

WAGNER ROGÉRIO LEOCÁDIO SOARES PESSOA

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E PERÍODO DE MOLHAMENTO NO
DESENVOLVIMENTO DA ANTRACNOSE E NAS CARACTERÍSTICAS
FÍSICO-QUÍMICAS BA BANANA

Recife - PE
Fevereiro, 2005

WAGNER ROGÉRIO LEOCÁDIO SOARES PESSOA

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E PERÍODO DE MOLHAMENTO NO
DESENVOLVIMENTO DA ANTRACNOSE E NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-
QUÍMICAS BA BANANA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Fitossanidade, Área de Concentração Fitopatologia.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Prof^ª Dr^ª Sônia Maria Alves de Oliveira – Orientadora

Dr. Daniel Terao – Co-orientador

Dr^ª Suzana Alencar Freire Dantas – Co-orientadora

**Recife – PE
Fevereiro, 2005**

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E PERÍODO DE MOLHAMENTO NO
DESENVOLVIMENTO DA ANTRACNOSE E NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-
QUÍMICAS BA BANANA**

WAGNER ROGÉRIO LEOCÁDIO SOARES PESSOA

Dissertação defendida e ----- pela banca examinadora em: 28/02/2005.

Orientadora:

Prof.^a Dr.^a Sônia Maria Alves de Oliveira

Examinadores:

Dr. Daniel Terao – Embrapa Agroindústria Tropic

Prof. Dr. Egídio Bezerra Neto

Prof. Dr. Marcos Paz Saraiva Câmara

**Recife – PE
Fevereiro, 2005**

“Retenha o teu coração as minhas palavras; guarda os meus mandamentos e vive; adquire a sabedoria, adquire o entendimento e não te esqueças das palavras da minha boca, nem delas te apartes. Não desampares a sabedoria, e ela te guardará; ama-a, e ela te protegerá”

Provérbios 4:4-6

“Porque o Senhor dá a sabedoria, e da sua boca vem a inteligência e o entendimento”

Provérbios 2:6

“Feliz o homem que acha sabedoria e o homem que adquire conhecimento; porque melhor é o lucro que ela dá do que o da prata, e melhor a sua renda do que o ouro mais fino”

Provérbios 3:13,14

À DEUS todo poderoso, pela força, incentivo e
motivação constantes, fundamentais nos momentos
mais difíceis desta jornada,

Ofereço.

A minha esposa Patrícia e meu filho querido Matheus pela paciência
nos momentos difíceis, sempre ao meu lado, apoiando-me,
compreendendo-me em momentos bons e ruins, acreditando sempre
em mim e depositando todo amor e dedicação,

Dedico.

Aos meus pais, Dâmocles e Albanise, minha irmã Fabiana, meu
sogro Zezinho, pelo amor, dedicação e confiança depositados em
mais esta etapa da minha vida,

Agradeço.

AGRADECIMENTOS

[A Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado em Fitossanidade/Fitopatologia;

[Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo;

[À minha querida orientadora, Professora Dr^a Sônia Maria Alves de Oliveira, pelos seus conselhos, sua paciência, seu exemplo de simplicidade e humildade, além de seus conhecimentos repassados da forma simples, transmitindo respeito, amizade e confiança, além dos esforços para realização de todos estes trabalhos;

[Ao Professor Dr. Egídio Bezerra Neto pela orientação, incentivo, paciência, disponibilização de laboratório e equipamentos na realização dos trabalhos;

[À Dr^a Suzana Alencar Freire Dantas pela co-orientação, correções, incentivos e amizade;

[Aos Professores da Área de Fitossanidade, em especial, Dr^a Maria Menezes, Dr. Delson Laranjeira, Dr. Romero Marinho de Moura, Dr^a Elvira Maria Régis Pedrosa pelos conhecimentos transmitidos e amizade;

[Ao Professor Sami Michereff pela ajuda na análise estatística de regressões múltiplas;

[Aos amigos do Laboratório de Patologia Pós-colheita, Rinaldo pela força e amizade com as análises estatísticas, Alice Maria Gonçalves e Filipe M.R. Melo pelo auxílio e amizade na montagem dos experimentos, Jefferson, Beatriz, Íris pela amizade, companheirismo e alegrias compartilhadas;

[Ao amigo Roberto Luiz (Bob), pela amizade, alegrias sempre presentes em todos os momentos;

[Aos colegas Izumy, Anselmo, Valter e Adriano pela amizade e conhecimentos compartilhados;

[Às secretárias, Darci e Suely pela atenção e apoio constante;

[Á todos os demais Professores, funcionários e colegas da Área de Fitossanidade do Departamento de Agronomia, que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS.....	vi
RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
CAPÍTULO I – Introdução Geral.....	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18
CAPÍTULO II - Desenvolvimento da antracnose da banana sob condições de temperatura e períodos de molhamento.....	25
RESUMO.....	25
ABSTRACT.....	26
MATERIAL E MÉTODOS.....	29
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
CAPÍTULO III – Efeito do <i>Colletotrichum musae</i> na composição físico-química em banana ‘Pacovan’.....	41
RESUMO.....	41
ABSTRACT.....	42
INTRODUÇÃO.....	43
MATERIAL E MÉTODOS.....	44
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
REFERÊNCIAS BIBLOGRÁFICAS.....	50
CONCLUSÕES GERAIS.....	59

RESUMO

A banana é a segunda fruta mais consumida no mundo, sendo (a fruta fresca neste contexto detentora de maior mercado no mundo) o Brasil segundo maior produtor, utilizando as variedades Prata e Pacovan em aproximadamente 60% de sua área cultivada. Entretanto, diversos fatores podem ocasionar perdas na produção, podendo chegar à ordem de 30 a 40%. Entre estes fatores encontram-se fungos e bactérias, merecendo destaque especial na pós-colheita a antracnose, causada por *Colletotrichum musae*, prejudicando a comercialização e o consumo *in natura*. Diante da importância desta doença na banana e a carência de informações sobre o assunto, este trabalho teve por objetivos, estudar a influência de métodos de inoculação, diferentes temperaturas associadas a distintos períodos de molhamento sobre o desenvolvimento da doença, e sua influência nas características físico-química. Avaliaram-se 17 isolados de *C. musae*, utilizando-se dois tipos de inóculo: disco de meio BDA contendo estruturas do patógeno e suspensão de conídios 4×10^6 conídios/mL, em duas formas de inoculação: com e sem ferimentos. Todos os isolados de *C. musae* mostraram-se patogênicos independente do tipo de inóculo utilizado. As lesões ocorreram nas frutas com ferimento, independente do tipo de inóculo (disco e suspensão). Para o estudo da influência da temperatura e período de molhamento, utilizaram-se três isolados do patógeno MAG2, SFV1 e FSA, por mostraram-se mais agressivo, intermediário e menos agressivo, respectivamente, no teste de patogenicidade. As frutas foram inoculadas e incubadas nas temperaturas de 10, 15, 20, 25 e 30°C e períodos de molhamento de 0, 12, 24 e 36 h, por cinco dias. As temperaturas em torno de 20, 25 e 30°C independente do período de molhamento favoreceram um maior desenvolvimento de lesões. As alterações físico-química mostraram que houve um aumento de umidade da fruta à medida que a temperatura e o período de molhamento aumentavam. Valores mais elevados de pH ocorreram em torno da temperatura de 30°C, independente do período de molhamento. Em relação a Acidez Titulável Total (ATT) para o isolado SFV1 e MAG2 ocorreu na temperatura ao redor de 25°C, com período de molhamento de 12 e 24 h, respectivamente, e para o isolado FSA ocorreu ao redor da temperatura de 15°C associado ao período de molhamento de 36 h. O teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) ficou em volta de 20°C independente do período de molhamento. A temperatura ao redor de 10°C favoreceu a elevação no nível de potássio das frutas, associado ao período de molhamento de 24 h, em frutas inoculadas com os isolados SFV1 e MAG2, e 0 hora quando utilizou-se o isolado FSA. Os teores de açúcares totais aumentaram com a elevação da temperatura, declinando à medida que esta se aproximava de 30°C, independente do período de molhamento e isolados de *C. musae*.

Palavras-chaves: *Colletotrichum musae*, *Musa* spp., composição físico-química, fatores ambientais.

ABSTRACT

The banana is the second largest fruit more consumed in the world, being the fresh fruit that detain the largest market. Brazil blunts as second largest producer of the fruit. In Brazil the varieties Silver and Pacovan approximately 60 % of the cultivate area. However, several phytopathological factors such as fungi and bacteria can cause the banana crop losses that could reach up to 40 %. Among these factors, anthracnose caused by *Colletotrichum musae*, deserve special attention in harming the commercialization and the consumption *in natura*. Because of the importance of this disease in banana and the lack of information on the subject, this work had two objectives: 1) study the influence of inoculation methods, different temperatures associates to different wetness period on the development of the disease; 2) verify alterations physical-chemistry happened in the banana fruits. The fruits were inoculated with 17 isolated of *C. musae* in two ways using PDA disk containing structures of the pathogen and suspension of conidia 4×10^6 conidia / mL. The banana fruits were inoculated with the pathogen in the presence or not of artificial wounds. All *C. musae* isolates were pathogenic independently of the inoculation method used. Lesions could be observed in artificially wounded fruits independently of the inoculation method used (disk and suspension). In order to access the influence of temperature and wetness period, the isolates MAG2, SFV1 and FSA of *C. musae* were used isolated. These isolates were chosen because they show a wide rage of aggressiveness in the pathogenicity test. The bananas fruits were inoculated and incubated in the temperatures of 10, 15, 20, 25 and 30 °C with periods of wetness of 0, 12, 24 and 36 h, during five days. Temperatures of 20, 25 and 30 °C and with increasing wetness periods favored the development of lesions. Largest lesions were

observed in the temperatures around 25 to 30 °C and 36 h of wetness period. Several physical-chemical alterations could be observed in the fruits during the experiment: 1) there was an increase in the banana fruit humidity as the temperature and the wetness period increased, 2) They reach its highest pH value at 30 °C independently of the wetness period, 3) The largest ATT for the isolates SFV and MAG occurred at the same temperature of 25 °C, with wetness period of 12 and 24 h, respectively. The largest ATT value for the isolate FSA occurred at the temperature of 15 °C associated to the wetness period of 36 h, 4) Maximum SST occurred at temperature around 20 °C independent of the wetness period, 5) The largest potassium levels was reach at the temperature of 10 °C with wetness period of 24 h for SVF and MAG and without wetness period in FSA, 6) The total sugars content increased with the elevation of the temperature, decrease as the temperature approached of 30 °C, independent of the wetness period and the isolated of *C. musae* used.

Additional-words: *Colletotrichum musae*, *Musa* spp, composition physical-chemical, environmental factors.

CAPITULO I

Introdução geral

TÍTULO: Influência da temperatura e período de molhamento no desenvolvimento da antracnose e nas características físico-químicas da banana

INTRODUÇÃO GERAL

A banana (*Musa* sp.), uma monocotiledônea da família Musaceae, é originária do Sudoeste Asiático (STOVER; SIMMONDS, 1987; MEDINA, 1993), possuindo alto valor nutricional e alimentício, sendo considerado ainda um alimento energético de fácil consumo e rápida digestão, recomendado assim para todas as idades (MEDINA, 1993).

Em relação ao seu alto valor alimentício, notabilizando-se por possuir inúmeros minerais como potássio, cálcio, magnésio, fósforo, e vitaminas destacando-se a B1 (tiamina), B2 (riboflavina), vitamina A e C (ácido ascórbico), tendo uma grande importância na alimentação humana, tanto nos países tropicais como subtropicais (RANGEL et al., 2002).

