



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS

*Potencial Vitamínico da Banana Verde
e Produtos Derivados*

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por **Maria Teresa Mendes Ribeiro Borges**, aprovada pela Comissão Julgadora em 27 de novembro de 2003.

Maria Teresa Mendes Ribeiro Borges

Química

Campinas, 27 de novembro de 2003.

Prof.^a. Dr.^a. Helena Teixeira Godoy

Orientadora


Profa. Dra. Helena Teixeira Godoy
Presidente da Banca

Campinas

2003

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

UNIDADE	<u>FE</u>
Nº CHAMADA	<u>UNICAMP</u>
	<u>B644p</u>
V	EX
TOMBO BC/	<u>56869</u>
PROC.	<u>16/11/7109</u>
C	☐
D	☒
PREÇO	<u>2,00</u>
DATA	<u>20/06/2004</u>
Nº CPD	

CM00194037-4

B6 id 309312

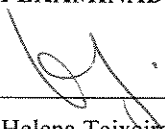
FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

B644p Borges, Maria Teresa Mendes Ribeiro
Potencial vitamínico da banana verde e produtos derivados /
Maria Teresa Mendes Ribeiro Borges. – Campinas, SP: [s.n.],
2003.

Orientador: Helena Teixeira Godoy
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

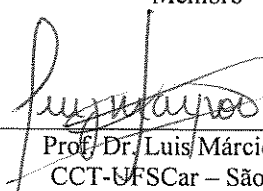
I.Banana. 2.Vitamina. 3.Banana – Produtos. I.Godoy,
Helena Teixeira. II.Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos. III.Título.

BANCA EXAMINADORA

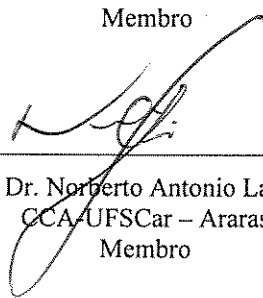


Profª Dra. Helena Teixeira Godoy
FEA-UNICAMP – Campinas
Presidente

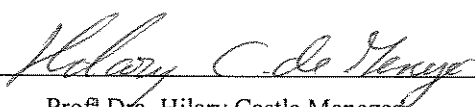
Profª Dra. Marilene De Vuono Camargo Penteado
FCF-USP – São Paulo
Membro



Prof. Dr. Luis Márcio Poiani
CCT-UFSCar – São Carlos
Membro

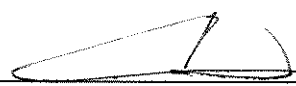


Prof. Dr. Norberto Antonio Lavorenti
CCA-UFSCar – Araras
Membro



Profª Dra. Hilary Castle Menezes
FEA-UNICAMP – Campinas
Membro

Profª Dra. Neura Bragagnolo
FEA-UNICAMP – Campinas
Membro



Dr. Paulo Roberto Nogueira Carvalho
ITAL – Campinas
Membro

*Este trabalho
eu dedico de forma especial
e com muito carinho
à minha família, Gil, Caio e Cíntia.*

Agradeco

À Deus, pela presença constante em minha vida e pelas bênçãos recebidas na confecção deste trabalho, principalmente pelos amigos e pela orientadora,

À professora Helena, pela orientação dedicada e amizade,

Ao Gil, Caio e Cíntia, pelo amor, carinho, apoio e paciência.

À minha mãe pelo carinho e amor dedicados a vida toda.

Aos meus irmãos, familiares e amigos que se preocuparam e que torceram por mim nestes anos.

Ao Prof. Cláudio ao Renato e ao Cidinho pela grande amizade e colaboração, e a todos do DTAiSER, pelo apoio.

À Cris, Juliana, Rodrigo, Marcelo... todos os amigos do Laboratório de Análises de Alimentos da FEA-UNICAMP pela colaboração, apoio e amizade.

À UFSCar pelas facilidades, à CAPES pela bolsa, à Fazenda Taperão pelas amostras, ao Departamento de Ciências de Alimentos da FEA-UNICAMP... à todos que de forma direta ou indireta participaram deste trabalho.

Que Deus os abençoe também.

RESUMO GERAL

O Brasil, um dos maiores produtores mundiais de banana, é também um dos maiores desperdiçadores deste fruto. A banana, um alimento facilmente encontrado em diversas regiões do planeta, não possui muitas alternativas de industrialização, o que vem colaborar ainda mais com essas perdas. A utilização da banana verde tem sido colocada como uma alternativa para minimizar esse problema. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial vitamínico da banana, contribuindo para o melhor aproveitamento do fruto. Frutos das variedades Nanicão e Prata, cultivados em diferentes solos de pomares da Fazenda Taperão, no município de Brotas-SP, foram analisados desde o aparecimento do cacho no pé até sua senescência, com e sem indução do amadurecimento pós-colheita. A caracterização vitamínica foi feita por meio da determinação dos teores de vitaminas do complexo B (PP, B₁, B₂, B₆ e folatos), pró-vitamina A (β -caroteno) e vitamina C (ácido L-ascórbico (LAA) e ácido deidroascórbico (DHAA)). Dois produtos foram produzidos utilizando-se da polpa de banana verde (pão e nhoque) e os teores de vitaminas destes alimentos também foram determinados, comparando-os com os encontrados em produtos similares de mercado (nhoque de batata e pão integral). Um teste sensorial foi aplicado a uma equipe de provadores não treinados verificando-se a aceitação destes alimentos. As frutas analisadas, no estágio verde, apresentaram, respectivamente para as variedades Nanicão e Prata, os seguintes teores médios de vitaminas: B₁ – 0,57 e 0,84mg/100g; B₆ – 1,4 e 1,1mg/100g; ácido fólico – 135 e 104 μ g/100g; LAA – 17,6 e 20,2mg/100g; DHAA – 6,1 e 5,8mg/100g; e β -caroteno – 1073 e 441 μ g/100g. Os teores de vitaminas nos frutos maduros também foram analisados obtendo-se os seguintes resultados médios para Nanicão e Prata, respectivamente: B₁ – 0,63 e 1,08mg/100g; B₆ – 0,75 e 0,63mg/100g; LAA – 12,4 e 19,2mg/100g; DHAA – 3,6 e 4,5mg/100g; e β -caroteno – 1682 e 1072 μ g/100g. A vitamina B₂ não foi encontrada em nenhuma amostra analisada. Os produtos feitos a base de polpa de banana verde apresentaram índices de vitaminas semelhantes aos produtos convencionais e aos da fruta *in natura*, exceto para as formas da vitamina C. Os testes de aceitação mostraram que existe uma tendência em aceitar os produtos, no entanto, algumas modificações devem ser feitas nas formulações aqui propostas. Os resultados indicam que, em termos do conteúdo vitamínico, há grande possibilidade da utilização da polpa de banana verde para a obtenção de produtos com importante valor nutricional.

SUMMARY

Brazil, the greatest world-wide producers of banana, is also one that most wastes this fruit. The banana, a food easily found in many regions of our planet, has few alternatives for industrialization, which collaborates even more with these losses. The use of the green banana has been considered as an alternative to minimize this problem. The objective of this work was to evaluate the vitamin potential of the banana, contributing to a better exploitation of the fruit. Fruits of the varieties Nanicão and Prata, cultivated in different types of soil of the orchards of the Taperão Farm, in the town of Brotas - SP, were analyzed as from the appearance of the fruit through to senescence, with and without induction of the ripening post-harvest. The vitamin characterization carried out by determining the vitamin levels of the B complex (PP, B₁, B₂, B₆ and folic acid), pro-vitamin A (β -carotene) and vitamin C (L-ascorbic acid (LAA) and dehydroascorbic acid (DHAA)). Two products were made (bread and nhoque) using unripe banana pulp and the vitamin contents of these foods were also determined, comparing with those found in similar products on the market (potatoes nhoque and integral bread). A sensory test was conducted, applied to a group of untrained panelists verifying the acceptance of these foods. The fruits analyzed, in the unripe stage, showed the following average vitamin contents for Nanicão and Prata respectively: B₁ – 0.57 and 0.84mg/100g; B₆ – 1.4 and 1.1mg/100g; folic acid – 135 and 104 μ g/100g; LAA – 17.6 and 20.2mg/100g; DHAA – 6.1 and 5.8mg/100g; e β -carotene 1073 and 441 μ g/100g. The vitamin levels in the mature fruits were also analyzed giving the following average results for Nanicão and Prata, respectively: B₁ – 0.63 and 1.08mg/100g; B₆ – 0.75 and 0.63mg/100g; LAA – 12.4 and 19.2mg/100g; DHAA – 3.6 and 4.5mg/100g; and β -carotene – 1682 and 1072 μ g/100g. The vitamin B₂ was not found in samples analyzed. The products made from unripe banana pulp presented similar vitamin levels to the conventional products and to those of the fruit in natura, except for the various forms of vitamin C. The sensory acceptance tests showed a tendency to accept the products, although some modifications must be made in the formulas proposed here. The results indicate that, in terms of the vitamin content, there is considerable potencial for the use of green banana pulp to prepare products of high nutritional value.

ÍNDICE

Introdução	1
Referências Bibliográficas	3
 Capítulo I Banana – Aspectos econômicos e composição da fruta – uma revisão	
Introdução	7
Classificação botânica	7
Importância econômica	9
Aspectos da agroindústria bananeira	13
Aspectos nutricionais da banana	16
Determinação de vitaminas	21
Referências bibliográficas	23
 Capítulo II Otimização da metodologia para determinação de vitaminas do complexo B em banana verde por CLAE	
Resumo	31
Abstract	32
Introdução	32
Material	34
Amostras	34
Reagentes	35
Métodos	35
Hidrólise ácida	36
Tratamento enzimático	36
Identificação e quantificação	37
Repetibilidade e recuperação	37
Resultados e discussão	38
Hidrólise ácida	38
Hidrólise enzimática	41
Teste de recuperação	45
Repetibilidade	47
Identificação	47
Conclusões	53
Referências bibliográficas	53
 Capítulo III Potencial vitamínico da banana em diferentes estádios de crescimento e maturação	
Resumo	57
Abstract	58
Introdução	59
Material e métodos	61
Amostras e amostragens	61
Delineamento experimental	62
Preparo da amostra	63
Determinação das vitaminas	63
Resultados e discussão	66
Conclusões	81

	Referências bibliográficas	82
Capítulo IV	Transformações vitamínicas pós-colheita de bananas climatizadas e não climatizadas	
	Resumo	85
	Abstract	86
	Introdução	87
	Material e métodos	88
	Resultados e discussão	90
	Conclusões	104
	Referências bibliográficas	104
Capítulo V	Avaliação vitamínica e análise de aceitação de produtos feito a base de banana verde e correspondentes produtos convencionais	
	Resumo	107
	Abstract	108
	Introdução	109
	Material e métodos	110
	Preparo dos produtos	110
	Análises de vitaminas	111
	Teste de aceitação	112
	Resultados e discussão	114
	Análise de vitaminas	114
	Análise sensorial	116
	Conclusões	118
	Referências bibliográficas	119
	Conclusões gerais	121
	Anexos	123

INTRODUÇÃO

Um dos aspectos do desenvolvimento brasileiro, devido à característica fundamentalmente agrícola do país, está relacionado com o desenvolvimento de seus setores agroindustriais. A exemplo dos complexos canavieiro e cítrico, outros setores de importância sócio-econômica podem, e devem ser explorados, com uma visão integralizada com intuito de trazer aos produtos agrícolas maior valor agregado, evitando o desperdício de alimentos, aumentando a renda dos produtores, e trazendo matérias-primas alimentícias alternativas, nutritivas e com preço acessível à população (CARDOZO FILHO e POIANI, 1987; POIANI, 1987; COSTA e FRANÇA, 1993; MOSQUEDA, 1994; NEVES, 1995).

Historicamente, o setor bananeiro ocupa lugar de destaque no cenário sócio-econômico brasileiro, onde contribui com uma grande porcentagem do valor da produção dos principais produtos agrícolas, além do que a banana é um produto passível de exportação. É a fruta mais consumida no mundo, tanto pelas classes mais privilegiadas como pelas menos favorecidas, sendo o Brasil apontado como o maior consumidor mundial de bananas (AGRIANUAL, 2000, 2001, 2002, 2003).

As exportações dos frutos brasileiros dobraram de 2001 para 2002, chegando a 241 mil toneladas (FÁVARO, 2003), no entanto o Brasil ainda está em baixa no ranking de exportações. Apesar de ser um dos maiores produtores mundiais do fruto, outros países em desenvolvimento da América Latina e do Caribe, como Equador, Costa Rica e Colômbia, são os principais exportadores mundiais de banana. Nesses países a produção de bananas representa importante fonte de divisa, renda e emprego (CRUZ e GALEAZZI, 1997; FÁVARO, 2003).

A cultura da banana encontra-se disseminada por todo o território nacional, sendo a banana um alimento fácil de ser encontrado e típico de regiões pobres. Sua produção é destinada quase que exclusivamente ao abastecimento de frutas frescas, servidas à mesa da população. Esse baixo grau de industrialização contribui, sobremaneira, para a manutenção

das perdas que ocorrem na produção, entre a colheita, transporte e armazenamento (FRUTICULTURA, 1991; INFORME AGROPECUARIO, 1999).

A bananicultura encontra-se entre as dez culturas mais importantes do país e, mesmo depois do alastramento da cultura canavieira, o Brasil ainda se encontra entre os maiores produtores mundiais, sendo responsável pela produção de 6,7 milhões de toneladas de bananas por ano, correspondentes a cerca de 700 milhões de cachos. Destes, 350 milhões destinam-se ao consumo *in natura*, 60 milhões são industrializados e 20 milhões são exportados. Sobram cerca de 270 milhões de cachos que são desperdiçados de formas diversas (na produção e por razões climáticas, na colheita, nas embalagens de madeira ou nos cachos se a venda for realizada em cachos, no transporte, com o manuseio nas feiras e supermercados) chegando em determinadas regiões a 50% da produção. Portanto, apesar de ser um grande produtor mundial do fruto, o Brasil apresenta o maior índice de desperdício (MOURA, 1986; GALEAZZI, *et al.*, 1989; IPEA, 1990; CEAGESP, 1998; TORRES, 1999).

Uma forma de diminuir esse desperdício seria a utilização de banana ainda no estágio verde, porém poucas são as aplicações que se tem dado à banana verde, sendo encontrados na literatura diversos estudos feitos mas com bananas maduras (FERNANDES *et al.*, 1978; SALDANHA, 1986; ITAL, 1990; CHAPARRO, 1991; EMBRAPA, 1994; GOWEN, 1995).

O Centro de Ciências Agrárias, *campus* avançado da Universidade Federal de São Carlos–CCA/UFSCar/Araras, vem desde 1995, por solicitação da Cooperativa dos Bananicultores do Vale do Ribeira, estudando a produção de alimentos à base de massa de polpa de banana verde (MPBV) e massa de casca de banana verde (MCBV) (ELIAS JUNIOR *et al.*, 1996; FENILI *et al.*, 1996; POIANI e BORGES, 1996; SANTOS *et al.*, 1996; BAPTISTA e BORGES, 1997; BRUNO e BORGES, 1997; COSTA e BORGES 1997; POIANI e BORGES, 1997a; POIANI e BORGES, 1997b; SANTOS *et al.*, 1997; SHIFFLER e BORGES, 1998).

A MPBV, por se tratar de uma massa constituída basicamente de amido, permite a produção de vários alimentos como pão, nhoque e patês, entre outras massas, podendo ainda ser misturada à MCBV, rica em fibras dietéticas, introduzindo esta qualidade ao novo

alimento (FIBRA NEWS, 1990; BRUNO e BORGES, 1997; COSTA e BORGES, 1997; SHIFFLER e BORGES, 1998).

A justificativa social para o desenvolvimento do trabalho baseia-se no fato de que a confirmação do valor vitamínico, tanto da banana verde como dos produtos produzidos a base de banana verde, aliada ao preço acessível desta matéria-prima e a utilização de tecnologia simples, podem auxiliar no combate à desnutrição, haja vista a possibilidade de utilizar estes produtos também na merenda escolar, dando vazão à fruta excedente nos municípios, principalmente no Vale do Ribeira, região mais pobre do estado de São Paulo.

O conhecimento gerado aqui poderá incentivar o estabelecimento de pequenas unidades agro-industriais, a partir de cooperativas, por exemplo, e que necessitam geralmente de mão-de-obra para atividades básicas como, seleção de frutas, descascamento e embalagem, entre outras, gerando, portanto, novos empregos e criando mecanismos para incorporar valor ao produto do campo e combater o desperdício.

A falta de dados na literatura sobre vitaminas em banana, principalmente no estágio verde, conduziu aos seguintes objetivos: (1) otimização de metodologia e análise simultânea dos teores de vitaminas do complexo B por CLAE (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência); (2) avaliação dos teores de vitaminas do complexo B (B_1 , B_2 , B_6 , PP e folatos), além do β -caroteno (pró vitamina A) e da vitamina C (DHAA e LAA) em frutos em diferentes estádios de crescimento e maturação; (3) avaliação da influência do tipo de solo e da presença ou não de indutor de maturação nos teores de vitaminas presentes no fruto; (4) avaliação dos teores das vitaminas nos produtos fabricados com polpa de banana verde (nhoque e pão) e comparação com similares do mercado; e (5) avaliação da aceitação dos produtos fabricados com a massa da polpa de banana verde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2000. Banana. A qualidade em primeiro lugar. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio. p.194-200, 2000.
- AGRIANUAL 2001. Banana. Má qualidade compromete a produção. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio. p.172-177, 2001.

