



## X Oktoberfórum – PPGEQ

04 a 07 de outubro de 2011

### AVALIAÇÃO DA VELOCIDADE DE CRESCIMENTO RADIAL E DO TEMPO DE DURAÇÃO DA FASE LAG DE *BYSSOCHLAMYS FULVA* EM POLPAS DE FRUTAS

Paulo R. S. da Silva<sup>1</sup>, Michele B. Mann<sup>2</sup>, Ligia D. F. Marczak<sup>1</sup>, Isabel C. Tessaro<sup>1</sup>, Sueli T. Van Der Sand<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Tecnologia de Processamento de Alimentos

<sup>2</sup> Laboratório de Micologia Ambiental

Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

R. Eng. Luis Englert, s/n. Campus Central. CEP: 90040-040 - Porto Alegre - RS - BRASIL,

E-MAIL: paulors@enq.ufrgs.br

---

**Resumo:** Neste trabalho foram investigados os efeitos do tipo de substrato e da temperatura sobre os parâmetros da curva de crescimento (taxa de crescimento radial e tempo de duração da fase lag) do fungo filamentosso, produtor de esporos termorresistente, *Byssochlamys fulva*. Para isso, foi monitorado o diâmetro da colônia formada por esse microrganismo em polpas de mamão, melão, tomate, abacaxi, morango e pêssego, armazenadas às temperaturas de 25 e 28°C, durante o período máximo de sete dias. Como resultado, o estudo demonstrou que a velocidade de crescimento e o tempo de duração da fase lag são afetados pelos dois fatores. A maior taxa de crescimento foi alcançada em polpa de melão a 28°C, atingindo 14,89 mm/dia. O crescimento mais lento foi observado em polpas de pêssego, abacaxi e morango, a 25°C, obtendo-se um valor médio de 7,59 mm/dia. Com relação ao tempo de duração da fase lag, o período mais longo foi verificado em polpa de pêssego a 25°C, atingindo 46,7 horas.

**Palavras-chave:** curva de crescimento microbiano – fungo filamentosso termorresistente – polpas de frutas

---

#### 1. Introdução

O desenvolvimento de fungos em produtos alimentícios é tema de grande importância para o setor industrial, pois representa significativa perda econômica. Ao contaminarem e crescerem sobre o alimento, os fungos promovem alterações sensoriais, devido a modificações na aparência do produto, geração de odores desagradáveis e mudanças em sua estrutura, levando o consumidor a rejeitá-lo (GIBSON, HOCKING, 1997; DANTIGNY *et al.*, 2002; DANTIGNY *et al.*, 2005; PAGANOU *et al.*, 2007; SANT'ANA *et al.*, 2010a).

Além desses aspectos, tais microrganismos são responsáveis pela produção de toxinas com ação carcinogênica, mutagênica e teratogênica, como as aflatoxinas, ocratoxinas e patulina. Essa última compromete o funcionamento hepático e renal, representando, portanto, um risco à saúde pública (PAGANOU *et al.*, 2007; WELKE *et al.*, 2009; GARCIA *et al.*, 2009). Neste aspecto, segundo Garcia *et al.* (2009), a forma mais efetiva de prevenir a formação de toxinas em um produto alimentício é impedir o crescimento de fungos ao longo de todas as etapas de seu processamento. Isto demonstra a importância em estudar os fatores que afetam o crescimento desses microrganismos em alimentos.

Dentre os diversos grupos de fungos que podem contaminar alimentos, especial atenção deve ser dada aos fungos termorresistentes pertencentes aos gêneros

*Byssochlamys*, *Neosartorya* e *Talaromyces* (CHAPMAN *et al.*, 2007; SANT'ANA *et al.*, 2010a). Estes microrganismos estão amplamente distribuídos no ambiente, em especial no solo, e caracterizam-se por produzir esporos capazes de suportar tratamentos térmicos tipicamente empregados na indústria alimentícia (TOURNAS, 1994; PAGANOU *et al.*, 2010). Em estudo conduzido por Kotzekidou (1997), foi constatado que esporos de uma determinada cepa de *Byssochlamys fulva* germinaram em polpa de tomate duplamente concentrada, mesmo após tratamento térmico intenso (90°C/20 minutos), sendo esta uma característica típica de fungos dessa espécie. Além disso, Chapman *et al.* (2007) afirmaram que fungos do gênero *Byssochlamys* apresentam a particularidade de crescer fermentativamente, ainda que em ambientes com baixa concentração de oxigênio, como em embalagens longa vida. Microrganismos desse gênero também são capazes de produzir micotoxinas em elevadas concentrações, representando risco à saúde do consumidor, como foi demonstrado no trabalho de Sant'Ana *et al.* (2010b). Isto, associado à peculiar resistência térmica de seus esporos, torna o *Byssochlamys* um gênero de fungos que merece especial atenção no processamento de alimentos, principalmente na fabricação de produtos à base de frutas, tais como sucos, polpas, geléias e derivados, pois frequentemente são produtos degradados por tais



## X Oktoberforum – PPGEQ

04 a 07 de outubro de 2011

microrganismos (CHAPMAN *et al.*, 2007; SANT'ANA *et al.*, 2010a; PAGANOU *et al.*, 2010).

