares Caesar e Atlantic, Iung et al. (2007) observaram que a cultivar Caesar obteve o menor índice de esverdeamento e Atlantic o maior. Para diminuir os efeitos do esverdeamento os autores recomendam lavar os tubérculos somente na hora que for consumir. Caso o consumidor prefira tubérculos já lavados no ponto de venda, o comerciante deve efetuar a lavagem o mais próxima possível do momento de venda.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2010, em área experimental do Departamento de Agronomia, no *Campus Cedeteg* da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO, no município de Guarapuava – PR, localizada na latitude 25°23'36" S e na longitude 51°27'19" W, com altitude de aproximadamente 1025m. O clima regional é classificado como Cfb – subtropical mesotérmico úmido, de acordo com a classificação de Köppen. Os dados referentes às temperaturas máximas e mínimas e precipitações durante o período de condução do experimento foram obtidos da estação meteorológica da UNICENTRO, situada junto à área experimental e encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2.** Comportamento das componentes de variáveis climáticas durante o período de 30 de janeiro até 12 de maio de 2010, em Guarapuava-PR.

Mês	Temperatura			UR ar (%)	Precipitação pluvial
	Máxima	Mínima	Média	Média	Mensal
Fev	26,9	17,7	21,6	81,6	132,4
Mar	25,6	15,6	19,7	77,8	116,9
Abr	23,3	13,3	17,7	76,5	234,8
Mai*	20,4	10,4	14,5	81,8	21,4

\* de 01 a 12 de maio.

O solo do local é característico da região sendo classificado como Latossolo Bruno Distroférrico (EMBRAPA, 2006). A área estava em pousio por aproximadamente 10 anos, tendo sido cultivado trigo no inverno anterior ao plantio.

Aproximadamente 90 dias anterior à instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da camada de 0-20 cm para análise química de solo, conforme a Tabela 3. Aos 60 dias antes do plantio foi realizada a calagem, visando elevar o pH do solo para aproximadamente 6,2 conforme preconizado por Pereira et al. (2008), com incorporação por grade aradora.

**Tabela 3.** Características químicas do solo da área experimental. Guarapuava – PR, 2010.

<b>P Mehlich</b>	<b>pH</b>	<b>Mo</b>	<b>Ca</b>	<b>K</b>	<b>Mg</b>	<b>H + Al</b>	<b>Al</b>	<b>SB</b>	<b>CTC</b>	<b>V%</b>	
mg dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	.....cmolc dm <sup>-3</sup> .....							%	
1,9	5,3	34,9	3,9	0,34	2,1	4,91	0,0	6,38	11,29	56,5	
<b>Micronutrientes</b>											
<b>Cu</b>				<b>Fe</b>			<b>Mn</b>				<b>Zn</b>
.....mg dm <sup>-3</sup> .....											
1,3				181,5			41,2				0,9

#### 4.2. Unidades experimentais

A pesquisa foi elaborada considerando a realização de avaliações de parâmetros distintos da cultura, sendo: 1) crescimento vegetativo e produção e 2) características de pós-colheita. Para os procedimentos de estruturação e avaliação dos resultados, a análise estatística foi realizada considerando a pesquisa como composta por duas etapas, levando-se em consideração os seguintes procedimentos experimentais:

- A estruturação da pesquisa no campo foi realizada com unidades experimentais que possuíam dimensões de 5 m de comprimento com 4 linhas de cultivo espaçadas em 0,80m.

- As avaliações de crescimento vegetativo e produção (etapa 1) foram realizadas considerando como área útil as duas linhas centrais da parcela desconsiderados 0,5m de cada extremidade e as linhas laterais.

- As avaliações de características de pós-colheita (etapa 2) foram realizadas nas duas linhas laterais externas da parcela.

- Inicialmente todas as linhas receberam os mesmos tratamentos com aplicação de fungicida no plantio e na realização da amontoa, posteriormente, aos 68 DAP, as linhas laterais receberam uma aplicação adicional de produtos, visando a realização de avaliações dos conseqüentes efeitos em pós-colheita.

Com estes procedimentos foi possível a realização das avaliações de crescimento durante todo o ciclo vegetativo e analisar a produção da cultura em relação aos efeitos dos tratamentos aplicados no plantio e amontoa, sem interferência da implementação dos tratamentos com aplicação adicional de fungicida aos 68 DAP. De forma similar, também foi possível se realizar a avaliação dos efeitos de ambos os tratamentos sobre as características de pós-colheita.

### 4.3. Delineamento experimental e tratamentos

**Etapa 1:** O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições perfazendo um total de vinte unidades experimentais para avaliação da morfologia das plantas. Os tratamentos constaram de quatro alternativas de manejo dos fungicidas (Cabrio-Top®) com ingrediente ativo (i.a.) piraclostrobina (concentração de 50g kg<sup>-1</sup>) + metiram (concentração de 550g kg<sup>-1</sup>) na formulação WG (granulado dispersível) e um tratamento testemunha (Frowncide®) com ingrediente ativo (i.a.) fluazinam (concentração de 500g L<sup>-1</sup>) na formulação SC (Suspensão concentrada). A descrição dos tratamentos aplicados é apresentada na Tabela 4.

Em todas as parcelas foi aplicado no sulco de plantio o produto (Cantus®) com ingrediente ativo (i.a.) boscalid (concentração de 500 g kg<sup>-1</sup>) na dosagem de 0,5 kg ha<sup>-1</sup>. Este procedimento foi realizado considerando a recomendação da empresa BASF fabricante do Cabrio-Top®, de uso conjunto destes produtos visando reforçar o controle preventivo de pinta preta, sendo que este produto não possui ação fisiológica aditiva.

Salienta-se que a utilização do produto fluazinam na parcela testemunha foi definido considerando alguns fatores, sendo:

a) O objetivo da avaliação dos produtos foi quantificar efeito aditivos sobre o desenvolvimento das plantas e características da produção e pós-colheita, e não diretamente quanto ao efeito de controle fúngico;

b) fluazinam, metiram + piraclostrobina e boscalid, são produtos amplamente utilizados, já bastante conhecidos na região e apresentam eficiência no controle fúngico aproximadamente similar;

c) a cultura da batata é alvo de diferentes doenças fúngicas controladas por estes produtos, sendo que um tratamento testemunha sem receber tratamento nenhum fatalmente seria inviável, pois as plantas seriam prejudicadas pelas doenças, perdendo a possibilidade de utilização para avaliações experimentais. A este respeito Azevedo (2003) salienta que em cultivos normalmente atacados por doenças a não utilização de medidas preventivas transfere toda a responsabilidade do controle à “sorte”.

d) Os produtos fluazinam e boscalid não apresentam ação com efeitos aditivos semelhantes aos metiram + piraclostrobina. Devido fluazinam ser um fungicida – acaricida de contato do grupo químico fenilpiridinilamina e, boscalid ser do grupo químico das anilidas,

o que possibilita avaliar se existirá ocorrência de efeitos aditivos pelo uso dos produtos metiram + piraclostrobina, fungicida sistêmico do grupo químico alquilenobis (ditiocarbamato) e estrobilurina.

**Tabela 4.** Tratamentos, produtos utilizados, doses e momento de aplicação – Experimento 1.

TRATAMENTO	PRODUTO COMERCIAL	MOMENTO DE APLICAÇÃO/Dose	
		Sulco plantio	Amontoa (26 DAP)
1	Fluazinam	3 L ha <sup>-1</sup>	2 L ha <sup>-1</sup>
2	Metiram + piraclostrobina	5 kg ha <sup>-1</sup>	-
3	Metiram + piraclostrobina	-	5 kg ha <sup>-1</sup>
4	Metiram + piraclostrobina	2,5 kg ha <sup>-1</sup>	2,5 kg ha <sup>-1</sup>
5	Metiram + piraclostrobina	5 kg ha <sup>-1</sup>	5 kg ha <sup>-1</sup>

**Etapa 2:** Neste experimento as plantas receberam os mesmos tratamentos do experimento 1, contudo, efetuou-se uma aplicação adicional de (Cabrio-Top®) com ingrediente ativo (i.a.) metiram (concentração de 550 g kg<sup>-1</sup>) + piraclostrobina (concentração de 50 g kg<sup>-1</sup>) aos 68 DAP, na dosagem de 5 kg p.c. ha<sup>-1</sup> (Tabela 5), procedimento foi realizado inclusive nas parcelas que havia sido tratados com fluazinam no sulco de plantio e amontoa. A metodologia para aplicação dos produtos nas parcelas está descrita no item 4.2.

O experimento foi estruturado como trifatorial 5x2x2 em delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas com 4 repetições. Nas parcelas principais foram avaliados 5 tratamentos de manejo com fungicidas (os mesmos aplicados no experimento 1), na subparcelas foi avaliado o efeito da aplicação ou não de metiram (concentração de 550g kg<sup>-1</sup>) + piraclostrobina (concentração de 50 g kg<sup>-1</sup>) aos 68 DAP e nas subsubparcelas avaliou os efeitos da lavagem ou não dos tubérculos antes do armazenamento. A descrição dos tratamentos aplicados se encontra na Tabela 5.

Os tubérculos ficaram expostos à iluminação natural e suplementos com 4 lâmpadas fluorescentes de 25W, totalizando iluminância de 800 Lux m<sup>-2</sup>, conforme detalhes de iluminação apresentados por Moreira (1999) e trabalho desenvolvido com batata por Brune e Melo (2001). A temperatura média foi de 20°C, variando entre 23 e 17°, nas máximas e mínimas, respectivamente.

**Tabela 5.** Composição dos tratamentos aplicados no experimento 2, com a caracterização dos produtos utilizados, dosagens e momento de aplicação.

Fator	1 – fungicidas no início do ciclo / Momento de aplicação		2 – fungicidas 68 DAP metiram + piraclostrobina	3 – Manejo pós-colheita
		Sulco	Amontoa	
F1-1	Fluazinam	3 L ha <sup>-1</sup>	2 L ha <sup>-1</sup>	
F1-2	Metiram + piraclostrobina	5 kg ha <sup>-1</sup>	-	F2-1) Com Aplicação      F3-1) Lavado
F1-3	Metiram + piraclostrobina	-	5 kg ha <sup>-1</sup>	
F1-4	Metiram + piraclostrobina	2,5 kg ha <sup>-1</sup>	2,5 kg ha <sup>-1</sup>	F2-2 ) Sem Aplicação      F3-2) Não lavado
F1-5	Metiram + piraclostrobina	5 kg ha <sup>-1</sup>	5 kg ha <sup>-1</sup>	

#### 4.4. Instalação e condução da pesquisa no campo

O preparo do solo constou de operações de 1ª gradagem, enxada rotativa, 2ª gradagem, escarificação cruzada e sulcador para montagem dos camalhões. A adubação no sulco foi de 3,3 t ha<sup>-1</sup> da fórmula NPK 4-14-8, esta realizada na semeadura, utilizando uma adubadeira mecânica de distribuição linear, sendo que a cobertura do adubo foi realizada manualmente, com utilização de enxadas, visando evitar o contato direto entre o adubo e o tubérculo no momento do plantio.

A semeadura foi realizada de forma manual, no dia 30 de janeiro de 2010. Os tubérculos-semente cultivar Ágata utilizados foram do Tipo III (30-40 mm de diâmetro) segundo a classificação de Pereira e Daniels (2003), distribuídos com espaçamento de 0,25m na linha e 0,80 nas entrelinhas com uma densidade de plantio de 50.000 tubérculos por hectare. Sendo as características dos tubérculos e densidade de semeadura, uma das alternativas de plantio mais utilizadas na região de Guarapuava.

Após a distribuição dos tubérculos-semente e anteriormente à cobertura destes com solo, aplicou-se os tratamentos com fungicidas conforme descrito na Tabela 4. Ainda neste momento foi realizada aplicação de inseticida clorpirifos (Lorsban 480 BR<sup>®</sup>), na dosagem de 1,5 L ha<sup>-1</sup> (720 g L<sup>-1</sup> i.a.), na linha de semeadura em todas as parcelas, visando proteção durante o desenvolvimento inicial.

A cobertura dos tubérculos-semente foi realizada com aproximadamente 0,18 m de terra, nivelando os sulcos anteriormente abertos para o plantio. A emergência das plantas ocorreu no dia 10/02/2010 (10 DAP).

A amontoa (Figura 2) foi realizada dia 26 de janeiro (26 DAP), com auxílio de uma

enxada rotativa adaptada para tal fim, sendo este um trato cultura que tem como principais finalidades estimular a tuberização, controlar o esverdeamento dos tubérculos e a infestação das plantas daninhas e proteger as plantas dos fitopatógenos e insetos. No momento da amontoa foi realizado também a aplicação de tratamentos com fungicidas conforme descrito na Tabela 4.



**Figura 2.** Plantas de batata e o camalhão de terra formado na base das plantas após a realização da amontoa nas parcelas.

Durante o ciclo da cultura o controle fitossanitário foi realizado segundo recomendações técnicas para a cultura e critérios adotados pelos produtores da região, utilizando-se produtos recomendados para a cultura da batata, com pulverização de fungicidas de forma preventiva para as doenças de pinta preta (*Alternaria solani*) e requeima (*Phytophthora infestans*). Estes produtos foram pulverizados em todas as parcelas independente dos tratamentos aplicados.

Foram realizadas três aplicações, alternadas conforme a finalidade, dos produtos Dithane®, i.a. mancozeb (800 g kg<sup>-1</sup>) na dose de 2 kg ha<sup>-1</sup>, para pinta preta e requeima, Ridomil Gold®, i.a. metalaxil-M + clorotalonil (40 + 400 g L<sup>-1</sup>) na dose de 0,2 L ha<sup>-1</sup>, para requeima. Impact 125®, i.a. flutriafol na dose 0,750 L ha<sup>-1</sup> recomendado para pinta preta.

O controle de insetos foi realizado com alternância entre os produtos Engeo® i.a. tiametoxam + cipermetrina (110 + 220 g L<sup>-1</sup>) na dose de 0,15 L ha<sup>-1</sup>, Sevin® i.a. carbaril (480 g L<sup>-1</sup>) dose de 0,3 L ha<sup>-1</sup>, Imunit® i.a. alfacipermetrina + teflubenzuron (75 + 75 g L<sup>-1</sup>) na



dose de 0,3 L ha<sup>-1</sup>, com em média duas aplicações semanais. O controle de plantas daninhas foi realizado aos 33 DAP com aplicação de Podium® i.a fenoxaprop-P + cletodim (50 + 50 g L<sup>-1</sup>) na dose de 3 L ha<sup>-1</sup> e quando necessário, realizou-se também a eliminação de plantas invasoras manualmente.