- AGRIANUAL 2002. Banana. Penca de Problemas por Superar. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio. p.131-137, 2002.
- AGRIANUAL 2003. Banana. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio. p.229-234, 2003.
- BAPTISTA, A. C., BORGES, M. T. M. R. Estudo do aproveitamento da banana em diferentes estados de maturação. **Trabalho de Graduação**. UFSCAR, Araras Março de 1997. 90p.
- BRUNO, A. C., BORGES, M. T. M. R.. Definição e análise das fibras alimentares presentes em casca de banana. **Anais de Resumos**. V CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFSCar. São Carlos, SP. p 205, 1997.
- CARDOZO FILHO, L., POIANI, L. M. Produção Integrada de alimentos a baixo custo. **Anais de Resumos**. VI CICTE, EESC-USP, São Carlos, p.192. 1987.
- CEAGESP. BOLETIM ANUAL DO CEAGESP. São Paulo, 1998.
- CHAPARRO, M. C. C. Para nós, a banana. In: **Diário Popular**, São Paulo, 04 jan. p.6, 1991.
- COSTA, A. S., BORGES, M. T. M. R. Definição e análise das formas de amido presentes em diferentes variedades de banana verde. **Anais de Resumos**. V CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFSCar. São Carlos, SP. p.204, 1997.
- COSTA, C., FRANÇA, V. Pólis – Alternativas contra a fome. **Pólis**. São Paulo, 1993. 11p.
- CRUZ, V. L. R., GALEAZZI, M. A. M. Caracterização da Bananicultura Visando sua Performance Exportadora: um estudo de caso da Divisão Regional Agrícola (DIRA) de Registro – SP. **Cadernos de Debate**, v.5, p.77-109, 1997.
- ELIAS JÚNIOR, R., BORGES, M. T. M. R., POIANI, L. M. Caracterização genérica de sais minerais em banana verde. Avaliação por refratometria e condutometria. **Anais de Resumos**. CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIMEP. v4. Piracicaba, p.27, 1996.
- EMBRAPA. A cultura da banana. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical. **Coleção Plantar**, Brasília, 16. 1994. 81p.
- FÁVARO, T. Ano bom para a banana. **O Estado de São Paulo**. Suplemento Agrícola. n.º 2465, p.6-7, 5 fev, 2003.
- FENILI, T. A. B., BORGES, M., BORGES, M. T. M. R. Desenvolvimento de processos agroindustriais integrados voltados para o setor bananeiro. **Anais de Resumos**. CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIMEP. Piracicaba, SP. v4. p.26, 1996.
- FERNANDES, H. M. V. R., SOUZA, M. H., SOUZA, M. P. N. **Bibliografia de banana (*Musa spp*)**. EMBRAPA. Cruz das Almas, 1978. 82p.

- FIBRA NEWS. ed. especial. São Paulo, Centro de Informações sobre Fibras Alimentares, 1990.
- FRUTICULTURA, Banana. **Informações Econômicas**. São Paulo, v.12, n.12, p.60-67, 1991.
- GALEAZZI, M. A. M., AGUEDA, B. U., GROSSO, C.R.F. Produção, Consumo e Agroindústria - **Relatório de pesquisa**. Conselho Nacional de Pesquisas, dez. 1989.
- GOWEN, S. **Bananas and Plantains**. Chapman Hall. World crop series.1st ed. London, 1995. 612p.
- INFORME AGROPECUARIO. **Banana**: Produção, Colheita e Pós-colheita. EPAMIG, v.20, n.º 196, 1999. 108 p.
- ITAL. Banana. **Frutas Tropicais**. INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Campinas. n.3. 1990. 258 p.
- IPEA. Estatística da Agricultura Brasileira, 1990.
- MOSQUEDA, V. R. La Investigacion en banano y plátano en México y necesidades futuras. In: **Memórias de la X reunión**, Acobart 91, Villahermosa, Mex. San Jose. P.669-676. 1994.
- MOURA, P. A. M. Aspectos econômicos da cultura da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo horizonte, ano 12, n.133, p.3-7, jan. 1986.
- NEVES, M. F. **Sistema Agroindustrial Citrícola: um exemplo de quase integração no agribusiness Brasileiro**. Dissertação (Mestre em economia) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP. São Paulo, 1995.
- POIANI, L.M., BORGES, M.T.M.R. Programa de Desenvolvimento de Processos Agroindustriais Integrados Voltados para o Setor Bananeiro. Programa de Pesquisa e extensão DTAiSER/CCA/UFSCar, Araras 1996.
- POIANI, L. M., BORGES, M. T. M. R. Alimentos enriquecidos com banana verde. In: I ENCONTRO DE EXTENSÃO DA UFSCAR: O Papel e a Atuação da UFSCar na Sociedade, 1, **Resumos**. São Carlos, 1997 a.
- POIANI, L. M., BORGES, M.T.M.R. Industrialização da matéria-prima banana verde. **Anais de Resumos**. II SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS. CAMPINAS, SP. p.117 (325). 1997 b.
- POIANI, L. M. Desenvolvimento de Comunidades Agroindustriais. **Revista DEP-UFSCar**, n.7, São Carlos, p. 32-39, maio, 1987.
- SALDANHA, E. M. **Bibliografia brasileira de banana**. EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, CNPMF. Brasília, 1986. 233p.
- SANTOS, M. B., ELIAS JUNIOR, R., VALSECHI, O. A., BORGES, M. T. M. R.. Avaliação de curvas de maturação de duas variedades de bananas. **Anais de Resumos**. V CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFSCar. São Carlos SP, p.204. 1997.

- SANTOS, M. B., VALSECHI, O. A., BORGES, M. T. M. R. Avaliação de características tecnológicas da banana em diferentes fases de sua maturação visando seu processamento industrial. **Anais de Resumos**. IV CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFSCar. São Carlos SP p.261, 1996.
- SHIFFLER, C., BORGES, M. R. M. R. Validação da determinação de cinzas em banana verde. VI CONGRESSO INICIAÇÃO CIENTÍFICA, de 14 a 16 de outubro de 1998., UFSCar. CD Rom Artigo BA 073.
- TORRES, G. A pesquisa gera tecnologia para melhorar a qualidade da bananicultura nacional. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.196, p.3, jan. 1999.

CAPÍTULO I

ASPECTOS ECONÔMICOS E COMPOSIÇÃO DA BANANA – UMA REVISÃO

Borges, Maria Teresa Mendes Ribeiro¹ e GODOY, Helena Teixeira²

1-UFSCar – Dep. Tecnologia Agroindustrial e Sócio-economia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Araras,
CEP 13600-970, Araras - SP. E-mail:mtmrborg@cca.ufscar.br

2-UNICAMP – Dep. de Ciências de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, C.P. 6121,
CEP 13081-970, Campinas - SP. E-mail:helena@fea.unicamp.br

Introdução

Classificação botânica

A banana ocupa lugar de destaque dentro do conjunto de vegetais úteis ao homem, principalmente pelo grande valor econômico de alguns cultivares. As bananas pertencem à classe *Monocotyledoneae*, da ordem *Scimitales*. A família *Musaceae* possui três subfamílias, uma delas a *musoideae* com dois o gêneros, o gênero *Musa*, onde se encontram os frutos comestíveis e de interesse tecnológico e o gênero *Ensete* com frutos ornamentais. As variedades do gênero *Musa* apresentam cerca de 30 espécies seminíferas, ou seja variedades com frutos de polpa abundante e desprovidos de sementes (JOLY, 1991; CRUZ, 1995; ORTIZ, 1995).

A nomenclatura *Musa* foi criada por LINNEU, em homenagem a Antonius Musa, médico de Otávio Augusto, primeiro imperador de Roma, 63 a 14 a.C. (JOLY, 1991). Atualmente a classificação das variedades se dá segundo seus grupos cromossômicos, seguindo a classificação de SIMMONDS (ITAL, 1990; JOLY, 1991). O **Quadro 1** mostra a classificação histórica de LINNEU e a classificação de SIMMONDS,

esquematizadas a partir da citação de JOLY (1991), para as principais variedades de banana comercializadas.

Quadro 1. Classificação e variedades de bananas, segundo LINNEU e SIMMONDS

CLASSIFICAÇÃO	VARIEDADES
SEGUNDO LINNEU	
<i>Musa cavendishii</i>	Nanica (banana d'água), Nanicão, Grand-naine, Baé, Anã, Caturra, China, Cambota entre outras.
<i>Musa sapientum</i>	Marmelo, Ouro, Prata, Maçã, Branca, Caru-roxa, Caru-verde, São Tomé, Figo, Sta. Maria, entre outras.
<i>Musa paradisiaca</i>	Da terra, Farta-velhaco, Pacová, Comprida ou Chifre de boi entre outras.
SEGUNDO SIMMONDS	
Grupo diplóide Acuminata AA	Banana ouro
Grupo triplóide Acuminata AAA	Nanica, Nanicão, Gros-michel, Caru-roxa, Caru-verde
Grupo triplóide híbrido natural AAB	Terra, maçã, Pacová, Prata
Grupo triplóide híbrido natural ABB	Marmelo

Fonte: ITAL, 1990; JOLY, 1991.

Segundo ORTIZ (1995) as variedades mais cultivadas no Brasil, e que são a base de quase toda a fruta comercializada e da exportação, são a Nanica e Nanicão. Estas cultivares são triplóides do grupo AAA, que antigamente eram classificadas como *Musa cavendishii* Lamb, ou *Musa acuminata* Colla. A cultivar prata, triplóide do grupo AAB, antes classificada como *Musa balbasiana* Colla, também se encontra entre as mais cultivadas no país sendo a mais produzida em Minas Gerais (CANÇADO JUNIOR, *et al.*, 1999). As variedades Nanicão e Grand-naine vêm gradativamente substituindo a variedade Nanica por apresentarem várias características agrônômicas interessantes como, resistência a doenças e maior produtividade agrícola, além de apresentar características organolépticas

bastante semelhantes às da Nanica (EMBRAPA, 1994). Outros híbridos como FHIA 01 e FHIA 18, ambos tetraplóides tem se mostrado extremamente promissores (ALVES, 1993; CORDEIRO *et al.*, 1993; SILVA e ALVES, 1999).

Os estudos com novas variedades têm se intensificado em função da possibilidade de extinção de algumas variedades e pouca diversidade genética, sendo a maioria vulnerável ao ataque de fungos. Hoje se aprecia muito a variedade Nanica, altamente suscetível ao Mal da Sigatoka Negra, no entanto acredita-se que, em função desta susceptibilidade, a variedade mais comercializada seja a Nanicão, que apresenta frutos maiores que a Nanica mas com um sabor muito similar à esta. Outras variedades como Mysore, Pioneira e Nhangambi, são resistentes à esta doença e possuem sabor ligeiramente diferente da Nanica, mas, também frutos muito saborosos. A extinção de algumas variedades pode ocorrer, e para que não venha a faltar o fruto, alguns trabalhos têm sido feitos no sentido de expandir a variedade Prata. Em 2002 a EMBRAPA colocou a disposição dos produtores de Pernambuco a variedade Pacovan Ken, que é superior a Pacovan Prata em termos de tamanho, produtividade, resistência a doenças como Mal da Sigatoka Negra, Mal da Sigatoka Amarela e ao Mal do Panamá (FÁVARO, 2003; AGRIANUAL, 2003).

Importância econômica

Segundo historiadores (STOVER e SIMMONDS, 1987; MOREIRA, 1987) a banana foi a primeira fruta a ser utilizada pelo homem como alimento. As informações sobre sua existência aparecem com os primeiros representantes da espécie humana nas florestas úmidas do sudoeste asiático (STOVER e SIMMONDS, 1987).

Há controvérsias quanto à introdução da banana em nosso continente, alguns historiadores afirmam ter sido trazida por colonizadores, outros, que a banana já era nativa em nossas florestas (EMBRAPA, 1994; ITAL, 1990).

Segundo MEDINA *et al.* (1995) a banana é praticamente cultivada em todas as regiões tropicais e subtropicais que estejam em altitudes de 0 a 1500 metros, sendo considerada uma das frutas de maior consumo mundial.

Em todos os países a banana é consumida das mais variadas formas, seja como polpa *in natura*, ou desidratada (passas, flocos, farinha) (PALMER, 1979). Por ser consumida em praticamente todo o mundo, ela se destaca no cenário sócio-econômico (IBGE, 1991; FAO, 1998).

A América Latina tem sido responsável por cerca de 80% da produção da banana comercializada mundialmente (LÓPEZ, 1986; ALVES *et al.*, 1995), mas a participação do Brasil no Comércio Internacional continua pequena (AGRIANUAL, 2000). O Brasil é considerado o maior consumidor mundial de banana, apresentando um consumo nacional *per capita* de aproximadamente 27,5kg/habitante/ano, sendo a média mundial igual a 12,4kg/habitante/ano.

A FAO, segundo FÁVARO (2003), indica o Brasil como o 3º produtor mundial de bananas, a Índia encontra-se em primeiro lugar produzindo 16 milhões de toneladas e o Equador em segundo com 7,5 milhões de toneladas.

O Brasil produziu, em 2002, cerca de 6,7 milhões de toneladas (FÁVARO, 2003), tendo como seus maiores produtores os estados de: São Paulo, em primeiro lugar com 1 milhão de toneladas advindas do Vale do Ribeira, sendo a variedade Nanica a mais produzida; a Bahia, que produz as variedades Nanica e Prata, vem em segundo lugar, produzindo cerca de 700 mil; e empatados em terceiro lugar estão os estados do Pará, Minas Gerais e Santa Catarina, que produziram cerca de 560 mil das variedades Prata e Nanica (AGRIANUAL, 2003)

As **Tabelas 1, 2, e 3**, mostram, respectivamente, a produção brasileira nos últimos quatro anos por regiões e estados, a área plantada por região e o ranking de exportações (AGRIANUAL, 2000, 2003). Apesar de tímidas exportações, diante da produção, a exportação na forma de banana passa e purê tem crescido. Em 2000 foram exportados 71,8 mil toneladas e em 2001 chegamos a 105 mil toneladas, tendo dobrado em 2002, como pode ser observado na **Tabela 3**.

Até o ano 2000, apenas o estado de São Paulo exportava parte da sua produção, sendo o Vale do Ribeira a região de maior contribuição. A partir daí as exportações aumentaram, de 2001 para 2002 chegaram a 241 mil toneladas, tendo Santa Catarina como

principal estado exportador, chegando a 163 mil toneladas. O Rio Grande do Norte exportou 55 mil toneladas, São Paulo 9 mil e Minas Gerais 3,7 mil.

Tabela 1. Produção Brasileira de banana em toneladas, de 1999 a 2002.

Regiões e estados	1999	2000	2001	2002*
NORTE	1.423.495	1.425.072	822.678	1.020.019
Rondônia	57.937	57.438	56.038	48.021
Acre	75.305	73.435	43.625	47.238
Amazonas	468.500	468.500	106.019	107.140
Roraima	30.153	30.153	28.000	23.720
Pará	755.347	760.311	563.141	762.333
Amapá	4.856	4.699	2.976	2.000
Tocantins	31.397	30.535	22.879	29.567
NORDESTE	1.712.152	1.953.612	2.043.554	2.185.126
Maranhão	122.068	117.642	117.320	126.383
Piauí	35.542	34.737	35.688	36.591
Ceará	350.742	372.904	296.440	334.284
Rio Grande do Norte	50.230	54.183	123.101	137.016
Paraíba	201.462	248.452	272.584	287.701
Pernambuco	358.005	454.571	327.850	380.526
Alagoas	36.407	42.001	100.436	91.757
Sergipe	36.317	38.077	52.915	60.044
Bahia	521.380	591.045	717.220	730.824
SUDESTE	2.298.209	2.234.006	1.988.243	2.009.925
Minas Gerais	604.218	647.666	585.340	584.141
Espírito Santo	269.035	252.950	137.312	138.769
Rio de Janeiro	239.677	246.248	159.764	154.855
São Paulo	1.185.280	1.087.143	1.105.827	1.132.160
SUL	815.365	808.877	803.514	868.624
Paraná	159.510	197.067	115.145	127.500
Santa Catarina	485.620	490.245	585.858	626.000
Rio Grande do Sul	170.236	121.565	102.511	115.124
CENTRO OESTE	559.035	509.464	301.326	274.246
Mato Grosso do Sul	70.326	59.570	32.094	30.070
Mato Grosso	289.259	250.823	119.623	94.728
Goiás	196.586	196.344	146.555	146.555
Distrito Federal	2.863	2.727	3.054	2.893
BRASIL	6.808.257	6.931.030	5.959.315	6.357.940

Fonte: AGRUANUAL 2003

* previsão feita em agosto de 2002

Os frutos têm sido importados a um custo significativo pelos países não produtores, os quais os utilizam como fruto de luxo (AGRIANUAL, 2000, 2003; FRUTISÉRIES, 2000). Em 2002, os principais compradores foram a Argentina (163 mil toneladas), o Uruguai (39,4 mil toneladas) e o Reino Unido (30 mil toneladas) (AGRIANUAL, 2000, 2003; FÁVARO, 2003).

Tabela 2. Área colhida, em hectares, de bananas no Brasil, de 1999 a 2002.

Regiões	1999	2000	2001	2002*
NORTE	122.629	122.418	113.062	109.811
NORDESTE	163.334	171.450	168.503	177.231
SUDESTE	144.367	147.509	142.098	143.640
SUL	41.687	40.548	45.268	47.358
CENTRO OESTE	46.570	42.825	39.966	33.640
Total	518.587	524.750	508.897	511.680

Fonte: AGRIANUAL 2003

*previsão feita em agosto de 2002

Tabela 3. Dados de exportações de bananas brasileiras*. Ranking por País destino.