A partir de uma breve revisão dos trabalhos publicados recentemente na literatura, em que o *Byssoschlamys* foi objeto de estudo (SANT'ANA *et al.* 2010a, SANT'ANA *et al.*, 2010b, PAGANOU *et al.*, 2010, TANIWAKI *et al.*, 2010), constatou-se que poucos trabalhos exploraram o comportamento de determinada cepa desse microrganismo em diferentes substratos, em termos de seus parâmetros de curva de crescimento, sob as mesmas condições ambientais. Embora pouco explorado, o efeito do substrato é de fundamental importância, principalmente no que se refere à produção de micotoxinas (DANTIGNY, NANGUY; 2009).

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivos: i) efetuar um ensaio comparativo de crescimento radial de uma cepa de *B. fulva* em polpas de mamão, melão, tomate, abacaxi, morango, pêssego, em duas temperaturas distintas, situadas na faixa ótima de crescimento de fungos; e ii) identificar que polpa de fruta é mais sensível ao crescimento desse fungo, proporcionando maior taxa de crescimento radial e o menor tempo de adaptação do microrganismo ao meio.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1 Preparação do inóculo

Esporos liofilizados de *B. fulva* foram adquiridos da Coleção de Culturas Tropicais da Fundação André Tosello (Campinas, SP), identificados como cepa NRRL 1125. Os esporos foram reidratados em água estéril, seguindo protocolo específico encaminhado pelo fornecedor. Após, foram vertidos em placa contendo meio de cultura ágar batata dextrose (BDA) e incubados em estufa bacteriológica (Biopar, Brasil), a 28°C por 12 dias. Ao final desse período, fez-se a repicagem do fungo, deixando-o crescer sob as mesmas condições por mais 28 dias, sendo, posteriormente, utilizado no experimento.

### 2.2 Preparação das polpas de frutas

Para efetuar este estudo, foram selecionadas seis variedades de frutas frequentemente consumidas pela população do Rio Grande do Sul, a saber: melão espanhol, mamão papaia, tomate longa vida, morango, pêssego e abacaxi pérola. Exemplos dessas frutas foram adquiridos no mercado local e levados ao laboratório, onde foram lavados, descascados e triturados com o auxílio de mixer. Na sequência, adicionou-se 0,5% (w/v) de ágar às polpas de frutas para se obter um meio de cultura de consistência semi-sólida, permitindo assim o monitoramento do crescimento da colônia. Devido à acidez do meio, nas polpas de abacaxi e morango adicionou-se 1,5% de ágar. As polpas foram então esterilizadas por tratamento térmico em autoclave (121°C/15 minutos). Posteriormente, o material foi vertido em placas de Petri e mantido sob refrigeração até o momento da inoculação. Para cada fruta, foram preparadas seis placas de Petri.

### 2.3 Caracterização físico-química das polpas de frutas

As polpas de frutas preparadas no laboratório foram caracterizadas em termos de pH, teor de sólidos solúveis e teor de umidade. A determinação do pH foi realizada por medição direta com o emprego de pHmetro digital (Tecnal, modelo Tec-3MP, Brasil).

O teor de sólidos solúveis foi analisado com o auxílio de refratômetro de bancada (Carl Zeiss, Jena, Alemanha) por medição direta. A determinação do teor de umidade das polpas foi efetuada secando-se a amostra em estufa a 105°C até a obtenção de massa constante (BRASIL, 1981).

### 2.4 Inoculação e crescimento

A base de cada uma das placas foi marcada com linhas perpendiculares para auxiliar na medição de aumento do raio da colônia. No ponto central de cada placa foi adicionado um pequeno círculo, com 8 mm de diâmetro, contendo *B. fulva* crescido previamente em BDA.

A fim de investigar o efeito da temperatura sobre a taxa de crescimento do fungo, as placas inoculadas foram divididas em dois conjuntos e incubadas em estufas a 25°C e 28°C. Foram preparadas triplicatas para cada condição experimental investigada (polpa de fruta/temperatura).

As placas foram mantidas nas estufas por, no máximo, sete dias, acompanhando-se o diâmetro da colônia do fungo diariamente, medido em quatro direções distintas, a partir das linhas perpendiculares traçadas na base da placa. Para fins de cálculos, registrou-se o diâmetro médio obtido a partir das leituras efetuadas em um mesmo momento.