Na fase final do ciclo vegetativo da cultura aos 93 DAP, foi realizada a dessecação com aplicação de herbicida Gramoxone® i.a. paraquat na dose de 2 L ha<sup>-1</sup>, a fim de uniformizar a maturação e facilitar a colheita.

A colheita dos tubérculos foi realizada no dia 12 de maio, aos 102 DAP. Esta atividade foi realizada manualmente com o auxílio de enxada, sendo escolhidas aleatoriamente para colheita em cada parcela, cinco plantas nas linhas inerentes às avaliações de crescimento vegetativo e produção e cinco plantas nas linhas referentes às avaliações de pós-colheita. Os tubérculos colhidos foram encaminhados para as avaliações pertinentes, no laboratório da Unidade de Pesquisa em Batata e Microclima situado nas imediações da área experimental.

#### **4.5. Características avaliadas da etapa 1**

Em cada unidade experimental, foram selecionadas cinco plantas ao acaso no início do desenvolvimento vegetativo, sendo marcadas com estacas, etiquetadas e fixadas próximo às plantas. As mesmas plantas foram submetidas a avaliações fenométricas não destrutivas como: a) número de hastes b) comprimento da maior haste c) comprimento e largura de folhas, durante todo o ciclo de cultivo em intervalos de 10 dias a partir dos 26 DAP.

##### **4.5.1. Número de hastes**

A cada avaliação, houve a contagem de hastes por planta considerando apenas aquelas originadas a partir de brotos que emergem da batata-semente, nas plantas previamente demarcadas. Foi obtida a média do número de hastes principais contidas em cada planta para cada tratamento com quatro repetições, calculando-se a razão entre o número total de hastes por unidade experimental e o número de plantas analisadas.

##### **4.5.2. Comprimento da maior haste**

A medida das hastes principais de cada planta foi determinada por meio de uma fita



métrica a partir do solo até a extremidade apical da haste. Foi obtida a média do comprimento da maior haste para cada tratamento com quatro repetições, calculando-se a razão entre as médias do comprimento total da maior haste, em relação ao número de plantas analisadas por unidade experimental.

#### **4.5.3. Número médio de folhas por planta**

Foram determinadas em todas as coletas, contando-se o número de folhas em todas as hastes cada uma das plantas marcadas para avaliação, para a obtenção do número total de folhas por plantas.

#### **4.5.4. Índice de área foliar (IAF)**

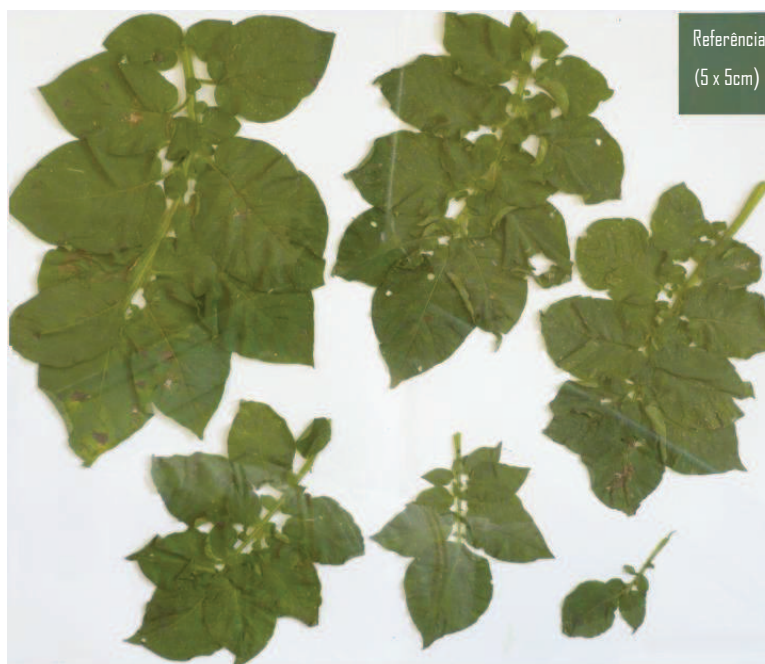
Para as medidas não destrutivas durante o experimento utilizou-se uma régua graduada em mm. O índice de área foliar foi obtido pela razão da soma da área de todas as folhas pela área ocupada pela planta.

##### **4.5.4.1 Metodologia para estimativa da área foliar da batata cultivar ágata**

Para a determinação da área foliar das plantas no experimento optou-se pela utilização da função  $Y = -145,66 + 19,59x$ , onde  $x$  é a variável independente representada pelo comprimento da folha e  $Y$  representa área da folha.

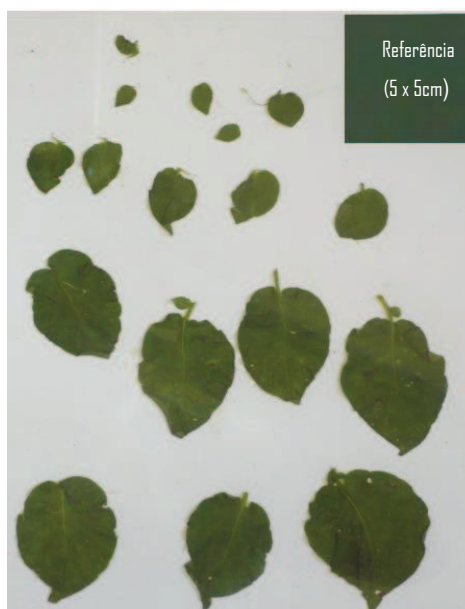
A avaliação do IAF foi realizada, considerando somente a área foliar fisiologicamente ativa da planta desconsiderando-se as folhas já senescidas. No campo as determinações eram realizadas em todas as folhas da planta, considerando o comprimento de cada folha medido a partir de sua base na extremidade distal do pecíolo até a extremidade do folíolo terminal.

Para estabelecer uma metodologia não destrutiva para determinação da área foliar da cultura baseada na estimativa por equação de regressão considerando medidas de comprimento e largura das folhas, foram coletadas cem folhas de tamanhos variáveis abrangendo desde os menores até os maiores tamanhos, de diferentes plantas escolhidas ao acaso no campo. Estas foram imediatamente conduzidas ao laboratório visando evitar perda de turgescência durante as determinações. Na Figura 3 é apresentada uma amostra da imagem das folhas inteiras de batata.



**Figura 3.** Folhas de diferentes tamanhos de plantas de batata, utilizadas para a determinação da área foliar em software ImageJ.

Após a medição do comprimento e da largura da folha, realizou-se a separação de todos os seus folíolos, que foram dispostos sobre superfície contrastante de coloração branca e fotografados, juntamente com uma referência de escala de 5cm x 5cm (Figura 3).



**Figura 4.** Folíolos de uma folha de planta de batata utilizadas para a determinação da área foliar em software ImageJ.

A área real total da folha foi obtida através da manipulação da imagem já digitalizada, utilizando-se o software ImageJ® (Powerful image analysis) de domínio público. Este software captura a imagem de todos os folíolos de uma folha completa e através de procedimentos de contraste de cores (folha cor escura e fundo contrastante) e de comparação com a escala real presente, calcula a área total real da folha (Figura 5).



**Figura 5.** Folíolos de uma folha de planta de batata digitalizados com fundo contrastante utilizadas para a determinação da área foliar em software ImageJ.

Posteriormente, os dados de comprimento, largura e área real total de cada folha, foram tabulados e correlacionados visando avaliação e determinação de uma equação ajustada para aplicação na medida de área foliar. Inicialmente foram testados vários modelos de equações, tendo sido optado, devido a praticidade de aplicação em função das variáveis exigidas e dos resultados gerados, pela realização de avaliação utilizando seis modelos de equações, sendo: função linear, quadrática, cúbica, e os modelos exponencial de crescimento, Gauss e Lorentz, sendo equações de alguma forma citadas na literatura onde são discutidas metodologias para estimativa do IAF de plantas, como em Gonzales-Sanpedro et al. (2008).

Os testes foram realizados considerando como a variável independente dos modelos de equação analisadas o comprimento, a largura, e a razão do comprimento multiplicado pela largura e o comprimento dividido pela largura. Com tais procedimentos foi possível avaliar o grau de ajuste das equações usado para estimar a área foliar e, definir o parâmetro a ser medido no campo para ser utilizado como variável independente nas equações.

#### **4.5.5. Massa seca da parte aérea da planta de batata**

A massa seca da planta foi obtida pela avaliação de toda a parte do dossel vegetativo da cultura acima do solo. As avaliações foram realizadas aos 26 e aos 93 DAP. Foram colhidas três plantas de cada parcela que obtiveram aplicação de metiram + piraclostrobina e fluazinam. O acondicionamento das plantas foi realizado em sacos de papel que foram vedados e posteriormente transportados ao laboratório e colocado em estufa ventilada a 70 °C até atingir peso constante. Após a secagem, foi determinada a matéria seca das amostras em balança analítica.

#### **4.5.6. Produtividade**

A produtividade foi obtida pela pesagem dos tubérculos de cinco plantas escolhidas ao acaso de cada parcela. A colheita foi manual, nove dias após a dessecação da parte aérea, na área útil das parcelas de cada unidade experimental. Após a colheita os tubérculos foram lavados, separando-se os tubérculos não lavados para compor a avaliação de pós-colheita e em seguida todos foram pesados e os resultados calculados com projeção para  $\text{kg ha}^{-1}$  considerando um *stand* de 50.000 plantas.

#### **4.5.7. Classificação de tubérculos**

Todos os tubérculos foram classificados segundo a Portaria nº 69, de 21 de Fevereiro de 1995, a qual determina que a partir do diâmetro transversal (mm) do tubérculo, a batata será classificada nas seguintes classes: a) Classe I: maior ou igual a 85; b) Classe II: maior ou igual a 45 e menor que 85; c) Classe III: maior ou igual a 33 e menor que 45; d) Classe IV: menor que 33.

Após a lavagem e pesagem dos tubérculos colhidos, o diâmetro transversal foi medido com auxílio de um paquímetro mecânico. De acordo com o diâmetro de cada tubérculo, procedeu-se o posterior enquadramento nas classes.

#### **4.5.8. Número médio de tubérculos**

O número de tubérculos por planta foi obtido considerando-se os tubérculos de cinco

plantas escolhidas ao acaso para colheita manual, na área útil de cada unidade experimental. O valor médio considerou a razão do número total de tubérculos colhidos para as dez plantas avaliadas.

#### **4.5.9. Peso médio de tubérculos por planta**

Para a obtenção do peso médio de tubérculos por planta, procedeu-se, inicialmente, a soma total do peso em gramas de todos os tubérculos colhidos e pesados por unidade experimental, em todos os tratamentos com quatro repetições cada. A razão entre o peso médio total em gramas de cada tratamento e o número de plantas colhidas nos dá o peso médio de tubérculos por planta.

#### **4.6. Características avaliadas na etapa 2**

O trabalho foi realizado no laboratório da Unidade de Pesquisa em Batata e Microclima situado nas imediações da área experimental. A descrição dos tratamentos encontra-se na Tabela 5.

No dia da colheita os tubérculos foram coletados e conforme a indicação do tratamento foram lavados ou não. Após este procedimento, os tubérculos foram distribuídos sobre a mesa onde foi montado o experimento onde ficaram expostos à luz natural durante o dia e à luz artificial incandescente no período da noite.

Foram feitas avaliações de esverdeamento externo dos tubérculos com 5, 10, 15 e 20 dias de exposição dos tubérculos à luz. A quantificação do esverdeamento foi realizada por quatro avaliadores nas subparcelas, os quais atribuíram uma única nota à subsubparcela de oito tubérculos (lavados ou não lavados). Utilizando-se a escala com adaptação do método apresentado por Brune e Melo (2001): nota 1 (ausência completa de esverdeamento), 3 (esverdeamento fraco), 5 (esverdeamento médio), 7 (esverdeamento forte) e 9 (esverdeamento muito forte). Foi feita análise de variância para cada data de leitura sobre os valores de notas transformados em porcentagem.



**Figura 6.** Avaliação de pós-colheita: esverdeamento de tubérculos expostos à luz ambiente.



**Figura 7.** Características dos tubérculos lavados aos 20 dias de exposição à luz ambiente.

#### 4.7. Análises estatísticas

As avaliações dos efeitos dos tratamentos com metiram + piraclostrobina foram realizadas através da análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível 5% e 1% de probabilidade, ou teste ‘T’ de Student para o caso de duas médias e as análises de regressão para as funções testadas para avaliação de área foliar, foram realizadas utilizando o *software* estatístico ASSISTAT versão 7.6 Beta (2010).

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1. Clima**

As condições climáticas durante o ciclo de cultivo (Anexos 1 e 2) podem ser consideradas normais para a região, estando de acordo com dados apresentados por Wagner e Jadoski (2010), que descrevem médias mensais de precipitação pluvial acima de 110 mm para os meses compreendidos no ciclo de cultivo entre novembro e abril.

A temperatura média oscilou entre 20 e 22 °C em grande parte do período, com tendência de redução ao longo do tempo, consequência das condições normais das estações de verão e transição para outono. A umidade relativa do ar é uma variável diretamente relacionada com a temperatura e ocorrência de precipitações, tendo apresentado oscilações pertinentes às daquelas variáveis, estando, contudo, na normalidade da região. O clima da região pode ser considerado adequado para cultura conforme preconiza Nivaa (2002).

### **5.2. Emergência das plantas**

Todos os tratamentos alcançaram emergência acima de 50% aos 10 dias após o plantio. Esta característica agrônômica foi avaliada visualmente, contando o número de plantas emergidas. Verificou-se uniformidade na emergência das plantas, entre 12 e 13 dias após o plantio (DAP), para todos os tratamentos.

### **5.3. Resultados e discussões para a etapa 1**

#### **5.3.1. Número de hastes**

O número de hastes não diferiu significativamente entre os tratamentos. Observou-se que os valores de número de hastes por planta foram muito próximos entre as médias dos 5 tratamentos, sendo que a média geral foi de 3,2 hastes planta<sup>-1</sup> (Tabela 6), tendo resultados semelhantes a Garcia (2003), que para a cultivar Aracy teve uma média de 4,2 hastes não diferindo entre 4 tratamentos, destacando que este comportamento pode ser explicado por ter-se utilizado uma só cultivar de batata.