Países	1999		2000		2001		2002***	
	Valor**	ton.	Valor**	ton.	Valor**	ton.	Valor**	ton
ARGENTINA	6.758	47.914	5.489	35.005	7.954	60.943	9.663	82.707
REINO UNIDO	855	2.830	2.647	9.846	4.526	15.972	6.043	20.289
URUGUAI	4.062	27.766	3.183	23.317	3.242	27.278	2.562	23.626
PAISES BAIXOS	150	513	780	2.892	242	801	46	16
ESTADOS UNIDOS	7,3	2,2	4,4	1,4	29	5,6	5,3	1,5
ALEMANHA	43	113	10	3,5	16	7	0	0
CHILE	7,8	2	11	3	10	2,6	12	87
PARAGUAI	0	0	0	0	9,5	98,5	0	0
SUIÇA	1,4	0,4	7	2	4,7	1,3	100	6,6
ANGOLA	0	0	0,2	0,2	1,6	2,7	0,4	0,6
OUTROS	633	2.086	277	742	09	03	28,7	10,4
TOTAL EXPORTADO	12.518	81.227	12.359	71.812	16.036	105.112	18.371	126.745

*bananas frescas e secas

** valor = US\$ 1000 FOB

***até junho

Fonte: AGRIANUAL 2003

Aspectos da agroindústria bananeira

O Brasil é um país que possui grande potencial agrícola com futuro no desenvolvimento dos setores agroindustriais e oportunidades para se transformar em uma potência neste sentido (NICOL e ALBUQUERQUE, 1987; POIANI, 1987).

A agroindústria desejada para o país caracteriza-se por processos simples de agroindústrias familiares e, na maioria das vezes, de baixo custo. A implantação deste tipo de unidade no setor rural possibilita que os pequenos e médios agricultores lancem no mercado produtos processados, oriundos da sua terra, usando matéria-prima que poderia estar sendo perdida, aumentando assim sua renda e criando uma opção a mais para o consumidor (CARDOZO FILHO e POIANI, 1987; GALEAZZI *et al.*, 1989; MARTIRANI, 1991; COSTA e FRANÇA, 1993).

Quando parte do produto agrícola, principalmente produtos sazonais, é industrializado, o preço tende a estabilizar. A industrialização diminui o problema de desemprego, incentiva o retorno do homem ao campo e estimula a fixação deste à terra.

MEDINA *et al.* (1995) citam algumas alternativas do emprego da banana como matéria-prima para produção de alimentos com a sua utilização no estágio maduro, como o purê, matéria-prima para produção do néctar, doces e suco, a banana-passa e a bananada. Outros autores, como HUFENUSSLER (1985), LOURES *et al.* (1990), BACETTI (1993), TRAVAGLINI (1993), THOMPSON (1995) e LORETO (1996) apresentam outras alternativas de industrialização, como a obtenção de farinha de banana verde ou madura, banana “chips”, cereais matinais, balas, geléias, vinho e vinagre, álcool e amido. Tais produtos são pouco explorados pelos bananicultores, devido ao desconhecimento das técnicas de processamento ou em função dos custos. A qualidade exigida para exportação é outro fator a ser considerado (TIBA *et al.*, 1993; RANZANI *et al.*, 1995; BORGES *et al.*, 1997; OLIVEIRA, 1997).

No Brasil, os processamentos mais comumente encontrados utilizam bananas no estágio madura (**Quadro 2**), principalmente a região do Vale do Ribeira (CHAPARRO, 1991; BATISTA FILHO e FRAGA, 1994). Esse processamento tem sido feito sem muitos critérios e produzem alimentos geralmente de baixa qualidade. Pouquíssimos estudos foram

encontrados sobre a qualidade tecnológica e nutricional dos produtos ou matérias-primas utilizadas nessas agroindústrias.

Quadro 2. Relação de alguns produtos oriundos da agroindústria bananeira

Banana Passa - Banana madura, desidratada, umidade final de 20 a 25%. Mercado limitado por falta de qualidade e costume.
Banana em calda – Fatias geralmente de 8mm de banana ainda não totalmente madura, enlatadas a 100°C em xarope a 30°Brix, com sal de cálcio para promover a firmeza das fatias e também ácidos orgânicos para abaixar o pH para 4,2. Vendido principalmente para panificadoras e redes de restaurantes. Possui textura variável e aroma e sabor relativamente pouco intenso e com vida útil limitada.
Bananada - Doce de massa, produzido a partir do purê de banana com adição de sacarose.
Purê – Polpa de banana totalmente madura, homogeneizada, esterilizada em vapor e assepticamente empacotada. Apresenta umidade de 75%, consistência moderadamente espessa, cheiro e cor de banana. É usado principalmente na alimentação de bebês, sobremesas congeladas, iogurtes e produtos de panificação. São mais baratos e convenientes que as frutas frescas para esta finalidade. O purê congelado é mais caro e possui cor e aroma melhor. O mercado está satisfeito com a produção.
Farinha de banana – Obtidas por secagem natural ou artificial de bananas verdes, semi-verdes (6 a 7% de amido), ou maduras. O produto apresenta de 6 a 8% de umidade. As farinhas obtidas com os frutos semi-verdes e maduras possuem características organolépticas que lembram banana.
Banana chips - as variedades mais utilizadas são "pacova" e "plantain". Fatias de cerca de 3mm são fritas, mergulhadas ou não em mel ou solução de açúcar. É reconhecível rapidamente como banana, porém não possui gosto nem aroma de banana. É estável de 4 a 6 semanas. O maior produtor é Filipinas. É mais caro que os outros “snacks” e possui mercado limitado.
Bananas em flocos – polpa de banana madura, homogeneizada e desidratada (5% de umidade). O produto possui aparência e aroma variável mas é geralmente reconhecido quando reidratado. A cor fica ligeiramente marrom, às vezes mais queimadas, com aroma de açúcar queimado ou caramelo é usado como ingrediente de alimentos, pudins, pães entre outros.

Quando se utiliza banana madura no processamento, as exigências para esta matéria-prima são maiores (ponto de maturação e variedade). De maneira geral utilizam-se

variedades mais saborosas e aromáticas e com maiores teores de açúcares, a fim de não conferir sabor adstringente e aroma estranho quando submetidas ao processamento. A preferência, devido a fatores econômicos e de qualidade sensorial do produto final, geralmente recai sobre as variedades nanica e Nanicão.

A Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias - EMBRAPA (ALVES, 1993; SILVA *et al.*, 1998) vem estudando uma nova variedade chamada “Pioneira”, cujo fruto maduro, bastante saboroso e macio, possui a característica de despencamento (os frutos se soltam da penca ao amadurecerem) tornando o seu destino desfavorável ao uso como fruta de mesa, mas sendo favorável ao processamento.

O processamento da banana verde, embora exija algumas condições especiais de colheita, como ponto de maior concentração de amido e menor teor de umidade, é menos exigente no que diz respeito ao desenvolvimento de substâncias aromáticas desejáveis e açúcares.

A polpa da banana, quando verde, não apresenta sabor. Trata-se de uma massa com alto teor de amido e baixo teor de açúcares e aromáticos. POIANI e BORGES (1996) propuseram a produção da MPBV (massa de polpa de banana verde) e MCBV (massa de casca de banana verde). A culinária Heloísa de Freitas Valle, idealizadora dos alimentos feitos a base de banana verde e que vêm sendo bastante divulgados (ARRUDA, 2002; BIANCHI, 2002; KISS e MINILLO, 2002; VIVA MAIS, 2002), refere-se a esta massa como “biomassa”, que pode ser adicionada a outros alimentos, enriquecendo-os sem que haja alteração no seu sabor e odor.

O aproveitamento da casca da banana verde também se apresenta como uma alternativa para aproveitamento integral da banana. A massa de casca de banana verde (MCBV) poderá ser acrescentada aos alimentos aumentando seu teor de fibras ou introduzindo outras qualidades alimentares (LANZA e BUTRUM, 1980; MATTHEWS e PEHRSSON, 1988; FIBRA NEWS, 1990; POIANI e BORGES, 1996).

Ressalta-se que os processamentos atuais visam principalmente o aproveitamento da polpa, raramente a casca, sobrando nas indústrias grandes quantidades deste resíduo, sendo fonte de problemas ambientais e requerendo recursos para solucioná-los. Segundo POIANI e BORGES (1997a) a alternativa de se produzir uma massa de casca

de bananas verdes (MCBV), a ser utilizada em alimentos, é também uma alternativa para minimizar este problema.

Aspectos nutricionais da banana

Um dos aspectos da qualidade nutricional do alimento é o seu conteúdo de vitaminas e sais minerais. Como nenhum alimento é completo, o homem necessita ingerir diversos alimentos de constituição diferenciada para que possa suprir suas necessidades nutricionais (FLORKIN e STOTZ, 1963).

As frutas e as hortaliças são as melhores fontes naturais de algumas das vitaminas e sais minerais (FENNEMA, 1996). Diversas são as condições que podem influenciar no conteúdo de nutrientes das frutas. Essas condições incluem variabilidade genética, grau de maturidade, condições de solo, uso de fertilizantes, clima, disponibilidade de água, luz e manuseio pós-colheita. Também o tempo decorrido entre a colheita e o processamento pode causar variações consideráveis no valor nutricional do alimento, uma vez que muitas vitaminas são co-fatores para as enzimas ou podem estar sujeitas às degradações por enzimas endógenas, particularmente aquelas que permanecem ativas após a colheita (HARRIS, 1975; KADER, 1988; MOZAFAR, 1994; WESTON e BARTH, 1997; LEE e KADER, 2000).

Tanto os alimentos crus como os processados estão sujeitos a uma perda de vitaminas e sais minerais, mesmo quando a biodisponibilidade dos nutrientes é ocasionalmente aumentada ou algum fator antinutricional é inativado. O processamento de alimentos, apesar de ser desenvolvido de forma a minimizar as perdas de nutrientes e maximizar a segurança dos produtos, durante as operações de corte, fragmentação ou desintegração ou mesmo a retirada da casca, conduz a um descarte considerável de porções ricas em nutrientes.

Outras operações que podem causar perdas significativas de nutrientes solúveis em água são as operações unitárias do processo, como lavagem, limpeza, branqueamento, pasteurização, congelamento, cozimento, entre outras, a perda se dá por lixiviação dos nutrientes ou degradação frente a ação do calor ou pH. A prática de um processamento

mínimo é desejável, por minimizar as perdas de nutrientes (FENNEMA, 1996; PENTEADO, 2003).

Quando o alimento perde seus nutrientes durante o processamento ele pode ser enriquecido, ou seja, ter seu valor nutricional reconstituído através da adição de substâncias nutrientes, tornando-o um alimento mais completo. O enriquecimento é feito, geralmente, em termos de sais minerais e vitaminas, perdidas em função da instabilidade destas frente ao processamento, bem como por lixiviação. A complementação de nutrientes nos alimentos pode ser feita também pela adição de outros alimentos ricos em determinados componentes. As novas formulações podem assim se tornar mais completas em termos nutricionais.

Alguns autores classificaram a banana como uma fruta de alto valor nutricional (ROBERT, 1942; ALI *et al.*, 1984; ITAL, 1990). Segundo estes, a banana é altamente energética, fornecendo em média 100 calorias por 100 gramas de polpa. A **Tabela 4**, apresenta dados característicos da banana, compilados por MEDINA *et al.* (1995).

Tabela 4. Características da banana madura, sem casca

Nutriente	Teor em 100g
Peso Médio	119 g
Umidade	75,6 %
Calorias	95 - 100 cal/100g
Proteínas	1,2 %
Gordura	0,2 %
Carboidratos	22 %
Cálcio	8 mg/100g
Magnésio	31 mg/100g
Fósforo	28 mg/100g
Ferro	0,6 mg/100g
Potássio	373 mg/100g
Sódio	42 mg/100g
Vitamina A	250 - 335 U.I
Tiamina (Vitamina B1)	42 - 54 µg/100g
Riboflavina (Vitamina B2)	88 µg/100g
Niacina (Vitamina PP)	0,6 mg/100g
A. Ascórbico (Vitamina C)	10 - 11 mg/100g

Fonte: MEDINA *et al.*, 1995

Estudos têm mostrado características terapêuticas da banana quando no estágio ainda verde. Segundo LEWIS *et al.* (1999) o fruto ainda verde é rico em flavonóides, que atuam protegendo a mucosa gástrica. KAYISU e HOOD (1981) e KAYISU *et al.* (1981) mostraram que também no estágio verde os frutos apresentam amido resistente, o qual possui ação de fibras alimentares (COSTA e BORGES, 1997; TEIXEIRA *et al.*, 1998).

Embora sempre citada como fonte de vitaminas, de maneira geral, a banana não tem recebido muita atenção nesse aspecto (MOSQUEDA, 1994). Muitos dos valores vitamínicos tabelados para bananas são antigos e provenientes de estudos de composição realizados em outros países. Outro aspecto agravante é que na maioria dos trabalhos não se é informado, sequer, se os dados se referem ao fruto maduro ou verde.

A literatura cita que no fruto são encontradas vitaminas, como C, A, B₁, B₂, B₆, E e PP, além de ser rica em sais minerais, como Mg, K, P, Ca, Cl, Fe, I, Cu, Mn, Zn e Se (SHARAF *et al.*, 1979; HEINONEM *et al.*, 1989; TOUKAIRIN-ODA *et al.*, 1989; BARTHAKUR e ARNOLD, 1990; RUALES *et al.*, 1990; FRANCO, 1992; SUNTHARALINGAM e RAVINDRAN, 1993; PILS *et al.*, 1995; CANO *et al.*, 1997), no entanto, observa-se na literatura consultada algumas controvérsias quanto às vitaminas presentes e o conteúdo das mesmas em banana.

Tabelas de composição de alimento e alguns autores citam a presença de B₂ e niacina, não citando a presença de B₆ (WATT e MERRILL, 1963; SALUNKHE *et al.*, 1974; PATIL e MAGAR, 1976; ADAMS e RICHARDSON, 1977; WILLS *et al.* (1984); FRANCO, 1992; FRANCO, 2002). Estes autores apresentam para banana teores ao redor de 0,09mg/100g de vitamina B₁, 0,1mg/100g de vitamina B₂, e 0,8mg/100g de niacina. Outros autores apontam a banana como sendo uma fruta rica em vitamina B₆ apresentando teores entre 0,2 e 0,4mg/100g (ITAGAKI e TSUKAHARA, 1972; KABIR *et al.*, 1983; MOREIRA e SABINO, 1985; GREGORY III e STEVENS, 1987; TOUKAIRIN-ODA *et al.*, 1989; CHANDLER, 1995). ALCOCK *et al.* (1990) analisaram diversas frutas quanto aos teores de vitamina B₆ e declararam que as tabelas de composição de alimentos que apresentam valores para esta vitamina B₆ geralmente apresentam valores discordantes com os obtidos por CLAE ou por métodos microbiológicos.

AGAR *et al.* (1997) estudando o conteúdo de nutrientes em bananas verde e madura da Tailândia, do grupo Musa ABB, observaram que o teor de vitamina C da variedade Klue Numwa diferia da Klue Hakmuk e que no estágio maduro o conteúdo de vitamina C era levemente menor, diminuindo significativamente quando a fruta amadurecia completamente. AKINYELE e KESHINRO (1980) estudaram o teor de vitamina C de duas variedades e encontraram teores variando de $9,4 \pm 1,8\text{mg}/100\text{g}$ a $12,5 \pm 1,4\text{mg}/100\text{g}$.

De acordo com CHANDLER (1995) a banana é rica em vitamina C, além da vitamina B₆. SUNTARALINGAM e RAVINDRAN (1993) encontraram cerca de 90mg/100g de vitamina C em duas variedades de banana. LEONG e SHUI (2002) investigaram a capacidade anti-oxidante de várias frutas obtidas no mercado de Singapura, classificando a banana como possuidora de baixa capacidade anti-oxidante ($48,3 \pm 1,2\text{mg}/100\text{g}$ de polpa), obtendo teores de ácido ascórbico de $2,1 \pm 0,8\text{mg}/100\text{g}$, dez vezes menor do que é citado na literatura. Geralmente o que se tem reportado são apenas os dados de LAA, mas em alguns alimentos o teor de DHAA é também significativo como vitamina C. Segundo WILLS *et al.* (1984) em muitas das horticulturas o DHAA representa menos de 10% do total de vitamina C, mas tende a aumentar com a estocagem. Apesar de ter sido relatado no passado, alguns trabalhos com vitamina C em banana apontam a presença das duas formas de vitamina C. LEE e KADER (2000) relatam ter encontrado em banana fresca 15,3mg/100g de LAA e 3,3mg/100g de DHAA.

KIM (1977) encontrou 20,2µg de folatos em cada 100g de banana enquanto que SCOTT *et al.* (1999) citam que a banana contém cerca de 140µg de ácido fólico por 100g do fruto, base úmida. Outros trabalhos mostram a presença de ácido fólico em banana (GREGORY III *et al.* 1990, SEYOUM e SELHUB, 1993). SWAIN *et al.* (1996) estudando o efeito dos procedimentos de homogeneização, na determinação de folatos em alimentos, inclusive em bananas, verificaram que a homogeneização inadequada do alimento pode conduzir a uma estimativa significativamente inferior dos níveis desta vitamina.

Os trabalhos encontrados a respeito de vitamina A em banana são escassos, fornecem pouca informação a respeito da confiança dos resultados e nenhum deles são para as frutas cultivadas no Brasil (HEINONEN *et al.* 1989). AGAR *et al.* (1997) observaram também que a fruta quase madura, possuía mais vitamina A que a fruta madura.

O Quadro 3 resume as funções dos principais nutrientes encontrados na banana.