### 2.5 Análise dos dados

Para cada placa, foram graficados os dados de raio médio da colônia –  $r$  (mm), versus tempo –  $t$  (h). A determinação dos valores da taxa de crescimento radial –  $\mu$  (mm/h) – e do tempo de duração da fase lag –  $\lambda$  (h) – foi efetuada a partir do ajuste dos dados experimentais ao modelo preditivo linear, conforme Equação (1).

$$r = \mu \cdot (t - \lambda) \quad (1)$$

Segundo Dantigny *et al.* (2005) e Garcia *et al.* (2009), embora existam modelos mais sofisticados, como o de Baranyi e de Gompertz modificado, o modelo linear é simples e preciso. Garcia *et al.* (2009) salientaram, ainda, que o modelo linear tem sido usado em estudos preliminares em que são comparados tratamentos diferentes aplicados a fungos. De fato, vários estudos recentemente publicados na literatura utilizaram esse modelo matemático, tais como Lahlali *et al.* (2007), Baert *et al.* (2007), Pose *et al.* (2009) e Lee e Magan (2010).

A determinação do tempo de duração da fase lag – período de tempo de adaptação necessário para que o fungo inicie seu crescimento no meio de cultura – foi



## X Oktoberfórum – PPGEQ

04 a 07 de outubro de 2011

realizada calculando-se o tempo correspondente ao ponto de interseção entre a reta obtida e a linha paralela ao eixo das abscissas, passando em  $r = 4$  mm (raio inicial da colônia).

De posse desses dados, os valores de  $\mu$  e  $\lambda$  obtidos para cada condição experimental investigada foram analisados estatisticamente, a fim de averiguar se existia diferença significativa para o crescimento radial do fungo e o tempo de duração da fase lag em cada situação. Para isso, foram efetuadas análises de variância (ANOVA) para o conjunto de dados em cada temperatura, visando avaliar o efeito do substrato sobre os parâmetros da curva de crescimento. Ainda, foi empregado o teste de Tukey, em complemento à ANOVA, para identificar os grupos com comportamentos distintos (CALLEGARI-JACQUES, 2003). O efeito da temperatura sobre os parâmetros de crescimento foi avaliado pelo emprego do teste de hipótese para comparação entre médias de duas amostras com variância populacional desconhecida, utilizando-se a distribuição  $t$  (MONTGOMERY *et al.*, 2004).

Todas as análises matemáticas e estatísticas foram realizadas com o auxílio da planilha eletrônica Excel 2007 da Microsoft®. Em todas as avaliações feitas, foi adotado o nível de significância ( $\alpha$ ) igual a 0,05.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Características físico-químicas das polpas de frutas

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados obtidos pela caracterização físico-química das polpas de frutas.

**Tabela 1.** Caracterização físico-química das amostras de diferentes polpas de frutas, em termos de pH, teor de sólidos solúveis e teor de umidade.

Polpa de fruta	pH	Teor de sólidos solúveis (%)	Teor de umidade
Melão	5,97	9	93,61 ± 0,14
Mamão	5,14	11	90,56 ± 0,04
Tomate	4,34	12	96,05 ± 0,13
Pêssego	4,27	12	88,81 ± 0,16
Abacaxi	3,82	14,5	88,51 ± 0,13
Morango	3,51	6,5	94,51 ± 0,20

Nota-se que, de acordo com os valores de pH medidos, é possível agrupar as polpas em três categorias. Abacaxi e morango constituem o grupo das polpas com baixo pH; tomate e pêssego apresentaram valores de pH intermediários; melão e mamão são os frutos com pH mais elevado. Isto é um aspecto relevante, pois sabe-se que o crescimento de fungos pode ser influenciado pelo pH do meio.

Da mesma forma, de acordo com o teor de umidade, podem ser estabelecidos dois grupos de polpas de frutas: pêssego, abacaxi e mamão estão no grupo polpas estudadas que apresentaram menor teor de umidade, enquanto melão, morango e tomate constituem o grupo de polpas com maior

teor de umidade. O teor de umidade do alimento e, principalmente, sua disponibilidade para utilização no metabolismo, é outro fator importante que regula o desenvolvimento dos fungos.

Com relação ao teor de sólidos solúveis, nota-se que as polpas de mamão, tomate e pêssego apresentaram valores muito similares. Para a polpa de morango obteve-se o menor teor de sólidos solúveis, enquanto na polpa de abacaxi foi encontrado o maior valor para esse parâmetro físico-químico.

#### 3.2 Curvas de crescimento do microrganismo

A Figura 1 mostra os valores de raio da colônia plotados versus tempo, para o crescimento de *B. fulva* em polpa de mamão, na temperatura de 28°C. Trata-se de uma curva típica de crescimento de fungos filamentosos, constituída por duas regiões: uma patamar inicial, correspondente à fase lag e uma fase de crescimento linear, para a qual foi desenvolvida a modelagem matemática. Apenas para a polpa de melão, a 28°C, a curva de crescimento mostrou a forma sigmoidal, característica da condição em que o microrganismo atinge o estado estacionário de desenvolvimento.