Nesta pesquisa foram utilizados tubérculos do tipo III (30-40 mm) para o plantio, conforme Tabela 1. Considerando estes resultados, é possível que a média de 3,2 hastes planta<sup>-1</sup> seria superior caso tivessem sido plantados tubérculos maiores, pois Ramos (1995) salienta que o número de hastes é amplamente dependente do tamanho da batata-semente utilizada no plantio, sendo que plantas derivadas de tubérculos de maior tamanho tendem a produzir um maior número de hastes. Ainda assim, Souza (2003) descreve que o número de hastes pode variar de 2 a 5 em cada planta.

**Tabela 6.** Resultado da análise de variância para número de hastes por planta de batata submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010.

Fator	Quadrado médio – Número de hastes	
	G.L.	56 DAP
Tratamento	4	0,550 <sup>ns</sup>
Erro	15	0,466
Média geral		3,200

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 < p < 0,05$ ) ns-não significativo ( $p \geq 0,05$ ).

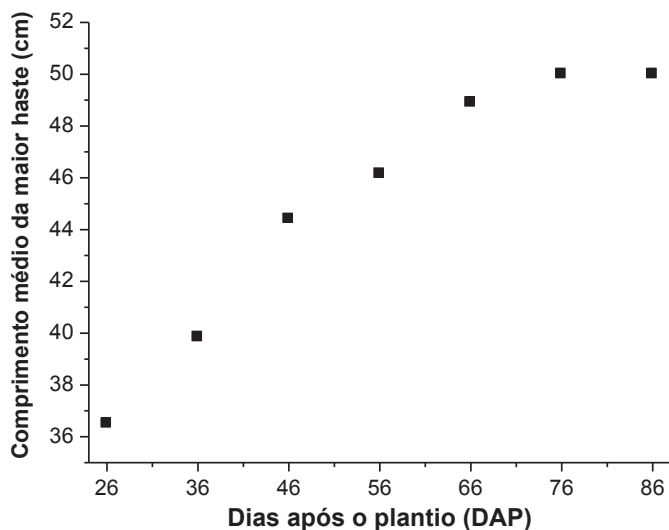
Resultados de pesquisa com a cultivar Ágata demonstram que este fator apresenta grande variabilidade. Fernandes (2010) obteve média de 2,3 hastes por planta, já Favoretto (2005), em cultivo hidropônico de batata, o maior valor obtido foi de quatro hastes por planta. Considerando resultados como estes, Zaag (1993) salienta que além do tamanho do tubérculo-semente, outros fatores interferem diretamente na produção de haste principais pela batateira, como a idade fisiológica e o número de brotos dos tubérculos-semente utilizados, a densidade de plantio, as características do solo da área de cultivo e as condições climáticas ocorrentes durante o ciclo da cultura no campo.

As condições climáticas na ocasião do experimento proporcionaram a ocorrência de doenças, as quais não foram quantificadas por não se tratar dos objetivos do trabalho e sim, tratamentos destinados a obtenção do efeito fisiológico. E os tratamentos que receberam aplicações de metiram + piraclostrobina em geral todos foram superiores a testemunha que tinha aplicação de fluazinam, demonstrando assim o efeito positivo da aplicação da piraclostrobina, independente da ocorrência de doenças, do momento de aplicação ou da dose do fungicida utilizada, exceto para fluazinam, que já era esperado este desempenho.



### 5.3.2. Comprimento da maior haste

Observou-se que o comprimento de maior haste teve um aumento contínuo até 76 DAP, onde alcançou o valor médio de 50 cm, estabilizando posteriormente (Figura 8).



**Figura 8.** Comprimento médio da maior haste ao longo do ciclo vegetativo de plantas de batata submetidas a diferentes manejos com fungicidas. Guarapuava, 2010.

Na Tabela 7 pode-se observar que os efeitos dos tratamentos apresentaram diferenças significativas somente na avaliação realizada aos 36 DAP, posteriormente a esta data, os resultados obtidos para o comprimento da maior haste não diferiram estatisticamente, pois mantiveram-se com comprimento semelhantes até o final do ciclo. Resultados semelhantes também foram obtidos por Fernandes (2010) para as cultivares Ágata, Asterix e Atlantic as quais apresentaram comprimento da maior haste semelhante durante todo o ciclo de desenvolvimento, ou seja, dos 49 aos 98 DAP com valor médio de 45 cm. Sendo que aos 62 DAP a cultivar Mondial se sobressaiu em relação às demais, apresentando comprimento médio de 79 cm na maior haste.

**Tabela 7.** Resultado da análise de variância para o comprimento da maior haste (cm) das plantas de batata submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010.

Fator	Quadrado médio – Comprimento de haste (cm)							
	G.L.	26 DAP	36 DAP	46 DAP	56 DAP	66 DAP	76 DAP	86 DAP
Tratamento	4	40,111 <sup>ns</sup>	52,819**	16,513 <sup>ns</sup>	14,581 <sup>ns</sup>	12,875 <sup>ns</sup>	10,300 <sup>ns</sup>	7,425 <sup>ns</sup>
Erro	15	14,849	7,411	6,630	5,275	4,966	4,800	5,100
Média geral		36,505	40,065	44,405	46,450	49,000	50,200	51,300

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 < p < 0,05$ ) ns-não significativo ( $p \geq 0,05$ ).

Nesta avaliação, observam-se na Tabela 8 os tratamentos que continham aplicação de metiram + piraclostrobina (T5) (no sulco e na amontoa) apresentaram médias de comprimento superiores ao tratamento (T1) com fluazinam, o qual não continha aplicação de metiram + piraclostrobina.

Observando que os resultados da média de comprimento da maior haste foram inferiores a 60 cm, Melo et al. (2003), salienta que a cultivar Ágata pode ser caracterizada como cultivar de porte baixo, ou seja, inferior a 60 cm, em relação as demais cultivares como a Asterix e Atlantic, conforme Baarvel e Liefrink (2000) citam que estas possuem comprimento médio de haste de aproximadamente 62 cm e 64 cm, respectivamente. E, Garcia (2003) obteve para Asterix uma média de comprimento de haste de 70,4 cm.

**Tabela 8.** Resultado da análise estatística pela comparação de médias para o comprimento da maior haste das plantas de batata aos 36 DAE.

Tratamento	36 DAP (cm)
1	35.550 c
2	37.250 bc
3	42.000 ab
4	41.000 abc
5	44.525 a
DMS	5.948

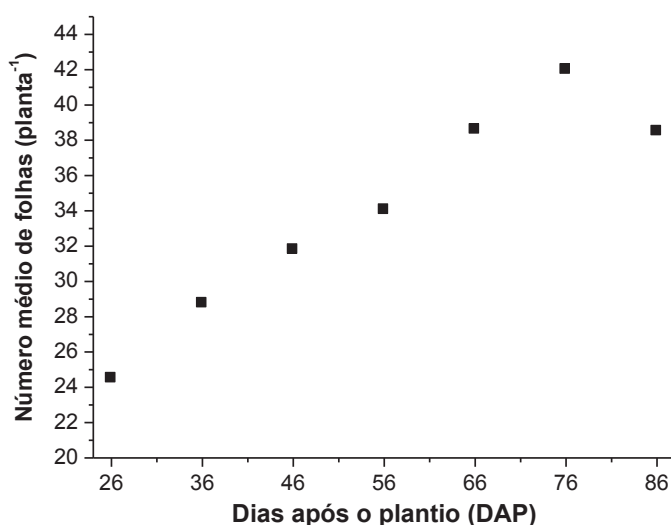
Médias, na coluna, seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% e 1% de probabilidade.

Avaliando comprimento das hastes da cv. Asterix, Grimm (2007), observou que aos

68 DAE, as hastes das plantas alcançaram uma altura média de 70,1 cm, sendo semelhante ao resultado de Garcia (2003) obteve para Asterix uma média de comprimento de haste de 70,4 cm. Com estes resultados pode-se afirmar que o desenvolvimento da batata no experimento foi normal para as características da cultivar.

### 5.3.3. Número médio de folhas por planta

Na Figura 9 é apresentado o comportamento da variação do número médio de folhas por planta, verificado no experimento, sem distinção dos tratamentos. Observa-se que os máximos valores ocorreram até aos 76 DAP. Este resultado próximo do descrito por Melo et al. (2003) que verificaram que o crescimento vegetativo da cultivar Ágata apresenta os máximos valores aproximadamente entre 45 e 65 DAP. Esses autores também verificaram que a cv. Ágata atingiu um ponto máximo 100 folhas por planta, sendo que, a partir dos 70 DAP o número de folhas decresceu rapidamente até atingir um mínimo aos 95 DAP.



**Figura 9.** Número médio de folhas ao longo do ciclo vegetativo de plantas de batata submetidas a diferentes manejos com fungicidas. Guarapuava, 2010.

Em outra pesquisa, Favoretto (2005) observou que o número de folhas por planta atingiu o ponto máximo de 59 folhas aos 58 DAP, o autor descreve que a partir dos valores máximos a planta apresenta característica estabilização de expansão vegetativa, que é seguido de um posterior e crescente estágio de senescência, onde o dossel vegetativo tende a ser paulatinamente reduzido.

Estudando diferentes cultivares, Fernandes (2010), observou que embora as cultivares

Ágata, Markies e Atlantic não tenham diferido quanto ao comprimento da maior haste, a cultivar Ágata apresentou maior número de folhas por planta que as demais, essa característica mostrou associação com o fato da cultivar Ágata ter apresentado maior número de hastes por planta que as cultivares Markies e Atlantic. Segundo Zaag (1993), de um modo geral, pode-se dizer que existe uma relação positiva entre o número de hastes e o desenvolvimento da folhagem.

A Tabela 9 mostra a que a partir dos 46 DAP, ou seja, da terceira avaliação de números de folhas, em todos os tratamentos houve diferença significativa.

**Tabela 9.** Resultado da análise de variância para o número de folhas das plantas de batata submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010.

Fator	Quadrado médio – Total de folhas							
	G.L.	26 DAP	36 DAP	46 DAP	56 DAP	66 DAP	76 DAP	86 DAP
Tratamento	4	43,375 <sup>ns</sup>	40,750 <sup>ns</sup>	89,925 <sup>**</sup>	128,050 <sup>**</sup>	201,700 <sup>**</sup>	140,625 <sup>**</sup>	114,500 <sup>**</sup>
Erro	15	16,233	14,583	17,966	10,983	18,400	23,700	17,666
Média geral		24,500	28,750	31,800	34,050	38,600	42,000	38,500

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 < p < 0,05$ ) ns-não significativo ( $p \geq 0,05$ ).

Observa-se que o tratamento testemunha sem aplicação de metiram + piraclostrobina apresentou as menores médias de número de folhas, sendo que este comportamento foi evidenciado a partir dos 46 DAP (Tabela 10) e se estende até o final do ciclo. Verifica-se também, que as plantas submetidas ao Tratamento 2 apresentaram valores de médias intermediárias, não diferindo em geral, nem da testemunha e nem dos demais tratamentos. As maiores médias foram verificadas entre os tratamentos T3 e T5.

O atraso na senescência das folhas ocorre devido aos baixos níveis de etileno, os quais favorecem a produção por intermédio da maior formação de tecido vascular, partição de carboidrato, formação de broto floral e desenvolvimento de fruto (TAIZ e ZEIGER, 2004).

De acordo com Bertelsen et al. (2001) a maior duração da área foliar é um dos principais efeitos das plantas tratadas com estrobirulinas, devido à diminuição na síntese de etileno e também no aumento da produção de citocininas. No caso da soja, as citocininas ainda podem incrementar o florescimento e a produção de sementes devido a atuação na distribuição de fotoassimilados (GERHARD, 1999), devido aos longos períodos de atividade fotossintética verdes e a variação do dossel, em plantas tratadas com estrobilurina, confirmados por Brevedan (2003) e Fagan (2007).

**Tabela 10.** Resultado da análise estatística pela comparação de médias para total de folhas das plantas de batata aos 46, 56, 66, 76 e 86 DAP submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010.

Tratamento	46 DAP	56 DAP	66 DAP	76 DAP	86 DAP
1	26,250 b	25,500 c	29,250 c	33,750 b	30,500 b
2	27,000 ab	31,000 bc	33,500 bc	38,500 ab	35,500 ab
3	35,000 ab	37,250 ab	42,750 ab	44,500 a	43,000 a
4	35,750 a	38,000 ab	40,750 ab	44,250 ab	42,000 a
5	35,000 ab	38,500 a	46,750 a	49,000 a	41,500 a
DMS	9,261	7,241	9,372	10,637	9,183

Médias, na coluna, seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% e 1% de probabilidade.

A eficiência no uso de fungicidas com adição positiva na fisiologia das plantas também foi observada por Rodrigues (2009) ao utilizar 1 aplicação de piraclostrobina+epoxiconazol em plantas de soja, as quais apresentaram uma maior duração da área foliar com conseqüente maior interceptação e assimilação de CO<sub>2</sub>. Sendo assim, ter-se-á maior assimilação de carboidrato e, conseqüentemente, de massa seca total.

#### 5.3.4. Metodologia para estimativa da área foliar da batata cultivar ágata

Os resultados da avaliação das funções ajustadas para determinação do IAF considerando a relação entre a área foliar real e os parâmetros comprimento, largura, quociente do comprimento / largura e produto do comprimento x largura são apresentados na Tabela 11.

Observa-se que dentre os parâmetros testados como variável independente nas funções, o comprimento da folha foi o que ocasionou os melhores ajustes, conforme se verifica pelos coeficientes de correlação (r) e de determinação (R<sup>2</sup>), além do fato de que todas as funções ajustadas com este parâmetro apresentaram significância estatística, o que não ocorreu quando a variável independente utilizada foi o produto do comprimento pela largura da folha, sendo que neste caso as funções apresentaram coeficientes r e R<sup>2</sup> elevados, com exceção da Equação de Lorentz, contudo, inferiores aos obtidos com a utilização somente do comprimento da folha.

**Tabela 11.** Resultados do ajuste das funções através dos parâmetros comprimento e largura da folha e suas relações de produto e quociente, para estimativa da área foliar da batata cultivar Ágata. Guarapuava-PR, 2011.