Quadro 3. Função das principais vitaminas e sais minerais encontrados na banana

Vitaminas / Função	
a, b, e, f	Vitamina A: Formação estrutural óssea e dentária, manutenção de epitélio, camadas da pele e membranas das mucosas, responsável pela formação da púrpura visual. Consequências da deficiência: cegueira noturna, alterações e infecções da pele (queratinização) e a xeroftalmia (doença nos olhos devido a alterações no epitélio, levando à cegueira).
a, b, e, f	Vitamina C: Essencial para construção dos tecidos que unem células de tecidos diferentes. Auxilia a absorção de cálcio e ferro, ajuda na absorção de certos aminoácidos e da síntese de hormônios. Protege contra infecções e ajuda a cicatrização. Consequências da deficiência: leva ao escorbuto, podendo ocorrer sangramento da gengiva, deslocamento dos dentes e pode haver rompimento da cartilagem.
a, b, e, f	Vitamina B1 (tiamina): Funciona como coenzima e é responsável pela saúde dos nervos, pelo bom desempenho mental, apetite normal e boa digestão. Consequências da deficiência: fadiga, irritabilidade, depressões, falta de apetite, adormecimento e formigamento nas pernas e constipação intestinal.
a, b, e, f	Vitamina B2 (Riboflavina): É uma vitamina extremamente sensível à luz. Quando exposta à luz solar ocorre a perda total da vitamina em poucas horas. Consequências da deficiência: aparecimento de ruptura nos lábios e no nariz (quilose), pode levar ao avermelhamento, ardor e comichão nos olhos como também hipersensibilidade à luz.
a, b, e, f	Vitamina PP (Niacina): Consequências da deficiência: doença denominada pelagra cujos sintomas são: dermatites na pele exposta ao sol, diarreia, depressão mental, desorientação e delírio podendo levar a morte se não houver tratamento.
Minerais	
São necessários para os processos vitais devendo estar contido nos alimentos em quantidades e proporções adequadas.	
a, b, c, d	Ca, P, Fe, Mg: Formação do esqueleto
a, b, c, d	Fe, Ca, P, Cu, I: Estrutura dos compostos importantes
a, b, c, d	Na, K, P: Equilíbrio osmótico
a, b, c, d	Na: Transporte de substâncias
a, b, c	Fibras: Promover um trânsito intestinal mais rápido pelo aumento do volume fecal diminuindo a probabilidade de constipação intestinal, hemorroidas e o câncer no cólon intestinal, como também arrastar sais biliares com as fezes dificultando a absorção de gorduras e colaborando para diminuir a taxa de moléstias cardiovasculares.

Fontes: HARRIS, 1975^a; RODALE, 1976^b; ADAMS, 1977^c; MINDELL, 1986^d; LEHENINGER, 1993^e; PENTEADO, 2003^f.

Determinação de vitaminas

As vitaminas constituem um grupo heterogêneo de substâncias orgânicas possuindo composição química variada. Em termos estruturais não possuem nada em

comum, assim como em suas funções biológicas, além disso, se encontram em pequenas quantidades dificultando sua classificação e análise.

A divisão genérica existente entre as vitaminas é apenas função de sua solubilidade (LENINGUER, 1993). Os dois grupos em que se dividem são, portanto, o das lipossolúveis: vitamina A (retinol), D (calciferol), E (tocoferol) e K; e das hidrossolúveis: B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B6 (piridoxina), C (ácido ascórbico e desidroascórbico), M (ácido fólico), PP (niacina), B₅ (ácido pantotênico) e H (biotina) (MINDELL, 1986).

A avaliação vitamínica de um alimento é, portanto, um assunto de resolução complexa, como citado anteriormente, exigindo, na maioria das vezes, metodologias individuais para cada vitamina. Além disso, cada matriz exige um estudo específico com o estabelecimento do método para eliminação da ação dos interferentes específicos da matriz.

Os métodos oficiais, tradicionalmente utilizados para identificação e quantificação das vitaminas geralmente determinam-nas separadamente e podem ser divididos em métodos biológicos, microbiológicos e físico-químicos, como os espectrofotométricos, fluorimétricos e cromatográficos (TOEPFER e POLANSKY, 1964; TOEPFER e POLANSKY, 1970; BERG e BEHALGEL 1972; VANDERSLICE *et al.*, 1984). Cada método requer um pré-tratamento diferente e procedimentos de determinação diferentes para cada componente, o que faz com que estas determinações fiquem trabalhosas e demoradas, além de algumas delas fazerem uso de reagentes tóxicos.

Os métodos biológicos são métodos não muito precisos e pouco específicos. Avaliam a atividade vitamínica do alimento em animais, no entanto fatores fisiológicos e dietários influenciam na biodisponibilidade e metabolismo das diferentes vitaminas, o que fornece a estes métodos uma exatidão questionável. São métodos muito demorados, pois o tempo necessário para obtenção da resposta é o do desenvolvimento do animal (BRUBACHER *et al.*, 1985).

Os métodos microbiológicos por sua vez determinam a biodisponibilidade da vitamina em questão. Esta técnica necessita de microrganismos específicos e meios de cultura específicos. Possui baixa repetibilidade necessitando um número grande de repetições, o que leva a uma técnica cara e demorada (BRUBACHER *et al.*, 1985). Além disso, o método pode ser mascarado pela adaptação do microrganismo.

Dentre os métodos físico-químicos existentes, os métodos espectrofotométricos e fluorimétricos são bastante difundidos para algumas vitaminas, no entanto, sofrem ação de interferentes com fluorescência ou absorção em comprimentos de onda próximos ao do analito (MACHLIN, 1991). Os métodos cromatográficos, principalmente por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), têm despontado como uma solução prática, rápida, com boa sensibilidade e especificidade (POLESELLO e RIZZOLO, 1990; LEENHEER *et al.*, 1992, AGOSTINI, 1996). Com o surgimento do detector de arranjo de diodos é possível efetuar concomitantemente uma checagem da pureza ou identidade do constituinte de um pico isolado. Além disso, a cromatografia permite, em alguns casos, determinar várias vitaminas em uma única corrida cromatográfica. Recentemente, vários métodos por CLAE têm sido estudados e aplicados na determinação simultânea das vitaminas hidrossolúveis. Entretanto, a aplicação dessas metodologias tem sido, na maior parte das vezes, em formulações e alimentos enriquecidos, em poucos casos foram aplicados à banana.

Salienta-se que, por serem tão diferentes quimicamente, a extração total das vitaminas da matriz sem causar perdas, deve ser conduzida observando-se suas características físicas e químicas e proceder esta operação de maneira criteriosa e cuidadosa. Os aspectos físico-químicos também se tornam importantes no momento da identificação e confirmação da identidade das vitaminas.

A determinação de β -caroteno (pró-vitamina A) é dificultada pelo fato dos carotenos serem hidrocarbonetos caracterizados por uma série de duplas ligações conjugadas e assim serem muito sensíveis à oxidação, foto degradação, radiação ultravioleta e acidez do meio, obrigando a um cuidado maior na manipulação das amostras. A separação de carotenóides pode ser obtida através de cromatografia em camada delgada (SCHWARTZ e PATRONI-KILLA, 1985), coluna aberta ou coluna fechada sob pressão, como o descrito por SANDER e colaboradores (1994).

Os métodos clássicos (AOAC, 1984) de determinação de carotenóides são realizados em coluna aberta com leitos de absorção polares, como sílica gel ou terra diatomácea (RODRIGUES-AMAYA, 1999). Este tipo de análise não permite a separação individual dos diversos carotenóides, tendo como principais desvantagens: separação incompleta, difícil recuperação das bandas cromatográficas e leitura de uma mistura de

compostos, além de separação em presença de oxigênio, luz e temperatura ambiente. O uso da CLAE tem sido difundido para vitamina A, apesar do custo, a técnica torna a determinação rápida e eficiente (HEINONEM *et al.*, 1989; BUSHWAY e WILSON, 1982; BREENER, 1996; ADRIAN *et al.*, 2000).

A determinação de vitamina C, nome genérico dado a todas as substâncias que possuem a atividade biológica do ácido L ascórbico (LAA), é bastante sensível à ação da luz, oxigênio e calor (WILLS *et al.*, 1984). LAM *et al.* (1984) apresentam um método por CLAE, simples e rápido, onde determinam vitamina C junto com niacina, piridoxina, tiamina e riboflavina. As cinco vitaminas hidrossolúveis são determinadas em formulações usando cromatografia de par iônico em fase reversa. ALDRIGUE (1998) avaliou a metodologia por CLAE para determinação de ácido L ascórbico e desidroascórbico em frutas e outros alimentos e desenvolveu um método para determinação destas duas formas simultaneamente. Ressaltou que para determinações rotineiras destas vitaminas em frutas com concentrações razoáveis, o método oficial oferece uma boa estimativa, e recomenda o método por CLAE como alternativa para amostras coloridas, pois neste caso o uso da titulação é limitado.

Referências bibliográficas

- ADAMS, C. F., RICHARDSON, M. Nutritive value of foods. **USDA home and garden Bull.** Nº 72, 1977.
- ADRIAN, J., POTUS, J. PIFFAIT, A. DAUVILLIER, P. **Análisis nutricional de los alimentos**. Editorial ACRIBIA, S.A. Espanha, 2000. 292 p.
- AGAR, I. T., STREIF, J., BANGERTH, F. Effect of high CO₂ and controlled atmosphere on the ascorbic and dehydroascorbic acid content of some fruits. **Postharvest Biological Technology**. 11, p.47-55, 1997.
- AGOSTINI, T. S. **Desenvolvimento de metodologia para determinação simultânea, por CLAE, das vitaminas B₁, B₂, B₆, ácido nicotínico e nicotinamida em alimentos enriquecidos**. Tese de Doutorado em Ciências de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1996, 183p.
- AGRANUAL 2000. Banana. A qualidade em primeiro lugar. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio. p. 194-200, 2000.
- AGRANUAL 2003. Banana. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio. p. 229-234, 2003.

- AKINYELE, I. O., KESHINRO, O. O. Tropical fruits as sources of vitamin C. **Food Chemistry**, 5, p. 163-167, 1980.
- ALCOCK, S. C., FINGLAS, P. M., MORGAN, M. R. A. An enzyme linked immunosorbent assay for pyridoxamine and its comparison with alternative analytical procedure. **Food and Agricultural Immunology**, 2(4), p.197-204, 1990.
- ALDRIGUE, M. L. **Desenvolvimento e validação de metodologia analítica, utilizando CLAE, para determinação de vitamina C em frutas e seus principais produtos**. Tese de Doutorado em Ciências de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1998, 159p.
- ALI, M., BUTH ANI, K. K., ATAL, C. K. Chemical constituents of banana. **Journal of Scientific and Industrial Research**, 43(6), p.316-323, 1984.
- ALVES E. J. Programa de melhoramento genético da banana e plátano na EMBRAPA-CNPMP: planejamento, implantação e progressos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 15 (3), p.83-94, 1993.
- ALVES, J. A., DANTAS, J. L. L., SOARES FILHO, W. S., SILVA, S. O., OLI VEIRA, M. A., SOUZA, L. S., CINTRA, F.L.D., BORGES, A. L., OLIVEIRA, A. M. G., OLIVEIRA, S. L., FANCELLI, M. Banana para exportação: aspectos técnicos da produção. **FRUPEX - Publicações Técnicas** 18. EMBRAPA. Brasília, SPI. 1995. 106P.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**. 10.ed. Gaithersburg: Association of Official Analytical Chemists, p.627-628, 1984.
- ARRUDA, A. "Essa banana toda tem de ser aproveitada!". **Folha de São Paulo**, Equilíbrio, 16 mai. 2002.
- BACETTI, L. B. **Estudo sobre produção de banana verde frita a partir da variedade nanicão (*Musa cavendishii* lamb)**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia de Alimentos USP. São Paulo, 1993. 97p.
- BARTHAKUR, N.; ARNOLD, N. P. Chemical Evaluation of Musa "Blimbol" as a Baby Food. **Journal of Science Food Agriculture**, 53, p.497-504, 1990.
- BATISTA FILHO, A., FRAGA, A. D. Ciclo de palestras sobre a cultura da banana. **Anais**. Instituto Biológico. Campinas. 1994. 70p.
- BERG, T. M., BEHALGEL, H. A. Semiautomated method for microbiological vitamin assays. **Applied Microbiology**, 23, p.531-542, 1972.
- BIANCHI, J. Banana verde, uma trajetória gastronômica. **Jornal Valor**, D6, 3 abr., 2002.
- BORGES, M.T.M.R., DIAS N.G., FREITAS, M.C. J., GREGÓRIO, S. R., SILVA, M. A. A. P. Análise Descritiva Quantitativa e Aceitação de bananas-passas (*musa cavendishii* lamb). **Anais de resumos do II SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS**. p.117 (326), 1997.
- BREENEN, R. B. VAN. Innovation in carotenoid analysis using LC/MS. **Analytical Chemistry**, 68, p. 299A – 304A, 1996.
- BRUBACHER, G., MULLER-MULOT, W., SOUTHAGATE, D. A. T. **Methods for the determination of vitamins in Food – Recommended by COST 91**. Elsevier Applied Science Publishers, London and New York. 1985, 165p.

- BUSHWAY, R. J., WILSON, A. M. Determination of α - and β -carotene in fruit and vegetables by High Performance Liquid chromatography. **Canadian Institute of Food Technology Journal**, 15, p.165-169, 1982.
- CANÇADO JUNIOR, F. L., SOBRINHO, R. R., MAIA, D. M. M., GERALDO, L. G. Aspectos econômicos da cultura da bananeira em Minas Gerais. In: banana Produção, Colheita e Pós-colheita. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte. 20(196), p5-9, 1999.
- CANO, M. P., de ANCOS, B., MATAALLANA, M. C., CAMARA, M., REGLERO, G., TABERA, J. Differences among Spanish and Latin-American banana cultivars: morphological chemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, 59(3), p.411-419, 1997.
- CARDOZO FILHO, L., POIANI, L. M. Produção Integrada de alimentos a baixo custo. **Anais do VI CICTE, EESC-USP, São Carlos**, p192, 1987.
- CHANDLER, S. The nutritional value of bananas, in: **Bananas and Plantains**. GOWEN, S., ed. Chapman and Hall, London (GBR) Eng. p.468-480, 1995.
- CHAPARRO, M. C. C. Para nós, a banana. In: **Diário Popular**, São Paulo, 04 jan. p.6, 1991.
- CORDEIRO, Z. J. M., SHEPHERD, K., SOARES FILHO, W. S., DANTAS, J. L. L. Avaliação de resistência ao mal-do-panamá em híbridos tetrapóides de bananeiras. **Fitopatologia Brasileira**, 18(14), p478-483, 1993.
- COSTA, A. S., BORGES M. T. M. R. Definição e análise das formas de amido presentes em diferentes variedades de banana verde. In: V CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFSCar. UFSCar, São Carlos. **Resumos**. p.204, 1997.
- COSTA, C., FRANÇA, V. Pólis – Alternativas contra a fome. **Pólis**. São Paulo, 1993. 11p.
- CRUZ, G. L. **Dicionário das plantas úteis do Brasil** - 5ª Ed. Editora Bertrand Brasil S.A. Rio de Janeiro, RJ. 1995. 599p
- EMBRAPA. **A cultura da banana**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical. Coleção Plantar, Brasília, 16. 1994. 81p.
- FAO, Dados agrícolas de FAOSTAT: comércio - bananas, Disponível: site FAO (12 mar 1998). URL: <http://apps.fao.org/8080/servlet/xteServlet>. Consultado em nov. 1998
- FÁVARO, T. Ano bom para a banana. **O Estado de São Paulo**. Suplemento Agrícola. n.º 2465, p.6-7, 5 de fev. 2003.
- FENNEMA, O. R.. **Food Chemistry**. 3ª ed. New York, Marcell Dekker, 1996. 1067p.
- FIBRA NEWS. **Fibras**. Centro de Informações sobre Fibras Alimentares. Ed. especial. São Paulo, 1990. 32p.
- FLORKIN, M. STOTZ, E. M. Water soluble vitamins, hormones and antibiotics, in: **Comprehensive Biochemistry**, v.11. London, Elsevier. 1963. 786p.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. Atheneu, 7ª ed. São Paulo – Rio de Janeiro. 1992 307 p.

- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. Atheneu, 9ª ed. São Paulo – Rio de Janeiro. 2002. 307 p.
- FRUTISÉRIES. Banana. Ministério da Integração Nacional; Secretaria de Infra-Estrutura; Departamento de Projetos Especiais. **FrutiSéries 6**. MG. 2000. 8p.
- GALEAZZI, M. A. M., AGUEDA, B. U., GROSSO, C. R. F. Produção, Consumo e Agroindústria - Relatório de pesquisa, Conselho Nacional de Pesquisas, dez. 1989.
- GREGORY III, J. F., STEVENS, L. I. Identification and quantification of pyridoxine- β -glucoside as a major form of vitamin B₆ in plant-derived foods. **Journal of agriculture and food chemistry**, 35, p.76-82, 1987.
- GREGORY III, J. F. ENGELHARDT, R., BHANDARI, S. D. SARTAIN, D. B. GUSTAFSON, S. K. Adequacy of extraction techniques for determination of folate in foods and other biological materials. **Journal of Food Composition and Analysis**, 3(2), 134-144, 1990.
- HARRIS, J. R. Subcellular Biochemistry, Ascorbic Acid. **Biochemistry and Biomedical Cell Biology**, v25. Plenum, New York. 1975. 268p.
- HEINONEN, M. I., OLLILAINEN, V., LINKOLA, E. K., VARO, P. T., KOISTONEN, P. E. Carotenoids in Finnish Foods: Vegetables, Fruits, and Berries. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 37, p655-659, 1989.
- HUFENUSSLER, M. Estudo de secagem de purê de banana em secador tipo Jorro. **Dissertação de Mestrado**. ESCOLA POLITECNICA - USP. São Paulo. 1985. 141p.
- IBGE, Pesquisa de orçamento familiar 1987/1988 regiões metropolitanas Brasília, Goiania, Rio de Janeiro. **IBGE pesquisa de orçamento familiar 2**. IBGE v2 1991.
- ITAGAKI, T. TSUKAHARA, T. Microbiological assay of vitamin B6 by thin layer cup-plate method with *Saccharomyces carlsbergensis*. **Journal of vitaminology**, 18(2), 90-96, 1972.
- ITAL. **Banana**. INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Campinas. Série Frutas Tropicais, n.3. 1990. 89p.
- JOLY, A. B. **Botânica - Introdução à taxinomia vegetal**. Companhia Editora Nacional EDUSP 10ª Ed. São Paulo, 1991. 777p.
- KABIR, H., LEKLEM, J., MILLER, L. T. Measurements of glycosylated vitamin B6 in foods. **Journal of Food Science**, 48, p1422-1425, 1983
- KADER, A. A. Influence of preharvest and postharvest environmental on nutritional composition of fruits and vegetables. In: QUEBEDEAUX, B., BLIN, F. A. (Eds), Horticulture and human Health: Contributions of fruit and vegetables. **Proceedings of the 1st INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON HORTICULTURE AND HUMAN HEALTH**. Prentice-Hall, Englewood Cliff, NJ. p18-32. 1988.
- KAYISU, K., HOOD, L. F. Molecular structure of banana starch. **Journal of Food Science**, 46, p.1894-1897, 1981.
- KAYISU, K., HOOD, L. F., VANSOEST, P. J. Characterization of starch and fiber of banana fruit. **Journal of Food Science**, 46, p.1885-1890, 1981.