O comércio internacional de frutas frescas movimenta anualmente, cerca de 40 milhões de toneladas. Deste mercado, quase a metade corresponde à comercialização de banana e citros, sendo a banana considerada a fruta fresca detentora de maior mercado no mundo, com um valor comercializado de três bilhões de dólares (SOUZA; TORRES FILHO, 1999; MATSUURA et al., 2004). A exploração econômica da banana no Brasil está concentrada nas regiões Nordeste e Sudeste. Os principais produtores em ordem decrescente são: São Paulo (1.182.582 toneladas), Bahia (749.945 toneladas), Pará (702.631 toneladas), Santa Catarina (618.403 toneladas), Minas Gerais (543.991 toneladas), Pernambuco (417.793 toneladas), Amazonas (378.800 toneladas) e o Ceará (341.701 toneladas), juntos estes estados produzem cerca de 73% da produção nacional (IBGE, 2005). Embora seja cultivada de Norte a Sul do país, 99% da exploração nacional é

destinada ao mercado interno (BORGES et al., 1997; ALVES, 1999). Os cultivares mais difundidos no Brasil são as do grupo Prata (Prata, Pacovan e Prata-Anã), do grupo Nanica (Nanica, Nanicão e Grande Naine) e Maçã. As variedades Prata e Pacovan ocupam aproximadamente 60% da área cultivada com banana no Brasil (OLIVEIRA et al., 1999)

A produção mundial de banana em 2004 foi de aproximadamente 70.629.047 milhões de toneladas, tendo a Ásia como seu maior produtor, contribuindo com algo em torno de 40% da produção mundial (FAO, 2005). O Brasil possui destaque no cenário mundial, com uma produção de 6.774.985 milhões de toneladas e uma área plantada de 512.826 hectares (IBGE, 2005), o que coloca o país em segundo lugar em produção e área colhida (FAO, 2005). Embora seja o segundo maior produtor da fruta, a participação brasileira no mercado internacional é insignificante, em razão de diversos fatores, entre eles o volume de perdas no país, estimado em 10 milhões de t/ano, o que corresponde a 30% da produção (BENATO, 1999). O consumo per capita anual é considerado muito baixo e não ultrapassa 33 Kg, enquanto outros países como a Alemanha alcança 90 Kg/pessoa/ano (VALENTI, 1998). Destacando-se as substanciais perdas pós-colheita, devido a inúmeros fatores como físicos, fisiológicos e microbiológicos (RANGEL et al., 2002).

Os principais fatores responsáveis pelas perdas de banana são a baixa temperatura que podem ocasionar a queima ou “chilling” das frutas, manuseio e tratamentos culturais incorretos o que pode ocasionar injúrias sobre as mesmas, déficit hídrico no período de formação da inflorescência ou do início da frutificação, que é um período crítico para o desenvolvimento e formação do cacho (SILVA; CORDEIRO, 2000).

Entre os fatores bióticos encontram-se microrganismos, fungos e bactéria, que prejudicam o desenvolvimento da banana, destacando-se na pós-colheita o fungo *Colletotrichum musae* (Berk. & Curtis) von Arx, causador da antracnose prejudica não apenas a comercialização, mas

também o consumo *in natura*, podendo ocasionar perdas de até 40% (CORDEIRO; KIMATI, 1997; SILVA; CORDEIRO, 2000).

O gênero *Colletotrichum* pertence à classe Deuteromycetes, família Melanconiliaceae. Apresenta ampla distribuição geográfica no mundo, causando a doença denominada de antracnose, que representa sério problema em regiões tropical, subtropical e temperada, sendo o seu teliomorfo *Glomerella* mais comum em regiões temperadas (MENEZES; OLIVEIRA, 1993).

O agente etiológico da antracnose da banana foi primeiramente denominado de *Myxosporium musae* (Berk. & Curt.) Berkeley, sendo transferido para o gênero *Gloeosporium* Derm. & Mant., passando a ser chamado *Gloeosporium musarum* Cooke & Masee (BAXTER et al., 1985). A transferência dessa espécie do gênero *Gloeosporium* para *Colletotrichum* devido à presença ou ausência de setas no acérvulo, caráter anteriormente usado para separação de gêneros. As espécies com setas eram colocadas no gênero *Gloeosporium*, enquanto que aquelas com setas no acérvulo eram colocadas no gênero *Colletotrichum* (SUTTON, 1992). No entanto, a formação de setas é variável em função de condições ambientais (ALEXOPOULOS; MIMS, 1979). Levando em consideração este fato, além de outros, Von Arx (1957 a,b) transferiu várias espécies do gênero *Gloeosporium* para o gênero *Colletotrichum*, dentre as quais, o agente da antracose da banana.

As enfermidades pós-colheita dos produtos hortifrutícolas trazem como principal consequência, graves perdas econômicas. Em países desenvolvidos, de 100% do total produzido de 30 a 40% se perde na pós-colheita, devido a podridões causadas por microrganismos, e em países menos desenvolvidos a invasão dos patógenos pode ocasionar perda total dos produtos hortifrutícolas (SNOWDON, 1991).

A antracnose da banana representa o mais grave problema na pós-colheita desta fruta. Embora se manifeste após a colheita, o problema tem início no campo, ocasião em que esporos

dispersos no ar são depositados sobre as frutas, germinam, formam apressórios e penetram, ficando em infecções quiescentes (CORDEIRO; MATOS, 2000). A infecção ocorre nas frutas ainda verdes, permanecendo quiescentes até o amadurecimento, quando lesões escuras desenvolvem-se progressivamente afetando sua qualidade e comercialização (ABAYASEKARA et al., 1998; SPONHOLZ et al., 2004). Há variação na suscetibilidade de banana ao agente da antracnose, que segundo Shillingford e Sinclair (1977), podem ser atribuídas a presença de substâncias inibitórias ou insuficiência de nutrientes. Nesse contexto, Kamo et al. (2001) isolaram 17 derivados de fenilfenalenona de frutos imaturos, envolvidos no mecanismo de defesa ao patógeno, o qual permanece quiescente até a maturação da fruta. A penetração ocorre após a formação dos apressórios, que são essenciais para os processos de infecções quiescentes e subcuticulares durante os primeiros estádios de desenvolvimento da fruta. O apressório em contato com a superfície do hospedeiro adere à cutícula e emite hifas de penetração, sendo a invasão muito rápida em tecido com ferimento, em comparação com a penetração direta na superfície intacta do tecido do hospedeiro, conduzindo a produção de sintomas típicos da antracnose (GOOS; TSCHIRSCH, 1962). De acordo com Prusky e Plumbey (1992), frutas imaturas estimulam maior formação de apressório, sendo o ácido antranílico, presente na superfície das frutas de banana, um estimulante do processo.

A doença se caracteriza pela formação de lesões escuras deprimidas. Estas, sob condições de alta umidade, cobrem-se de frutificação rosada a creme, onde os acérvulos adquirem uma coloração acinzentada. As lesões aumentam de tamanho com a maturação da fruta podendo coalescer, formando grandes áreas necróticas e deprimidas. Geralmente, a polpa não é afetada, exceto quando exposta à alta temperatura em torno de 35°C e umidade relativa do ar acima de 80%, ou quando a fruta se encontra em avançado estágio de maturação (CORDEIRO; KIMATI, 1997; CORDEIRO; MATOS, 2000).

Diversas metodologias de colheita têm sido estabelecidas para muitos produtores, sendo que a mais importante meta de manuseio de toda a colheita e pós-colheita é a prevenção de injúrias e declínio da senescência da cultura. Muitos patógenos pós-colheita entram na fruta através de ferimentos. *C. musae* pode penetrar de duas formas pela superfície intacta do hospedeiro através de seus apressórios ou de ferimentos, sendo esta segunda a forma mais severa de infecção (GOOS; TSCHIRSCH, 1962). Assim, práticas de manuseio podem ser direcionadas para afetar o potencial de desenvolvimento levando a um declínio na ocorrência de injúrias (OGAWA et al., 1963).

O desenvolvimento de métodos adequados de controle de doenças exige inicialmente que se tenha conhecimento relacionado a aspectos nutricionais e fatores ambientais que influenciam no crescimento do fitopatógeno e, conseqüentemente, na relação patógeno-hospedeiro (AGRIOS, 1997).

O período de armazenamento depende principalmente da atividade respiratória do produto, suscetibilidade à perda de umidade e resistência aos microrganismos causadores de podridões (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

A temperatura é um dos fatores ambientais que mais afeta o desenvolvimento de fungos, sendo o efeito dessa, determinado de forma geral pelo diâmetro das lesões desenvolvidas sobre o hospedeiro (ADASKAVEG et al., 2002). A taxa de temperatura na qual os fungos se desenvolvem, está de acordo com a espécie fúngica envolvida (HAWKER, 1950). A faixa de temperatura que permite a reprodução, geralmente, é mais estreita do que aquela para o crescimento micelial (GRIFFIN, 1994). A temperatura ótima para o crescimento micelial de *C. musae* está em torno de 30°C (HAWKER, 1950). Entretanto, Goos e Tschirsch (1962) em estudos fisiológicos determinaram que a faixa ótima para o crescimento micelial encontra-se

entre 27 a 30°C. O efeito inibidor da temperatura é bastante variável, onde a maioria dos patógenos apresenta melhor desenvolvimento entre 20–25°C, mas algumas espécies são capazes de se desenvolverem mesmo em temperaturas elevadas (BENATO, 1999; BENATO et al., 2001).

O teor de umidade do ambiente é outro fator do ambiente considerado indispensável para germinação da maioria dos fungos, além da influência na penetração do tubo germinativo, a umidade pode aumentar a suscetibilidade a certos patógenos afetando a incidência e severidade da doença (AGRIOS, 1997). A umidade em termos de quantidade e duração, é essencial no processo infeccioso para a maioria dos fitopatógenos (SILVA et al., 2001).

A duração da umidade, diferença entre a temperatura da fruta e do ar, depende do tempo de exposição do produto ao ar, movimentação do ar e o tamanho e volume dos mesmos. Na banana, a perda de umidade ocasiona uma acumulação incompleta de sólidos solúveis, bem como uma má apresentação do produto (LOPÉZ-CABRERA; MARRERO-DOMÍNGUEZ, 1998).

O pH é outro fator ambiental importante, sendo que a maioria dos fungos cresce melhor em pH neutros ou levemente ácidos, interrompendo-se quando a acidez atinge 3 ou em pH alcalino entre 8 e 9. O gênero *Colletotrichum*, dentre estas as espécies *C. gloeosporioides* (Penz.) Penz & Sacc e *C. musae*, crescem bem em substrato ácido até a neutralidade, ficando numa faixa de 4 a 7 (GRIFFIN, 1994). A acidez pode afetar os atributos sensoriais das frutas, como aroma, sabor, textura e cor (SOTO BALLESTERO, 1992; MATSUURA et al., 2002).

Os atributos sensoriais são influenciados significativamente pela composição química e, nas frutas da bananeira, principalmente pelos ácidos, açúcares e compostos fenólicos (SOTO BALLESTERO, 1992; MATSUURA et al., 2002). Transformações ocorrem durante o amadurecimento da banana, principalmente no amido, açúcares, acidez, pH, sólidos solúveis totais e taninos (LAL et al., 1974). Nessa etapa, tem-se aumento no teor de açúcares simples e

diminuição nos compostos fenólicos, acarretando em adstringência e acidez, além da liberação de substâncias voláteis, fatores responsáveis pelo aroma e sabor, que são características fundamentais para acidez da fruta (SOTO BALLESTERO, 1992). Em banana, cv. Pacovan, a acidez varia de 0,17% a 0,67% (FERNANDES et al., 1979; ROSSIGNOLI, 1983), o pH, de 4,2 a 4,8 (SOTO BALLESTERO, 1992) e o teor de sólidos solúveis totais (SST) aumenta até um máximo de 27% tendo uma pequena diminuição quando a fruta já está muito madura (BLEINROTH, 1995). Todos estes fatores são influenciados pelo *C. musae*, e podem, dependendo da temperatura e umidade, aumentar ou diminuir.

Diante da importância desta doença na banana e a carência de informações sobre o assunto, este trabalho teve por objetivos, primeiramente, estudar a influência de métodos de inoculação, diferentes temperaturas associadas a distintos períodos de molhamento sobre o desenvolvimento da doença; e verificar alterações físico – químicas ocorridas nas bananas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAYASEKARA, C.; RATNAYAKE,S.; ADIKARAM, N.K.B. Resistance of banana fruit to fungal disease in overview. In: JONSON, G.J.; HIGHLEY, E.; JOYCE, D.C. (Eds.) **Disease resistance in fruit**, Camberra: ACIAR, 1998. p.93-104. (Proceeding, n.80).

ADASKAVEG, J.A.; FÖRSTER, H.; SOMMER, N.F. Principles of postharvest pathology and management of decays of edible horticultural crops. In.: KADER, A.A. (Ed.) **Postharvest technology of crops**. 3ª ed. California: University of California Agriculture and Natural, 2002. p.163-193.

AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 4^{ed} San Diego: Academic Press, 1997. 635 p.

ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W. **Introductory mycology**. 3rd ed. John Wiley & Sons, Inc., 1979. 632p.

ALVES, E.J. **A cultura da banana**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2 ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1999. 585p.

BAILEY, J.A.; JEGER, M.J. **Colletotrichum**: biology, pathology and control, Wallingford: CAB International, 1992. 388 p.

BAXTER, A.P.; WESTHUIZEN, G.C.A. van der; EICKER, A. A review of literature on the taxonomy, morphology and biology of the fungal genus *Colletotrichum*. **Phytophylactica**, Pretória, v.17, p.15-18, 1985.

BENATO, E.A. Controle de doenças pós-colheita em frutas tropicais. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v.25, p.90-93, 1999.

BENATO, E.A.; CIA, P.; SOUZA, N.L. Manejo de doenças de frutos pós-colheita. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.9, p.403-440, 2001.

BLEINROTH, A.L. Matéria-Prima. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Banana** – matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2 ed. Campinas: ITAL, 1995. p.133-196.

BORGES, A.L.; ALVES, E.J.; SILVA, S. de O. SOUZA, L.da S.; MATOS, A.P. de; FANCELLI, M.; OLIVEIRA, A.M.G.; CORDEIRO, Z.J.M.; SILVEIRA, J.R.S. COSTA, D. da C.; MEDINA, V.M.; OLIVEIRA, S.L. de; SOUZA, J. da S.; OLIVEIRA, R.P. de; CARDOSO, C.E.L.; MATSUURA, F.C.A.U.; ALMEIDA, C.O. de. **O cultivo da banana**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1997. 109 p. (Circular Técnica, 27).

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL-FAEPE, 1990. 320p.

CORDEIRO, Z.L.M.; KIMATI, H. Doenças da bananeira. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3^a ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2, p.112-136.

CORDEIRO, Z.J.M.; MATOS, A.P. Doenças fúngicas e bacterinas. In: CORDEIRO, Z.J.M. (Org.) **Banana fitossanidade**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 2000. p.36-65.

FAO, FAOSTAT – FAO statistical data bases. Roma: World Agricultural Information Centre, 2004. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 28 jan. 2005.

FERNANDES, K.M.; CARVALHO, V.D. de; CAL-VIDAL, J. Physical changes during ripening of silver bananas. **Journal of Food Science**, Chicago, v.44, n.4, p.1254-1255, 1979.

GOOS, R. D.; TSCHIRSCH, M. Effect of environmental factors on spore germination, spore survival, and growth of *Gloeosporium musarum*. **Mycologia**, Bobrox, v.54, p.353-367, 1962.

GRIFFIN, D.H. **Fungal physiology**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons., 1994. 444p.

HAWKER, L.E. **Physiology of fungi**. London: University of London Press, 1950. 360p.

IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro: Instituto de Geografia e Estatística, 2004. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda> Acesso em: 28 jan. 2005.

KAMO, T.; HIRAI, N.; IWAMI, K.; FUJIOKA, D.; OHIGASHI, H. New phenylphenalenones from banana fruit. **Tetrahedron**, Oxford, v.57, p.7649-7656, 2001.

LAL, R.K.; GARG, M.; KRISHNAN, P.S. Biochemical aspects of the developing and ripening banana. **Phytochemistry**, New York, v.13, n.11, p.2365-2370, 1974.

LÓPEZ-CABRERA, J.; MARRERO-DOMINGUEZ, A. Use of hot water to control the incidence of banana crown rot. **Acta Horticulture**, Wageningen, v.490. p.563-570, 1998.

MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L.; RIBEIRO, D.E. Qualidade sensorial de frutos de híbridos de bananeira cultivar Pacovan. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p.263-266, 2002.

MATSUURA, F.C.A.U.; COSTA, J.I.P.; FOLEGATTI, M.I.S. *Marketing* de banana: preferências do consumidor aos atributos de qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p.48-52, 2004.

MEDINA, J.C. **Banana**: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 3ª ed. Campinas: ITAL, 1993. cap.1, p.1-131.

MENEZES, M.; OLIVEIRA, S.M.A. **Fungos fitopatogênicos**. Recife: Imprensa Universitária UFRPE, 1993. 277p.

OGAWA, J.M.; SANDENO, J.L.; MATHRE, H. Comparasions in development and chemical control of decay-causing organisms on mechanical and hand-harvested stone fruits. **Plant Disease Report**, Beltsville, v.47, p.129-133, 1963.

OLIVEIRA, S.O.; ALVES, E.J.; SHEPHERD, K.; DANTAS, J.L.L. Cultivares. In: ALVES, E.J. (Org.) **A cultura da banana**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2ª ed. Brasília: EMBRAPA –SPI, 1999. p.85-105.

PRUSKY, D.; PLUMBIEY, R.A. Quiescent infections of *Colletotrichum* in tropical and subtropical fruits. In: BAILEY, J.A.; JEGER, M.J. (Eds.) *Colletotrichum: biology, pathology and control*. Wallingford. 1992, p.289-307.

RANGEL, A.; PENTEADO, L.A.C.; TONET, R.M. **Cultura da banana**. 2^a ed. Campinas: CATI, 2002. 91p.

ROSSIGNOLI, P.A. **Atmosfera modificada por filme de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras para conservação de banana “Prata” em condição ambiente**. 1993. 80 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1983.

SHILLINGFORD, C.A.; SINCLAIR, J.B. Susceptibility of five banana cultivars to anthracnose and crown rotting fungi. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v.61, p.797-801, 1977.

SILVA, J.R.; CORDEIRO, Z.J.M. Fitossanidade na exportação de banana. In: CORDEIRO, Z.J.M. (Org.) **Banana fitossanidade**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 2000. p.9-14.

SILVA, S.R.; RIOS, G.P.; SILVA, S.C. Influência da resistência e do período de molhamento na infecção e desenvolvimento de lesões de ferrugem no feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, n.4, p.726-731, 2001.

SNOWDON, A.L. **A colour atlas of postharvest diseases & disorders of fruits & vegetables**, London: CRC Press, 1991. v.1, 302 p.

SOUZA, J.S.; TORRES FILHO, P. Mercado. In: ALVES, E.J. (Org.) **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2^a ed. Brasília: EMBRAPA:SPI, 1999. p.5025-543.

SPONHOLZ, C.; BATISTA, U.G.; ZAMBOLIM, L.; SALOMÃO, L.C.C.; CARDOSO, A.A. Efeito do tratamento hidrotérmico e químico de frutos de banana “Prata” no controle da antracnose em pós-colheita. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v.29, n.5, p.480-485, 2004.

SOTO BALLESTERO, M. **Banano-cultivo y comercialización**. 2^a ed. San José: Litografía e Imprenta, 1992. 674p.

STOVER, R.H.; SIMMONDS, N.W. **Bananas**. London: Longman, 1987.468 p. illus.

SUTTON, B.C. The genus *Glomerella* and its Anamorph *Colletotrichum*. In: ***Colletotrichum*: biology, pathology and control**. C.A.B. International, UK. 1992.

VALENTI, G. O peso da fruta na nossa balança. **Brasil-Alemanha**. São Paulo, v.10, n.6, p.20-25, 1998.

VON ARX, J.A. die der gattung *Colletotrichum* Corda. **Phytopathologische Zeitschrift**, Berlin v.29, p.413-468, 1957a.

VON ARX, J.A. Revision der zu *Gloeosporium* Gestellten Pilze. Vebandelingen Kaninklifke Nederlands Akademie van Wetenschappen. **Natuurkunde**, Amsterdam, v.51, p.1-153, 1957b.

CAPITULO II

Desenvolvimento da antracnose da banana sob
diferentes condições de temperatura e
períodos de molhamento e metodologias de
inoculação

Desenvolvimento da antracnose da banana sob diferentes condições de temperatura e períodos de molhamento e metodologias de inoculação

Wagner R.L.S. Pessoa^{1*}, Sônia M.A. Oliveira¹, Suzana A.F. Dantas², Selma C.C. de H. Tavares³, Alice M.G. Santos¹

¹Laboratório de Patologia Pós-Colheita, UFRPE/DEPA/Fitossanidade, 52171-900 Recife-PE, ²IPA, 50761-000 Recife-PE, ³Embrapa Solos/UFP, 51020-240 Recife-PE, *Bolsista CNPq

Aceito para publicação em: / /

RESUMO

PESSOA, W.R.L.S; OLIVEIRA, S.M.A.; DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.C. de H.; SANTOS, A.M.G. Desenvolvimento da antracnose da banana sob condições de temperatura e períodos de molhamento. *Summa Phytopathologica*.

A banana é a segunda fruta mais consumida no mundo, porém do campo até o mercado consumidor algo em torno de 40 % das frutas são perdidas. Esta elevada perda pós-colheita está associada a inúmeros fatores, entre estes as doenças pós-colheita, sendo a mais significativa a antracnose causada pelo *Colletotrichum musae*. Diante da necessidade do estudo de fatores ambientais que condicionam estas perdas, o trabalho objetivou avaliar métodos de inoculação e a influência da temperatura e período de molhamento sobre o desenvolvimento de *C. musae* em banana. Avaliaram-se 17 isolados de *C. musae* inoculando-as de duas maneiras: com disco de meio BDA contendo estruturas do patógeno ou suspensão de conídios, em frutas com e sem ferimento. Todos os isolados de *C. musae* mostraram-se patogênicos quando inoculados com ferimento independente do tipo de inóculo utilizado. Não houve diferença significativa entre os isolados inoculados com suspensão de conídios sem ferimento. No experimento envolvendo temperatura e períodos de molhamento utilizaram-se três isolados de *C. musae*, MAG2, SFV1 e

FSA, que se comportaram como mais agressivo, intermediário e pouco agressivo, respectivamente. As bananas foram inoculadas e incubadas nas temperaturas de 10, 15, 20, 25 e 30 °C e períodos de molhamento de 0, 12, 24 e 36 horas, por cinco dias. As temperaturas em torno de 20, 25 e 30 °C e os períodos de molhamento testados favoreceram um maior desenvolvimento de lesões, sendo que as maiores lesões foram observadas em temperaturas em torno de 25 e 30 °C, com redução destas à medida que ocorria uma diminuição da temperatura para todos os isolados testados. A temperatura em torno de 15 °C proporcionou o menor desenvolvimento da doença sobre a banana.

Palavras-chave adicionais: *Colletotrichum musae*, pós-colheita, patogenicidade, fatores ambientais.

ABSTRACT

PESSOA, W.R.L.S.; OLIVEIRA, S.M.A.; DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.C. de H.; SANTOS, A.M.G. Development of the anthracnose of banana under different temperature and wetness duration conditions. *Summa Phytopathologica*.

The banana is the second more consumed fruit in the world, but there is a product loss of about 40% from field to consuming market. This high loss is associated to several factors including the postharvest diseases and the most significative is the anthracnose caused by *Colletotrichum musae*. Due to the necessity of studying the environmental factors that favor this losses, the objective of this work is evaluate the methods of inoculation and the influence of temperature and wetness duration on development of *C. musae* on banana. The fruits were inoculated with 17 isolated of *C. musae* using two methods: PDA discs with pathogen structures and suspension of conidia with and without wound. All isolates showed pathogenicty when inoculated with wound regard less the type of inoculum used. For was no difference among isolates inoculated with

suspension of conidia without wound. The trial involving temperature and wetness duration three isolates of *C. musae* were used: MAG2, SFV1 and FSA, that showed high aggressive, intermediate and low aggressive, respectively. The banana fruits were inoculated and incubated under temperatures of 10, 15, 20, 25 and 30°C and wetness duration of 0, 12, 24 and 36 hours, for five days. The temperatures around 20, 25 and 30°C and are wetness durations tested favored the lesion, development being observed the biggest lesions under temperatures of about 25 and 30°C, and lesion reduction with decrease of temperature, to all isolates. The temperature of 15°C favored the lowest development of disease on banana fruit.

Additional kwords: *Colletotrichum musae*, postharvest, pathogenicity, environmental factors.