<b>Variável independente: Comprimento da folha</b>				
<b>Função</b>	<b>Equação ajustada</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>r</b>	<b>Prob&gt;F</b>
Linear	$y = -350,10 + 160,73x$	0,97	0,99	0,00229*
Quadrática	$y = -59,93 + 6,68x + 0,48x^2$	0,98	0,99	0,00277*
Cúbica	$y = 43,59 - 18,73x + 2,40x^2 - 0,045x^3$	0,99	0,99	0,02473*
Exponencial de crescimento	$y = 62,26 + 36,94^{0,1072x}$	0,66	0,79	0,00008*
Gauss	$y = 6299,257 + \frac{-880294,40}{111,63 * \sqrt{\frac{\pi}{2}}} e^{-\frac{2(x-4,277)^2}{111,63^2}}$	0,99	0,99	0,01395*
Lorentz	$y = 7453,89 + \frac{2 * (-1,9745 * 10^6)}{\pi} * \frac{168,83}{4(x - 4,45)^2 + 168,83^2}$	0,95	0,99	0,01414*
<b>Variável independente: Largura da folha</b>				
<b>Função</b>	<b>Equação ajustada</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>r</b>	<b>Prob&gt;F</b>
Linear	$y = -293,64 + 93,91x$	0,78	0,91	0,01200*
Quadrática	$y = 152,51 - 114,6x + 23,07x^2$	0,83	0,94	0,03180*
Cúbica	$y = -1235,86 + 894,93x - 2009,49x^2 + 17,12x^3$	0,81	0,95	0,13180
Exponencial de crescimento	$y = -45,64 + 12,76^{0,5473x}$	0,84	0,95	0,01088*
Gauss	$y = 6449,07 + \frac{-186098,83}{23,06 * \sqrt{\frac{\pi}{2}}} e^{-\frac{2(x-2,5314)^2}{23,06^2}}$	0,75	0,95	0,06860
Lorentz	$y = 7589,54 + \frac{2 * (-414411,56)}{\pi} * \frac{34,81}{4(x - 2,56)^2 + 34,81^2}$	0,75	0,95	0,06883
<b>Variável independente: Quociente comprimento / largura da folha</b>				
<b>Função</b>	<b>Equação ajustada</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>r</b>	<b>Prob&gt;F</b>
Linear	$y = -350,10 + 160,73x$	0,65	0,85	0,03310*
Quadrática	$y = 1642,43 - 1273,57x + 247,46x^2$	0,66	0,89	0,08931
Cúbica	$y = -10147,74 + 11200,87x - 4075,43x^2 + 491,64x^3$	0,68	0,93	0,18197
Exponencial de crescimento	$y = 39,55 + 3,02^{6,3893x}$	0,83	0,95	0,01167*
Gauss	$y = 10259,32 + \frac{-10255,63}{9,05 * \sqrt{\frac{\pi}{2}}} e^{-\frac{2(x-2,5731)^2}{9,05^2}}$	0,49	0,89	0,13350
Lorentz	$y = 12575,40 + \frac{2 * (-279054,57)}{\pi} * \frac{14,13}{4(x - 2,57)^2 + 14,13^2}$	0,49	0,89	0,13406
<b>Variável independente: Produto comprimento x largura da folha</b>				
<b>Função</b>	<b>Equação ajustada</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>r</b>	<b>Prob&gt;F</b>
Linear	$y = -56,62 + 2,71x$	0,93	0,96	0,00068*
Quadrática	$y = -23,03 + 1,59x + 0,000704 x^2$	0,92	0,97	0,00590*
Cúbica	$y = -46,18 + 3,10x - 0,017x^2 + 0,000106 x^3$	0,94	0,98	0,04595*
Exponencial de crescimento	$Y = -332,26 + 308,12^{0,00557x}$	0,91	0,95	0,00216*
Gauss	$y = 4257,85 + \frac{-5,576}{1022,11 * \sqrt{\frac{\pi}{2}}} e^{-\frac{2(x-93,97)^2}{1022^2}}$	0,90	0,96	0,02266*
Lorentz	$y = 5028,76 + \frac{2 * (-1,1942 * 10^7)}{\pi} * \frac{1486,78}{4(x + 86,05)^2 + 1486,78^2}$	0,69	0,87	0,02275*

r = coeficiente de determinação; r<sup>2</sup> = coeficiente de correlação da reta; \*significativo (P<0,05)

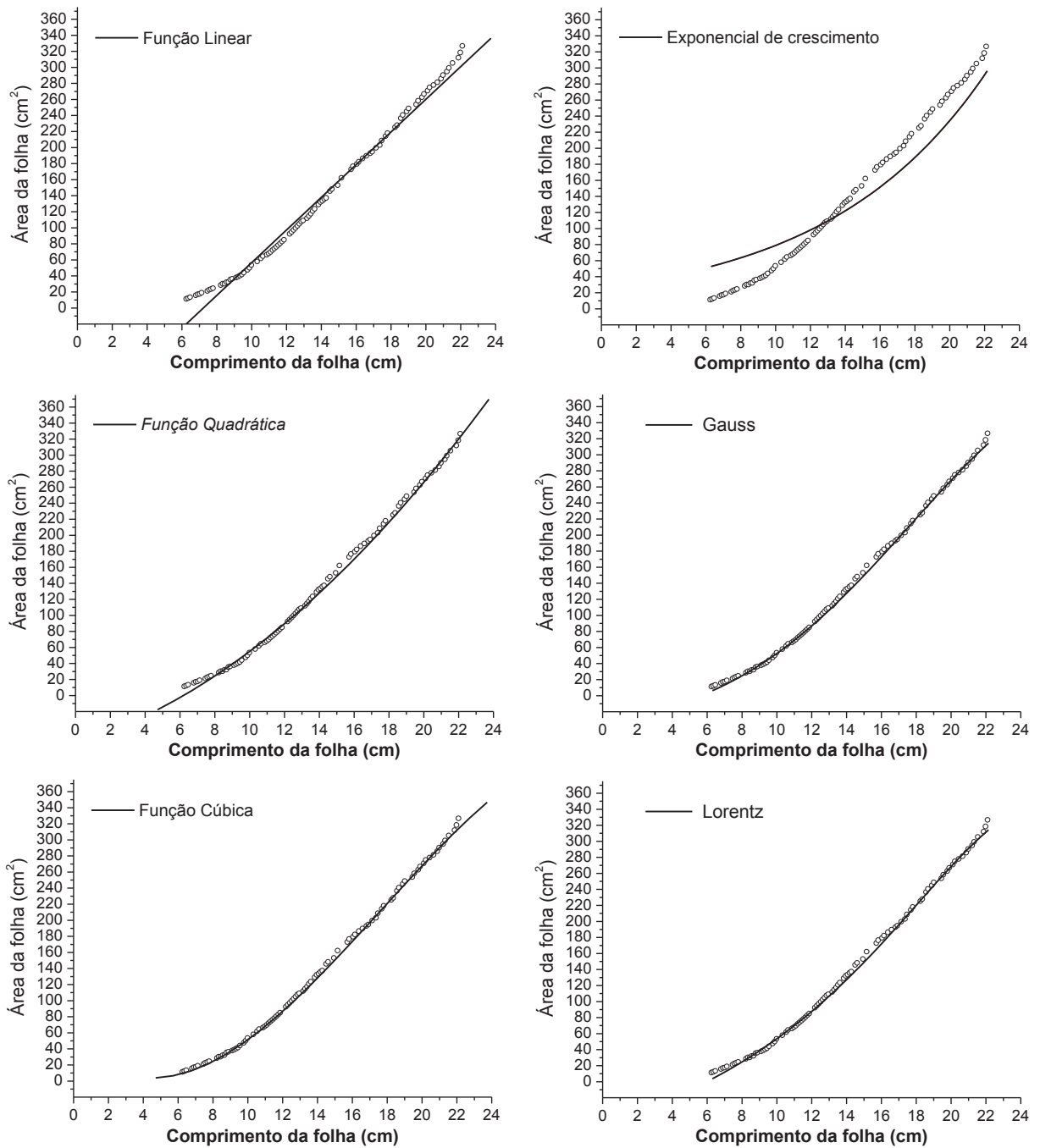
Quando se utilizou como variável independente, tanto a largura como o quociente gerado entre o comprimento e a largura da folha, obteve-se como resultado, um menor número de funções ajustadas apresentando significância estatística, e os coeficientes  $r$  e  $R^2$  tiveram menores valores.

Para realizar determinações fenométricas do IAF e da altura de plantas da cultura de batata, Grimm (2007) mediu semanalmente o comprimento e a largura de folhas, com auxílio de uma régua com redução de 0,1 cm, nas mesmas plantas e, através delas calculou-se a área de cada folha e, utilizando a equação exponencial determinada por Streck (2006), para plantas inteiras de batata. Nesta pesquisa o IAF da cultura da batata alcançou um valor máximo de  $3,57 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  aos 68 DAE, quando a partir desta avaliação as plantas começaram a entrar em senescência.

O método de imagens digitais segundo Adami et al. (2007) apresentou coeficientes de determinação muito próximos a um ( $R^2 > 0,997$ ), enquanto que o método dimensões foliares foi também alto ( $R^2 > 0,97$ ) comparando entre avaliações de limbos íntegros e danificados, comprimento x largura. Monteiro et al. (2005) obtiveram valores inferiores (0,810 a 0,957) para estimativa de IAF de algodoeiro pelo método comprimento x largura. O'Neal et al. (2002) encontraram coeficientes de determinação próximos de 1 para comprimento x largura, por estimativas realizadas por método de imagens digitais geradas por escaner de mesa e processadas pelo *software* SIARCS 3.0. Resultados próximos a estes foram obtidos por Tavares-Junior et al. (2002).

Na Figura 10 é apresentado o comportamento das funções ajustadas, com a utilização do parâmetro comprimento da folha como variável independente.

O resultado do modelo linear utilizando o produto do comprimento pela largura, obtido por Silva et al. (2008) na avaliação feita aos 21 DAE, considerou que foi o mais preciso para estimar a AF, apresentando o maior coeficiente de determinação ( $R^2=0,88$ ). Já na avaliação feita aos 56 DAE, o modelo linear utilizando o quadrado do produto do comprimento pela largura foi o mais recomendado para estimar a AF, obtendo o maior  $R^2$  (0,85).



**Figura 10.** Resultado das funções ajustadas para a determinação da área de folhas de batata cultivar *Ágata*, utilizando o comprimento da folha como variável independente. Guarapuava-PR, 2011.

Com o objetivo de estabelecer um modelo matemático apropriado para estimar a área foliar (AF) da cultivar de batata *Cupido*, Busato et al. (2009) utilizaram as dimensões lineares da folha: o comprimento (C) e a largura (L), em laboratório foram mensurados o



comprimento e a largura das folhas, utilizando régua graduada em milímetros e a área foliar foi determinada através do integrador de área foliar LI-COR 3100. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão, sendo a AF considerada como uma variável dependente, e o C, a L e o produto do C pela L (CL) como sendo variáveis independentes. A área foliar da Cupido foi estimada com maior precisão quando se utilizou CL, com  $R^2 = 0,92$ . Com o modelo obtido, a área foliar da batata Cupido pode ser estimada com os dados obtidos no campo, sem a necessidade de destruir as folhas ou mesmo as plantas.

Estes resultados foram diferentes de Baggio et al. (2009), avaliando o crescimento de plantas de batata, não obtiveram diferença significativa para IAF entre os tratamentos, nem entre as 3 épocas de avaliação, aos 15, 29 e 55 DAE, tendo como média um IAF de 3,5 e sendo utilizado para estimativa de área foliar de uma amostra foi medida com o software ImageJ 1.36b.

Considerando estes resultados, verifica-se que embora existam algumas equações com significância estatística adequada para uso da medida da largura de folhas, o comprimento da folha é melhor opção de parâmetro a ser medido no campo para gerar estimativas da área foliar da cultivar de batata Ágata. Para este caso, poderiam ser utilizadas todas as funções avaliadas considerando o fator significância estatística, contudo, a função exponencial de crescimento, por apresentar os menores valores para os coeficientes  $r$  e  $R^2$  seria a menos recomendada.

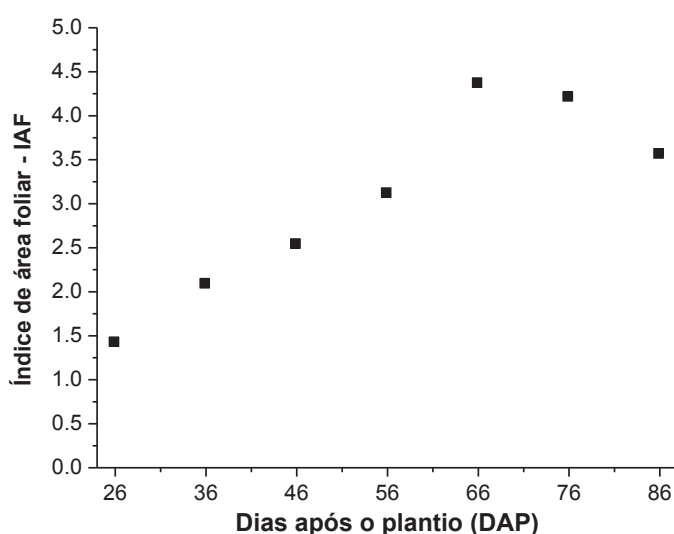
Os resultados mais adequados em relação ao parâmetro comprimento da folha são devidos à maior precisão no processo de medição no campo, pois na medição da largura pode ocorrer a movimentação dos folíolos para dentro ou para fora da folha, alterando o valor obtido para mais ou para menos, o que não ocorre para o comprimento, que é medido sobre nervura central da folha e folíolo central da extremidade distal desta, que são componentes de menor mobilidade no manuseio, o que torna o processo de medição mais fácil e preciso.

### **5.3.5. Avaliação do Índice de Área Foliar (IAF)**

Considerando-se os resultados apresentados no item 5.3.4, para avaliação dos efeitos dos tratamentos sobre o IAF no experimento, optou-se por utilizar a medida do comprimento da folha aplicada na função linear como variável independente, considerando sua significância estatística e facilidade de aplicabilidade matemática e interpretação, fatores que são amplamente considerados na aplicação de resultados de pesquisas no campo,

especialmente quando estão associadas à cálculos e aplicações matemáticas, conforme descreve Silva (2007).