Neste trabalho, foram obtidas 36 curvas similares àquela mostrada na Figura 1. A análise de regressão linear revelou coeficientes de determinação ( $r^2$ ) entre 0,9332 e 0,9999. Isto indica que o modelo linear, adotado neste estudo, é capaz de descrever satisfatoriamente o comportamento do fungo, observado nos experimentos. Tal fato fica evidenciado pela análise do gráfico da Figura 1.

A partir das curvas de crescimento microbiano foram obtidos os valores de seus parâmetros de caracterização –  $\mu$  e  $\lambda$ , empregando-se o procedimento descrito no item 2.5 da seção de materiais e métodos. Os valores médios e os desvios-padrão para cada um desses parâmetros estão apresentados na Tabela 2.

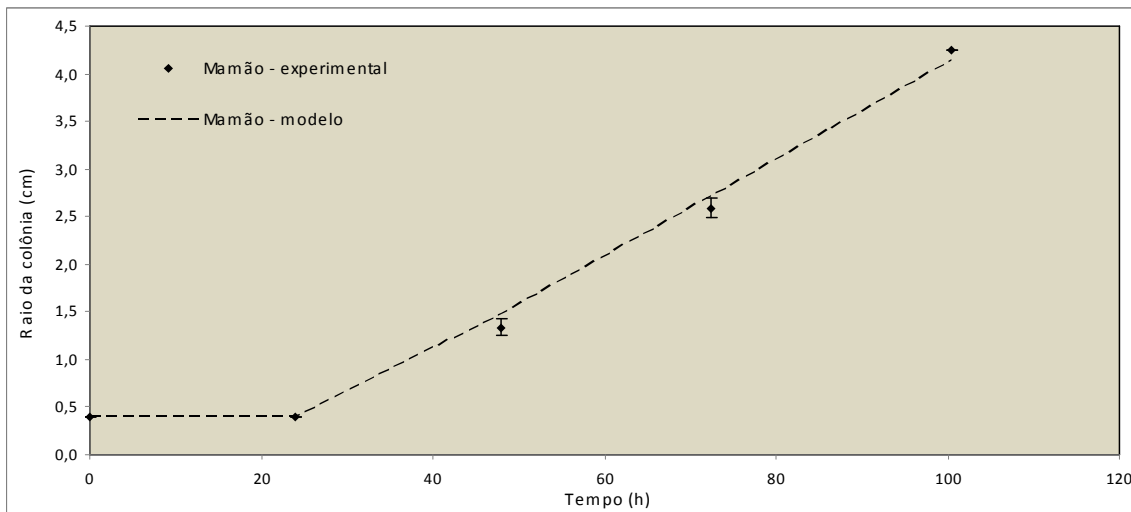
**Tabela 2.** Valores preditos pelo modelo linear para a taxa de crescimento radial ( $\mu$ ) e o tempo de duração da fase lag ( $\lambda$ ) de *B. fulva*, em cada polpa de fruta para as temperaturas de 25 e 28°C

Polpa de fruta	$\mu$ (mm/dia)		$\lambda$ (horas)	
	25°C	28°C	25°C	28°C
Melão	10,55 ± 0,86	14,89 ± 0,52	27,04 ± 0,69	24,74 ± 0,53
Mamão	11,32 ± 0,53	12,09 ± 0,14	25,65 ± 2,63	26,84 ± 0,76
Tomate	11,97 ± 0,17	12,24 ± 0,26	31,02 ± 1,38	24,83 ± 2,55
Pêssego	6,81 ± 0,21	8,65 ± 0,26	46,66 ± 2,95	40,70 ± 3,41
Abacaxi	7,91 ± 0,86	8,21 ± 0,16	25,01 ± 1,32	22,50 ± 0,19
Morango	7,24 ± 0,91	8,35 ± 0,11	23,58 ± 1,72	23,39 ± 1,23



## X Oktoberfórum – PPGEQ

04 a 07 de outubro de 2011



**Figura 1.** Comparação entre os dados experimentais de crescimento de *B. fulva* e o resultado previsto pelo modelo matemático em polpa de mamão na temperatura de 28°C

Como pode ser observado na Tabela 2, para as temperaturas estudadas, a velocidade de crescimento radial de *B. fulva* variou de 6,81 a 14,89 mm/dia. Esse valor é consideravelmente elevado, se for comparado às taxas de crescimento encontradas para outros fungos em estudos similares: *Botrytis cinerea* Persoon, em meio BDA suplementado com sorbitol atingiu, no máximo, 7,6 mm/dia a 25°C (LAHLALI *et al.*, 2007); nessa mesma temperatura, *Penicillium expansum* chegou a 8,16 mm/dia em purê de maçã (BAERT *et al.*, 2007); *Alternaria alternata*, a 21°C, alcançou 8,31 mm/dia em polpa de tomate (POSE *et al.*, 2009); *Fusarium oxysporium*, em meio MEA a 30°C, chegou a 7,4 mm/dia (LEE, MAGAN; 2010). Isto mostra a habilidade que esse microrganismo possui em crescer sobre polpas de frutas, principalmente melão, pois o valor de  $\mu$  obtido neste estudo é praticamente o dobro dos valores apresentados para outros microrganismos em estudos que abordaram tal temática.