- KIM, Y. M. The measurement of folacin content in Korean foods II. Folate distribution in fruits. (Abstracts) **Korean journal of nutrition**, 10(4) 280-284, 1977.
- KISS, J., MINILLO, M. Yes, nós temos banana verde. **Globo Rural**, julho 2002.
- LAM, F. L., HOLCOMB, I. J., FUSARI, S. A.. Liquid Chromatographic Assay of ascorbic acid, niacinamide, pyridoxine, thiamine, and riboflavin in multivitamin - mineral preparations. **Journal Association of Analytical Chemists**, 67(5), p.34-39, 1984.
- LANZA, E., BUTRUM, R.R. A critical review of food fiber analysis and data. **Journal of the American Dietetic Association**, 86(6), p.732-743, 1980.
- LEE, S. K., KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**. 20, p207-220. 2000.
- LEENHEER, A. P. de, LAMBERT, W. E., NELIS, H. J. (Eds). **Modern Chromatographic Analysis of Vitamin**, 2 ed. N.Y. 1992
- LEHNINGER, A. L. **Princípios de Bioquímica**. Sarvier, São Paulo. p.185-204 e 538-563, 1993.
- LEONG, L. P., SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. **Food Chemistry** 76, p69-75, 2002.
- LEWIS, D. A., FILDS, W. N., SHAW, G. P. A natural flavonóides present in unripe plantain banana pulp (*Musa sapientum*. L var. *paradisiaca*) protects the gastric mucosa from aspirin induced erosion. **Journal of Ethnopharmacology**, 65, p283-288, 1999.
- LÓPEZ, J. R. **La economía del banano en Centroamérica**. San José. DEI 1986. 240p
- LORETO, R. L. **Estudos sobre a desidratação osmótica de bananas nanicas**. Dissertação de Mestrado. Engenharia de Alimentos USP. São Paulo, 1996. 178p.
- LOURES, A., COELHO, D.T., CRUZ, R., LENZA, L.C. Obtenção, caracterização e utilização da farinha de banana (*Musa sp*) em panificação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 10(1), p72-86, 1990.
- MACHELIN, L.J. **Handbook of vitamins**. 2 ed. New York. Marcel Dekker, 1991. 595p.
- MARTIRANI, L. A. Aproveitamentos dos resíduos de agroindústria da banana. (texto). Roteiro, fotografia e texto do audiovisual de Laura Alves Martirani. Piracicaba: Esalq-Depto Economia Doméstica, 1991.
- MATTHEWS, R., PEHRSSON, P.R. **Provisional Table on Dietary content of selected foods**. United States Department of Agriculture, Nutrition Information Service, HNIS-PT, 106, sep., 1988.
- MEDINA, J. C., BLEINROTH, E. W., MARTI, Z. J. D., TRAVAGLINI, D. A., OKADA, M., QUAST, D. G., HASHIZUME, T., MORETTI, V. A., BICUDO NETO, L. C., ALMEIDA, L. A. S. B., RENESTO, O. V. **Banana**. Campinas, ITAL, Frutas Tropicais, 2ed, 3, 1995. 302p.
- MINDELL, E. **Guia das vitaminas**, "Earl Mindell's vitamins bible". Editora Abril S.A. 1986.
- MOREIRA, R. S. **Banana - Teoria e Prática de Cultivo**. Fundação Cargil, Campinas, SP, Brasil. 1987. 335 p.
- MOREIRA, T. F. e SABINO, M. Conteúdo de vitamina B₆ em alimentos consumidos na cidade de São Paulo. **Alimentação** 79, 31-33, 1985.

- MOSQUEDA, V. R. La investigacion en banano y plátano en mexico y necesidades futuras. **Memorias de la X reunión. Acorbat**, San José Villahermosa, Mex. 669-676, 1994.
- MOZAFAR, A. **Plant vitamins: Agronomic, physiological and nutritional aspects**. CRC Press, Boca Raton, FL. 1994. 540p.
- NICOL, R., ALBUQUERQUE, M. C. Economia Agrícola - O Setor Financeiro e a Evolução da Economia Brasileira, São Paulo SP. 1987. 58p
- OLIVEIRA, D. A. G. **Avaliação química, nutricional e sensorial de uma mistura a base de farinhas de arroz, banana e mandioca, enriquecida com outras fontes protéicas**. Piracicaba: Dissertação de mestrado. Ciências e tecnologia de alimentos. ESALQ. 1997. 79p.
- ORTIZ, R. Musa genetics. In : GOWEN, S. Ed . **Bananas and plantains**. London: Chapman & Hall, p.84-109, 1995.
- PALMER, J.K. The banana. In HULME, A. C. ed. **Biochemistry of fruits and their products**. 2.ed. London, Academic Press, p.65-101, 1979.
- PATIL, D. L. MAGAR, N. G. A comparative study on chemical examination of banana power prepared by different methods. **Indian Journal of Nutrition and Dietetics**, 13(7), 218-226, 1976.
- PENTEADO, M. V. C. Vitaminas: Aspectos nutricionais, bioquímicos, clínicos e analíticos. Editora Manole, 2003. 616p.
- PILS, L. T. J.; TIMMER, A. A. M.; WOLDE-GEBRIEL, Z. WEST, C. E. Cultivation, preparation and consumption of Ensete (Ensete ventricosum) in Ethiopia. **Journal of Science Food Agriculture**, 67, p.1-11, 1995.
- POIANI, L. M. Desenvolvimento de Comunidades Agroindustriais. **Revista DEP-UFSCar**. São Carlos, 7, p32-39, 1987.
- POIANI, L. M., BORGES, M. T. M. R. a) Alimentos enriquecidos com banana verde. In: I ENCONTRO DE EXTENSÃO DA UFSCar: O PAPEL E A ATUAÇÃO DA UFSCar NA SOCIEDADE, 1. São Carlos SP. **Resumos**. São Carlos, 1997a.
- POIANI, L. M., BORGES, M.T.M.R. Industrialização da matéria-prima banana verde. **Resumos**. II SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS. p.117 (325). 1997b.
- POIANI, L.M., BORGES, M.T.M.R. Programa de Desenvolvimento de Processos Agroindustriais Integrados Voltados para o Setor Bananeiro. Programa de Pesquisa e Extensão DTAiSER/CCA/UFSCar, Araras, 1996.
- POLESELLO, A.; RIZZOLO, A. Application of HPLC to the determination of water soluble vitamins in foods: 2 (a review 1985-1989). **Journal of Micronutrient Analysis**, 8. 105-158. 1990.
- RANZANI, R. T. C., STURION, G. L., BICUDO, M. H. Avaliação química e biológica de casca de banana madura. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS CAMPINAS PROGRAMA CIENTIFICO. Campinas, FEA/Unicamp, p.84, 1995,
- ROBERT, L.J. **Dietary use of banana in health and disease**. New York, United Fruit Co., 1942.
- RODALE, J. I. **The Complete Book of Minerals for Health**. 4ªed. Emmaus, PA. Rodale Books 1976. 230p.

- RODRIGUES-AMAYA, D. **A guide to carotenoid analysis foods**. ILSI Press Washington 1999. 64p.
- RUALES, J.; PÓLIT, P.; NAIR, B. M. Evaluation of the nutritional quality of flakes made of Banana Pulp and Full-Fat Soya Flour. **Food Chemistry**, 36, p.31-73, 1990.
- SALUNKHE, D. K., DO, J. Y., WU, M. T., BOLLIN, H. R., PAO, S. K., DULL, G. G. **Storage, Processing and nutritional Quality of Fruits and vegetables**. SALUNKHE, D. K., Ed. CRC Press, Boca Raton, Fla. 1974, 250 p.
- SANDER, L. C., SHARPLESS, K. E., CRAFT, N.E., WISE, S. A. Development of engineered stationary phases for the separation of carotenoid isomers. **Analytical Chemistry**, 66, p.1667-1674, 1994.
- SCHWARTZ, S., J., PATRONI-KILLAM, M. Alteraction of cis-trans carotene isomers by twodimensional thin-layer and HPLC. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 33, p. 1160-1163, 1985.
- SCOTT, J., REBEILLE, F., FLETCHER, J. Folic acid and folates - the feseability for nutricional enhancement in plant foods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 6, p.56-67 1999.
- SEYOUM, E., SELHUB, J. Combined affinity and ion pair column chromatographies for the analysis of food folate. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, 4(8) p.488-494, 1993.
- SHARAF, A., SHARAF, A. O. HEGAZI, S. M. SEDKY, K. Chemical and biological studies on banana fruit. **Journal of fruits, vegetables and nuts**. 18(1), p.8-15. 1979.
- SILVA, S. de O., MATOS, A. P. ALVES, E. J. Melhoramento genético da Bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília , 33(5), p.693-703, 1998.
- SILVA, S.de O., ALVES, E. J. Melhoramento genético e novas cultivares de Bananeira. In **Banana: Produção, Colheita e Pós-colheita**. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 20(196), p91-96, 1999.
- STOVER, R. H., SIMMONDS, N. W. **Bananas**. 3ed. New York. Longman, 1987. 468 p.
- SUNTHARALINGAM, S.; RAVINDRAN, G. Physical and biochemical proprieties of green banana flour. **Plant Food for Human Nutrition**, 43, 19-27, 1993.
- SWAIN, J. H.; BARRIO, M. A. DEL; TRAN, K. T.; CHEN, T. S. Folates determination in food: effect of variations in homogenization procedure. **INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS: Book of abstrats**, p.159, 1996.
- TEIXEIRA, M. A. V., CIACCO, C. F., TAVARES, D. Q. BONESSI, A. N. Ocorrência e caracterização do amido resistente em amido de milho e banana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 18(2), Campinas, 1998
- THOMPSON, A. K. Banana processing in: **Bananas and Plantains** – Gowen, S. Ed. Chapman & Hall. Londres. p.481-492, 1995.
- TIBA, M. A., NOGUEIRA, J. N., CANTARELLI, P. R., BARAI, J. C. Otimização das condições de controle do escurecimento enzimico em produtos semi desidratados de banana. **Anais. REUNIÃO PAULISTA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESALQ**, 7, **Resumos**. Piracicaba. ESALQ, 1993. 91p
- TOEPFER, E. W., POLANSKY, M. M. Microbiological Assay of vitamin B6 and its components. **Journal of Agriculture and Chemistry**, 53, p546-550, 1970.

- TOEPFER, E. W.; POLANSKY, M. M. Recent developments in the analysis for vitamin B6 in Food. in: **Vitamins and Hormones**, vol 22,. HARRIS, R. S.; WOOL, I. G.; LORAIN, J. A.. Academic Press, NY. p825-832, 1964.
- TOUKAIRIN-ODA, T., SAKAMOTO, E., HIROSE, N., MORI, M., ITOH, T., TSUGE, H. Determination of vitamins B6 derivatives in Foods and Biological Materials by Reversed-Phase HPLC. **Journal of Nutrition Science Vitaminology**, 35, p171-180, 1989.
- TRAVAGLINI, D.A. Banana-passa: princípios de secagem, conservação e produção industrial. Campinas, ITAL, **Manual Técnico**, 12. 1993. 48p.
- VANDERSLICE, J. T., BROWNLEE, S. R., CORTISSOZ, M. E. Liquid Chromatographic determinations of vitamin B6 in Foods. **Journal Association off Analitical Chemists**, 67, p999-1006. 1984.
- VIVA MAIS. Uma banana para o desperdício. **Revista Viva Mais**, Abril de 2002.
- WATT, B. K., MERRILL, A. L. **Composition of foods**. USDA Hand Book. 8, 1963. 580p.
- WESTON, L. A.; BARTH, M. M. Preharvest factors affecting postharvest quality of vegetables. **Hort Science**, 32, p.812-816, 1997.
- WILLS, R. B. H., LIM, J. S. K. GREENFIELD, H. Changes in chemical composition of cavendish banana (*Musa acuminata*) during ripening. **Journal of food biochemistry** 8, 69-77 1984.
- WILLS, R. B. H., WIMALASIRI, P., GREENFIELD, H. Dehydroascorbic acid levels en fresh fruit and vegetables in relation to total vitamin C activity. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, 32, p.836-838. 1984.

CAPÍTULO II

OTIMIZAÇÃO DA METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DE VITAMINAS DO COMPLEXO B EM BANANA VERDE POR CLAE

Borges, Maria Teresa Mendes Ribeiro¹ e GODOY, Helena Teixeira²

¹ UFSCAR – Dep. Tecnologia Agroindustrial e Sócio-econômica Rural, Centro de Ciências Agrárias, Araras, CEP 13600-970, Araras - SP. E-mail: mtmrborg@cca.ufscar.br

² UNICAMP - Dep. Ciências de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, C.P. 6121, CEP 13081-970, Campinas-SP. E-mail: helena@fea.unicamp.br

Resumo

Métodos de determinação simultânea de vitaminas hidrossolúveis por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) são encontrados em vários trabalhos na literatura, aplicados a formulações farmacêuticas e premixes. No entanto, a determinação destes compostos em alimentos envolve alguns desafios, em função da baixa concentração em que se encontram e da presença de substâncias no alimento que podem interferir na análise. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar e otimizar as etapas analíticas para determinação simultânea das vitaminas B₁, B₂, B₆, e PP, por CLAE, em banana verde. A hidrólise ácida com HCl 0,5mol/L, a temperatura ambiente seguida da hidrólise enzimática, com diastase na concentração de 5mg/g de amostra, a pH 4,5, em banho-maria a 45°C, por uma hora, foram as melhores condições encontradas. Testes de recuperação, realizados na amostra, apresentaram taxas de 85 a 102% para a B₆ e 97 a 129% para B₁. A vitamina B₂, que não foi encontrada nas amostras, apresentou uma recuperação média dos padrões adicionados de 87 a 115%. As condições cromatográficas não foram ideais para a separação da niacina (PP) o

que explica as altas taxas de recuperação obtidas (96 a 164%). A repetibilidade, avaliada em oito repetições, apresentou coeficientes de variação para as vitaminas B₁ e B₆ inferiores a 15%. A detecção das vitaminas, feita na região do ultravioleta, foi satisfatória.

Abstract

Methods for the simultaneous determination of water soluble vitamins by high performance liquid chromatography (HPLC) can be found in various papers in the literature, applied to pharmaceutical formulations and premixes. However the determination of these compounds in foods involves some challenges due to their low concentrations and the presence of interfering substances in the food. Thus the objective of this study was to evaluate and to optimize the analytical stages for the simultaneous determination by HPLC of vitamins B₁, B₂, B₆, and PP for application in the analysis of unripe banana. Acid hydrolysis with 0.5 mol/L HCl, at room temperature, followed by enzymatic hydrolysis with 5 mg/of diastase per gram of sample, pH 4.5 at 45°C for one hour, were the best conditions found for unripe banana. Recovery tests carried out on the samples showed rates of 85 to 102% for B₆ and 97 to 129% for B₁. Vitamin B₂ was not found in any of the samples, presented an average recovery for the standards added to the matrix of 87 to 115%. The chromatographic conditions were not ideal for separation of niacin (PP), which explains the high recovery rates (96 the 164%) obtained. The repeatability, evaluated in eight repetitions, presented coefficients of variation for vitamins B₁ and B₆ of less than 15%. The detection of the vitamins, made in the UV region, was satisfactory.

Introdução

As principais fontes de vitaminas do complexo B (B₁, B₂, B₅, B₆, B₉, B₁₂, H e PP) na dieta são o leite, cereais e produtos cárneos. A deficiência destas vitaminas nos países em

desenvolvimento tem sido relacionada ao baixo consumo destes alimentos (SGARBIERI, 1986; BATES *et al.*, 1989; BOISVERT *et al.*, 1993).

As frutas são consideradas como sendo pouco responsáveis pelo fornecimento dessas vitaminas, no entanto, popularmente, a banana é conhecida como uma fonte de vitaminas do complexo B. Por ser um alimento de consumo universal, facilmente encontrada e consumida pela classe mais pobre da população brasileira, a banana pode ser responsável por uma parte considerável da ingestão diária destas vitaminas.

Alguns autores (KABIR *et al.*, 1983; WILLS *et al.*, 1984; GREGORY III e INK, 1987; TOUKAIRIN-ODA *et al.*, 1989) estudaram os teores de algumas vitaminas do complexo B em banana, no entanto essas informações ainda são escassas, além da falta de informações sobre a validação da metodologia aplicada na determinação.

A literatura existente entra em controvérsias a respeito dos conteúdos vitamínicos em banana, tanto quanto aos aspectos qualitativos como quantitativos. Estas diferenças podem ser atribuídas a características edafoclimáticas, além da utilização de diferentes metodologias (WATT e MERRILL, 1963; ADAMS e RICHARDSON, 1977; MEDINA *et al.*, 1995; FRANCO, 2002).

A cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) tem sido a técnica atualmente mais empregada para análise dessas vitaminas (KABIR *et al.*, 1983; WILLS *et al.*, 1984; GREGORY III e INK, 1987; TOUKAIRIN-ODA *et al.*, 1989). No entanto, na maioria dos trabalhos encontrados o único parâmetro de identificação utilizado foi o tempo de retenção (tr). FINGLAS e FAULKS (1984) observaram que o procedimento da análise por CLAE para determinação de vitaminas do complexo B pode fornecer teores vitamínicos mais baixos do que os fornecidos pelos métodos oficiais da AOAC (Association Official of Analytical Chemists, HORWITZ, 1997), provavelmente devido à influência da presença de interferentes.