O índice de área foliar apresentou valores máximos de aproximadamente 4,3 aos 66 DAP. Na Figura 11 é demonstrado o comportamento médio deste parâmetro ao longo do ciclo da cultura. Estando de acordo Wright e Stark (1990) e Battilani e Mannini (1993), que descrevem que os valores de IAF em batata em geral variam entre 3,5 e 6,0 dependendo da cultivar.



**Figura 11.** Índice de área foliar ao longo do ciclo vegetativo de plantas de batata submetidas a diferentes manejos com fungicidas. Guarapuava, 2010.

Na Tabela 12, observa-se que ocorreram diferenças significativas nos resultados para o efeito dos diferentes tratamentos. Este comportamento se manteve claramente durante o período entre 36 e 66 DAP onde a cultura apresenta o máximo desenvolvimento vegetativo, que se prolongou até 76 DAP, contudo sem diferenças estatísticas significativas nesta avaliação. Resultados semelhantes aos obtidos pra Aguiar Neto et al. (2000), com a cultivar Aracy, constatou-se que na primeira coleta não houve distinção entre os tratamentos, a partir da segunda coleta, aos 30 DAP, verificou-se diferenciação entre os tratamentos, que progrediu significativamente ao longo do ciclo da cultura da batata.

Os resultados do experimento demonstram que os tratamentos T3 e T4 obtiveram maiores valores para IAF durante o período de cultivo em relação à testemunha T1. Em relação à aplicação de Estrobilurina, Rodrigues (2009) obteve a área foliar de variedades de

soja, mostrando que o IAF diminui mais rapidamente nas parcelas que não receberam aplicação de piraclostrobina+epoxiconazol.

**Tabela 12.** Resultado da análise de variância para IAF ( $m^2 m^{-2}$ ) das plantas de batata submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010.

Fator	Quadrado médio - IAF							
	G.L.	26 DAP	36 DAP	46 DAP	56 DAP	66 DAP	76 DAP	86 DAP
Tratamento	4	0,047 <sup>ns</sup>	0,609**	0,412*	0,764**	1,055**	0,909 <sup>ns</sup>	2,142**
Erro	15	0,143	0,098	0,099	0,113	0,188	0,329	0,230
Média geral		1,417	2,082	2,533	3,112	4,362	4,205	3,557

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 < p < 0,05$ ) ns-não significativo ( $p \geq 0,05$ ).

Observa-se na Tabela 13 que na última avaliação no ciclo realizada aos 86 DAP as plantas do tratamento T1 apresentavam IAF menor em relação às que receberam tratamento com piraclostrobina + metiram, demonstrando efeito positivo deste princípio ativo sobre a manutenção da área foliar ativa da cultura no final do ciclo de desenvolvimento, o que pode ser caracterizado como um efeito aditivo dos produtos aplicados nestes tratamentos.

**Tabela 13.** Resultado da análise estatística pela comparação de médias para IAF ( $m^2 m^{-2}$ ) das plantas de batata aos 36, 46, 56, 66 e 86 DAP submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010.

Tratamento	36 DAP	46 DAP	56 DAP	66 DAP	86 DAP
1	1,580 b	2,001 b	2,450 b	3,565 b	2,581 c
2	1,963 ab	2,485 ab	2,999 ab	4,217 ab	3,255 bc
3	1,922 ab	2,724 a	3,540 a	4,920 a	4,547 a
4	2,555 a	2,813 a	3,474 a	4,639 a	3,898 ab
5	2,388 a	2,643 ab	3,098 ab	4,469 ab	3,505 abc
DMS	0,684	0,689	0,737	0,947	1,048

Médias, na coluna, seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% e 1% de probabilidade.

Observando a cultivar Macaca, em condições de campo, Bosco (2008) constatou que o IAF atingiu um valor máximo de 1,69, aos 45 DAE, sendo que nas observações seguintes o

IAF decresceu consideravelmente, devido à senescência natural das folhas. Em pesquisa desenvolvida por Nunes et al. (2006), que avaliaram a cv. Monalisa, o IAF máximo foi obtido aos 61 DAP, semelhantes aos resultados apresentados por Melo et al. (2003) e Monteiro et al. (2005).

Entretanto, é importante observar que mesmo na testemunha o IAF de aproximadamente 2,6 é ainda expressivo para este estágio de desenvolvimento. Este comportamento possivelmente está relacionado com a realização do plantio no final do mês de janeiro, onde o ciclo da cultura ocorreu em condições de clima que na região as temperaturas tendem a ser mais amenas, influenciando de forma a reduzir a taxa de crescimento vegetativo da cultura, tendendo a apresentar menor acamamento no final do ciclo e reduzir a taxa de senescência foliar.

Quanto ao efeito dos tratamentos com metiram + piraclostrobina, constata-se que de forma geral os efeitos positivos sobre o IAF ocorreram com poucas diferenças em relação à dosagem e momento de aplicação, o que possibilita afirmar que dentro dos limites de dosagem e momento de aplicação testados neste experimento, os efeitos deste princípio ativo sobre a área foliar das plantas são positivos e ocorrem mais por influência da presença do produto na planta, do que necessariamente em função da dosagem e do momento de sua aplicação.

O incremento na atividade fisiológica proporcionada pela aplicação da estrobilurina piraclostrobina + epoxiconazol na cultura da soja em estágio inicial pode auxiliar o estabelecimento da cultura uma vez que a produtividade da cultura depende da sua habilidade em interceptar a radiação solar e produzir fotoassimilados (PACHEPSKY et al., 2002). E, para Rodrigues (2009), aos 43 dias após a primeira aplicação de duas piraclostrobina + epoxiconazole na soja a variedade CD-208, encontrava-se com IAF 35% superior as parcelas tratadas com 2 aplicações de azoxistrobina + ciproconazol e IAF 68% superior a testemunha sem aplicação. Isto indica que existem diferenças de incremento fisiológico entre estrobilurinas, concordando com as afirmações de Venancio et al. (2004) e Trojan (2009).

#### **5.3.6. Massa seca (MS)**

As avaliações da matéria seca da parte aérea das plantas não apresentaram diferenças significativas para os efeitos dos diferentes tratamentos nas avaliações realizadas (26 e 93

DAP), conforme resultados apresentados na Tabela 14. Se os resultados de MS forem expandidos para a produção total considerando um *stand* completo de 50 mil plantas ha<sup>-1</sup>, o valor alcançado seria de 4498 kg MS ha<sup>-1</sup>.

Uma das características da cultivar Ágata é apresentar baixo teor de MS quando comparada a cultivares como a Asterix, que tem alto teor de MS (NIVAP, 2007). Os dados estão de acordo com os verificados por Fernandes (2010), que obteve para a cultivar Ágata uma média de aproximadamente 100 g MS planta<sup>-1</sup> ou 5 ton ha<sup>-1</sup> e 7 ton ha<sup>-1</sup> para Asterix.

**Tabela 14.** Resultado da análise de variância para a matéria seca (kg ha<sup>-1</sup>), de plantas de batata submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010.

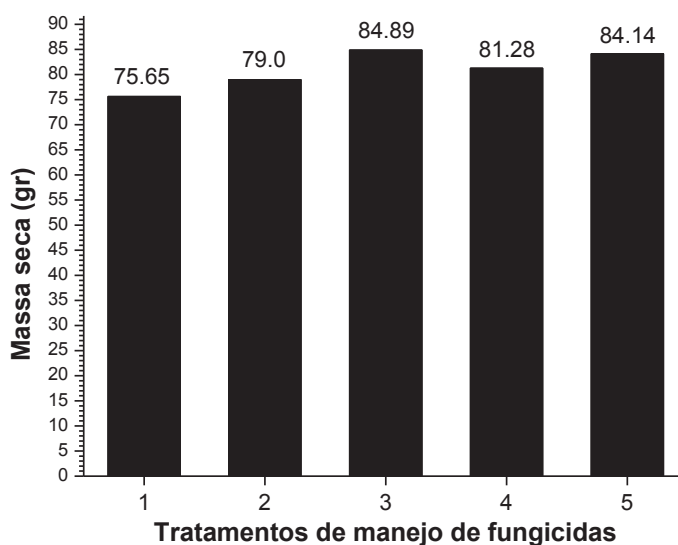
Fator	G.L.	Quadrado médio – Matéria seca (MS)	
		26 DAP	93 DAP
Tratamento	4	13,550 <sup>ns</sup>	57,707 <sup>ns</sup>
Erro	15	4,846	32,035
Média Geral (MG)		18,958	80,996

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p <0,01)\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 < p < 0,05) ns-não significativo (p ≥ 0,05).

Para este parâmetro o maior número de folhas e IAF observadas na última avaliação não se traduziram em diferenças significativas na MS da parte aérea das plantas (Tabela 14), apesar de se observar variação entre aproximadamente 75 e 85 g nos valores absolutos das médias variarem nos diferentes tratamentos (Figura 12). Este resultado pode ser interpretado como consequência do expressivo coeficiente de variação apresentado por este parâmetro (para a primeira coleta CV% = 11,61 e para a segunda CV% = 6,98), além de um reduzido efeito fisiológico aditivo da estrubilurina, para este parâmetro.

Contudo, o incremento de massa seca em plantas não requer apenas à ação de fungicidas. Segundo Evans (1989) existe a contribuição de carbono pelo aumento da fotossíntese e também pela disponibilidade de nitrogênio. A limitação de nitrogênio em plantas C3 é acompanhada pela diminuição da taxa fotossintética por unidade de área em folhas maduras, principalmente devido à redução considerável da partição de nitrogênio para a síntese de enzimas relacionadas com a fotossíntese, como é o caso da rubisco. Porém, em estudo sobre a influencia de diferentes doses de nitrogênio no crescimento da batata, Baggio

et al. (2009), não tiveram resultados significativos para massa seca de parte aérea entre os tratamentos.

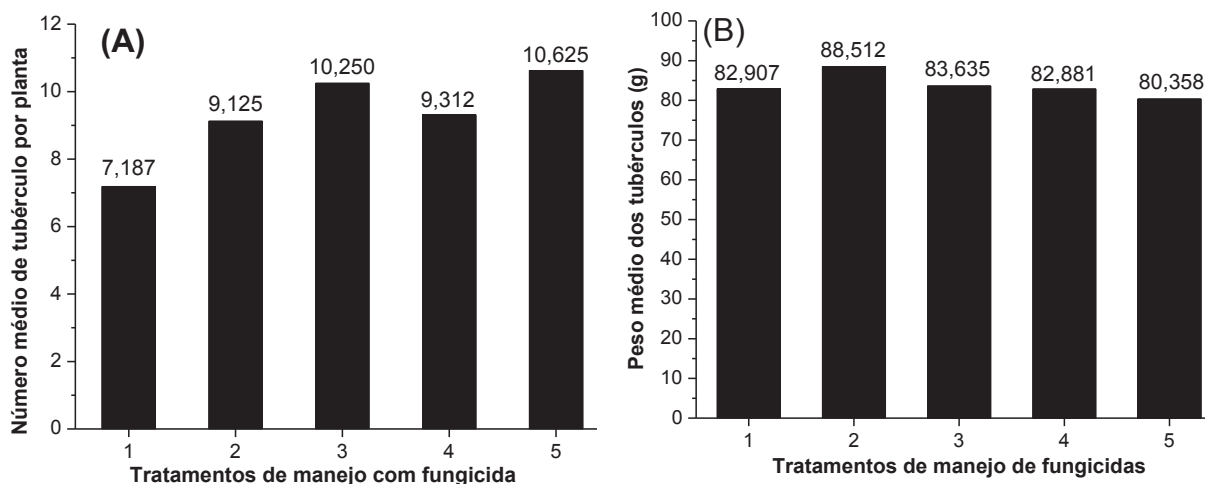


**Figura 12.** Massa seca da parte aérea de plantas no final do ciclo vegetativo da cultura da batata submetida a diferentes manejos com fungicidas. Guarapuava, 2010.

### 5.3.7. Produtividade

A avaliação dos resultados demonstra que ocorreram efeitos significativos dos tratamentos em relação à produtividade da cultura. Contudo, a média dos componentes de produção, tubérculos por planta, tubérculos por haste e peso médio de tubérculos, não apresentaram diferenças significativas.

Na Figura 13 (A) observa-se que existem variações nas médias do número médio de tubérculos por planta, que são mais expressivas em relação ao peso médio dos tubérculos (B). Embora estas diferenças não tenham apresentado diferenças estatísticas significativas, é possível que a média de 7,2 tubérculos por planta, tenha contribuído para a ocorrência de diferenças nos resultados da produtividade, conforme pode ser verificado nas Tabelas 15 e 16. Neste caso é provável que as plantas dos tratamentos T3 e T5, tendo apresentado valores superiores a 10 tubérculos planta<sup>-1</sup>, alcançaram as maiores produtividades, sendo superiores à testemunha T1, embora não diferindo estatisticamente dos demais.



**Figura 13.** Valores médios do número de tubérculos por planta (A) e peso dos tubérculos (B) produzidos por plantas de batata submetidas a diferentes manejos com fungicidas. Guarapuava, 2010

**Tabela 15.** Resultado da análise de variância para a produtividade em ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), de tubérculo das plantas da batata submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010.

Fator	Quadrado médio – produtividade, número e peso médio de tubérculos				
	G.L.	Produtividade $\text{kg ha}^{-1}$	Tubérculo $\text{planta}^{-1}$	Tubérculo $\text{haste}^{-1}$	Peso médio de $\text{tubérculo}^{-1}$ (g)
Tratamento	4	116981738,2*	7,151 <sup>ns</sup>	1,358 <sup>ns</sup>	35,613 <sup>ns</sup>
Erro	15	29193033,8	2,522	0,568	120,738
Média Geral		38509,3	9,300	3,100	83,658

Médias, na coluna, seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% e 1% de probabilidade.

Esta diferença entre fluazinam com metiram + piraclostrobina, verificada na Tabela 16, evidencia o efeito das estrobilurinas, comprovando o efeito fisiológico que esta exerce sobre o metabolismo da planta, resultando assim, num incremento da produtividade, ficando evidente que a planta reage mais ao ingrediente ativo que propriamente a dose utilizada, como afirma Trojan (2009) para tratamentos com diferentes doses de estrobilurina na cultura do trigo.