Com relação ao tempo de duração da fase lag, comparativamente a outros fungos, os resultados deste trabalho mostraram que os valores obtidos para *B. fulva* são similares aos de outros microrganismos nas mesmas condições ambientais. Baert *et al.* (2007) obtiveram  $\lambda = 27$  h para *P. expansum* em purê de maçã e Pose *et al.* (2009) encontraram  $\lambda = 36$  h para *A. alternata* em polpa de tomate.

### 3.3 Efeito da temperatura na taxa de crescimento radial

Os resultados da Tabela 2 indicam uma tendência de crescimento radial mais rápido na temperatura de 28°C do que a 25°C. Contudo, visando comprovar estatisticamente essa afirmação, foi aplicado o teste de hipótese para a diferença nas médias com variância populacional desconhecida. Nesse teste, comparou-se a taxa de crescimento radial do fungo em cada polpa de fruta nas duas temperaturas estudadas, no sentido de avaliar a existência de diferença significativa entre os valores

obtidos. Os resultados dessa análise estatística são mostrados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Comparação entre as taxas de crescimento radial de *B. fulva* nas temperaturas de 25 e 28°C, em cada polpa de fruta, a partir do teste de hipótese para a diferença nas médias com variância populacional desconhecida.

Polpa de fruta	$t_{\text{calculado}}$	$t_{\text{tab}}(0,025;4)$	Resultado	Conclusão
Melão	-7,4909	2,776	Rejeita $H_0$	Diferentes
Mamão	-2,4109	2,776	Aceita $H_0$	Iguais
Tomate	-1,4722	2,776	Aceita $H_0$	Iguais
Pêssego	-9,5185	2,776	Rejeita $H_0$	Diferentes
Abacaxi	-0,6061	2,776	Aceita $H_0$	Iguais
Morango	-2,1030	2,776	Aceita $H_0$	Iguais

O teste estatístico empregado revelou que a temperatura, na faixa analisada, teve efeito significativo na velocidade de crescimento radial de *B. fulva* somente nas polpas de pêssego e de melão.

### 3.4 Efeito do substrato na taxa de crescimento radial

Foi investigado, ainda, se a velocidade de crescimento do microrganismo é diferente para cada polpa de fruta estudada. Neste caso, fez-se uma análise de variância (ANOVA) para as taxas de crescimento nas diversas polpas de frutas, tomadas na mesma temperatura, comparando o efeito do substrato sobre tal variável. A análise estatística mostrou que, de fato, a velocidade de crescimento de *B. fulva* é influenciada pelo tipo de substrato empregado.

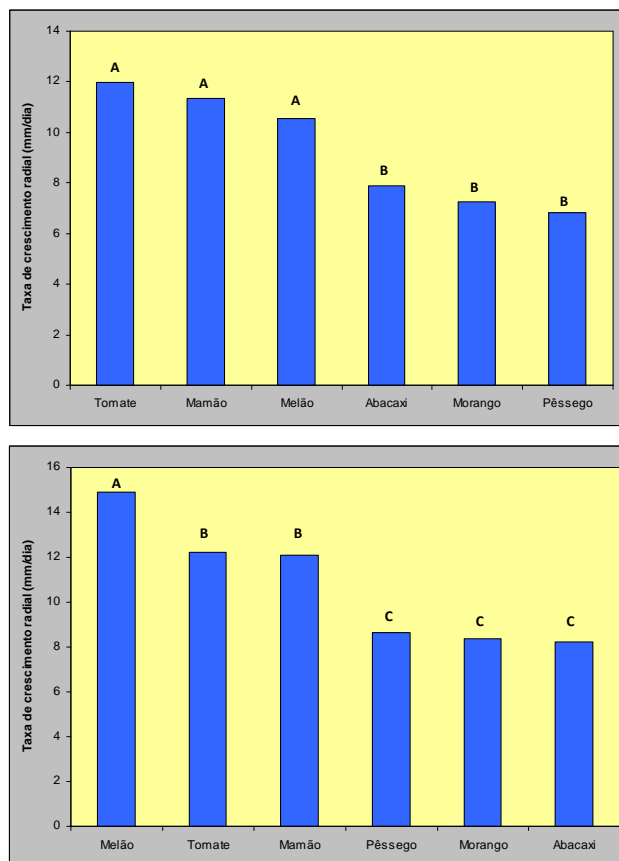
Em complementação à ANOVA, foi utilizado o teste de Tukey para efetuar a comparação múltipla de médias e identificar quais polpas de frutas promovem diferença na



## X Oktoberfórum – PPGEQ

04 a 07 de outubro de 2011

taxa de crescimento radial de *B. fulva*. A Figura 2 apresenta os resultados obtidos a partir do emprego desse teste estatístico.