A presença de diferentes formas de vitamina B₆ nos alimentos (vitâmeros), também é um fator a ser investigado. REITZER-BERGAENTZLE *et al.* (1993) determinaram o teor de vitamina B₆ em alimentos, após a transformação dos vitâmeros livres e fosforilados em piridoxol, seguida de uma separação cromatográfica com detecção fluorimétrica para

quantificação dos mesmos. Observaram que a hidrólise para desfosforilação é um fator importante na quantificação da vitamina.

TOUKAIRIN-ODA *et al.* (1989) através de um sistema cromatográfico, usando coluna de fase-reversa C18, sistema de eluição isocrática de solventes e detector de fluorescência, determinaram seis vitâmeros da vitamina B₆ em diferentes alimentos, inclusive em banana, além de comparar os resultados com o método biológico. Os autores obtiveram um total de 327,3µg/g de B₆, sendo: 160,9µg/g de piridoxina e 1,5µg/g de piridoxina fosforilada; 29,3µg/g de piridoxal e 88,6µg/g de piridoxal fosforilado; 44,3µg/g de piridoxamina e 2,7µg/g de piridoxamina fosforilada. Os autores, embora tenham utilizado também ensaios biológicos, não apresentam os resultados obtidos para banana, não deixando claro se estes não foram encontrados ou se não foram aplicados à fruta.

Muitos autores (MEDINA *et al.*, 1995; HUFENUSSLER, 1985; LOURES *et al.*, 1990; BACETTI, 1993; TRAVAGLINI, 1993; THOMPSON, 1995; LORETO, 1996) citam algumas alternativas do emprego da banana como matéria-prima para produção de alimentos, com a sua utilização no estágio verde. Tais produtos são pouco explorados pelos bananicultores, devido ao desconhecimento das técnicas de processamento e do valor nutricional. Sendo assim, objetivou-se no presente trabalho otimizar a metodologia desenvolvida por AGOSTINI e GODOY (1997) para determinação das vitaminas do complexo B por CLAE em banana no estágio verde.

Material

Amostras

Foram utilizados frutos das variedades conhecidas comercialmente por Nanica. As amostras de banana foram obtidas aleatoriamente de diferentes fontes como, CEASA (Centrais de Abastecimento S/A), quitandas e pomares diversos. As amostras apresentavam-se no estágio verde, isto é, com a casca totalmente verde.

Reagentes

Os padrões, mononitrato de tiamina (vitamina B₁), riboflavina (vitamina B₂), cloridrato de piridoxina (vitamina B₆) e ácido nicotínico (vitamina PP) foram cedidos pela F. HOFFMANN-LA ROCHE Ltda e usados para preparar as soluções estoques, que foram armazenadas em geladeira e em frasco âmbar. Cada solução foi preparada na concentração de 1mg/mL (0,0500g em balão de 50mL) em solução 10⁻³M de ácido clorídrico (pH_~3). A cada mês eram preparadas novas soluções estoque. A mistura de padrões (solução de trabalho) foi preparada pipetando-se 1mL de cada uma das soluções estoque para um balão volumétrico de 100mL, completando-se o volume com HCl 10⁻³M. Esta solução foi preparada semanalmente.

As soluções tampão utilizadas, com diferentes pHs, foram preparadas a partir de fosfato dissódico 0,2M (Na₂HPO₄) e ácido cítrico 0,1M, segundo indicado por MORITA (1972), adicionando-se volumes diferentes das soluções de Na₂HPO₄ e ácido cítrico, sempre ajustando-se o pH com auxílio de pHmetro. As enzimas testadas foram clara-díastase (Fluka) e díastase (Sigma-Aldrich).

O metanol (ominsolv) e a acetonitrila com pureza cromatográfica foram fornecidos pela MERCK, Brasil. A água utilizada, no preparo das fases móveis e soluções, foi purificada no sistema Milli-Q (MILLIPORE). As fases móveis foram filtradas em filtros fluoropore (MILLIPORE FHLP 01300), com poros de 0,45mm de diâmetro, e degaseificadas em banho ultra-sônico.

A fase móvel aquosa (ácido hexanosulfônico, 5mM e 0,15% trietanolamina e pH 2,8 ajustado com adição de H₂SO₄), foi preparada como descrito em AGOSTINI e GODOY (1997).

Métodos

O cromatógrafo líquido de alta eficiência utilizado foi da marca VARIAN, modelo 9010, com bomba ternária, sistema de injeção manual tipo "Rheodyne", equipado com alça

de amostragem de 20µl de capacidade e detector policromático de arranjo de diodos, modelo 9065. Acoplado a esse sistema foi utilizado um integrador VARIAN, modelo 4400. Para a separação cromatográfica foi utilizada coluna analítica Spherisorb ODS-2, 5µm, 150x4,6mm (SIGMA-ALDRICH, USA), protegida por uma coluna de guarda, 10x4,6mm, preenchida com o mesmo material da coluna analítica. O sistema de eluição utilizado foi por gradiente, com vazão de 0,7mL/min, iniciando com 2% de acetonitrila e 98% da fase aquosa, chegando a 3% de acetonitrila e 97% de fase aquosa em 3 minutos e em 5 minutos de corrida, a concentração de acetonitrila passou para 5% e a fase aquosa para 95%. A partir desse tempo a concentração de acetonitrila permaneceu constante (5%) acrescentando-se metanol à fase móvel progressivamente até 55% durante os 23 minutos de corrida, enquanto que a concentração da fase aquosa decresceu até atingir 40%. Após 23 minutos de corrida, as condições iniciais foram retomadas e a coluna foi reequilibrada dentro de 18 minutos. Os cromatogramas foram obtidos em dois comprimentos de onda, 254nm para avaliação da vitamina PP, B₁ e B₂, e 280nm para a avaliação da vitamina B₆.

Hidrólise ácida

Estudos de extração ácida das vitaminas foram conduzidos variando-se: o tipo de ácido (ácido clorídrico, sulfúrico 0,1M, oxálico 1%, metafosfórico 1% e tricloroacético 1%); volume de ácido clorídrico (100, 200 e 300mL de ácido/100g de amostra); concentração de ácido clorídrico (0,1, 0,5 e 1M), tempo de extração (1, 4 e 6 minutos); uso ou não de sonificação e aquecimento em autoclave a temperaturas de 110 e 120°C. Após cada ensaio as amostras foram centrifugadas, filtradas e injetadas no cromatógrafo.

Tratamento enzimático

Os estudos de extração enzimática foram realizados variando-se pH (4,0 a 6,0), temperatura (40, 50, e 60°C), tipo de enzima (Diastase e Clara-diastase), concentração da enzima (5, 10 e 100mg/g de amostra) e tempo de hidrólise (1, 3 e 5h), segundo algumas propostas apresentadas por VAN DEN BERG *et al.* (1996). O pH de 10mL do extrato filtrado foi ajustado para os pHs em estudo e homogeneizado com auxílio de um vortex por

poucos segundos. A mistura foi colocada em banho-maria a 80°C por 5 minutos, para o entumescimento do amido, e em seguida em banho-maria nas temperaturas em estudo. Após atingirem as temperaturas desejadas foi adicionado 1mL da solução de enzima nas concentrações em teste, homogeneizando novamente em vortex, permanecendo nos tempos em teste para hidrólise. Após este procedimento, os tubos foram imersos em água fria até a temperatura ambiente e armazenados em geladeira ao abrigo de luz. Antes de ser injetado no cromatógrafo os extratos foram filtrados em membrana Millipore (FHLP 0013) com 0,5µm de poro.

Identificação e quantificação

A identificação foi feita por comparação dos tempos de retenção obtidos com padrões analisados nas mesmas condições, por co-cromatografia e pelos espectros de absorção obtidos para os respectivos picos no detector de arranjo de diodos (DAD). A confirmação das vitaminas B₆ e B₁ foi obtida através dos espectros de fluorescência.

A quantificação das vitaminas foi feita por padronização externa, com curvas de calibração construídas com sete níveis de concentração. Os graus de pureza dos picos foram determinados pelas razões entre as absorbâncias, obtidas em diferentes comprimentos de onda.

Repetibilidade e recuperação

Os ensaios de repetibilidade foram conduzidos de acordo com HORWITZ (1988), com oito repetições preparadas de uma mesma amostra. Os testes de recuperação foram realizados com soluções padrões de vitaminas adicionadas ao extrato ácido de uma mesma amostra (hidrólise ácida sem adição de padrão). A adição de padrões foi conduzida em quatro ensaios. Os limites de identificação e detecção considerados para o método, utilizando-se de soluções puras, foram os determinados por AGOSTINI (1996).

Resultados e Discussão

Os resultados dos estudos de otimização foram divididos, primeiramente, em resultados de hidrólises ácidas e enzimáticas, seguida dos resultados de repetibilidade, recuperação, identificação e confirmação, utilizando-se das melhores condições das hidrólises.

Hidrólise ácida

Os ensaios de hidrólises com diferentes ácidos, mostraram que a utilização do ácido clorídrico forneceu cromatogramas mais limpos (linha de base com menos ruído) e reproduzíveis, sendo, portanto este o ácido utilizado nos estudos subsequentes.

A **Tabela 1** apresenta os resultados obtidos para a extração das vitaminas de uma amostra de banana verde utilizando-se ácido clorídrico 0,1mol/L com diferentes tempos de extração, combinados com o uso do banho ultra-sônico.

Tabela 1. Teores de niacina (PP), piridoxina (B6) e riboflavina (B1) em mg/100g de banana verde, obtidos nos tratamentos com diferentes tempos de extração com ácido clorídrico 0,1mol/L.

		Tratamentos							
VITAMINA	ensaios	T1		T2		T3		T4	
PP	1	0,26		0,19		-		-	
	2	0,10		0,09		-		-	
	3	0,08		0,10		-		-	
	m dp	0,15 ^a	0,10	0,13 ^a	0,06	-	-	-	-
B6	1	1,09		1,19		1,04		1,07	
	2	1,04		1,10		0,94		0,90	
	3	1,12		0,98		1,12		0,98	
	m dp	1,08 ^a	0,04	1,09 ^a	0,11	1,03 ^a	0,09	0,98 ^a	0,09
B1	1	2,22		1,95		1,64		1,42	
	2	1,98		1,84		1,52		1,50	
	3	2,10		1,76		1,62		1,38	
	m dp	2,10 ^a	0,12	1,85 ^a	0,10	1,59 ^a	0,06	1,43 ^a	0,06

T1 – 1 min. de liqüidificador; T2 – 1 min. de liqüidificador, seguido de 30 min. de banho ultra-sônico; T3 – 4 min. de liqüidificador; T4 – 4 min. de liqüidificador seguido de 30 min. de banho ultra-sônico; m – estimativa da média; dp – estimativa do desvio padrão; letras iguais na mesma linha significa não haver diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade.

Apesar das tabelas de composição de alimento fornecerem teores de vitamina B₂ em bananas, nos tratamentos e amostras avaliados não foram encontradas evidências da presença desta vitamina.

Em relação à niacina, tratamentos com maiores tempos de extração e uso de ultrassom (T3 e T4) não permitiram a identificação do pico da niacina no cromatograma em virtude do aumento do número de interferentes na região de eluição da vitamina no sistema cromatográfico utilizado (**Anexo 1**). Entretanto na maioria dos ensaios, mesmo com tratamentos mais brandos os resultados obtidos para essa vitamina não foram considerados em virtude da distorção do espectro de absorção obtido no DAD que evidencia a presença de co-eluentes. Observou-se que os teores de niacina encontrados (0,13 a 0,15mg/100g) foram baixos e inferiores aos citados na literatura (0,4 mg/100g) (FRANCO, 2002).

Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos utilizados para os teores de vitamina B₁ e B₆.

A influência da concentração do ácido clorídrico na extração das vitaminas pode ser observada na **Tabela 2**. O uso de HCl 0,5 e 1,0mol/L aumentou os teores da vitamina B₆, em relação à utilização de HCl 0,1mol/L. Os teores diminuíram para a vitamina B₁ quando utilizou-se de maior concentração do ácido, embora a concentração mais baixa deste (0,1mol/L) não tenha sido suficiente para extrair toda vitamina.

Tabela 2. Teores de vitaminas B6 e B1, em mg/100g, como resultado do efeito da concentração de HCl utilizado na extração.

Amostra/ensaio		HCl 0,1 mol/L		HCl 0,5 mol/L		HCl 1,0 mol/L	
		B ₆	B ₁	B ₆	B ₁	B ₆	B ₁
A	1	2,2	0,24	5,4	0,28	4,4	0,16
	2	2,0	0,25	5,8	0,29	4,9	0,25
	m dp	2,1 ^c 0,1	0,25 ^{ab} 0,07	5,6 ^a 0,08	0,29 ^a 0,07	4,7 ^b 0,3	0,21 ^b 0,6
.							
B	1	2,5	0,29	5,3	0,38	5,3	0,27
	2	2,0	0,39	4,9	0,31	4,3	0,21
	m dp	2,3 ^b 0,3	0,31 ^a 0,3	5,1 ^a 0,3	0,34 ^a 0,5	4,8 ^a 0,7	0,24 ^b 0,4

m – estimativa da média; dp - estimativa do desvio padrão.

Letras iguais na mesma linha, para a mesma determinação significam não haver diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.

O ensaio foi repetido realizando as extrações a temperatura ambiente e em autoclave por 15 min a 121°C (**Tabela 3**).

A hidrólise ácida utilizando 0,1mol/L e 0,5mol/L de HCl a temperatura ambiente, no que diz respeito aos teores de vitaminas B₆ e B₁, apresentaram praticamente os mesmos resultados e superiores aos demais tratamentos, com uma tendência em se obter maiores níveis vitamínicos com extrações com ácido clorídrico 0,5mol/L.

O uso da autoclave diminui a concentração das vitaminas em todos os ensaios. Em alguns casos não foi possível recuperar o autoclavado, principalmente quando a hidrólise do amido, presente em grande quantidade na banana verde, não ocorria de forma satisfatória, produzindo um gel que dificultava as etapas seguintes da análise.

Tabela 3. Efeito da concentração de HCl e da temperatura nos teores de vitaminas B₆ e B₁ (mg/100g).

Vitamina	ensaio	HCl 0,1 mol/L		HCl 0,5 mol/L		HCl 1,0 mol/L	
		Temp. amb.	121 ° C	Temp. amb.	121 ° C	Temp. amb.	121 ° C
B ₆	1	7,9	4,9	7,1	3,2	6,5	2,3
	2	6,5	4,7	6,7	2,9	4,9	3,3
	3	7,4	5,2	7,3	4,5	7,0	2,7
	m	7,3 ^a	0,7	7,0 ^a	0,3	6,1 ^b	1,1
	dp	4,9 ^c	0,3	3,5 ^c	0,8	2,8 ^c	0,5
B ₁	1	0,28	0,15	0,34	0,22	0,21	0,20
	2	0,23	0,25	0,29	0,23	0,23	0,12
	3	0,34	0,19	0,31	-	0,22	-
	m	0,28 ^a	0,06	0,31 ^a	0,03	0,22 ^b	0,01
	dp	0,20 ^b	0,05	0,23 ^b	0,01	0,16 ^b	0,06

m – estimativa da média de três determinações; *dp* – estimativa do desvio padrão.

Letras iguais na mesma linha significam não haver diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.

Na **Tabela 4** estão apresentados os dados da extração de vitaminas B₁ e B₆ de banana verde, em relação ao volume de ácido utilizado na extração. Variou-se a relação banana:ácido clorídrico nas proporções de 1:1, 1:2 e 1:3 (m/v).

Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos estudados, demonstrando que a relação 1:1 de amostra:ácido HCl (m/v) é suficiente para promover a total extração das vitaminas.

Tabela 4. Teores de vitaminas B₆ e B₁, em mg/100g, obtidos utilizando-se diferentes proporções de amostra de banana verde e solução de ácido.

Vitamina		Relação banana : HCl 0,5 mol/L (m/v)		
		1:1	1:2	1:3
B ₆	1	3,4	3,9	3,7
	2	2,9	2,7	2,4
	m	3,1 ^a	3,3 ^a	3,1 ^a
	dp	0,354	0,849	0,919
B ₁	1	0,73	0,62	0,75
	2	0,56	0,81	0,59
	m	0,64 ^a	0,71 ^a	0,67 ^a
	dp	0,120	0,134	0,113

m – estimativa da média; dp-estimativa do desvio padrão; cv-coeficiente de variação. Letras iguais na mesma linha significa não haver diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade

Sendo assim, ficaram estabelecidas as seguintes condições para a hidrólise ácida para banana verde: utilização de ácido clorídrico 0,5mol/L na proporção amostra:HCl de 1:1,0, durante um minuto em liquidificador. Este resultado (hidrólise ácida em condições mais brandas) quando comparado com o tipo de hidrólise usualmente verificada na literatura (hidrólise ácida a altas temperaturas) para preparo da amostra, indica que o fato da banana ser pobre em proteínas e gorduras propicia a pronta solubilização das vitaminas.

Hidrólise enzimática

A **Tabela 5** apresenta os resultados para hidrólise ácida seguida da hidrólise enzimática alterando-se a natureza da enzima, o pH e a relação amostra / HCl 0,5mol/L, em comparação com os dados obtidos realizando-se apenas a hidrólise ácida. Ressalta-se que o volume de ácido na extração foi variado na expectativa de facilitar a mobilidade da enzima favorecendo a sua ação quando a relação amostra/volume de solução ácida fosse aumentada.