Ainda na Tabela 16 observa-se que o DMS para significância estatística das diferenças é de  $11.805 \text{ kg ha}^{-1}$ , um valor elevado considerando-se que as produtividades variam entre aproximadamente  $29.300$  e  $42.600 \text{ kg ha}^{-1}$ . Para esta situação, possivelmente a utilização de

unidades experimentais de maior área, com aumento do número de plantas avaliadas para a composição de médias de produção, ou o aumento do número de repetições possam ser fatores a serem considerados no momento do planejamento de novos experimentos com a cultura da batata, onde as diferenças estatísticas poderiam ser evidenciadas de forma mais pontual.

**Tabela 16.** Resultado da análise de variância para a produtividade em ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), de tubérculo das plantas da batata submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010.

Tratamento	Produtividade $\text{kg ha}^{-1}$
1	29328,130 b
2	40000,000 ab
3	42609,380 a
4	38406,250 ab
5	42203,130 a
DMS	11805,6

Médias, na coluna, seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% e 1% de probabilidade.

Estes resultados, quando associados ao número de hastes por planta, número de folhas e IAF (Tabelas 6, 8 e 9), demonstram que as plantas dos tratamentos que apresentaram maior desenvolvimento vegetativo, tiveram também resultados de produção mais expressivos. Quanto ao número de tubérculos, Burton (1981) afirma que é possível que uma planta com parte aérea menos desenvolvida, produza menos tubérculos, devido, em grande parte, à redução do aproveitamento da intensidade luminosa, que afeta a distribuição da matéria seca na planta, como as condições de cultivo, o fotoperíodo, a temperatura e precipitação.

O fotoperíodo influencia vários processos fisiológicos da batata, especialmente o crescimento das ramas, estolões, floração e a tuberização. A produção de tubérculos está na dependência do crescimento dos estolões. O crescimento dos estolões é favorecido por dias longos. Sob condições de dias curtos, o seu comprimento é reduzido o suficiente para a formação do tubérculo. Segundo Levy e Kedar (1985) a planta de batata é responsiva ao fotoperíodo e, Kooman et al. (1996), demonstrou que o fotoperíodo afeta principalmente a duração da fase entre a emergência e o início da tuberização, ou seja, a data de início da tuberização é acelerado por dias curtos.



Avaliando a cultura da soja, Fagan (2007) concluiu que a aplicação de piraclostrobina aumenta a taxa fotossintética e a atividade da enzima nitrato redutase até o sétimo dia após a aplicação (DAA), a condutância estomática e a transpiração aumentaram até 3 DAA, momento onde foi mantido até os 7 DAA, entretanto a biossíntese de etileno foi inibida progressivamente até os 18 DAA. Com bases nesses resultados, o autor conclui que a aplicação de piraclostrobina em soja provocou aumento da atividade fisiológica resultando em incremento da produtividade de grãos de 13 e 4 sacas ha<sup>-1</sup> respectivamente em relação aos tratamentos com aplicação de piraclostrobina e a testemunha que não tinha aplicação.

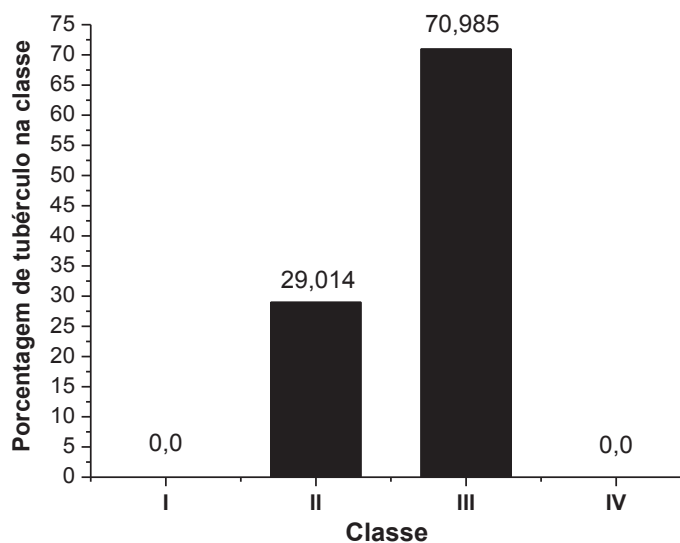
A aplicação da estrobilurina piraclostrobina na cultura de soja, variedade cultivada M-SOY 8008 RR, no estágio fenológico R1 e R5.1 incrementou a taxa fotossintética nos dois períodos de aplicação (FAGAN et al., 2010).

### **5.3.8. Classificação dos tubérculos pelo diâmetro**

A classificação de tubérculos de batata, conforme metodologia do MAPA (1995) visa, através da separação do produto em lotes com características de tamanho mais homogêneo, unificar a linguagem do mercado e das diferentes instâncias da cadeia de produção. Os resultados referentes à esta classificação dos tubérculos, considerando o maior diâmetro são apresentados na Tabela 17.

A produção enquadrou-se completamente nas classes II e III, não tendo sido verificados tubérculos com diâmetros maiores que 85 mm e menor que 33 mm, representados pela classes I e IV, respectivamente. Dentre das classes a maior porcentagem foi verificada na classe III (Figura 14). Nestas avaliações não foram verificadas diferenças significativas para o efeito dos diferentes tratamentos (Tabela 17).

Para a produção objetivando tubérculos para consumo, a menor porcentagem de tubérculos presentes na classe II, não seria considerado como um resultado altamente positivo, pois, como descrevem Feltran e Lemos (2005), na classe II a produção é remunerada integralmente com o valor de mercado, sendo que na classe III o valor é proporcional e em geral 50% menor em relação à classe II.



**Figura 14.** Porcentagem de tubérculos de batata presentes nas diferentes classes, em função de diferentes manejos com fungicidas, considerando a metodologia do MAPA (1995), Guarapuava, 2010.

Por outro lado, a ausência de tubérculos na classe IV é um resultado positivo, pois esta classe praticamente não apresenta cotação de valor comercial. Contudo, os valores atribuídos ao produto, dentro das classificações, são amplamente variável no mercado brasileiro, com respostas econômicas rápidas ao fator oferta x procura, conforme ressaltam Nassar e Botelho (1999). Já a ausência de tubérculos na classe I, considerando Melo et al. (2003), possivelmente esteja mais associada às características da cultivar Ágata do que necessariamente às condições de manejo.

Este resultado com maior porcentagem de tubérculos na classe III difere dos resultados apresentados por Garcia (2003) e Fernandes (2010), que obteve maiores porcentagens para a classe II. Contudo, deve ser considerado que a época de plantio mais tardio e as conseqüentes condições de clima mais ameno na tuberização e crescimento dos tubérculos, além de redução de fotoperíodo, são fatores que devem ter influenciado reduzindo a taxa de crescimento dos tubérculos.

Os resultados deste estudo demonstram a importância de realizar plantios nas épocas adequadas, concordando com De Paula (2005), que estudou a modelagem do desenvolvimento de batata a campo e obteve maiores resultados de rendimentos para cv. Asterix quando se realizou plantio de final de inverno, início da primavera, que corresponde ao “plantio da safra”, e menores rendimentos para plantio “safrinha”, de fevereiro a março.

**Tabela 17.** Resultado da análise de variância para a classificação em porcentagem de tubérculo das plantas da batata, conforme Portaria nº 69, de 21/02/1995 – MAPA, Guarapuava – PR, 2010.

Fator	Quadrado médio - CLASSES				
	G.L.	I (>85 mm)	II (45-85 mm)	III (33-45 mm)	IV (<33 mm)
Tratamento	4	-	79,408 <sup>ns</sup>	79,705 <sup>ns</sup>	-
Erro	15	-	87,778	87,891	-
Média Geral (MG)		-	29,014	70,985	-

Médias, na coluna, seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% e 1% de probabilidade.

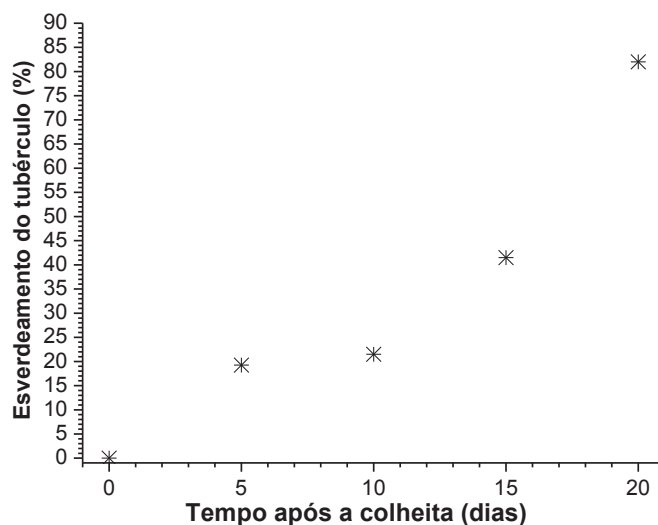
A ausência de diferenças significativas entre os tratamentos indica que, para as condições de cultivo em que o experimento foi desenvolvido, a aplicação dos tratamentos não apresentou características que demonstrem efeito aditivo da estrubilurina sobre o tamanho dos tubérculos considerando a classificação em relação ao maior diâmetro.

Considerando o conjunto dos resultados, e especificamente as avaliações inerentes ao manejo com o tratamento cinco, com utilização de 5 kg  $ha^{-1}$  de metiram + piraclostrobina (p.c.) no sulco e também na amontoa, fica evidente que estas quantidades de fungicida são excessivas, pois não resultam em incremento de crescimento vegetativo e produtividade, quando comparado aos resultados observados para o efeito dos tratamentos 2, 3 e 4, onde foi utilizada somente a metade da quantidade total deste fungicida.

## 5.4. Resultados e discussões para a etapa 2

### 5.4.1. Esverdeamento de tubérculos em pós-colheita

O comportamento médio do esverdeamento dos tubérculos durante o período de 20 dias após a colheita (DAC) é apresentado na Figura 15. Na avaliação do esverdeamento dos tubérculos em pós-colheita, no tempo zero, isto é, imediatamente após a colheita, os tubérculos apresentaram esverdeamento insignificante, considerado como 0%. Na Tabela 18 observa-se que não houve efeitos do fator, referente aos tratamentos aplicados no início do cultivo, com fungicidas no sulco de plantio e amontoa.



**Figura 15.** Porcentagem média de esverdeamento em tubérculos de batata cultivar Ágata, com diferentes manejos de fungicida aos 68 dias após o plantio e lavagem dos tubérculos para conservação pós-colheita. Guarapuava-PR, 2010.

A aplicação de metiram + piraclostrobina aos 68 DAP ocasionou efeito estatisticamente significativo na conservação pós-colheita durante todo o período de avaliação (Tabela 18). Conforme se pode observar na Tabela 19 a aplicação de fungicida aos 68 DAP reduziu expressivamente o esverdeamento dos tubérculos, sendo que a aplicação do tratamento manteve a taxa de esverdeamento 17,5, 17, 37 e 16% inferior nas avaliações realizadas aos 5, 10, 15 e 20 dias após a colheita, respectivamente, em relação ao manejo sem esta aplicação.

Este efeito é importante, pois demonstra que a estrobilurina exerce efeito fisiológico aditivo, atuando na manutenção da qualidade do tubérculo de batata, aumentando a durabilidade de pós-colheita, especialmente considerando os resultados de esverdeamento mais reduzido até os 15 dias após a colheita. Os resultados se aproximam dos verificados por Souza e Pereira (2003) e Brune e Melo (2005) e Fernandes et al. (2006), que observaram que a partir dos 15 dias de exposição, os tubérculos que se apresentavam menos esverdeados na avaliação realizada 5 dias antes, já se igualaram aos demais quanto à intensidade de esverdeamento, não sendo verificadas diferenças aos 20 dias de avaliação.

**Tabela 18.** Resultado da análise de variância para esverdeamento de tubérculos de batata submetidas a diferentes manejos de fungicidas. Guarapuava – PR, 2010.

Fator	Quadrado médio - Esverdeamento				
	G.L.	5 dias	10 dias	15 dias	20 dias
<b>Fung. inicial (F1)</b>	4	20,000 <sup>ns</sup>	5,000 <sup>ns</sup>	67,500 <sup>ns</sup>	57.500 <sup>ns</sup>
Erro (F1)	15	25,000	40,000	36,666	83.333
<b>Fung 68 DAP (F2)</b>	1	6125.00 **	5780,00**	5780,00**	5120.00**
Erro (F2)	15	18,333	26,666	36,666	83.333
<b>Lavagem (F3)</b>	1	5,000 <sup>ns</sup>	20,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	500,000*
Erro (F3)	30	21,666	40,000	10,000	70,000
F1 x F2	4	25,000 <sup>ns</sup>	55,000 <sup>ns</sup>	67.500 <sup>ns</sup>	57.500 <sup>ns</sup>
F1 x F3	4	30,000 <sup>ns</sup>	45,000 <sup>ns</sup>	12,500 <sup>ns</sup>	62,500 <sup>ns</sup>
F2 x F3	1	45,00 <sup>ns</sup>	20,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	500,000*
F1 x F2 x F3	4	45,000 <sup>ns</sup>	45,000 <sup>ns</sup>	12,500 <sup>ns</sup>	62,500 <sup>ns</sup>

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 < p < 0,05$ ) ns = não significativo ( $p \geq 0,05$ ).

As avaliações inerentes ao efeito de lavagem dos tubérculos demonstraram efeitos significativos deste fator somente aos 20 dias após a colheita, tanto para o fator lavagem dos tubérculos quanto para a interação significativa com a aplicação de fungicida aos 68 DAP (Tabela 18). Com os dados apresentados na Tabela 20 verifica-se que nesta avaliação os tubérculos que foram lavados na colheita apresentaram porcentagem de esverdeamento 5% maior em relação aos não lavados.

Na Tabela 21 verifica-se que com aplicação de fungicida aos 68 DAP as batatas não lavadas apresentaram esverdeamento 10% menor em relação aos 79% verificados quando as batatas foram lavadas, sendo que este resultado não ocorre para o manejo sem esta aplicação tardia de fungicida aos 68 DAP, onde a média de esverdeamento é mantida em 90% para tubérculos que foram ou não lavados. Sendo esta associação entre manejo com fungicida aos 68 DAP e tubérculo não lavado a que ocasionou a menor taxa de esverdeamento aos 20 dias após a colheita.

Os resultados em relação aos efeitos de metiram + piraclostrobina na conservação da batata em pós-colheita são importantes, pois representam uma possibilidade de atenuar as perdas em pós-colheita, o que pode vir a ser uma ferramenta a ser empregada no manejo da cultura, tendo impactos tanto econômicos quanto de melhor aproveitamento ambiental, reduzindo perdas.