**Figura 2.** Comparação entre as taxas de crescimento radial de *B. fulva* em diferentes polpas de frutas, a 25°C (acima) e a 28°C (abaixo). As barras identificadas com letras iguais, na mesma temperatura, representam substratos em que não houve diferença significativa, segundo o teste de Tukey.

Os resultados do teste de Tukey indicaram que *B. fulva* apresenta maior velocidade de crescimento radial em polpas de tomate, mamão e melão, em ambas as temperaturas estudadas. A 25°C, as velocidades de crescimento nessas três polpas são estatisticamente iguais. Já a 28°C, a polpa de melão propiciou taxa de crescimento maior do que nas polpas de tomate e mamão. Para as polpas de abacaxi, morango e pêssego, os resultados demonstraram que o crescimento desse microrganismo é estatisticamente igual, nas duas temperaturas testadas.

Confrontando esses resultados com a caracterização das polpas de frutas, apresentada na Tabela 1, observa-se que as polpas que propiciaram maior valor de taxa de crescimento radial para o fungo são aquelas que mostraram também valores de pH mais elevados. Polpas com valores de pH baixo foram associadas ao crescimento mais lento do microrganismo.

Segundo Dantigny e Nanguy (2009), o pH, a temperatura e a atividade de água são fatores ambientais cujo efeito sobre o crescimento de fungos é frequentemente estudado. Neste aspecto, o trabalho desenvolvido por

Paganou *et al.* (2007) demonstrou que, dentre esses três fatores, o pH foi o que teve menor efeito sobre o crescimento de *Monascus ruber*, fungo ascomiceto produtor de esporos termorresistentes. Eles concluíram que o efeito do pH tornou-se significativo apenas em condições de temperatura e atividade de água ótimas ou sub-ótimas.

De acordo com Massaguer (2006), a temperatura ótima de crescimento de fungos termorresistentes encontra-se na faixa de 30 a 37°C. Portanto, as temperaturas empregadas nos ensaios efetuados neste trabalho podem ser consideradas subótimas. Este fato, aliado às conclusões do trabalho de Paganou *et al.* (2007) e aos resultados descritos anteriormente, permite inferir que, de fato, o pH da polpa de fruta foi um fator responsável pela diferença nas taxas de crescimento radial observadas. Por outro lado, o estudo desenvolvido por Valík *et al.* (1999) mostrou que o pH praticamente não teve efeito sobre o crescimento de *Penicillium roqueforti*. Em síntese, parece não haver uma regra geral aplicável aos fungos no que diz respeito ao efeito do pH sobre a sua taxa de crescimento radial.

### 3.5 Efeito da temperatura sobre a duração da fase lag

Os resultados mostrados na Tabela 2 indicam a tendência de diminuição do tempo de duração da fase lag conforme a temperatura de incubação aumenta. De forma similar à avaliação do efeito da temperatura sobre a taxa de crescimento radial, foi aplicado o teste de hipótese para a diferença nas médias com variância populacional desconhecida, visando averiguar a existência de relação entre essas duas variáveis. A Tabela 4 mostra os principais resultados dessa análise estatística.

**Tabela 4.** Comparação entre o tempo de duração da fase lag de *B. fulva* nas temperaturas de 25 e 28°C, em cada polpa de fruta, a partir do teste de hipótese para a diferença nas médias com variância populacional desconhecida.

Polpa de fruta	$t_{\text{calculado}}$	$t_{\text{tab}}(0,025;4)$	Resultado	Conclusão
Melão	4,566	2,776	Rejeita $H_0$	Diferentes
Mamão	-0,749	2,776	Aceita $H_0$	Iguais
Tomate	3,695	2,776	Rejeita $H_0$	Diferentes
Pêssego	2,290	2,776	Aceita $H_0$	Iguais
Abacaxi	3,274	2,776	Rejeita $H_0$	Diferentes
Morango	0,159	2,776	Aceita $H_0$	Iguais

Constata-se que o aumento da temperatura, na faixa analisada, efetivamente reduz o tempo de duração da fase lag apenas quando o fungo se desenvolve em polpas de melão, tomate e abacaxi.