Para a extração da vitamina B₆, exceto para o uso de clara-díastase a pH 5,0 onde se obteve teores menores desta vitamina, os demais tratamentos de hidrólise (pH e diluição) não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5 % de probabilidade. Observa-se no entanto que, quando se realiza apenas a hidrólise ácida existe uma tendência de se obter maiores teores das vitaminas.

Para a vitamina B₁ não foram observadas diferenças significativas entre as enzimas utilizadas à pH 4,5. Quando utilizou-se clara-díastase e diluição 1:3 obteve-se uma diminuição significativa ao nível de 5% de probabilidade dos teores desta vitamina. Aparentemente pHs mais baixos melhoram o resultado da extração nos casos de extração enzimática, sendo que a simples hidrólise ácida apresentou de forma geral os melhores resultados de extração desta vitamina.

Tabela 5. Teores de vitaminas B₁ e B₆ em mg/100g de polpa obtidos em função do tratamento alterando-se a natureza da enzima, o pH e o volume de solvente de extração.

Amostra	Diluição	Hidrólise ácida		pH 5,0 Clara-díastase		PH 4,5 Clara-díastase		pH 4,5 Díastase		dms	
		B ₆	B ₁	B ₆	B ₁	B ₆	B ₁	B ₆	B ₁	B ₆	B ₁
Am1	Dil 1:1	1,60 ^a	0,19 ^a	0,93 ^b	0,12 ^b	1,47 ^a	0,11 ^b	1,38 ^a	0,13 ^b	0,22	0,03
	Dil 1:3	1,49 ^a	0,21 ^a	1,38 ^b	0,11 ^c	1,57 ^a	0,17 ^b	1,56 ^a	0,18 ^b	0,10	0,03
Am2	Dil 1:1	2,00 ^a	0,13 ^a	1,87 ^a	0,16 ^a	1,81 ^a	0,14 ^a	1,82 ^a	0,14 ^a	0,20	0,03
	Dil 1:3	1,93 ^a	0,12 ^{ab}	1,89 ^a	0,15 ^a	1,90 ^a	0,09 ^b	1,84 ^a	0,13 ^{ab}	0,10	0,02

Os valores são médias de determinações em duplicata. Letras iguais na mesma linha para a mesma determinação, significam não haver diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade. dms = diferença mínima significativa.

Como não houve diferença significativa quando se utilizou diferentes enzimas, optou-se pelo uso da díastase por questões de custo e disponibilidade.

Utilizando-se da enzima díastase realizou-se um novo ensaio, desta vez utilizando-se diferentes temperaturas, pH e concentração de enzima (**Tabela 6**).

Não foram observadas diferenças estatísticas, para a amostra 1, entre as médias dos tratamentos utilizados para as duas vitaminas. Já para a amostra 2 obteve-se uma melhor

condição de hidrólise enzimática utilizando-se 5mg de enzima por grama de amostra, não havendo influência das duas temperaturas utilizadas.

Observa-se que a hidrólise ácida, neste ensaio, novamente se mostrou suficiente para liberar as vitaminas da matriz, talvez pelo fato destas não estarem complexadas com outros compostos da amostra. No entanto, a hidrólise enzimática tornou-se necessária em virtude da grande quantidade de amido presente na amostra. A hidrólise enzimática possibilitou, na prática, uma melhor filtração da amostra após a extração e também melhorou os problemas físicos ocorridos no sistema cromatográfico já que, sem a hidrólise enzimática o extrato ao entrar em contato com a fase móvel precipitava carboidratos superiores na forma de um material plástico. Apesar da hidrólise enzimática ser necessária ela dificulta a determinação da niacina (vitamina PP) pois aumenta o número de compostos no extrato e conseqüentemente o número de picos na região de eluição da mesma durante a cromatografia. Na maioria das análises não foi possível localizar com certeza esta vitamina, além da dificuldade de quantificação da mesma.

Tabela 6. Teores médios de vitamina B₆ e B₁ obtidos para hidrólise enzimática de banana verde, em diferentes pHs, temperaturas e concentração da enzima diastase.

Amostra	Vitamina	Hidrólise ácida	Hidrólise enzimática							
			50 ° C				60 ° C			
			pH 4		PH 5		PH 4		pH 5	
			5mg/g	10mg/g	5mg/g	10mg/g	5mg/g	10mg/g	5mg/g	10mg/g
1	B ₆	2,0 ^a	2,0 ^a	1,9 ^a	2,0 ^a	1,9 ^a	1,8 ^a	2,0 ^a	2,1 ^a	2,0 ^a
	B ₁	0,45 ^a	0,48 ^a	0,47 ^a	0,46 ^a	0,45 ^a	0,43 ^a	0,43 ^a	0,43 ^a	0,40 ^a
2	B ₆	3,4 ^a	3,6 ^a	3,1 ^b	3,3 ^{ab}	3,3 ^{ab}	3,0 ^b	2,9 ^b	3,3 ^{ab}	3,2 ^{ab}
	B ₁	0,56 ^b	0,60 ^a	0,55 ^b	0,54 ^b	0,53 ^b	0,67 ^a	0,54 ^b	0,60 ^a	0,55 ^b

Os valores são médias de determinações em duplicata.

Letras iguais na mesma linha significam não haver diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.

A **Tabelas 7** apresentam os resultados da hidrólise ácida e da hidrólise ácida seguida da enzimática em função do tempo de hidrólise e variações em outros parâmetros como concentração de amostra, pH, concentração de enzima e temperatura.

Tabela 7. Teores médios, em mg/100g, de vitaminas B₁ e B₆, em amostras de banana verde, utilizando-se diferentes pHs, concentrações da enzima diastase e tempo de hidrólise.

Vitaminas	Tratamentos							
	T1	T2	T1	T3	T1	T4	T1	T5
B₆	5,4 ^a	5,2 ^a	5,8 ^a	4,3 ^b	5,6 ^a	5,0 ^a	5,7 ^a	3,9 ^b
B₁	0,22 ^a	0,16 ^b	0,19 ^{ab}	0,11 ^b	0,29 ^a	0,14 ^b	0,21 ^a	0,09 ^b

T1 – Hidrólise ácida; T2 – Hidrólise ácida seguida da enzimática (1h, 30g amostra, 35°C, pH4, enzima = 10mg/g de amostra); T3 – Hidrólise ácida seguida da enzimática (5h, 10g amostra; 35°C; pH6, enzima = 10mg/g de amostra); T4 – Hidrólise ácida seguida da enzimática (5h, 30g amostra; 35°C; pH4, enzima = 60mg/g de amostra); T5 – Hidrólise ácida seguida da enzimática (1h, 10g amostra; 35°C; pH6, enzima = 60mg/g de amostra).

Observando-se os resultados entre diferentes tratamentos com a hidrólise ácida seguida da hidrólise enzimática, nota-se que nenhum tratamento enzimático melhorou a extração das vitaminas das amostras quando comparados com o tratamento T1 (somente hidrólise ácida) ou seja, os resultados obtidos somente com a hidrólise ácida se mostraram melhores em todos os casos. O aumento no tempo de hidrólise, o aumento no pH, a utilização de mais enzima por grama de amostra nas hidrólises ácidas, também não melhoraram a extração das vitaminas, sendo que a vitamina B₁ foi mais afetada pelos tratamentos em relação à vitamina B₆.

A **Tabela 8** apresenta os teores das vitaminas obtidos com diferentes tempos de hidrólise enzimática e diferentes quantidade de enzima (diastase), mantendo-se o pH a 4,5 e a temperatura a 45°C. Observa-se que apenas uma hora de hidrólise é suficiente para extrair as vitaminas PP, B₁ e B₆ o que vem concordar com os dados obtidos nos ensaios anteriores de que as vitaminas na banana estão aparentemente na forma livre, sendo somente necessária a hidrólise ácida para libera-las.

Tabela 8. Teores médios, em mg/100g de vitaminas PP, B₆ e B₁ em amostras de banana nanica com diferentes concentrações da enzima diastase e tempo de hidrólise a 45°C e pH 4,5.

Hidrólise		PP	B ₆	B ₁
HCl	1 min	0,55 ± 0,13	4,58 ± 0,30	1,19 ± 0,06
10 mg (diastase)	1h	0,27 ± 0,19	4,38 ± 0,05	1,16 ± 0,02
	2h	0,14 ± 0,07	3,03 ± 0,29	1,00 ± 0,01
	3h	0,13 ± 0,05	3,12 ± 0,18	0,76 ± 0,06
	5h	0,10 ± 0,07	3,08 ± 0,27	0,81 ± 0,04
100 mg (diastase)	1h	0,14 ± 0,09	3,24 ± 0,13	1,06 ± 0,01
	2h	0,29 ± 0,07	3,13 ± 0,07	1,15 ± 0,06
	3h	0,12 ± 0,03	2,89 ± 0,06	0,86 ± 0,05
	5h	0,09 ± 0,06	3,04 ± 0,37	0,91 ± 0,16

Os resultados são médias de determinações em duplicata.

Torna-se interessante notar que neste ensaio particularmente a determinação da vitamina PP foi possível. Esta possibilidade foi devida a alguma característica particular da amostra utilizada, que não foi possível identificar.

As melhores condições de hidrólise para análise de vitaminas no sistema cromatográfico utilizado foi portanto: hidrólise ácida seguida de hidrólise enzimática com diastase, na concentração de 5mg/g de amostra, a pH 4,5, em banho-maria a 45 - 50°C, por uma hora.

Teste de recuperação

Os resultados das taxas de recuperação, para os quatro ensaios realizados com banana, estão apresentados na **Tabela 9**.

As porcentagens de recuperação ficaram em torno de: 85 a 164% para PP; 85 a 102% para a B₆; 97 a 129% para a B₁; e 88 a 115% para a B₂.

Para a niacina, obteve-se uma taxa de recuperação de 85 e 88% nos ensaios E1 e E2, respectivamente, onde foram utilizados apenas a hidrólise ácida. Quando se adicionou a esta a hidrólise enzimática, as taxas de recuperação foram de 96 e 164%, respectivamente para os ensaios E3 e E4, mas com total distorção do espectro de absorção registrado no detector de arranjo de diodos, o que indica a possível co-eluição de interferentes. O estudo

demonstra que a recuperação das vitaminas quando se utilizou somente da hidrólise ácida foi melhor do que quando se utilizou da hidrólise ácida seguida da hidrólise enzimática. No entanto a hidrólise enzimática é necessária em função de problemas físicos de entupimento do sistema, que ocorre se esta hidrólise não for efetuada.

Aparentemente ocorre reação da fase móvel alcoólica do sistema cromatográfico usado com o extrato ácido rico em carboidratos superiores reação esta de formação de um material plástico que precipita no injetor.

Tabela 9. Taxas de recuperação (%) obtidas para as vitaminas PP, B₆, B₁, B₂ adicionadas (mg/100g), em amostra de banana verde.

Ensaio		PP (niacina)	B ₆ (piridoxina)	B ₁ (tiamina)	B ₂ (riboflavina)
Hidrólise ácida Sem adição padrão		0,57±0,12*	4,23±0,36*	1,02±0,06*	Nd
E1	Padrão adicionado	0,98	1,63	0,82	1,43
	Recup. (Hidr. Ácida)	0,83 ± 0,04	1,59 ± 0,12	0,89 ± 0,25	1,64 ± 0,12
	% recuperação	85	98	109	115
E2	Padrão adicionado	1,56	2,28	1,78	2,15
	Recup. (Hidr. Ácida)	0,86 ± 0,02	2,01 ± 0,07	1,73 ± 0,24	2,29 ± 0,08
	% recuperação	88	88	97	106
E3	Padrão adicionado	0,98	2,23	0,78	1,43
	Recup. (Hidr. Ácida + Enz.)	0,94 ± 0,37	2,28 ± 0,19	0,89 ± 0,05	1,26 ± 0,17
	% recuperação	96	102	114	88
E4	Padrão adicionado	2,23	4,63	2,13	3,15
	Recup. (Hidr. Ácida + Enz.)	3,66 ± 1,39	3,94 ± 0,78	2,74 ± 0,72	2,74 ± 0,73
	% recuperação	164	85	129	87

* média de cinco determinações; nd - não detectado.

Repetibilidade

O teste de repetibilidade foi conduzido com oito repetições tanto para hidrólise ácida como para a combinação da hidrólise ácida com a enzimática, e apresentou bons resultados (Tabela 10) exceto para a vitamina PP, que não teve uma quantificação adequada em função da presença de interferentes.

Tabela 10. Estimativas da média, desvio padrão e coeficiente de variação (%) obtidos para oito repetições de hidrólises ácidas e enzimática de uma amostra de banana verde.

		B ₆	B ₁
Hidrólise ácida seguida de hidrólise enzimática	M	3,7	1,0
	Dp	0,53	0,15
	Cv	14	15
	M	3,5	1,0
	Dp	0,27	0,12
	Cv	8	12
Hidrólise ácida	M	3,5	1,1
	Dp	0,20	0,06
	Cv	6	6

m – estimativa da média; dp – estimativa do desvio padrão; cv – coeficiente de variação

Identificação

A identificação das vitaminas foi realizada comparando-se os tempos de retenção e os espectros de absorção obtidos na região do ultravioleta, com padrões sob as mesmas condições, seguida da co-cromatografia com padrões e reações químicas específicas.

Não houve, dificuldade na identificação da niacina quando os produtos da hidrólise não apresentavam muitos interferentes, no entanto na maioria das vezes em virtude da quantidade de picos presentes na região de eluição desta vitamina, aliado ao baixo teor encontrado nas amostras analisadas a identificação se tornava difícil.

Os limites de detecção considerados no trabalho para identificação das vitaminas foram os obtidos por AGOSTINI (1997) para o sistema cromatográfico em questão e foram os seguintes: B₁=0,08µg/mL, B₂=0,06µg/mL, B₆=0,16µg/mL e PP=0,06µg/mL. Com base nestes números concluiu-se que o limite de detecção para esta vitamina em banana seria de 0,4µg/100g do fruto, uma vez que não foi possível identificar o espectro de absorção na região do UV-Vis, bem como o espectro de fluorescência da riboflavina em nenhuma das amostras analisadas.

A **Figura 1** apresenta um cromatograma obtido para amostra de banana verde e um cromatograma de padrão.

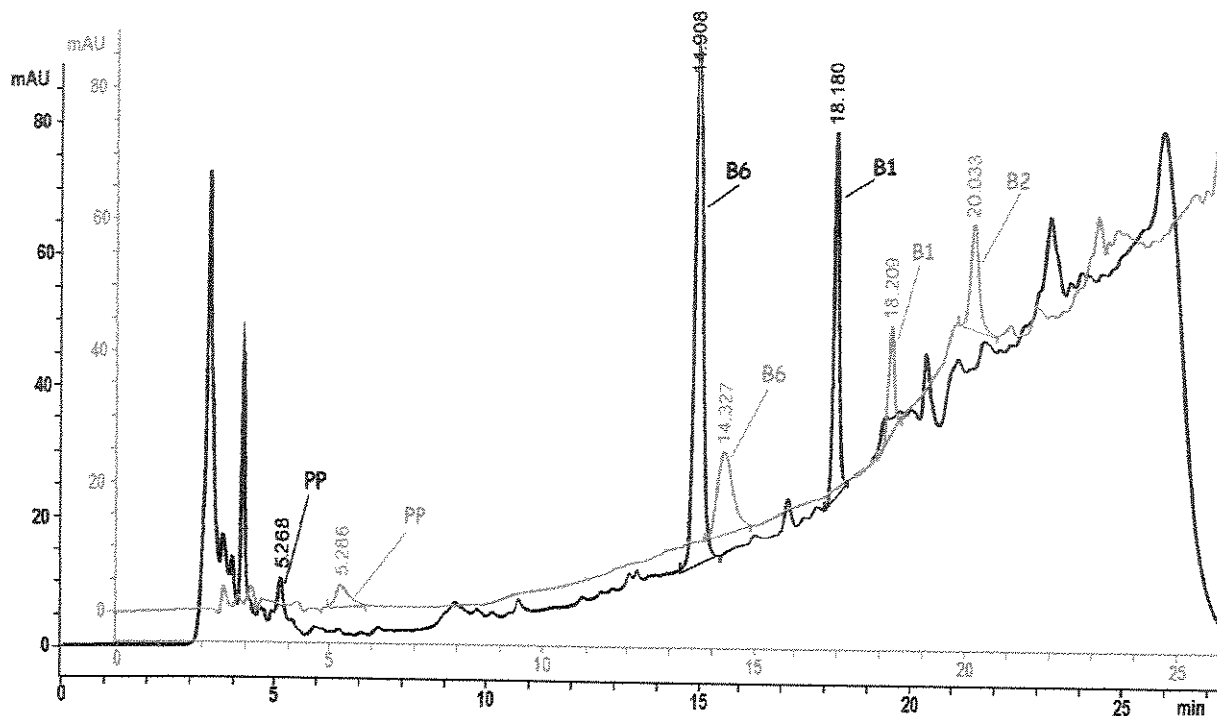


Figura 1. Cromatograma de uma amostra de banana verde (em preto) e uma mistura de padrões, nas mesmas condições (em vermelho). Coluna C18, 5 μ m, 150 x 4,6mm, com detector de arranjo de diodos, fase móvel (metanol, acetonitrila e solução aquosa, TEA 0,15%, ácido hexanosulfônico 5mmol/L, pH2,8) à uma vazão de 0,7mL/min, com gradiente de concentração de solvente (início 2% de acetonitrila e 98% da fase aquosa, chegando a 3% de acetonitrila e 97% de fase aquosa em 3 minutos, após 5 minutos a acetonitrila passa para 5% e a fase aquosa para 95%. A partir dos 5 minutos acetonitrila permanece constante (5%) acrescenta-se metanol à fase móvel até 55% durante 23 minutos e a concentração da fase aquosa decresce até atingir 40%. Após 23 minutos as condições iniciais são retomadas e a coluna reequilibrada dentro de 18 minutos. Os comprimentos de onda são de 254nm para avaliação da vitamina PP, B1 e B2, e 280nm para a avaliação da vitamina B6.