**Tabela 19.** Comparação de médias em porcentagem para esverdeamento de batata submetida a diferentes manejos com aplicação de metiram + piraclostrobina aos 68 DAP. Guarapuava-PR, 2010.

<b>Metiram + piraclostrobina aos 68 DAP</b>	<b>5 dias (%)</b>	<b>10 dias (%)</b>	<b>15 dias (%)</b>	<b>20 dias (%)</b>
Sem aplicação	28,0	30,0	50,0	90,0
Com aplicação	10,5	13,0	13,0	74,0
DMS	2,0	2,4	2,8	4,3

Médias, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo Teste 'T' de Student ao nível probabilidade ( $p \leq 0,01$ ).

Contudo esta alternativa de manejo deve ser avaliada tanto com relação aos aspectos econômicos em relação ao custo x benefício, quanto com relação as condições de sua aplicabilidade, pois a avaliação considerou a ocorrência deste período de pós-colheita em local iluminado, simulando bancas em estabelecimentos comerciais convencionais, já no caso de todo ou parte deste período ocorrer em armazenamento com menor exposição à luz, como no caso de caminhões de transporte ou depósitos, os resultados podem ser diferentes e precisam ser melhor avaliados considerando as diferentes possibilidades de ambiente em que os tubérculos poderão ser expostos. Estes temas podem ser pertinentes para o desenvolvimento de novas pesquisas na área de pós-colheita da cultura da batata.

**Tabela 20.** Comparação de médias em porcentagem para esverdeamento de tubérculos lavados e não lavados na avaliação aos 20 dias após a colheita (F3). Guarapuava-PR, 2010.

<b>Tubérculos lavados e não lavados</b>	<b>20 dias (%)</b>
Lavados	84,500
Não lavados	79,500
DMS	3,823

Médias, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo Teste 'T' de Student ao nível probabilidade ( $p \leq 0,05$ ).

Em relação aos aspectos gerais que envolvem o esverdeamento dos tubérculos, Castro et al. (1982) observaram que as cultivares Jaerla e Bintje foram consideradas menos suscetíveis ao esverdeamento. Spoladore et al. (1983), observaram que independente da cultivar avaliada, o tubérculo recém colhido e armazenado tanto com exposição à luz ou em

local escuro, apresentaram diferenças nas intensidades de esverdeamento da película nos primeiros dias de avaliação, as quais passaram a ser insignificantes aos 20 dias após a colheita.

Considerando o procedimento de lavagem dos tubérculos, também é pertinente ressaltar as condições de condução do experimento, especialmente iluminação e temperatura. Pois locais mais iluminados tendem a ocasionar aceleração no processo de esverdeamento, como afirma Feltran e Lemos (2005). Esta é uma condição que pode ter contribuído para os resultados com pouca influência do processo de lavagem dos tubérculos, os quais se manifestaram tardiamente no período avaliado.

**Tabela 21.** Resultado da análise estatística pela comparação de médias em porcentagem para tubérculos esverdeados submetidos a aplicação de metiram + piraclostrobina aos 68 DAP para a interação entre aplicação de fungicida e tubérculos lavados e não lavados.

	Esverdeamento aos 20 dias (%)	
	Lavada (F3)	Não lavada (F3)
Sem aplicação 68 DAP (F2)	90.00 Aa	90.00 Aa
Com aplicação 68 DAP (F2)	79.00 Bb	69.00 Ab
DMS coluna = 5.60; linha 5.40		

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ).

Em geral considera-se que a lavagem dos tubérculos acelera a ocorrência e intensifica o esverdeamento, como observaram Brune e Melo (2001) e Iung et al. (2007), os quais descrevem que os tubérculos não lavados esverdeiam menos que os tubérculos na condição lavada, independentemente da cultivar, esverdearam mais rapidamente e tiveram maior intensidade de esverdeamento em relação à situação não lavada. Segundo Conover e Pryke (1987) o processo de lavagem pode aumentar a incidência de deterioração em relação aos tubérculos não lavados, mas é difícil prever a porcentagem, pois os efeitos dependem de diversos fatores, como cultivar, época do ano, oscilações climáticas, incidência de pragas e doenças, período de armazenamento, dentre outras.

## 6. CONCLUSÕES

Considerando as condições de condução do experimento com a cultivar de batata Ágata, conclui-se que:

- Durante o período de desenvolvimento vegetativo, os parâmetros número de folhas e Índice de área foliar são beneficiados pela aplicação de metiram (2,75 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) + piraclostrobina (0,25 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) aplicado na amontoa ou dividido no sulco e na amontoa.
- O comprimento da folha é uma parâmetro eficiente para ser utilizado como variável independente na estimativa da área foliar cultivar de batata Ágata, através das funções linear, quadrática, cúbica, exponencial de crescimento, Gauss e Lorentz.
- A produtividade da cultura é beneficiada pela aplicação de metiram (2,75 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) + piraclostrobina (0,25 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) aplicado na amontoa ou dividido no sulco e na amontoa.
- Na forma de metiram (2,75 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) + piraclostrobina (0,25 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) a aplicação de estrobilurina não afeta a classificação de tubérculos de batata considerando o maior diâmetro, sendo que para o plantio no final do mês de janeiro na região de Guarapuava, esta classificação é aproximadamente 70% classe III e 30 % classe II.
- A aplicação de estrobilurina na forma de metiram (2,75 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) + piraclostrobina (0,25 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) aos 68 Dias após o plantio é uma alternativa de manejo que ocasiona redução no esverdeamento de tubérculos de batata para armazenamento em local iluminado durante até 20 dias após a colheita;
- A associação entre manejo com aplicação de estrobilurina na forma de metiram (2,75 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) + piraclostrobina (0,25 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) aos 68 Dias após o plantio e tubérculo não lavado foi a alternativa de manejo que ocasionou a menor taxa de esverdeamento aos 20 dias após a colheita.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMI, M.; HASTENREITER, F.A.; FLUMIGNAN, L.; FARIA, R.T. Estimativa de área foliar de soja usando imagens digitais e dimensões foliares. **Anais**. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 de abril 2007, INPE, p.9-14.

AGRIOS, G. N. Environmental effects on the development of infections plant disease. In: **Plant Pathology**. 5 th ed. San Diego: Academic Press, 2004. cap. 7, p. 251-262.

AGUIAR NETTO, A. de; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. de. Análise de crescimento na cultura de batata submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Pesq. Agrop. Bras.** Vol 35. N.5. Brasília, maio, 2000.

ANTUNES, F.Z.; FORTES, M. Exigências climáticas da cultura da batata. **Informe Agropecuário**, v.7, n.76, p.19-23, 1981.

ASSISTAT. Assistência estatística. Versão 7.6 beta. Registro INPI 0004051-2. 2011.

Associação Brasileira da Batata. **ABBA**. Disponível em: [http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista14\\_008.htm](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista14_008.htm). Acesso em: 14/04/2010.

AZEVEDO, A. A. Fungicidas antioomicetos. In: LUZ, W. C. et al., (Ed.). **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo: Berthier, 1993. p. 319-347, v.1.

AZEVEDO, L.A.S. **Fungicidas protetores**: fundamentos para o uso racional. São Paulo, 2 ed. 2003. 320 p.

BAARVEL, H.R.; LIEFRINK, S.R. (Eds.) **Netherlands catalogue of potato varieties**. Nivaa, Den Haag. 2000, 256p.

BAGGIO, C.A.; STOETZER, A.; VARELA JR, J.; MÜLLER, M.M.L.; KAWAKAMI, J. 2009. Efeito de doses de nitrogênio no crescimento de plantas de batata em Guarapuava. **Horticultura Brasileira**, 27: S3219-S3223.

BARCELOS, R.; CARVALHO, S.V.; SANTOS, D. Análise de crescimento de batata submetida ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um latossolo

vermelho-amarelo. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v31, n.1, p.21-27, jan/fev, 2007.

BARROS, R.S.; MAESTRI, M.; VIEIRA, M.; BRAGA-FILHO, L.J. Determinação de área de folhas do café (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). **Revista Ceres**, Vicosa, v.20, n.107, p.44-52, 1973.

BATTILANI, A.; MANNINI, P. Effects of water table on potato crop growth and yield. *Acta Hort.* V. 335, n.1, p.405-412, 1993.

BERTELSEN, J.R.; NEERGAARD, E.; SMERDEGAARD-PETERSEN, V. Fungicidal effects of azoxystrobin and epoxiconazole on phyllosphere fung, senescence and yield of winter wheat. **Plant Pathology**, Oxford, v.5, p.190-250, 2001.

BEUKEMA, H.P.; VAN DER ZAAG, D.E. **Potato improvement: some factors and facts**. 1. ed. Wageningen: International Agricultural Center, 1979. 224 p.

BIANCO, S; PITELLI, R.A; CARVALHO, L.B. 2002. Estimativa da área foliar de *Cissampelos glaberrima* usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, 20: 353-356.

BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, M.V. A new method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, p.666-669, outubro/dezembro 2003.

BOSCO, L.C. **Sistemas de previsão de ocorrência de requeima em clones de batata suscetíveis e resistentes**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.

BREVEDAN, R.E. EGLI, D.B. Short periods of water stress during seed filling, leaf senescence, and yield of soybean. **Crop Science**, Madison, v.43, p.2083-2088, 2003.

BRUNE, S.; HENZ, G.P. Redução de perdas pós-colheita em batata consumo. **Circular Técnica**, 34. Brasília, dezembro, 2004. ISSN 1415-3033.

BRUNE, S.; MELO, P. E. de. **Método rápido de avaliação do esverdeamento em tubérculos de batata**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 36, n. 5, p. 809-814,

2001.

BRUNE, S.; MELO, P.E. **Avaliação de esverdeamento em pós-colheita de tubérculos de batata**. Brasília : Embrapa Hortaliças, 2005. 12p. Boletim Técnico ISSN 1677-2229.

BURTON, W.G. Challenges for stress physiology in potato. **American Potato Journal**. v.58, n.1, p.3-4, 1981.

BUSATO, C.; FONTES, P.C.R., BRAUN, H.; COELHO, F.S.; SILVA, C.C.S.; OLIVEIRA, L.S. Estimativa da área foliar da cultivar de batata Cupido. **Horticultura Brasileira**, v. 27: s3570-s3573, 2009.

CALBO, A.G.; NERY, A.A. Methods to measure gaseous volume in plants. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 6, n. 2, p.153-162, 1994.

CASTRO, J.L.; MIRANDA FILHO, H.S. NEVES, J.P. Esverdeamento e brotação em cultivares alemães e holandeses de batata. **Bragantia**, v. 41. Campinas, 1982. Nota nº 3.

COLLI, S.; PURGATTO, E. Etileno. In: Gilberto Barbante Kerbauy. (Org). **Fisiologia Vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008, v. 1, p.271-293.

CONOVER, J. C.; PRYKE, J. A. Plastid and nuclear DNA in potato tuber tissue during

DE PAULA, F.L.M. **Modelagem do desenvolvimento de batata (*Solanum tuberosum* L.) a campo**. Dissertação de Mestrado. Unversidade Federal de Santa Maria, RS, 2005.

DUNNE, B. Strobilurin use on cereals. **Crop Protection**, n.23, April, 2005. P.17-20.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro. Embrapa Solos, 2006. 306 p.

EVANS, J.R. Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C3 plants. **Oecologia**, v.78, p.9-19, 1989.

FAGAN, E.B. **A cultura da soja: modelo de crescimento e aplicação de estrobilurina**, 2007. 84p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,

ESALQ, Piracicaba, 2007.

FAGAN, E.B.; DOURADO NETO, D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R.B.; YEDA, M.P.; MASSIGNAM, L.F.; OLIVEIRA, R.F.; MARTINS, K.V. **Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja**. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 4, 771-778, 2010.

FAO. **Food and agriculture organization of the united nations**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: 14/04/2010.

FAOSTAT. **Potato world**. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 17 de janeiro de 2010.

FAVARIN, J.L.; DOURADO NETO, D.; GARCIA, A.G.; VILLA NOVA, N.A. **Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n.6, p.769- 773, jun. 2002.

FAVORETTO, P. **Parâmetros de crescimento e marcha de absorção de nutrientes na produção de minitubérculos de batata cv. Atlantic**. Piracicaba, 2005. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 98p.

FELTRAN, J.C.; LEMOS, L.B. Características agrônômicas e distúrbios fisiológicos em cultivares de batata. *Científica*, Jaboticabal, v.33, n.1, p.106-113, 2005.

FERNANDES, M.; PICININI, E.C.. **Atualidades agrícolas**. Abril de 2002. Publicação da Unidade Agro – BASF S.A. 34p.

FERNANDES, A.M. **Crescimento, produtividade, acúmulo e exportação de nutrientes em cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2010.

FERNANDES, H.C.; OLIVEIRA, A.D.; FONTES, P.C.R.; CAMILO, A.J.; RINALDI, P.C.R. Avaliação da cultura da batata instalada por uma plantadora adaptada para trabalhar em sistemas de plantio direto e cultivo mínimo. *Revista Ceres*, 65. 65-73, 2006.

FILGUEIRA, F.A.R. Práticas culturais adequadas em bataticultura. **Informe Agropecuário**,

Belo Horizonte, v.20, n.197, p.34-41, mar./abr. 1999.

FILGUEIRA, F.A. R. Tomate: a hortaliça cosmopolita. **Novo manual de olericultura**, Viçosa, MG. parte II , p. 189 - 234, 2000.

FONTES, P.C.R.; ARAÚJO C. 2007. **Adubação nitrogenada de hortaliças: princípios e práticas com o tomateiro**. Viçosa: UFV, 148 p.

FORTES, G.R.L.; PEREIRA, J.E.S. Classificação e descrição botânica. In: PEREIRA, S.A.; DANIELS, J. (Eds.). **O cultivo da batata na região Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 69-79.

FRY, W.E. Effects of chemicals in reducing the rate of disease development. In: **Principles of plants disease management**. New York: Academic Press, 1982. cap. 13, p. 245-271.

GALLY, F. et al. **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. Agronômica Ceres. São Paulo, v.2. 587 p. 1980.

GARCIA, C.J.B. **Irrigação por gotejamento superficial e subsuperficial na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) com dois sistemas de plantio**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista “ Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2003.