### 3.6 Efeito do substrato na duração da fase lag

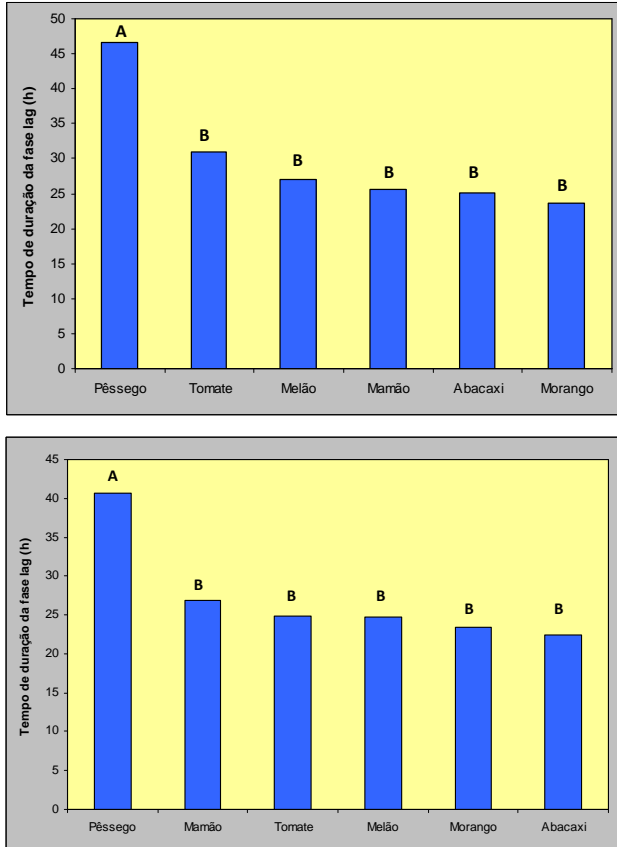
O efeito do substrato sobre o tempo de adaptação do microrganismo ao meio foi avaliado estatisticamente a partir do emprego de análise de variância e teste de Tukey.



## X Oktoberfórum – PPGEQ

04 a 07 de outubro de 2011

A Figura 3 apresenta os resultados obtidos a partir dessas análises estatísticas.



**Figura 3.** Comparação entre o tempo de duração da fase lag de *B. fulva* em diferentes polpas de frutas, a 25°C (acima) e a 28°C (abaixo). As barras identificadas com letras iguais, na mesma temperatura, são aquelas que não apresentaram diferença significativa, segundo o teste de Tukey.

A ANOVA mostrou que o tempo de duração da fase lag de *B. fulva* é influenciado pelo tipo de polpa de fruta sobre o qual o microrganismo está crescendo. O teste de Tukey, por sua vez, indicou que essa diferença foi devida exclusivamente à polpa de pêssego, como fica evidenciado na Figura 3. Para todas as demais polpas de frutas, os valores de tempo de duração da fase lag são estatisticamente iguais, em cada temperatura.

Confrontando esses resultados com a caracterização das polpas de frutas, apresentada na Tabela 1, não foi possível estabelecer relação entre o tempo de duração da fase lag e as propriedades físico-químicas das polpas de frutas avaliadas neste estudo.

### 4. Conclusão

O presente estudo mostrou que o tipo de polpa de fruta e a temperatura de incubação são fatores que afetam os valores da taxa de crescimento radial e do tempo de adaptação de *B. fulva* significativamente.

Dentre as polpas de fruta empregadas no estudo, verificou-se que as polpas de melão, mamão e tomate proporcionaram maior taxa de crescimento radial para esse microrganismo. Tal comportamento foi atribuído aos valores mais elevados de pH dessas frutas. Especial atenção deve ser dada à polpa de melão que, quando armazenada 28°C, permitiu que *B. fulva* crescesse à taxa de 14,89 mm/dia. Esse valor é consideravelmente superior ao observado para esse fungo em outras polpas de frutas, na mesma temperatura.

Com relação ao tempo de duração da fase lag, os resultados experimentais mostraram a rápida capacidade de adaptação de *B. fulva* às diversas polpas de frutas, obtendo-se valores próximos a 24 horas.

Em síntese, a produção de esporos termorresistentes, a capacidade de germinar e crescer em condições anaeróbicas facultativas, a potencial capacidade de produzir micotoxinas, a elevada taxa de crescimento radial e o reduzido tempo de duração da fase lag tornam *B. fulva* um microrganismo de importância para a indústria alimentícia, principalmente aquelas processadoras de produtos à base de frutas. Particular atenção deve ser dada aos produtos de mamão, melão e tomate para os quais, a partir deste trabalho, ficou evidenciado que favorecem o desenvolvimento desse microrganismo.

### 5. Referências

BAERT, K.; VALERO, A.; DE MEULENAER, B.; SAMAPUNDO, S.; AHMED, M. M.; DEBEVERE, J.; DEVLIEGHIERE, F. Modeling the effect of temperature on the growth rate and lag phase of *Penicillium expansum* in apples. *International Journal of Food Microbiology*, v. 118, p. 139-150, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Laboratório Nacional de Referência Animal. Métodos analíticos oficiais para controle de produtos animais e seus ingredientes. Brasília, 1981, v. 2 – Métodos físicos e químicos.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. Bioestatística – Princípios e Aplicações, Artmed, São Paulo, 2003.

CHAPMAN, B.; WINLEY, E.; FONG, A. S. W.; HOCKING, A. D.; STEWART, C. M.; BUCKLE, K. A. Ascospore inactivation and germination by high pressure processing is affected by ascospore age. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 8, p. 531-534, 2007.