A bananeira (*Musa* spp.) tem como centro de origem o sudoeste asiático (13), sendo a segunda fruta mais consumida no mundo. Esta possui uma grande importância na alimentação humana, em especial nos países tropicais e subtropicais, sendo rica em cálcio, magnésio, potássio, sódio, fósforo, destacando-se entre as vitaminas a B1 (tiamina), B2 (riboflavina) e a vitamina A e C (ácido ascórbico) (15).

A produção mundial de banana em 2003 foi de aproximadamente 69.286.046 milhões de toneladas, tendo a Ásia como seu maior produtor, contribuindo com algo em torno de 40 % da produção mundial (8). O Brasil possui destaque no cenário mundial, com uma produção de 6.774.985 milhões de toneladas e uma área plantada de 512.826 mil hectares (10), o que coloca o país em segundo lugar em produção e área colhida (8). Embora seja o segundo maior produtor, a participação brasileira no mercado internacional é insignificante, em razão de diversos fatores, entre eles sua precária estrutura comercial, baixa qualidade de produção e, principalmente, as substanciais perdas pós-colheita, podendo estas ocorrer devido a inúmeros fatores como físicos, fisiológicos, e microbiológicos (15).

Dentro dos fatores microbiológicos inúmeros organismos (fungos, bactérias, nematóides e vírus) prejudicam o desenvolvimento da bananeira e, entre estes, merece destaque na pós-colheita o fungo *Colletotrichum musae* (Berk. & Curtis) von Arx., agente causador da antracnose, que prejudica a comercialização e o consumo *in natura*, podendo ocasionar perdas de até 40 % (4, 16).

O conhecimento de condições favoráveis aos fitopatógenos na interação patógeno-hospedeiro é imprescindível. Assim, a idade em que o hospedeiro se torna mais suscetível, a faixa de temperatura e porcentagem de umidade, para o estabelecimento da doença devem ser definidos para cada patossistema (3).

Diversos autores têm verificado o efeito da temperatura e período de molhamento sobre o desenvolvimento de doenças fúngicas (6, 11, 12, 17, 19). O primeiro afeta o crescimento dos fungos, sendo que muitos fungos pós-colheita geralmente crescem entre 20 a 25 °C (1). O segundo é outro fator do ambiente considerado indispensável para a germinação da maioria dos esporos fúngicos e para penetração do tubo germinativo, além de aumentar a suscetibilidade a certos patógenos afetando a incidência e a severidade da doença (2).

Porém, pouco destes estudos são encontrados envolvendo espécies de *Colletotrichum* (20) em estudos pós-colheita de frutas (19). Diante das consideráveis perdas pós-colheita causadas por *C. musae* em banana e da necessidade do estudo de fatores ambientais que condicionam estas perdas, o trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da temperatura e período de molhamento sobre o desenvolvimento da antracnose da banana.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção dos isolados

Os isolados de *C. musae* foram obtidos de bananas apresentando sintomas de antracnose nas seguintes cultivares: Subgrupo Prata (Prata e Pacovan), Subgrupo Terra (D'Angola) e Maçã, todas pertencentes ao grupo genômico AAB (16), descritos na Tabela 1.

Inserir Tabela 1

As frutas inicialmente foram lavadas com água e sabão e colocadas para secar sobre papel toalha. Em seguida, acondicionou-se em câmara úmida composta de saco plástico previamente umedecido com água destilada esterilizada (ADE), por 48 horas a uma temperatura de 29 ± 2 °C e umidade relativa de 64 %. Após o período de incubação, a massa de esporos foi cuidadosamente retirada da superfície da fruta com auxílio de um estilete esterilizado, plaqueando-se em meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar), incubando-se em condições de laboratório até o crescimento do fungo e transferindo-os em seguida para tubos de ensaio contendo meio BDA, para realização de ensaios posteriores.

Teste de patogenicidade e métodos de inoculação

O teste de patogenicidade foi realizado em bananas cv. Pacovan, provenientes da Companhia de Abastecimento e Armazéns Gerais do estado de Pernambuco (CEAGEPE). As frutas foram lavadas individualmente com água e sabão e colocadas para secar a temperatura ambiente. As inoculações procederam-se de duas formas: na primeira utilizou-se um disco de meio BDA contendo estruturas de *C. musae* colocado na superfície da fruta com e sem ferimento, ferimento este obtido através de um furador com oito agulhas de 2 mm de profundidade. Na segunda, inoculou-se 10 µL de uma suspensão de conídio na concentração de 4×10^6 conídios/mL na superfície da banana com e sem ferimento, usando-se um pipetador

automático de 10 µL. As inoculações foram realizadas nas extremidades da banana. A fruta testemunha foi inoculada com disco contendo apenas meio BDA ou 10 µL de ADE, com e sem fermento. Em seguida, acondicionou-se individualmente as frutas em câmara úmida por 48 horas a uma temperatura de 29 ± 2 °C e umidade relativa de 64 %. O período de incubação foi de sete dias.

Avaliou-se a severidade da doença calculando-se a área lesionada na superfície da fruta desenhada sobre papel manteiga por meio do programa IMAGE TOOL.

O ensaio foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial (2x2x17) utilizando-se quatro repetições, sendo dois tipos de inóculo (disco de meio e suspensão de conídios), dois métodos de inoculação (com e sem fermento) e 17 isolados de *C. musae*. Foi analisado o tamanho das lesões em cm² e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, utilizando-se o programa SANEST.

Efeito da temperatura e período de molhamento sobre o desenvolvimento de *Colletotrichum musae* em banana

O experimento foi conduzido no Laboratório de Patologia Pós-Colheita da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em banana cv. Pacovan obtidas da CEAGEPE, desinfestadas com água corrente e secando-as em papel toalha. Os isolados de *C. musae* utilizados foram MAG2, SVF1 e FSA, selecionados com base no teste de patogenicidade, onde o primeiro foi o mais agressivo, o segundo intermediário e o terceiro pouco agressivo. As bananas foram feridas utilizando-se furador com oito agulhas de 2 mm de profundidade, nas duas extremidades da fruta, inoculando-as em seguida com 10 µL da suspensão de conídios na concentração de 4×10^6 conídios/mL por fermento armazenando-as por cinco dias em câmara incubadora (BOD), sob temperatura (T) de 10, 15, 20, 25 e 30 ± 1 °C e períodos de molhamento (PM) de 0, 12, 24 e 36

horas com umidade relativa de 86,5 %. Frutas testemunhas foram inoculadas com ADE utilizando-se a mesma metodologia. Após o período de incubação, avaliou-se o desenvolvimento dos sintomas através da área da lesão em cm², obtida através do programa IMAGE TOOL.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 5x4 (T x PM) com cinco repetições por tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão múltipla, com o auxílio do programa STATISTICA for Windows Release 5.1 (StartSoft Inc., Tulsa-OK, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teste de patogenicidade e métodos de inoculação

Todos os isolados de *C. musae* mostraram-se patogênicos quando inoculados com ferimento em frutas de banana (Tabela 2), sendo observado no local da inoculação uma leve depressão e a presença da massa de esporos de coloração rosa sobre os mesmos. Os isolados REC e JBO comportaram-se como não patogênicos quando inoculados sem ferimento utilizando-se disco e suspensão de conídios, bem como os isolados SVF3, SVF4, MAG2 e MCD2, quando inoculados com suspensão sem ferimento. A penetração ocorre após a formação de apressórios, que são essenciais para os processos de infecções quiescente e subcuticular durante os primeiros estádios de desenvolvimento da fruta. O apressório em contato com a superfície do hospedeiro adere à cutícula e emite hifas de penetração, sendo a invasão muito rápida em tecido com ferimento, em comparação com a penetração direta através da superfície intacta do hospedeiro, conduzindo a produção de sintomas típicos de antracnose (9).

O método de inoculação com ferimento proporcionou as maiores lesões sobre a banana, não ocorrendo diferença significativa entre os isolados do fitopatógeno quando inoculados com suspensão sem ferimento. Este fato pode estar relacionado com a serosidade natural e o formato

da fruta que provavelmente dificultou o processo infeccioso de *C. musae* quando inoculado com a suspensão de conídios nas frutas pelo método sem fermento.

Inserir Tabela 2

Efeito da temperatura e período de molhamento no desenvolvimento de *Colletotrichum musae* em banana

A caracterização da doença se dá pela formação de lesões escuras e deprimidas, que sob condições de alta umidade, cobrem-se de frutificação rosada a salmão, a polpa não é atingida, exceto quando exposta à alta temperatura e umidade, ou quando a fruta se encontra em avançado estágio de maturação (4, 5).

A superfície de resposta para estimar o tamanho da lesão (Figura 1) produzida pelos isolados de *C. musae* (MAG2, SFV1 e FSA) foi obtida através da função: $LMAG2 = 2,968 - 0,412T - 0,105PM + 0,018T^2 + 0,002T*PM + 0,002PM^2$; $LSFV1 = 1,185 - 0,243T + 0,04PM + 0,013T^2 - 9,538 - 4T*PM - 6,486 - 4PM^2$; e $LFSA = 2,045 - 0,296 T - 0,009PM + 0,013T^2 - 8,955 - 4T*PM + 6,382 - 4PM^2$, onde T = temperatura e PM = período de molhamento.

Todas as temperaturas e períodos de molhamento testados proporcionaram desenvolvimento de lesões sobre a banana verificando-se que as temperaturas em torno de 20 a 30 °C proporcionaram maiores lesões, sendo estas reduzidas à medida que a temperatura diminuía para os isolados testados (Figura 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Dillard (7), no patossistema *C. coccodes* x frutos de tomateiro, Lima Filho (12) no desenvolvimento da antracnose em maracujá amarelo, e Zaemey et al. (20), verificando o efeito de condições ambientais sobre a antracnose da banana, onde observaram que temperaturas em torno de 25 a 35 °C proporcionaram os maiores índices de lesões. As temperaturas em torno de 10 a 15 °C provocaram uma redução acentuada no desenvolvimento da lesão. A temperatura de 10 °C favoreceu o “chilling” sobre as frutas, apresentando-se com estrias marrom-avermelhadas,

algumas não atingiram a maturação e as que amadureceram ficaram sem brilho. Diversos autores (13, 14, 19) também observaram que temperaturas abaixo de 13 °C provocam injúrias nas frutas da bananeira.

A temperatura em torno de 15 °C na ausência de molhamento proporcionou o melhor controle no desenvolvimento da antracnose em bananas. Resultado semelhante foi obtido por Zaemey et al. (20), quando estudaram o efeito da temperatura e condições ambientais sobre o desenvolvimento da antracnose da banana.

O aumento da duração do período de molhamento influenciou o desenvolvimento de lesões maiores em todas as temperaturas testadas, sendo que as frutas submetidas ao período de molhamento de 36 horas associado às temperaturas ao redor de 25 a 30 °C proporcionaram as maiores lesões sobre as frutas. De modo semelhante, Lima Filho (12) verificou efeito significativo da temperatura ao redor de 30 °C e período de molhamento em torno de 12 a 36 horas no desenvolvimento de lesões de isolados de *C. gloeosporioides* (Penz.) Penz.& Sacc. sobre a antracnose do maracujá amarelo.

Inserir Figura 1

De modo geral, as temperaturas em torno de 20, 25 e 30 °C além de promover o maior desenvolvimento da antracnose em banana, também foram responsáveis pelas maiores lesões sobre a superfície da fruta. Para conservação das mesmas, a faixa de temperatura em torno de 15 °C independente do período de molhamento mostrou ser mais adequada por desfavorecer o desenvolvimento de *C. musae* e conservar a integridade física desejável das frutas da bananeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adaskaveg, J.A.; Förster, H.; Sommer, N.F. Principles of postharvest pathology and management of decays of edible horticultural crops. In: Kader, A.A. (Ed.) **Postharvest**

- technology of crops**. 3ª ed. California: University of California Agriculture and Natural, 2002. p.163-193.
2. Agrios, G.N. **Plant pathology**. 4^{ed} San Diego: Academic Press, 1997.
 3. Borges Neto, C.R.; Mello, S.C.M.; Ribeiro, Z.M.A.; Ávila, Z.R.; Maly, J.; Fontes, E.M.G. Influência da idade da planta, período de molhamento de umidificação e concentração do inóculo no desenvolvimento de sintomas provocados por *Cercospora caricis* em tiririca. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.25, n.2, p.138-142, 2000.
 4. Cordeiro, Z.L.M.; Kimati, H. Doenças da bananeira. In: Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A.; Rezende, J.A.M. (Eds.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2, p.112-136.
 5. Cordeiro, Z.J.M.; Matos, A.P. Doenças fúngicas e bacterinas. In: Cordeiro, Z.J.M. (Org.) **Banana fitossanidade**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 2000. p.36-65.
 6. Cutrim, F. de A. **Caracterização fisiológica de *Penicillium sclerotigenum* e influência da temperatura e período de molhamento sobre a podridão verde do inhame**. 2004. 71f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade/Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
 7. Dillard, H.R. Effect of temperature, wetness duration, and inoculum density on infection and lesion development of *Colletotrichum coccodes* on tomato fruit. **Phytopathology**, St. Paul, v.79, p.1063-1066, 1989.
 8. FAO, FAOSTAT – FAO statistical data bases. Roma: World Agricultural Information Centre, 2004. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 01 out. 2004.
 9. Goos, R.D.; Tschirsch, M. Effect of environmental factors on spore germination, spore survival, and growth of *Gloeosporium musarum*. **Mycologia**, Lancaster, v.54, p.353-367, 1962.

10. IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro: Instituto de Geografia e Estatística, 2003. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda> Acesso em 01 out. 2004.
11. Leite, R.M.V.B.C.; Amorim, L. Influência da temperatura e do período de molhamento no monociclo da mancha de *Alternaria* em girassol. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, n.2, p.193-2000, 2002.
12. Lima Filho, R.M. **Caracterização isoenzimática, inoculações cruzadas de *Colletotrichum* e influência da temperatura no desenvolvimento da antracnose em maracujá**. 2003. 54f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade/Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
13. Medina, J.C. **Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 3ª ed. Campinas: ITAL, 1993.
14. Olorunda, A.O.; Meheriuk, M.; Looney, N.E. Some factors associated with the occurrence of chilling injury in banana. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, New Jersey, v.29, p.213-218, 1978.
15. Rangel, A.; Penteadó, L.A.C.; Tonet, R.M. **Cultura da banana**. 2ª ed. Campinas: CATI, 2002. 91p.
16. Silva, S.O. Cultivares de banana para exportação. In: Cordeiro, Z.J.M. (Org.) **Banana produção: aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 2000. p.30-38.
17. Silva, S.R.; Rios, G.P.; Silva, S.C. Influência da resistência e do período de molhamento na infecção e desenvolvimento de lesões de ferrugem no feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, n.4, p.726-731, 2001.
18. Snowdon, A.L. **A colour atlas of postharvest diseases & disorders of fruits & vegetables**, London: CRC Press, 1991. 302 p.

19. Wilson, L.L., Madden, L.V., Ellis, M.A. Influence of temperature and wetness duration on infection of immature and mature strawberry fruit by *Colletotrichum acutatum*. **Phytopathology**, St. Paul, v.80, p.11-116, 1990.
20. Zaemey, A.B.AI.; Magan, N.; Thompson, A.K. In vitro studies of the effect of environmental conditions on the antracnose pathogen of bananas, *Colletotrichum musae*. **International Biodeterioration & Biodegradation**, p.369-381, 1994.

Tabela 1. Procedência e cultivar das bananas selecionadas das principais regiões produtoras do Nordeste

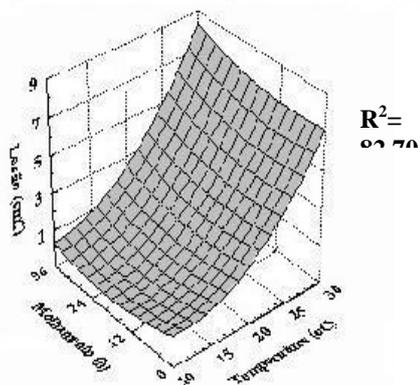
Procedência/Isolado	Cultivar
São Vicente Ferri – Pernambuco – SVF1	Pacovan
São Vicente Ferri – Pernambuco – SVF2	Prata
São Vicente Ferri – Pernambuco – SVF3	Prata
São Vicente Ferri – Pernambuco – SVF4	Prata
São Vicente Ferri – Pernambuco – SVF5	Prata
Cabo de Santo Agostinho – Pernambuco – CSA	Prata
Paulista – Pernambuco – PAU	Comprida
Jaboatão dos Guararapes – Pernambuco – JBO	Pacovan
Gravatá – Pernambuco – GRT	Comprida
Recife – Pernambuco – REC	Prata
Amaraji – Pernambuco – AMJ1	Pacovan
Amaraji – Pernambuco – AMJ2	Pacovan
Machado – Pernambuco – MCD1	Comprida
Machado – Pernambuco – MCD2	Prata
Vicência – Pernambuco – VIC	Prata
Maragogi – Alagoas – MAG1	Comprida
Maragogi – Alagoas – MAG2	Comprida
Feira de Santana – Bahia – FSA	Prata

Tabela 1. Tamanho de lesões em cm² sobre frutas de banana ocasionados por *Colletotrichum musae*, após sete dias de inoculação

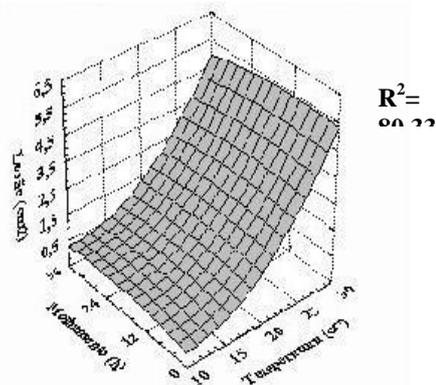
Isolado	Método de inoculação			
	Disco s/ ferimento	Disco c/ ferimento	Susp. s/ ferimento	Susp. c/ ferimento
SVF1	2,95 A a ¹	5,89 A a	0,43 B a	3,81 B ab
SVF2	0,43 A bc	2,37 A bcde	0,04 A a	2,06 A abcd
SVF3	0,46 A bc	0,99 A def	0,0 A a	2,02 A abcd
SVF4	1,80 A ab	2,45 A bcde	0,0 B a	3,44 A ab
PAU	1,18 A abc	3,95 A abc	0,68 A a	3,95 A ab
JBO	0,0 A c	1,82 A cdef	0,0 A a	0,42 B d
CSA	0,26 A bc	4,26 A abc	0,32 A a	2,71 A abc
GRT	0,43 A bc	4,02 A abc	0,30 A a	3,78 A ab
REC	0,0 A c	0,16 A f	0,0 A a	0,62 A cd
MAG1	1,65 A ab	3,48 A abc	0,49 B a	2,88 A ab
MAG2	1,69 A ab	3,24 A abcd	0,0 B a	5,01 A a
FSA	0,7 A abc	2,27 B abcde	0,05 A a	4,80 a ab
VIC	0,59 A bc	1,77 B bcde	0,46 A a	4,13 A ab
AMJ1	0,58 A bc	2,68 A abcde	0,13 A a	1,98 A bcd
AMJ2	0,62 A bc	3,91 A abc	0,71 A a	4,57 A ab
MCD1	1,03 A abc	4,89 A ab	0,17 A a	3,37 A ab
MCD2	0,08 A bc	0,77 A ef	0,0 A a	0,31 A d
CV (%) =	22,44			

¹Média de quatro repetições. Letras maiúsculas não diferem na mesma linha e minúsculas na mesma coluna pelo teste de teste de Tukey (P= 0,05).

$$\text{LMAG2} = 2,968 - 0,412T - 0,105PM + 0,018T^2 + 0,002T*PM + 0,002PM^2$$



$$\text{LSVF1} = 1,185 - 0,243T + 0,04PM + 0,013T^2 - 9,538 \cdot 4T*PM - 6,486 \cdot 4PM^2$$



$$\text{LFSA} = 2,045 - 0,296T - 0,009PM + 0,013T^2 - 0,955 \cdot 4T*PM + 6,302 \cdot 4PM^2$$

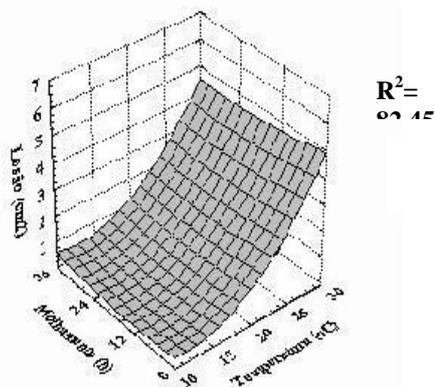


Figura 1- Efeito da temperatura e período de molhamento em bananas inoculadas com os isolados de *Colletotrichum musae* (SVF, MAG, FSA), após cinco dias de incubação.

CAPITULO III

Efeito do *Colletotrichum musae* na
composição físico-química de banana
'Pacovan', sob diferentes condições de
armazenamento

**EFEITO DO *Colletotrichum musae* NA COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE BANANA
'PACOVAN', SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO**

Wagner R.L.S. Pessoa^{1,3}, Sônia M.A. Oliveira¹, Egídio Bezerra Neto², Daniel Terao⁴, Alice
M.G. Santos^{1,3} & Filipe M.R. de Melo¹

¹Laboratório de Patologia Pós-Colheita, Fitossanidade, ²DEPA/UFRPE, Departamento de
Química/UFRPE CEP 52.171-900¹, ³Bolsista CNPq, ⁴Embrapa Agroindústria Tropical/ CEP
60511-110, Fortaleza-CE, e-mail: smao@ufrpe.br.

(Aceito para publicação em/..../.....)

Autor para correspondência: Sônia M.A. Oliveira

PESSOA, W.R.L.S., OLIVEIRA, S.M.A., BEZERRA NETO, E., TERAPO, D., SANTOS,
A.M.G. & MELO, F.M.R. Efeito do *Colletotrichum musae* na composição físico-química em
banana 'Pacovan'. Fitopatologia Brasileira

RESUMO

A banana é a segunda fruta em produção no Brasil, é rica em vitaminas e minerais, e tem boa aceitação para o consumo. Fatores bióticos e abióticos são responsáveis por grandes perdas da fruta em pós-colheita destacando-se a antracnose, provocado pelo *Colletotrichum musae*. Em face da importância que a doença representa este trabalho objetivou avaliar o efeito da antracnose sobre a composição físico-química em banana cv. Pacovan. Os resultados demonstraram que houve aumento no teor de umidade da fruta à medida que a temperatura e o período de molhamento aumentaram, para os isolados testados de *C. musae* (SFV, MAG e FSA). O maior pH ocorreu a temperatura em torno de 30 °C (5,12) independente do período de molhamento. A acidez titulável total (ATT) para os isolados SVF e MAG ocorreu ao redor da temperatura de 25 °C com o período de molhamento de 12 e 24 h, respectivamente. O isolado FSA submetido a temperatura em torno de 15 °C associada ao período de molhamento de 36 h foi quem mais elevou a ATT. A temperatura em torno de 20 °C independente do período de molhamento resultou em maior teor de Sólidos Solúveis Totais (SST), em contra partida os menores valores em torno da temperatura de 15 °C. O maior teor de potássio ocorreu ao redor da

temperatura de 10 °C e período de molhamento de 24 h para os isolados SVF e MAG e zero hora de molhamento para FSA. A análise do teor de açúcares totais mostrou que houve um aumento destes à medida que se aumentou a temperatura de incubação para todos os isolados, diminuindo à medida que a temperatura aproximava-se dos 30 °C, independente do período de molhamento.

Palavras-chaves: antracnose, *Musa* spp., atributos sensoriais, pós-colheita.

ABSTRACT

Effect of the *Colletotrichum musae* in the physical-chemical composition in banana 'Pacovan'

The banana is the second fruit in production in Brazil. The fruit is rich in vitamins and minerals, and has good acceptance among the population. Biotic and abiotic factors are responsible for great losses of the fruit. Among these factors, anthracnose caused by *Colletotrichum musae*, deserve special attention in harming the commercialization and the consumption *in natura*. In face of the importance that disease represents this work has the objective of evaluate the effect of the anthracnose on the physical-chemical composition in banana cv. Pacovan. The results demonstrate that there was increase in the humidity as the temperature and wetness period increased. For the *C. musae* isolated tested (SFV, MAG and FSA). They reach its highest pH value at 30 °C independently of the wetness period. The largest ATT for the isolates SFV and MAG occurred at the same temperature of 25 °C, with wetness period of 12 and 24 h, respectively. The largest ATT value for the isolate FSA occurred at the temperature of 15 °C associated to the wetness period of 36 h. Maximum SST occurred at temperature around 20 °C independent of the wetness period. The largest potassium levels was reach at the temperature of 10 °C with wetness period of 24 h for SVF and MAG and without wetness period in FSA. The total sugars content increased with the elevation of the temperature, decrease as the temperature approached of 30 °C, independent of the wetness period and the isolated of *C. musae* used.

