CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE BANANAS INJURIADAS MECANICAMENTE

FABIANA FUMI SASAKI¹, JUAN SAAVEDRA DEL AGUILA², GUY MITSUYUKI
TSUMANUMA³, RICARDO ALFREDO KLUGE⁴

¹ Eng^o Agrônoma, Aluna de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Fisiologia e Bioquímica de Plantas, Depto. Ciências Biológicas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, Fone: (0XX19) 34294136 r. 216, fsasaki@esalq.usp.br, Bolsista FAPESP

² Eng^o Agrônomo, Aluno de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Depto. Produção Vegetal, ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Bolsista FAPESP

³ Eng^o Agrônomo, Aluno de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Depto. Produção Vegetal, ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Bolsista CNPq-Brasil

⁴ Eng^o Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. de Ciências Biológicas, ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Bolsista CNPq-Brasil. Bolsista CNPq-Brasil.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 – João Pessoa - PB

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das injúrias mecânicas sobre parâmetros químicos de banana. Os tratamentos foram: frutos sem injúria mecânica (controle); frutos que sofreram três quedas de 60 cm da altura; frutos que sofreram três cortes de 70mm por 2 mm; frutos que sofreram três raspagens nas quinas de 50mm por 2 mm e frutos que sofreram compressão de 52,9 Newton por 15 minutos. Os frutos foram armazenados a 25°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) e 54% ($\pm 10\%$) UR, durante 21 dias, sendo avaliados a cada três dias. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 4 repetições. Os parâmetros analisados foram: sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT), ratio (SST/AT) e teor de ácido ascórbico. Observou-se que os tratamentos corte e raspagem foram os que causaram maiores modificações indesejáveis nas bananas, em comparação ao controle e aos demais tratamentos. Estes tipos de danos mecânicos (corte e raspagem) são os mais prejudiciais na pós-colheita da banana.

PALAVRAS-CHAVE: *Musa spp.*; amadurecimento; pós-colheita.

CHEMICAL CHARACTERIZATION OF MECHANICALLY INJURED BANANAS

ABSTRACT : The purpose of this work was to evaluate the effect of mechanical injuries on chemical parameters of banana fruits. Fruits were submitted to the following treatments: non-injured fruit (control), three 60cm free falls, three longitudinal cuts (70mm long and 2mm deep), three longitudinal scratches on the edges (50mm long and 2mm wide), and compression for 15 minutes (equivalent force of 52.9 Newton). Fruits were stored for 21 days at 25°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) and 54% ($\pm 10\%$) RH, and were evaluated every three days. A completely randomized experimental design with 4 replicates was used. The parameters analyzed were total soluble solids (TSS), total acidity (TA), TSS/TA ratio and ascorbic acid amount. It was observed that the cutting and scratching treatments were responsible for the most undesirable changes in fruits, when compared to the control and the other treatments. These types of injuries (cutting and scratching) can be considered the most harmful mechanical injuries to postharvest bananas.

KEY WORDS: *Musa spp.*, ripening, postharvest.

INTRODUÇÃO: A banana (*Musa spp.*) é uma das frutas mais consumidas no mundo, sendo produzida na maioria dos países tropicais. No Brasil, praticamente toda a produção de banana é