GERHARD, M.; HABERMAYER, J.; ZINKERNAGEL, V. The impact of strobilurins on plant vitality on winter wheat under field conditions. In: LYR, H.; RUSSEL, P.E.; DEHNE, H.W.; SISLER, H.D. **Modern fungicides and antifungal compounds II**. Andover: Intercept, 1999. P.197-208.

GONZALEZ-SANPEDRO, M. C.; Le Toan, T.; Moreno, J.; Kergoat, L.; Rubio, E. Seasonal variations of leaf area index of agricultural fields retrieved from Landsat data. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 3, p. 810-824, 2008.

GRIMM, E.L. **Efeitos de diferentes níveis de irrigação na produtividade e ocorrência de requeima na cultura de batata**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, 2007.

HAWKES, J. G. Origins of cultivated potatoes and species relationships. In: BRADSHAW, J.E.; **Potatoes genetics**. Wallingford: CAB. International, 1994. p.3-42.

HODGES, T. **Predicting crop phenology**. Boca Raton: CRC, 1991, 233p.

IUNG, C.M.; SCOTT, C.A.; ZILIO, M.A. **Esverdeamento de tubérculos lavados e não lavados em três cultivares de batata (*Solanum tuberosum*)**. Revista Batata Show, nº 17, ano 7, Abril, 2007.

JABS, T. Can strobilurins still deliver? **Crop Protection**, 17, April, 2004. P.19-20.

JULIATTI, F.C.; ZUZA, J.L.M.F.; SOUZA, P.P.; POLIZEL, A.C. **Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos**. Uberlândia, v.23, p.34-41, Apr./June 2007.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008, v.1, p.271-293.

KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO, A.; Princípios gerais de controle. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. AMORIM, L. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3ª ed. São Paulo, Ceres, 1995. cap. 34, p. 692-709.

KOEHLE, H.; GROSSMANN, JABS, T; GERHARD, M; KAISER, W; GLAAB, J; CONRATH, U; SEEHAUS, K; HERMES, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F500 on plants. In: **Modern Fungicides and Antifungal Compounds III**, DEHNE et al. (Eds), 2002, AgroConcept GmbH, Bonn, S61-74.

KOOMAN, P.L.; FAHEN, M.; TEGERA, P. HAVERKORT, A.J. Effects of climate on different potato genotypes 2. Dry matter allocation and duration of the growth cycle. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.5, p. 207-217, 1996.

LEVY, D.; KEDAR, N. ***Solanum tuberosum***. In: HALEVY, A.H. CRC HANDBOOK OF FLOWERING – Vol. IV. Boca Raton: CRC, 1985, p. 363-366.

LOPES, A.C.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. Manejo integrado das doenças de batata. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.197, mar./abr. 1999.

LOPES, C.A.; BUSO, J.A. **Cultivo da batata** (*Solanum tuberosum* L.). Brasília: Embrapa Hortaliças. 1997, 36 p. (Instruções Técnicas, 8).

LUCCHESI, A.A. Fatores de produção vegetal. In: CASTRO, P.C.R.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Ed). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Potafós, Piracicaba, SP, 1987. p. 1-2.

MAGALHÃES A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI M. G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU:EDUSP, 1979. 350 p.

MAPA. Norma de identidade, qualidade, acondicionamento, embalagem e apresentação da batata. **Portaria nº 69**, 21 de fevereiro de 1995. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária.

MELO, P.C.T. de; GRANJA, N.P. do; MIRANDA FILHO, H.S. da; SUGAWARA, A.C.; OLIVEIRA, R.F. de. Análise do crescimento da cultivar de batata Ágata. **Batata Show**, v.3, n.8, p.6-17,2003.

MIRANDA FILHO, H.S. da. **Cultura da batata**. In: MIRANDA FILHO, H.S.; GRANJA, N.P.; MELO, P.C.T. de. Vargem Grande do Sul, SP, 2003. 68p.

MONTEIRO, J.E.B.A.; SENTELHAS, P.C.; CHIAVEGATO, E.J.; GUISELINI, C.; SANTIAGO, A.V.; PRELA, A. Estimativa da area foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n.1, p. 15-24, 2005.

Moreira, V. de A. **Iluminação Elétrica**. Ed. Edgard Blücher 1999. 98 p.

NASCIMENTO, I.B.; FARIAS, C.H.A.; SILVA, M.C.C.; MEDEIROS, J.F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; NEGREIROS, M.Z. 2002. Estimativa da área foliar do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, 20: 555-558.

NASSAR, A. M., Botelho, R. V. Análise das transações no sistema agroindustrial da batata. **Caderno de Pesquisa em Administração**. São Paulo, v.1, n.8, p. 27-39, 1999.

NIVAA. **No caminho da transformação de batata**. Plantijn Casparie, Den Haag. 2002. Disponível em: <[http://www.aardappelpagina.nl/doc/ontheroad\\_por.pdf](http://www.aardappelpagina.nl/doc/ontheroad_por.pdf)>. Acesso em

20/01/2010.

NIVAP. Netherlands potato consultive foundation. **Netherlands catalogue of potato varieties**. 2007. 287p.

NORTHCOTE, E.N.F. **Fungicides**: History, present, and future of fungicides used for Late Blight control. Cochabamba, 2001, p. 67-76.

NUNES, J.C.S.; FONTES, P.C.R.; ARAÚJO, E.F.; SEDIYAMA, C. Crescimento da batateira e absorção de macronutrientes influenciados pelos sistemas de preparo de solo e irrigação. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.41, n.12, p.1787-1792, dez. 2006.

O'NEAL, M.E.; LANDIS, D.A.; ISAACS, R. An inexpensive, accurate method for measuring leaf area and defoliation through digital image analysis. **Journal of Economic Entomology**, v.95, n.6, p.1190-1194, 2002.

PACHEPSKY, Y.A.; REDDY, V.R.; PACHEPSKY, L.B.; WHISLER, F.D.; ACOCK, B. Modeling soybean vegetative development in the Mississippi Valley. **Biotronics**, Fukuoka, v.31, p.11-24, 2002.

PEREIRA, A. S.; DANIELS, J.; FREIRE, C. J. S.; BERTONCINI, O.; NAZARENO, N. R. X.; BRISOLA, A. D.; SALLES, L. A. B.; MADAIL, J. C. M. Produção de batata no Rio Grande do Sul. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, **Circular técnica 48**, Pelotas, RS, 2008.

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

RAMOS, V.J. Introdução, botânica e melhoramento da batata (*Solanum tuberosum* L.). In: BRINHOLI, O. (Coord.) **Cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.)**. Botucatu: Departamento de Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, 1995. P.1-54.

RECCANELO, V. Produção de batata na região de Guarapuava-PR. **Revista Batata Show**, n.14. Ano 6, Abril de 2006.



RODRIGUES, M.A.T. **Avaliação do efeito fisiológico do uso de fungicidas na cultura da soja**. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz” – Esalq. Piracicaba, 2009. 197p.

SCHEIDT, M.F.C.; STOETZER, A.; BALDIN, I.; JADOSKI, S.O.; KAWAKAMI, J. Efeito da adubação nitrogenada em parâmetros morfológicos de plantas de batata cultivar Ágata em Guarapuava. **Horticultura Brasileira**, 27: S3228-S3231. 2009.

SILVA, H.S.A. et al. Induction of systemic resistance by *Bacillus cereus* against tomato diseases under field conditions. **Journal of Phytopathology**, Berlim, v. 152, n.6, p. 371-375, June, 2004.

SILVA, W. A. **Modelagem Matemática Aplicada no Planejamento da Agricultura Irrigada**, Utilizando Informações Georreferenciadas. 2007. Tese (doutorado) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia. 98 páginas.

SILVA, M.C.C.; FONTES, P.C.R.; VIANA, R.G. Estimativa da área da folha da batateira utilizando medidas lineares. **Horticultura Brasileira**, 26: 83-87. 2008.

SOUZA de, V.Q.; PEREIRA, S.A. Esverdeamento de tubérculo e genótipos de batata. **Comunicado Técnico 90**. ISSN 1806-9185. EMBRAPA, Pelotas, RS. Outubro, 2003.

SOUZA, P.E.; DUTRA, M. R. **Fungicidas no controle e manejo de doenças de plantas**. Lavras: Editora UFLA, 2003. 174p.

SOUZA, Z.S. Ecofisiologia. In: PEREIRA, S.A.; DANIELS, J. (Eds.). **O cultivo da batata na região Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 80-104.

SPOLADORE, D.S.; TEIXEIRA, J.P.; ZULLO, M.A.; COELHO, S.M.B. Ocorrência de glicoalcalóides e esverdeamento em tubérculos de batata recém-colhidos e armazenados. **Bragantia**, v.42. Campinas, 1983. Artigo nº 20.

STRECK, L. **Determinação e estimativa da duração do período de molhamento em cultivos de batata**. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006. 107f.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TAVARES, S. Tuberização. **Batata Show**, nº 5, Ano 2. Setembro de 2002.

TAYLOR, M.C. et al. Relative performance of five forecasting schemes for potato late blight. (*Phytophthora infestans*). Accuracy of infection warnings and reduction of unnecessary, theoretical, fungicide applications. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 22, n.2, p. 275-283, March, 2003.

THE ECONOMIST. **Batata alimenta a evolução da humanidade**. Disponível em <http://agenciamct.gov.br>. Acesso 17 de julho de 2010.

TÖFOLI, J.G.; DOMINGUES, R.J.; GARCIA JÚNIOR, O. Controle da queima do tomateiro com fungicidas e seus reflexos na produção. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.70, n.4, p.473-482, 2003.

TÖFOLI, J.G. Produto certo na hora certa. **Revista Cultivar Hortalças e Frutas**. Pelotas, n.23, p. 28-32, Janeiro, 2004.

TROJAN, D.G. Avaliação do efeito de piraclostrobina aplicada ao final do perfilhamento sobre a produtividade da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.). Ponta Grossa, 2009. 56f. **Dissertação de Mestrado**. Agronomia. Universidade Estadual de Ponta Grossa.

VENANCIO, W. S. **Avaliação de eficiência de fungicidas, em duas aplicações no controle da ferrugem da folha da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.), cultivar OR-1, UEPG-DEFITO**, Ponta Grossa, 2002a. 13p. (Laudo Oficial).

VENANCIO, W.S. **Epoconazole**: uma revisão de uso, isolado ou em mistura, nas principais doenças da soja (*Glycine max* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), milho (*Zea mays* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.), aveia (*Avena spp.*) e cevada (*Hordeum vulgare* L.). Ponta Grossa: UEPG, 2002b. 34p.

VENANCIO, W. S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI. E.; SOUZA, N.L. Efeitos fisiológicos de fungicidas sobre plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.12, 2004.p.317-341

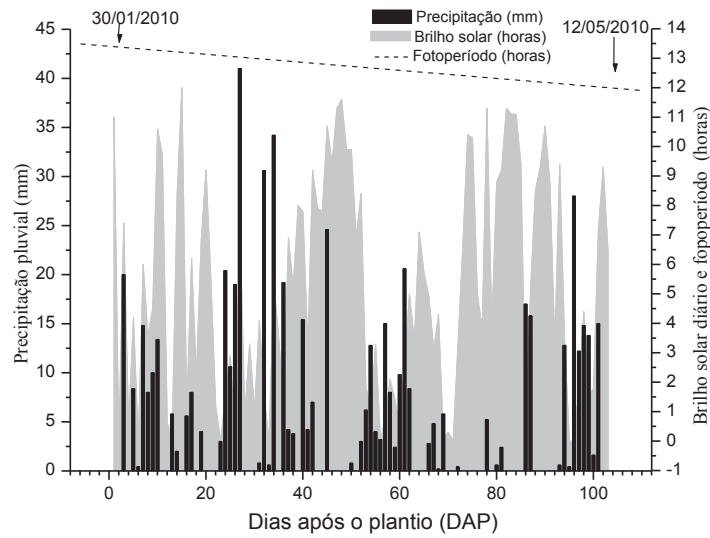
WAGNER, M. V.; JADOSKI, S. O. **A disponibilidade hídrica e o planejamento da produção da cultura do milho.** Guarapuava-PR, Ed. Independente, 2010. 202p.

WRIGHT, J.L.; STARK, J.C. Potato. In : STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. (Eds.). **Irrigation of agricultural crops.** Madison : American Society Agronomy, 1990. p.859-888.

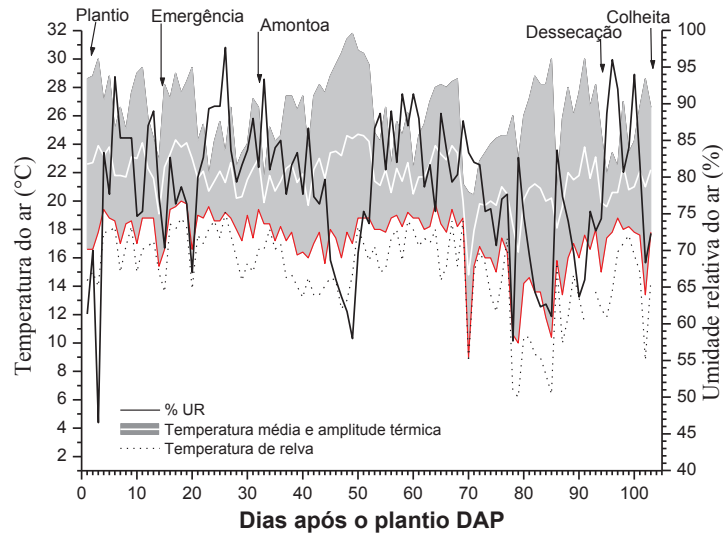
ZAAG, D.E. VAN DER. **A batata e o seu cultivo nos países baixos.** Haia: NIVAA, 1993. 76p.

ZAMBOLIM, L. et al. Doenças causadas por fungos em batata. In: **Controle de doenças de plantas.** Hortaliças, v.1. Visconde do Rio Branco, Suprema, 2000, p. 173-207.

## 8. ANEXOS



**Anexo 1.** Comportamento das componentes climáticas precipitação pluvial, brilho solar e do fotoperíodo para o período de condução do experimento no campo -30/01/2010 a 12/05/2010, em Guarapuava-PR.



**Anexo 2.** Comportamento das componentes climáticas temperatura do ar e de relva e da umidade relativa do ar, para o período de condução do experimento no campo 30/01/2010 a 12/05/2010, em Guarapuava-PR.