Additional words: anthracnose, *Musa* spp., sensorial attributes, postharvest..

INTRODUÇÃO

As doenças pós-colheita causam inúmeros prejuízos em diversas culturas. Em países desenvolvidos, estimam-se perdas ao redor de 30 a 40 % do total produzido na pós-colheita, devido a podridões causadas por microrganismos (Snowdon, 1991). Para banana, estas perdas chegam à ordem de 40 % (Silva & Cordeiro, 2000). A bananicultura tem uma grande importância na fruticultura nacional, sendo a segunda fruta mais produzida no país. No ranking mundial, o Brasil ocupa a segunda posição em produção e em área colhida (IBGE, 2005; FAO, 2005), sendo que 99 % da produção é destinada ao mercado interno (Borges et al., 1997; Alves, 1999).

A antracnose é a doença pós-colheita mais importante não só para o Brasil, mas em todas as regiões produtoras, tendo como agente causal *Colletotrichum musae* (Berk & Curtis) v. Arx (Abayasekara et al., 1998). O patógeno pode acelerar a maturação da fruta produzindo etileno ou acelerando sua produção pela fruta (Peacock 1973; Daundasekera et al., 2003). Uma maturação incorreta pode acarretar em decréscimo na qualidade final da fruta refletindo negativamente, na aceitabilidade por parte do consumidor, e pela indústria de processamento (Moraes, 1988).

Os prejuízos não se limitam apenas ao consumo *in natura*, mas também em alterações no teor de umidade, pH, °Brix e nutrientes, além de depreciar o valor nutritivo trazendo grande prejuízo para indústria. O conhecimento do teor de umidade dos tecidos é muito importante tanto na preservação, como para comparar o valor nutricional de dois ou mais alimentos (Bezerra Neto & Barreto, 2004). Outras transformações ocorrem durante o amadurecimento da banana, principalmente no teor de amido, açúcares, acidez, pH, e sólidos solúveis totais (Lal et al., 1974). Durante o amadurecimento de frutos climatéricos como a banana, ocorre a conversão de amido

em açúcares (Forsyth, 1980). Nessa etapa, tem-se aumento no teor de açúcares orgânicos, acarretando em redução na adstringência e acidez, além da liberação de substâncias voláteis, fatores responsáveis pelo aroma e sabor, que são características fundamentais para aceitação da fruta (Soto Ballester, 1992). Poucos estudos com relação a patógenos afetando a composição química dos alimentos têm sido relatados, restringindo-se mais aos grãos, por ser um produto de consumo direto ou pelo patógeno produzir substâncias tóxicas ao homem e animais.

Tendo em vista que no Brasil existem poucos trabalhos sobre o efeito do patógeno na composição físico-química dos alimentos, e por ser um assunto de grande importância não só para o consumo *in natura*, mas também para processamento industrial, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do *C. musae* sobre a composição físico-química em banana cv. Pacovan, associada a diferentes temperaturas e períodos de molhamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Patologia Pós-Colheita e no Laboratório de Bioquímica Vegetal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em de banana cv. Pacovan obtidas da Companhia de Abastecimento e Armazéns Gerais do Estado de Pernambuco – CEAGEPE. Inicialmente, as bananas foram desinfestadas com água corrente e sabão e postas para secar em papel toalha. Os isolados de *C. musae* utilizados foram provenientes dos estados de: Pernambuco – São Vicente Ferri (SVF), Alagoas – Maragogi (MAG) e Bahia – Feira de Santana (FSA). As bananas foram feridas com um furador de oito agulhas com 2 mm de profundidade e, inoculando-se em seguida 10 µL da suspensão de conídios na concentração de 4×10^6 con./mL sobre os ferimentos. Frutas testemunhas foram inoculadas com água destilada esterilizada (ADE). Em seguida foram mantidas por cinco dias em câmara incubadora (B.O.D.), sob temperatura de 10, 15, 20, 25 e 30 °C e período de molhamento de 0, 12, 24 e 36 horas com

umidade relativa de 86,5 %. Após o período de incubação avaliaram-se o teor de umidade, acidez titulável total (ATT), pH, sólidos solúveis totais (SST), potássio e açúcares totais.

O conteúdo de umidade foi determinado gravimetricamente utilizando-se 10 g de cada amostra, conforme metodologia da A.O.A.C. (1990).

Na determinação do ATT e pH pesou-se 2,0 g e 20 g da amostra fresca para cada tratamento, respectivamente, seguindo-se a metodologia descrita por Ohlweider (1980).

Na avaliação de SST utilizou-se uma amostra fresca de 0,25 g acondicionada em eppendorff com capacidade para 1,5 ml e, em seguida, centrifugada a 5.000 rpm por 10 minutos. Do sobrenadante retirou-se uma alíquota de 10 µl depositando-a sobre um refratômetro, obtendo-se o resultado em °Brix (Instituto Adolfo Lutz, 1985).

Os teores de açúcares foram divididos em duas partes, na primeira realizou-se a determinação de carboidratos solúveis totais (CST), pesando-se 0,25 g da amostra fresca, colocando-a em tubos de ensaio rosqueável, acrescentando-se 20 ml de AD (água destilada), e agitando-a por 60 minutos a temperatura ambiente. Em seguida, filtrou-se o conteúdo através de uma tela de náilon acrescentando-se AD até obter o volume de 100 ml do extrato. Para os carboidratos não estruturais (CNE), da mesma forma pesou-se 0,25 g de amostra fresca, transferindo-se para um frasco de ambar, acrescentando-se 25 ml de HCl (0,6 N) e colocando-se para aquecer em banho-maria, 100 ± 1 °C, por duas horas. Após o tempo estipulado, esperou-se o resfriamento da amostra, filtrou-se e transferiu-se quantitativamente o hidrolizado completou-se o volume para 100 ml. No extrato obtido para CST e no hidrolizado obtido para CNE determinaram-se carboidratos espectrofotometricamente pelo método da antrona (Yemm & Wills, 1954).

A determinação de potássio (K) foi realizada por fotometria de chama, no extrato aquoso do CNE seguindo a metodologia descrita por Bezzera Neto e Barreto (2004), sendo os resultados expressos em mg.g^{-1} .

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 5 x 4 (T x PM) com cinco repetições, representadas por frutas individuais de banana. Resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão múltipla quadrada, com auxílio do programa STATISTICA for Windows Release 5.1 (Start Soft INC., Tulsa-OK, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra as superfícies de respostas do conteúdo de umidade nas bananas inoculadas com *C. musae*, Umidade (SVF) = $37,199 - 0,488*T - 0,005*PM + 0,017*T^2 + 0,001*T*PM - 9,151e - 5*PM^2$, Umidade (MAG) = $38,929 - 0,861*T - 0,262*PM + 0,032*T^2 + 0,014*T*PM + 6,806e - 4*PM^2$ e Umidade (FSA) = $38,485 - 0,276*T - 0,145*PM + 0,012*T^2 + 0,002*T*PM - 3,449e - 4*PM^2$. A análise da superfície de resposta mostra que houve um aumento no teor de umidade da fruta à medida que a temperatura e o período de molhamento aumentavam. Os maiores teores de umidade foram obtidos em torno de 20 a 30 °C com períodos de molhamento de 24 a 36 h para todos os isolados testados, e as temperaturas em torno de 10 e 15 °C verificou-se as menores teores de umidades, independentes do período de molhamento utilizado. Conforme a Figura A e C ambas foram influenciadas pelo período de molhamento. Rangel et al. (2002), observaram diferentes teores de umidade em cultivares de banana destinada ao consumo interno, entre elas destacam-se ‘Nanica’, ‘Maçã’ e ‘Prata’, com 74,12, 72,82 e 73,79 % de umidade, respectivamente. Enquanto USDA (2005), avaliando o teor de umidade em banana ‘Prata’, constatou que a mesma possui 74,26 % de umidade. Ambas as referências especializadas estudaram apenas o teor de umidade para bananas destinadas ao consumo *in natura*. Neste trabalho de pesquisa com banana cv. ‘Pacovan’ submetida a diferentes

temperaturas e períodos de molhamento, associados à ação do *C. musae*, verificou-se que o teor de umidade ficou em torno de 42 %, mostrando uma diminuição considerável quando da associação destes fatores.

Os resultados obtidos para os valores de pH (Figura 2) produziram as seguintes equações: pH (SVF) = $4,84 - 0,001*T - 0,011*PM + 0,001*T^2 + 2,887e - 4*T*PM + 1,806e - 4*PM^2$, pH (MAG) = $4,09 - 0,006*T + 0,014*PM + 0,001*T^2 - 1,667e - 4*T*PM - 2,396e - 4*PM^2$ e pH (FSA) = $4,245 - 0,002*T - 0,013*PM + 8,651e - 4 *T^2 + 1,931e*T*PM + 2,211e - 4*PM^2$. Observou-se um aumento no pH quando se elevou a temperatura e o período de molhamento, sendo os menores valores observados na temperatura em torno de 10 °C. Entretanto, nesta temperatura ocorreu o “chilling” nas frutas. O maior valor de pH ocorreu em torno de 30 °C à medida que aumentou-se os períodos de molhamento, para os isolados de *C. musae*. Todos os isolados testados elevaram o pH da fruta na temperatura de 30 °C ficando em torno de 5,12, independente do período de molhamento. Soto Ballester (1992) trabalhando com banana cv. Pacovan verificou que o pH da mesma ficou em torno de 4,2 a 4,8. Lima Filho (2003) obteve resultado semelhante, estudando a influência da temperatura e período de molhamento no desenvolvimento da antracnose em pós-colheita do maracujá-amarelo, o qual obteve um aumento progressivo do pH nas frutas diretamente proporcional ao aumento da temperatura de incubação das mesmas, sendo que as maiores médias foram obtidas na temperatura de 30 °C. Neste experimento observou-se que ocorreu um aumento do pH nas frutas submetidas aos tratamentos associados ao fitopatógeno, isto pode influenciar de modo negativo, pois uma acidez mais acentuada pode levar a uma rejeição por parte dos consumidores da fruta *in natura*, ou acarretar em um material mais oneroso para indústria de processamento.

Na determinação de ATT obteve-se as seguintes superfícies de respostas: ATT (SVF) = $1,93 + 0,025*T + 0,037*PM + 8,122e - 4*T^2 - 0,002*T*PM - 2,56e - 4*PM^2$, ATT (MAG) =

$0,864 + 0,221*T - 0,018*PM - 0,006*T^2 - 5,109e^{-5}*T*PM + 4,8e^{-4}*PM^2$ e ATT (FSA) = $1,809 + 0,062*T + 0,032*PM - 0,002*T^2 - 4,764e^{-4}*T*PM - 4,752e^{-4}*PM^2$, expostas na Figura 2. A superfície de resposta mostra que para o SVF e MAG o maior valor de ATT ocorreu na temperatura em torno de 25 °C com o período de molhamento de 12 horas e 24 h, respectivamente. Entretanto, para o isolado FSA a temperatura em torno de 15 °C associada ao período de molhamento de 36 h foi quem mais elevou a ATT. Alguns autores (Fernandes et al., 1979; Rossignoli, 1983) estudando a acidez em banana verificaram que a mesma fica em torno de 0,17 – 0,67 %. Por outro lado, Matsuura et al. (2002) observaram que a ATT em banana cv. ‘Pacovan’ destinada ao consumo *in natura* é de 0,64 %. A influência de *C. musae* sobre a banana na temperatura de 25 °C, e período de molhamento de 12 h obteve uma ATT ao redor de 0,68 %. Enquanto as temperaturas de 10 e 15 °C independente do período de molhamento a acidez não ultrapassou 0,4 %. Resultado semelhante foi obtido por Lima Filho (2003), trabalhando com o patossistema *C. gloeosporioides* versus maracujá-amarelo, onde foi observado um declínio nos teores de ATT, à medida que se aumentou a temperatura, sendo os maiores valores (5,13 e 5,30 %) obtidos na temperatura de 10 °C em 36 e 12 horas de molhamento, respectivamente.