consumida *in natura*, tendo seu cultivo papel fundamental para a alimentação das famílias de baixa renda, geração de renda e fixação da mão-de-obra na zona rural. A banana constitui elemento importante na alimentação, não só pelo alto valor nutritivo, mas também pelo baixo custo de produção no país. Segundo dados de 2004, o Brasil é considerado o segundo maior produtor mundial, atrás apenas da Índia (FAO, 2005). O dano mecânico é um dos principais fatores que afetam as perdas pós-colheita de bananas, sendo que as diferentes formas de injúrias podem causar efeitos diferentes sobre os produtos agrícolas, sendo mais comuns a alteração na aparência e coloração, rápido amadurecimento (devido ao aumento na respiração e produção de etileno), incremento na perda de água dos frutos, e aumento no desenvolvimento de microrganismos, afetando assim diretamente na qualidade e no preço de venda dos frutos (DADZIE & ORCHAD, 1997; LLADÓ & DOMINGUEZ, 1998). De acordo com CORTEZ et al. (2002), injúrias mecânicas podem ser definidas como sendo deformações plásticas, rupturas superficiais e em casos mais extremos como a destruição de tecidos. O dano mecânico pode ser resultante de diferentes formas de injúrias, podendo-se citar: impacto, pressão, vibração, corte e abrasão (MOHSEIN, 1986; DADZIE & ORCHAD, 1997; MATTIUZ & DURIGAN, 2001; LLADÓ & DOMINGUEZ, 1998; CORTEZ et al., 2002). Neste trabalho, objetivou-se avaliar as alterações nos frutos de bananeira, cultivar Nanicão (*Musa acuminata*, AAA) pertencente ao grupo Cavendish, quando submetidos a quatro tipos de injúrias mecânicas e armazenadas em condição ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS: Bananas ‘Nanicão’ foram colhidas quando o fruto central da segunda penca atingiu o diâmetro de 34 ± 2 mm. Os frutos foram colhidos na região de Piracicaba-SP e cuidadosamente transportados até o Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Pós-colheita do Departamento de Ciências Biológicas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP, onde foram selecionados quanto à firmeza, ausência de injúrias mecânicas e infecções visíveis. Os frutos foram despencados e individualizados, utilizando-se apenas a segunda, a terceira e a quarta pencas, aplicando-se os seguintes tratamentos: T1 = frutos sem injúria mecânica (controle); T2 = frutos que sofreram impacto através de uma queda livre a uma altura de 60 cm., cada fruto sofreu três quedas na região central, no mesmo lado; T3 = frutos que sofreram 3 cortes de 70 mm de comprimento por 2 mm de profundidade na sua região central, no sentido longitudinal dos frutos; T4 = frutos que sofreram raspagem em 3 quinas, na região central dos frutos, num comprimento de 50 mm por uma largura de 2 mm., também no sentido longitudinal destes; T5 = frutos com aplicação de compressão na região central destas, com auxílio de um aparelho que exercia uma força de 52,9 Newton (N) por 15 minutos. As áreas lesionadas foram demarcadas e os frutos acondicionados, em bandejas de poliestireno expandido, armazenados em temperatura ambiente de $25^{\circ}\text{C} (\pm 2^{\circ}\text{C})$ e 54% ($\pm 10\%$) de umidade relativa (UR). Estas condições ambientais foram diariamente monitorados com um termohigrógrafo marca TempTec. As avaliações foram realizadas a cada 3 dias, por um total de 21 dias. O teor de sólidos solúveis totais (SST), foi quantificado após trituração de cada amostra em multiprocessador doméstico, uma gota do suco proveniente desta foi colocada em um refratômetro digital Atago, com a leitura sendo feita em °Brix (Carvalho et al., 1990). A acidez titulável, foi determinada por titulação com NaOH 0,1 N até pH 8,1, com os resultados expressos em % de ácido málico (CARVALHO et al., 1990). O ratio foi obtido pela divisão do teor de sólidos solúveis pela acidez titulável. O teor de ácido ascórbico foi determinada colocando-se 10 g da amostra em frasco Erlenmeyer contendo 50 mL de solução de ácido oxálico. A titulação foi efetuada com o indicador DCFI (2,6-diclorofenol indolifenol-sódico) até atingir a coloração rosada, persistente por 15 segundos (CARVALHO et al., 1990). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de amostra. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 4 repetições de um frutos para cada tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: No caso da banana, o teor de SST aumenta rapidamente com a maturação do fruto, em decorrência de uma degradação do amido em açúcares solúveis. O teor de SST

teve um acréscimo altamente significativo entre o primeiro e o 21º dia para todos os tratamentos, com exceção do tratamento queda, onde o aumento foi menos acentuado (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de sólidos solúveis totais (°Brix) da polpa das bananas armazenadas a 25°C (±2°C) e 54% (±10%) de umidade relativa (UR) submetidas a diferentes injúrias mecânicas.

Tratamentos	Dias							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Controle	3,2aC	5,2aC	5,1aC	5,0bC	10,1bBC	18,5abAB	18,8bcAB	21,8abA
Queda	3,2aB	3,7aB	5,0aB	4,2bB	6,9bB	11,1bAB	20,9abA	13,2bAB
Corte	3,2aC	3,8aC	6,2aC	4,4bC	5,6bC	17,3bB	28,5aA	28,3aA
Raspado	3,2aB	4,4aB	10,6aB	20,5aA	20,9aA	27,7aA	26,9abA	24,2aA
Compressão	3,2aB	4,3aB	5,4aB	4,2bB	4,7bB	11,0bB	10,8cB	25,0aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V(%) = 12,598.

Para a acidez titulável obteve-se um acréscimo nos teores ao longo do experimento, independentemente do tratamento. No início do experimento obteve-se 0,20 % de ácido málico para todos os tratamentos, enquanto que no 21º dia, estes valores foram de 0,50; 0,47; 0,44; 0,40 e 0,33 %, para os tratamentos queda, compressão, controle, corte e raspado, respectivamente (Tabela 2). A banana ao contrário de outras frutas, no início da maturação apresenta baixa acidez, o qual vai aumentando lentamente, à medida que o fruto amadurece, porém após o amadurecimento os valores voltam a decrescer.