DANTIGNY, P.; GUILMART, A.; BENSOUSSAN, M. Basis of predictive mycology. *International Journal of Food Microbiology*, v. 100, p. 187-196, 2005.

DANTIGNY, P.; MANSUR, C. S.; SAUTOUR, M.; TCHOBANOV, I.; BENSOUSSAN, M. Relationship between spore germination kinetics and lag time during



## X Oktoberforum – PPGEQ

04 a 07 de outubro de 2011

growth of *Mucor racemosus*. *Letters in Applied Microbiology*, v. 35, p. 395-398, 2002.

DANTIGNY, P.; NANGUY, S. P.-M. Significance of the physiological state of fungal spores. *International Journal of Food Microbiology*, v. 134, p. 16-20, 2009.

GARCIA, D.; RAMOS, A. J.; SANCHIS, V.; MARÍN, S. Predicting mycotoxins in foods: A review. *Food Microbiology*, v. 26, p. 757-769, 2009.

GIBSON, A. M.; HOCKING, A. D. Advances in the predictive modeling of fungal growth in food. *Trends in Food Science & Technology*, v. 8, p. 353-358, 1997.

KOTZEKIDOU, P. Heat resistance of *Byssoschlamys nivea*, *Byssoschlamys fulva* and *Neosartorya fischeri* isolated from canned tomato paste. *Journal of Food Science*, v. 62, n. 2, p. 410-437, 1997.

LAHLALI, R.; SERRHINI, M. N.; FRIEL, D.; JIJAKLI, M. H. Predictive modelling of temperature and water activity (solutes) on the *in vitro* radial growth of *Botrytis cinerea* Pers. *International Journal of Food Microbiology*, v. 114, p. 1-9, 2007.

LEE, H. B.; MAGAN, N. The influence of environmental factors on growth and interactions between *Embellisia allii* and *Fusarium oxysporum* f. sp. cepae isolated from garlic. *International Journal of Food Microbiology*, v. 138, p. 238-242, 2010.

MASSAGUER, P. R. *Microbiologia dos Processos Alimentares*, Varela, São Paulo, 2006.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C.; HUBELE, N. F. *Estatística Aplicada à Engenharia*, LTC, Rio de Janeiro, 2004.

PAGANOU, E. Z.; CHELONAS, S.; CHATZIPAVLIDIS, I.; NYCHAS, G. E. Modelling the effect of temperature and water activity on the growth rate and growth/no growth interface of *Byssoschlamys fulva* and *Byssoschlamys nivea*. *Food Microbiology*, v. 27, p. 618-627, 2010.

PAGANOU, E. Z.; KODOGIANNIS, V.; NYCHANS, G. J. E. Modelling fungal growth using radial basis function neural networks: the case of the ascomycetous fungus *Monascus ruber* van Tieghem. *International Journal of Food Microbiology*, v. 117, p. 276-286, 2007.

POSE, G.; PATRIARCA, A.; KYANKO, V.; PARDO, A.; PINTO, V. F. Effect of water activity and temperature on growth of *Alternaria alternata* on a synthetic tomato

medium. *International Journal of Food Microbiology*, v. 135, p. 60-63, 2009.

SANT'ANA, A. S.; DANTIGNY, P.; TAHARA, A. C.; ROSENTHAL, A.; MASSAGUER, P. R. Use of a logistic model to assess spoilage by *Byssoschlamys fulva* in clarified apple juice. *International Journal of Food Microbiology*, v. 137, p. 299-302, 2010a.

SANT'ANA, A. S.; SIMAS, R. C.; ALMEIDA, C. A. A.; CABRAL, E. C.; RAUBER, R. H.; MALLMANN, C. A.; EBERLIN, M. N.; ROSENTHAL, A.; MASSAGUER, P. R. Influence of package, type of apple juice and temperature on the production of patulin by *Byssoschlamys nivea* and *Byssoschlamys fulva*. *International Journal of Food Microbiology*, v. 142, p. 156-163, 2010b.

TANIWAKI, M. H.; HOCKING, A. D.; PITT, J. I.; FLEET, G. H. Growth and mycotoxin production by fungi in atmospheres containing 80% carbon dioxide and 20% oxygen. *International Journal of Food Microbiology*, v. 143, p. 218-225, 2010.

TOURNAS, V. Heat resistant fungi of importance to the food and beverage industry. *Critical Review Microbiology*, v. 20, p. 243-263, 1994.

VALÍK, L.; BARANYI, J.; GÖRNER, F. Predicting fungal growth: the effect of water activity on *Penicillium roqueforti*. *International Journal of Food Microbiology*, v. 47, p. 141-146, 1999.

WELKE, J. E.; HOELTZ, M.; DOTTORI, H. A.; NOLL, I. B. Ocorrência de fungos termorresistentes em suco de maçã. *Brazilian Journal of Food Technology*, II SSA, p. 78-83, 2009.