O SST obteve-se como funções: °Brix (SFV) = $26,307 - 1,006*T - 0,113*PM + 0,031*T^2 + 0,001*T*PM + 0,002*PM^2$, °Brix (MAG) = $25,82 - 1,239*T + 0,066*PM + 0,038*T^2 - 1e^{-5}*T*PM - 0,002*PM^2$ e °Brix (FSA) = $16,87 - 0,221*T - 0,132*PM + 0,014*T^2 + 0,008*T*PM - 0,002*PM^2$ (Figura 2). O teor de SST aumentou até atingir o máximo de 24 °Brix na temperatura em torno de 20 °C, e um leve declínio quando se elevou a temperatura, porém os menores valores ficaram em torno de 12 °Brix na temperatura de 15 °C, independente do período de molhamento. Segundo Bleinroth (1995), o teor de SST aumentou até um máximo de 27 °Brix tendo uma pequena diminuição quando a banana encontrava-se muito madura.

O teor de potássio apresentou as funções: Potássio (SVF) = $4,341 - 0,082*T - 0,011*PM + 0,001*T^2 + 7,108e - 4*T*PM + 8,575e - 5*PM^2$, Potássio (MAG) = $4,504 - 0,135*T - 0,002*PM + 0,003*T^2 + 2,496e - 5*T*PM + 1,827e - 4*PM^2$ e Potássio (FSA) = $3,658 - 0,03*T - 0,009*PM + 5,301e - 4 T^2 - 4,216e - 4*T*PM + 5,179e - 4*PM^2$ (Figura 3). Houve pouca variação no teor de potássio presente nos tratamentos. Entretanto, a temperatura ao redor de 10 °C e período de molhamento de 24 h para os isolados SVF e MAG e zero hora de molhamento para FSA, observou-se o teor de potássio de 432, 377 e 370 mg.g⁻¹, respectivamente. USDA (2005) este índice chegou a 396 mg em banana “Prata”, Rangel et al. (2002) observou em banana ‘Nanica’, ‘Maçã’ e ‘Prata’, teores de potássio de 39,68, 42,92 e 41,31 %, respectivamente. O teor de potássio no presente trabalho, aumentou até atingir a temperatura compreendida entre 10 e 15 °C, após o qual ficou praticamente estável, mostrando com isso que este nutriente é pouco influenciado pelos fatores bióticos ou abióticos.

Os teores de açúcares totais foram determinados pelo somatório de CST e CNE, em percentagem, e teve como funções: CST (SVF) = $256,117 + 39,878*T + 6,203*PM - 0,839*T^2 - 0,126*T*PM - 0,118*PM^2$, CST (MAG) = $- 196,819 + 37,136*T + 3,148*PM - 0,698*T^2 - 0,154*T*PM - 0,052*PM^2$ e CST (FSA) = $131,859 + 2,911*T + 1,35*PM - 0,001*T^2 - 0,17*T*PM + 0,055*PM^2$ (Figura 4). A análise da superfície de resposta mostrou que ocorreu um aumento nos teores de açúcares à medida que se aumentava a temperatura de incubação para todos os isolados de *C. musae*, sendo observado uma diminuição destes na temperatura em torno de 30 °C, devido ao avançado estágio de amadurecimento da fruta. A temperatura em torno de 20 e 10 °C independente do período de molhamento foi a que apresentou maior e menor teores de açúcares totais para todos os isolados utilizados, respectivamente.

A atividade do fitopatógeno, sobre a fruta foi responsável pelo aumento no teor de açúcar para algo em torno de 38 % para o SVF, 29 % para o MAG e FSA, mostrando que o *C. musae*

associados a banana pode elevar os teores de açúcares totais que servem como fonte nutritiva ao fitopatógeno. Em contra partida, depreciam o produto para o consumo *in natura* e para o processamento na indústria, também acarretando problemas para exportação. Rangel et al. (2002) e USDA (2005) trabalhando com diversas cultivares de banana, mostraram que o teor de açúcar podem varia de 13,44 a 23,43 %, dependendo da cultivar escolhida, tipo de amostra tomada e metodologia utilizada para determinação dos açúcares. Matsuura et al. (2002) trabalhando com banana cv. 'Pacovan' obteve um teor de açúcares de 25 %, sem a participação de fitopatógenos.

De modo geral, as temperaturas ao redor de 20, 25 e 30 °C além de favorecerem a umidade da fruta, também promoveram os maiores valores de pH, aumentaram a acidez titulável total e os teores de sólidos solúveis totais. Estes fatos podem contribuir negativamente para a comercialização da banana, seja pelo consumo *in natura*, pela indústria de processamento e, principalmente, para exportação visando geração de divisas para o país. Para conservação das mesmas, a faixa de temperatura em torno de 15 °C mostrou-se mais adequada por conservar as características físico-químicas desejáveis a banana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

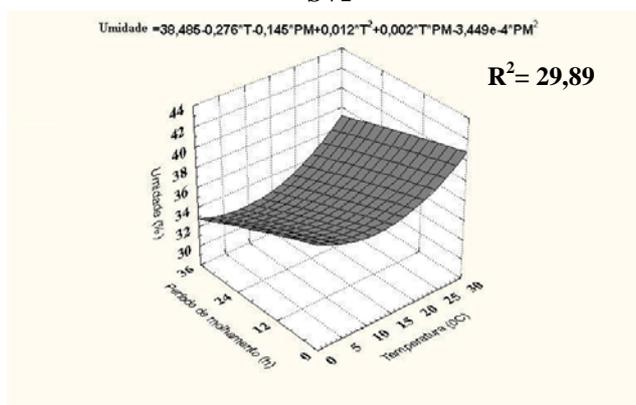
- ABAYASEKARA, C.; RATNAYAKE, S. & ADIKARAM, N.K.B. Resistance of banana fruit to fungal disease na overview. In: Jonson, G.J.; Highley, E. & Joyce, D.C. (Eds.) Disease resistance in fruit. Camberra. ACIAR Procceding, n.80. 1998. pp. 93-104.
- ALVES, E.J. A cultura da banana: aspectos técnicos, socioecômicos e agroindustriais. 2 ed. Brasília. EMBRAPA-SPI. 1999.
- A.O.A.C. Oficial methods of analysis of the Association of Official Analitical Chemists. 15^a ed. Arlinghton. 1990.

- BEZERRA NETO, E. & BARRETO, L.V. Métodos de análise químicas em plantas. Recife. Imprensa Universitária da UFRPE. 2004.
- BLEINROTH, A.L. Matéria-Prima. In: Instituto de Tecnologia de Alimentos. Banana – matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2 ed. Campinas. ITAL. 1995. pp. 133-196.
- BORGES, A.L.; ALVES, E.J.; SILVA, S. de O. SOUZA, L.da S.; MATOS, A.P. de; FANCELLI, M.; OLIVEIRA, A.M.G.; CORDEIRO, Z.J.M.; SILVEIRA, J.R.S. COSTA, D. da C.; MEDINA, V.M.; OLIVEIRA, S.L. de; SOUZA, J. da S.; OLIVEIRA, R.P. de; CARDOSO, C.E.L.; MATSUURA, F.C.A.U. & ALMEIDA, C.O. de. O cultivo da banana. Cruz das Almas. EMBRAPA-CNPMP. 1997. (Circular Técnica, 27).
- DAUNDASEKERA, M.; JOYCE, D.C.; AKED, J. & ADIKARAM, N.B.K. Ethylene production by *Colletotrichum musae* in vitro. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 62:21-28. 2003.
- FAO, FAOSTAT – FAO statistical data bases. Roma: World Agricultural Information Centre, 2004. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 28 jan. 2005.
- FERNANDES, K.M.; CARVALHO, V.D. de & CAL-VIDAL, J. Physical changes during ripening of silver bananas. *Journal of Food Science*. 44:1254-1255. 1979.
- FORSYTH, W.G.C. Banana and plantain. In: Nagy, S. & Shaw, P.E. *Tropical and Subtropical fruits: composition, properties and uses*. Westport. AVI. 1980. cap.5, p.258.
- IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro: Instituto de Geografia e Estatística, 2003. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda> Acesso em: 28 jan. 2005.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo, 3ª ed. 1985, 533p.
- LAL, R.K.; GARG, M. & RISHNAN, P.S. Biochemical aspects of the developing and ripening banana. *Phytochemistry*. 13:2365-2370. 1974.

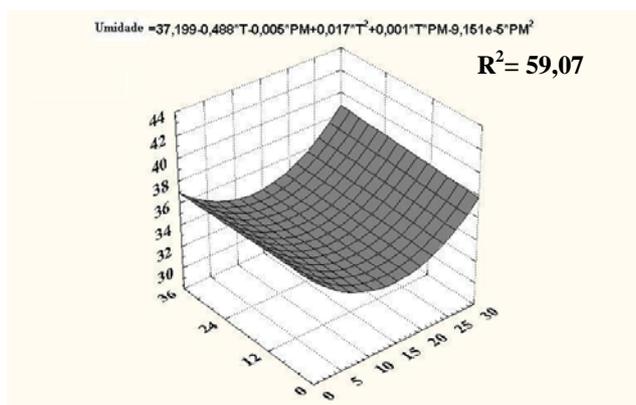
- LIMA FILHO, R.M. Caracterização isoenzimática, inoculações cruzadas de *Colletotrichum* e influência da temperatura no desenvolvimento da antracnose em maracujá. (Tese de Mestrado). Recife. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2003.
- MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L. & RIBEIRO, D.E. Qualidade sensorial de frutos de híbridos de bananeira cultivar Pacovan. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 24:263-266. 2002.
- MORAES, M.A.C. Métodos para a avaliação sensorial dos alimentos. 7 ed. Campinas. Unicamp. 1988.
- OHLWEILER, O.A. Química analítica quantitativa. 2 ed. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos. 1980.
- PEACOCK, B.C. Effect of *Colletotrichum musae* infection on the preclimacteric life of bananas. *Queensland Journal of Agriculture and Animal Science*. 30:239-246. 1973.
- RANGEL, A.; PENTEADO, L.A.C. & TONET, R.M. Cultura da banana. 2 ed. Campinas. CATI. 2002.
- ROSSIGNOLI, P.A. Atmosfera modificada por filme de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras para conservação de banana “Prata” em condição ambiente. (Tese de Mestrado). Lavras. Escola Superior de Agricultura de Lavras. 1983.
- SILVA, J.R. & CORDEIRO, Z.J.M. Fitossanidade na exportação de banana. In: Cordeiro, Z.J.M. (Org.) Banana fitossanidade. Brasília. EMBRAPA – SPI. 2000. pp.9-14.
- SNOWDON, A.L. A colour atlas of postharvest diseases & disorders of fruits & vegetables. London. CRC Press. 1991.
- SOTO BALLESTERO, M. Banano-cultivo y comercialización. 2 ed. San José. Litografía e Imprenta. 1992.
- USDA Nutrient database for Standard Reference release 13 (November, 1999). Disponível em: <<http://www.usda.gov>>. Acesso em: 30 jan. 2005.

YEMM, E.W. & WILLS, A.J. The estimation of carbohydrates by anthrone. *Biochemical Journal*. 57:508-514. 1954.

SVF



MAG



FSA

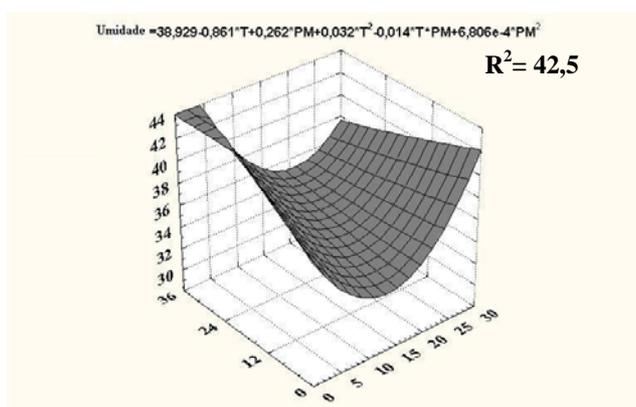


FIG. 1. Percentagem de umidade em frutos de banana submetidos a diferentes temperaturas e períodos de molhamento, após cinco dias de inoculação com isolados de *Colletotrichum musae* (SVF, MAG, FSA).