Tabela 2. Valores de acidez titulável (% de ácido málico) da polpa das bananas armazenadas a 25°C (±2°C) e 54% (±10%) de umidade relativa (UR) submetidas a diferentes injúrias mecânicas

Tratamentos	Dias							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Controle	0,20aA	0,22aA	0,25aA	0,25aA	0,33aA	0,58bA	0,63aA	0,44aA
Queda	0,20aA	0,21aA	0,28aA	0,27aA	0,36aA	0,44bA	0,53aA	0,50aA
Corte	0,20aB	0,20aB	0,27aB	0,27aB	0,30aB	0,65aA	0,38aB	0,40aB
Raspado	0,20aA	0,27aA	0,43aA	0,58aA	0,43aA	0,42bA	0,35aA	0,33aA
Compressão	0,20aA	0,24aA	0,21aA	0,26aA	0,27aA	0,34bA	0,42aA	0,47aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V(%) = 14,911

O ratio teve um acréscimo ao longo do experimento, iniciando com 16,4 (dia 0) e alcançando, no 21º dia, valores de 72,6; 71,5; 54,7; 49,9 e 25,1 para os tratamentos raspado, corte, compressão, controle e queda, respectivamente, sendo que nesta última avaliação, o tratamento queda foi significativamente inferior aos demais (Tabela 3).

Tabela 3. Valores do ratio (sólidos solúveis totais/acidez total) da polpa das bananas armazenadas a 25°C (±2°C) e 54% (±10%) de umidade relativa (UR) submetidas a diferentes injúrias mecânicas.

Tratamentos	Dias							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Controle	16,4aB	22,7aB	20,4aB	19,9bB	26,0bB	30,2bAB	30,3bAB	49,9bA
Queda	16,4aB	17,3aB	17,9aB	15,7bB	18,4bB	24,0bAB	42,3bA	25,1cAB
Corte	16,4aB	18,9aB	23,3aB	16,1bB	18,2bB	27,2bB	76,1aA	71,5aA
Raspado	16,4aD	16,0aD	23,2aCD	38,3aBC	45,4aB	66,5aA	76,2aA	72,6aA
Compressão	16,4aB	18,0aB	25,8aB	15,9bB	17,1bB	29,5bB	26,4bB	54,7abA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V(%) = 11,087

O conteúdo de ácido ascórbico permaneceu constante durante todo o período de armazenamento, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos. No 21º dia, obteve-se 3,84; 2,16; 1,27; 1,19 e 1,08mg 100g⁻¹, nos tratamentos corte, raspado, controle, compressão e queda, respectivamente (Tabela 4). Os teores verificados são semelhantes com os valores obtidos por ALDEMARO (1981), o qual realizou uma caracterização físico-química de algumas variedades de banana na Venezuela.

Tabela 4. Valores do ácido ascórbico (mg ácido ascórbicos/100 g) da polpa das bananas armazenadas a 25°C (±2°C) e 54% (±10%) de umidade relativa (UR) submetidas a diferentes injúrias mecânicas.

Tratamentos	Dias							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Controle	1,68aA	1,55aA	1,33aA	1,63aA	1,53aA	1,39aA	1,88aA	1,27bA
Queda	1,68aA	1,54aA	1,76aA	2,01aA	1,42aA	1,44aA	1,57aA	1,08bA
Corte	1,68aB	1,87aB	2,10aB	2,39aAB	1,75aB	1,50aB	1,46aB	3,84aA
Raspado	1,68aA	1,77aA	1,86aA	2,24aA	1,30aA	2,13aA	1,26aA	2,16bA
Compressão	1,68aA	1,33aA	1,63aA	2,02aA	2,04aA	1,33aA	1,26aA	1,19bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V(%) = 9,603

CONCLUSÃO: Nas condições deste experimento os tratamentos corte e raspado foram os que causaram maiores modificações indesejáveis nas bananas, ao obter-se ao final do experimento por exemplo um ratio excessivamente alto para o consumo, em comparação ao controle e os demais tratamentos. Estes tipos de danos mecânicos devem ser na medida do possível evitados na pós-colheita da banana.

REFERÊNCIAS

- ALDEMARO, V.M. Caracterização físico-química en algunas variedades de banana. Revista Facultad Agronomía, v.12, n.1-2, p.95-107, 1981.
- CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M.N. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121p. (ITAL. Manual Técnico).
- CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. (ed.) **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Embrapa Hortaliças (Brasília, DF), - Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2002. 428 p.
- DADZIE, B.K.; ORCHAD, J.E. **Routine post-harvest screening of banana/plantain hybrids: criteria and methods**. Inibap Technical Guidelines 2. Montpellier: International Network for the Improvement of Banana and Plantains, 1997. 63 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **Statistical databases**. Rome, 2005. Disponível em: < <http://www.fao.org/> > Acesso em 09/11/2005.
- LLADÓ, J.D.S.; DOMINGUEZ, A.M. The effects of peel abrasion on the postharvest physiology and commercial life of banana fruits. **Acta Horticulturae**, n. 490, p. 547-553, 1998.
- MATTIUZ, B.H.; DURIGAN, J.F. Efeito de injúrias mecânicas no processo respiratório e nos parâmetros químicos de goiabas “Paluma” e “Pedro Sato”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 282-287.
- MOHSENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials: structure, physical characteristics and mechanical properties**. New York: Gordon and Breach, 2 ed., 1986, 891p.