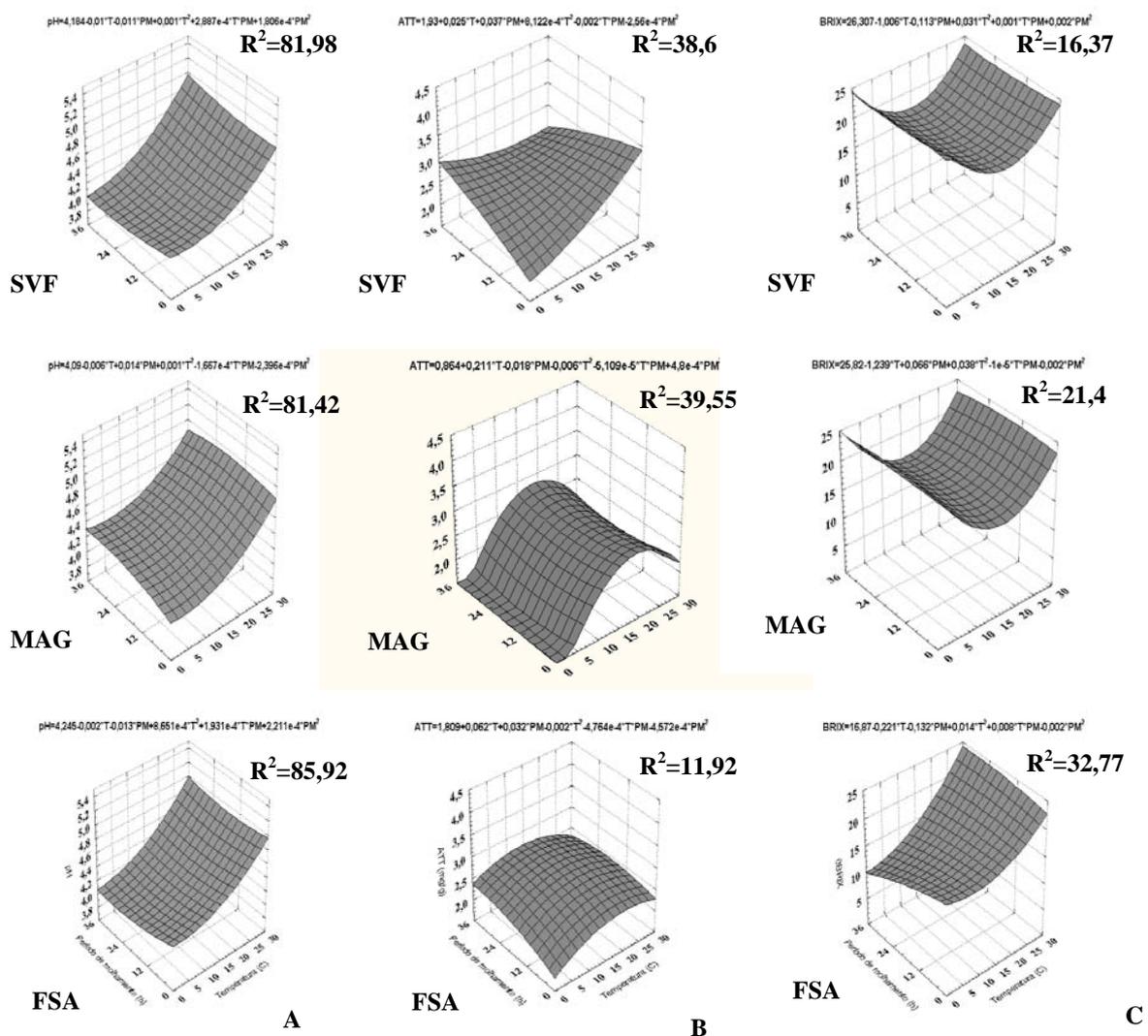


FIG. 2. Efeito da temperatura e período de molhamento no A. pH, B. Acidez Titulável Total (ATT), e C. Sólidos Solúveis Totais (°Brix) de frutos de banana inoculados com isolados de *Colletotrichum musae* (SVF, MAG, FSA), após cinco dias de incubação.

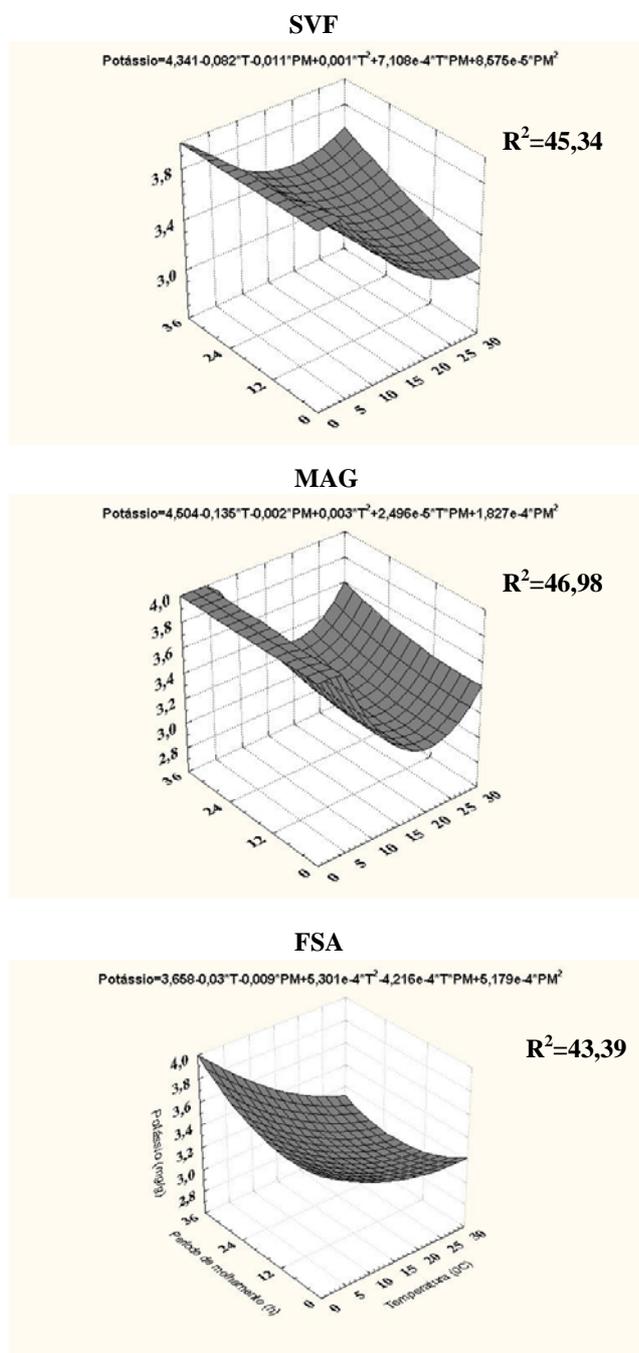


FIG. 3. Teor de potássio na matéria fresca de frutos de banana inoculados com isolados de *Colletotrichum musae* (SVF, MAG, FSA), após cinco dias de incubação.

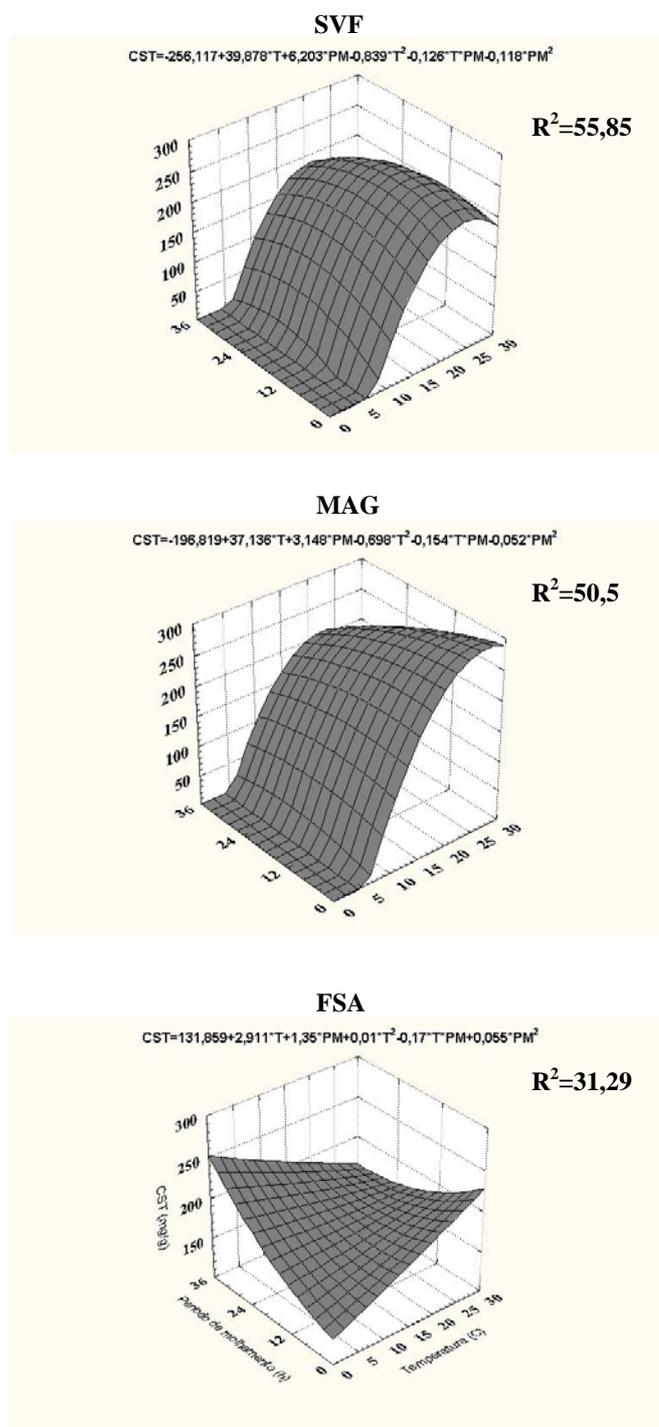


FIG. 4. Teor de carboidratos solúveis totais (CST) em banana fresca inoculada por cinco dias com isolados de *Colletotrichum musae* oriundas de diferentes regiões produtoras do Nordeste (SVF, MAG, FSA).

Conclusões gerais

CONCLUSÕES GERAIS

Diante dos resultados obtidos nos experimentos conclui-se que:

[Todos os isolados testados de *C. musae* mostraram-se patogênicos a banana;

[O método de inoculação com ferimento proporcionou as maiores lesões sobre a banana, independente do método de inoculação, disco ou suspensão;

[Observou-se aumento no tamanho da lesão à medida que se elevou a temperatura (10-30 °C) e período de molhamento (0-36 horas);

[À temperatura de 10 °C favoreceu o “chilling” sobre as frutas;

[A temperatura em torno de 15 °C na ausência de molhamento apresentou menor área lesionada pelo *C. musae* em banana;

[Os maiores teores de umidade da fruta foram obtidos em torno de 20 a 30 °C com períodos de molhamento de 24 a 36 h para todos os isolados testados;

[Nas temperaturas em torno de 10 e 15 °C verificou-se os menores teores de umidades, independente do período de molhamento utilizado;

[O pH da fruta aumentou à medida que elevou-se a temperatura e o período de molhamento;

[Os maiores valores da Acidez Titulável Total (ATT), para os isolados SVF e MAG, ocorreram ao redor da temperatura 25 °C com o período de molhamento de 12 h e 24 h, respectivamente. Para o isolado FSA o maior valor foi obtido em torno da temperatura 15 °C associada ao período de molhamento de 36 h;

[Temperatura em torno de 20 °C proporcionaram os maiores teores de Sólidos Solúveis Totais (SST) declinando com a elevação da temperatura;

[A temperatura ao redor de 10 °C e período de molhamento de 24 h para os isolados SVF e MAG e zero hora de molhamento para FSA, proporcionaram teores de potássio mais elevados;

[Os teores de açúcares totais aumentaram à medida que se elevou a temperatura de incubação para todos os isolados de *C. musae*, independente do período de molhamento;

[As temperaturas em torno de 20 e 10 °C, independente do período de molhamento, foram as que favoreceram maior e menor teores de açúcares totais para todos os isolados utilizados, respectivamente.