Quanto a identificação da vitamina B₆ observou-se que o espectro de absorção no ultravioleta da piridoxina (PN) apresentou-se deslocado, com um efeito batocrômico de 10nm, como mostra a **Figura 2**.

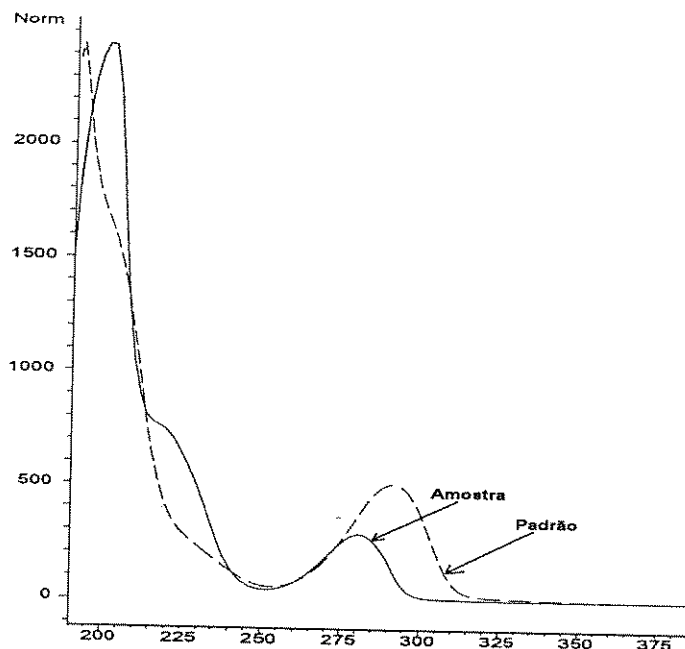


Figura 2. Espectro de absorção no UV do vitâmero da amostra e do padrão cloridrato de piridoxina.

Existem resultados na literatura indicando a presença de outras formas de vitamina B₆ na banana (KABIR *et al.*, 1983; GREGORY III e STEVENS, 1987; TOUKAIRIN-ODA *et al.*, 1989), levando então à investigação da presença de outras formas de B₆, como o piridoxal (PL), a piridoxamina (PM) e o ácido piridóxico (PA), em banana verde.

A **Tabela 11** apresenta os resultados dos testes realizados com padrões de PL, PN, PM, e PA, nas condições cromatográficas aplicadas à separação das vitaminas em banana. Observa-se que os tempos de retenção médios obtidos em minutos para os padrões dos diferentes vitâmeros de B₆ apontam a piridoxina como a forma presente em banana, concordando com os dados encontrados por TOUKAIRIN-ODA *et al.* (1989), KABIR *et al.* (1983) e GREGORY III e STEVENS (1987).

Tabela 11 Comparação dos tempos de retenção obtidos na CLAE para as diferentes formas vitamínicas da B₆.

Vitâmeros		Tempo de retenção(min)	λ máx.
PL	Padrão 1	7,44	286
	Padrão 2	7,76	
	“Spiking” na amostra	8,24	
	B ₆ da amostra	12,16	275
PN	Padrão 1	11,50	285
	Padrão 2	11,60	
	“Spiking” na amostra	11,76	
	B ₆ da amostra	11,71	275
PM	Padrão 1	8,10	295
	Padrão 2	7,87	
	“Spiking” na amostra	8,06	
	B ₆ da amostra	11,72	275
PA	Padrão 1	8,78	315
	Padrão 2	8,72	
	“Spiking” na amostra	8,16	
	B ₆ da amostra	12,08	275

PL = piridoxal, PN = piridoxina, PM = piridoxamina, PA = ácido piridóxico

Como as diferentes formas de B₆ possuem diferentes λ de excitação e emissão, utilizou-se de um sistema equipado com detetor de fluorescência para uma comprovação da forma vitamínica (piridoxina), utilizando-se como $\lambda_{exc.}$ 355nm e $\lambda_{em.}$ 390 nm, já que as outras formas apresentam fluorescência nativa em outros λ de excitação e emissão (piridoxol, $\lambda_{exc.}$ 340nm e $\lambda_{em.}$ 400nm; piridoxamina, $\lambda_{exc.}$ 335nm e $\lambda_{em.}$ 400nm; e piridoxal, $\lambda_{exc.}$ 330nm e $\lambda_{em.}$ 385nm). A **Figura 3**, mostra o espectro de emissão fluorimétrica do composto da amostra e do padrão utilizado.

O resultado da superposição avaliado pelo equipamento foi de 90%, que aliado às observações de outros pesquisadores (TOUKAIRIN-ODA *et al.* 1989, KABIR *et al.* 1983 e GREGORY III e STEVENS, 1987), pode ser considerado contundente para a identificação da piridoxina.

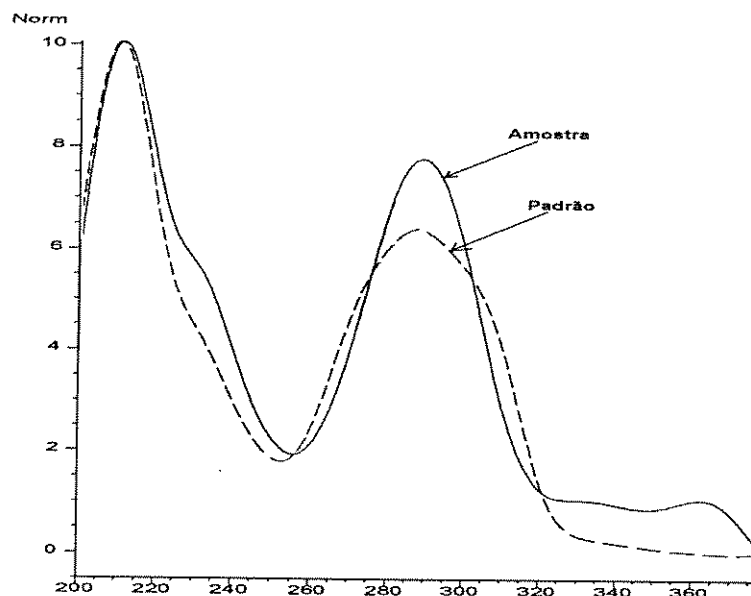


Figura 3. Espectros de fluorescência do vitâmero da amostra e do padrão (cloridrato de piridoxina)

Quanto à vitamina B₁ apesar dos picos da co-cromatografia do composto da amostra e do padrão de tiamina, serem coincidentes o espectro na região do ultravioleta apresentou-se deslocado, também com um efeito batocrômico de 30nm (**Figura 4**).

Sob a ação de oxidantes, como ferricianeto de potássio ou brometo de cianogênio, e pH alcalino a tiamina é reduzida a tiocromo apresentando uma forte fluorescência. Esta reação foi aplicada ao extrato de banana e o produto da reação injetado no cromatógrafo para a confirmação da tiamina. A **Figura 5** mostra o espectro de fluorescência obtido para o pico do padrão e para o pico do composto da amostra depois de ambos terem sofrido a reação de oxidação. Através da coincidência dos espectros dos produtos da reação pode-se confirmar a identificação da tiamina.

Apesar das tabelas de composição de alimentos apresentarem a vitamina B₂ (riboflavina) como presente em banana e em teores relativamente elevados, em nenhuma amostra analisada foi observada a presença da vitamina. Foi observado no cromatograma um pico com tempo de retenção muito próximo ao da B₂, no entanto o espectro de absorção

característico da riboflavina tanto no UV-Vis como o de fluorescência não foram observados no detetor (DAD), não confirmando a presença da vitamina.

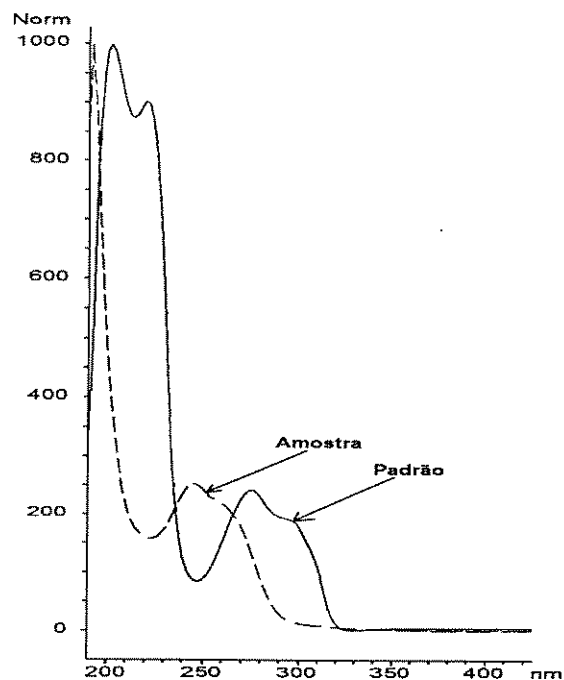


Figura 4. Espectro de absorção no UV do vitâmero da amostra e do padrão de tiamina.

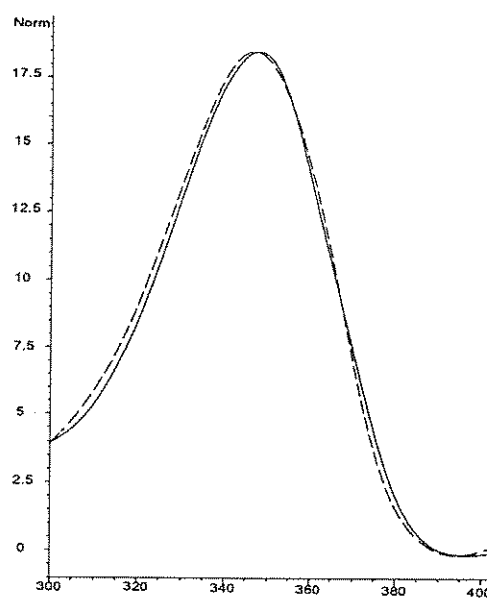


Figura 5. Espectros de emissão fluorimétrica dos produtos da reação com ferricianeto de potássio.

Conclusões

Os resultados mostraram que, embora a hidrólise ácida, nas condições aqui estabelecidas, fosse suficiente para promover a extração das vitaminas, a hidrólise enzimática tornou-se necessária em virtude das características da matriz, sendo empregada principalmente com o objetivo de diminuir a viscosidade do extrato.

As vitaminas B₁ e B₆ devem estar ligadas a um auxocromo, não identificado, o que causou o deslocamento observado no espectro de absorção das duas vitaminas. As condições empregadas nas hidrólises não foram suficientes para romper essa ligação. Em condições mais drásticas de hidrólise o que ocorria era a perda das vitaminas.

A identificação e quantificação da vitamina PP não pode ser feita na maioria das amostras. Para tanto, deve-se modificar as condições cromatográficas, possibilitando uma melhor resolução.

Cuidado muito especial se deve tomar em relação à identificação das vitaminas. Neste trabalho a vitamina B₂ não foi encontrada, embora houvesse um pico com tempo de retenção muito próximo ao do padrão, o espectro de absorção não era o característico da vitamina.

Referências Bibliográficas

- ADAMS, C. F., RICHARDSON, M. Nutritive value of foods. **USDA Home and Garden Bull.** n°72, 1977.
- AGOSTINI, T. S., GODOY, H. T. Simultaneous determination of nicotinamide, nicotinic acid, riboflavin, thiamin, and pyridoxine in enriched brasilian foods by HPLC. **Journal of High Resolution Chromatography**, 20, p.245-248, 1997.
- BACETTI, L. B. Estudos sobre produção de banana verde frita a partir da variedade nanicão (*Musa cavendishii* lamb). **Dissertação de Mestrado**. FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS, USP. São Paulo, 1993, 97p.
- BATES, J. C., POWER, H. J., DOWNES, R., BRUBACCHER, D., SUTCLIFFE, V., THURNHILL, A. Riboflavin status of adolescent vs. elderly Gambian subjects before and during supplementation. **American Journal of Clinic Nutrition**, 50, p825-829, 1989.

- BOISVERT, W. A., CASTAÑEDA, C., MENDOZA, I., LANGOLOH, G., SOLOMONS, N. Q., GERSHOFF, S. N., RUSSEL, R. M. Prevalence of riboflavin deficiency among guatemalan elderly people and its relationship to milk intake. **American Journal of Clinic Nutrition**, 58, p85-90, 1993.
- FINGLAS, P. M., FAULKS, R. M. Critical review of HPLC methods for the determination of thiamin, riboflavin and niacin in foods. **Journal of Micronutrients Analysis**, 3, p.251-282, 1984.
- FRANCO, G.. **Tabela de Composição Química de Alimentos**. 9ª ed. São Paulo, Editora Atheneu, 2002.
- GREGORY III, J. F., INK, S. L. Identification and quantification of pyridoxine- β -glucoside as major form of vitamin B6 in plant-derived food. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 35, p.76-82, 1987.
- GREGORY III, J. F., STEVENS, L. I. Identification and quantification of pyridoxine- β -glucoside as a major form of vitamin B₆ in plant-derived foods. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 35, p.76-82, 1987.
- HORWITZ, W. Protocol for Design, conduct and interpretation of collaborative Studies. International Union of pure Applied Chemistry **Pure & Applied Chemistry**. 60(6), p.855-864. 1988.
- HORWITZ W. Official methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. 13rd ed. P 746-747. 1997.
- HUFENUSSLER, M. Estudos de secagem de purê de banana em secador tipo Jorro. **Dissertação de Mestrado**. ESCOLA POLITÉCNICA, USP. São Paulo, 1985, 141p.
- KABIR, H. LEKLEM, J., MILLER, L. T. Measurements of glycosylated vitamin B6 in foods. **Journal of Food Science**, 48, p1422-1425, 1983.
- LORETO, R. L. Estudos sobre desidratação osmótica de bananas nanica. **Dissertação de Mestrado**. FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS. USP. São Paulo. 1996 178p.
- LOURES, A., COELHO, D. T., CRUZ, R., LENZA, L. C. Obtenção, caracterização e utilização da farinha de banana (*Musa sp*) em panificação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 10(1), p72-86, 1990.
- MEDINA, J. C., BLEINROTH, E. W., MARTI, Z. J. D., TRAVAGLINI, D. A., OKADA, M., QUAST, D. G., HASHIZUME, T., MORETTI, V. A., BICUDO NETO, L. de C., ALMEIDA, L. A. S. B., RENESTO, O. V. **Banana**. Campinas, ITAL, Frutas Tropicais, 2ed, 3, 1995. 302p.

- MORITA, T., ASSUMPÇÃO, R. M. V. **Manual de Soluções, Reagentes e solventes: padronização, preparação purificação**. Edgard Blucher, 2ª ed. 1972. 627p.
- REITZER-BERGAENTZLE, M., MARCHIONI, E., HASSELMANN, C.. HPLC determination of vitamin B6 in foods after pre-column derivatization of free and phosphorylated vitamers into pyridoxol. **Food Chemistry**, 48, p.321-324, 1993.
- SGARBIERI, V. C. Nutrição e tecnologia de alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciências de Alimentos**, 20(3), p.115-139, 1986.
- THOMPSON, A. K. Banana processing in: **Banana and Plantains** – GOWEN, S., Ed. Chapman & Hall. Londres. p. 481-492, 1995.
- TOUKAIRIN-ODA, T., SAKAMOTO, E., HIROSE, N., MORI, M., ITOH, T., TSUGE, H. Determination of Vitamin B6 Derivatives in Foods and Biological Materials by Reversed-phase HPLC. **Journal of Nutrition Science and Vitaminology**, 35, p.171-180, 1989.
- TRAVAGLINI D. A. Banana-passa: princípios de secagem, conservação e produção industrial. Campinas, ITAL. **Manual Técnico**, 12, 1993, 48p.
- VAN DEN BERG, H., VAN SCHAIK, F., FINGLAS, P. M. FROIDMOUNT-GORTZ, I. de. Third EU MAT intercomparison on methods for the determination of vitaminas B1, B2, and B6 in foods. **Food Chemistry**, 57(1), p.101-108, 1996.
- WATT, B. K., MERRILL, A. L.. **Composition of foods**. USDA Hand Book. 8, 1963. 580p.
- WILLS R. B. H.; LIM, J. S. K.; GREENFIELD, H., Changes in chemical composition of Cavendish Banana (*Musa acuminata*) during ripening. **Journal of Food Biochemistry**, 8, p.69-77, 1984.

CAPÍTULO III

POTENCIAL VITAMÍNICO DA BANANA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE CRESCIMENTO E MATURAÇÃO

Borges, Maria Teresa Mendes Ribeiro¹, Lavorenti, Norberto Antonio¹
e Godoy, Helena Teixeira²

¹ UFSCAR – Dep. Tecnologia Agroindustrial e Sócio-econômica Rural, Centro de Ciências Agrárias, Araras,
CEP 13600-970, Araras-SP. E-mail: mtmrborg@cca.ufscar.br

² UNICAMP - Dep. Ciências de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, C.P. 6121,
CEP 13081-970, Campinas-SP. E-mail: helenat@fea.unicamp.br

Resumo

A banana é a fruta mais consumida no mundo, tanto pelas classes mais privilegiadas como pelas menos favorecidas. O setor bananeiro é um dos mais importantes no cenário sócio-econômico brasileiro, onde contribui com uma parcela significativa da produção dos principais produtos agrícolas. Apesar de ser um grande produtor mundial do fruto, o Brasil apresenta o maior índice de perdas destes, chegando, em determinadas regiões, a 50% da produção. Uma forma de diminuir essas perdas seria a utilização de banana, ainda no estágio verde, na produção de produtos processados. O conhecimento do potencial vitamínico poderia ser um fator importante a contribuir nesse sentido, e assim sendo objetivou-se neste trabalho avaliar os teores de vitaminas do complexo B, além do β -caroteno (pró-vitamina A) e da vitamina C, em bananas da variedade Nanicao e Prata em diferentes estádios de maturação, mas ainda na condição de fruto verde. Com exceção da vitamina C, que foi determinada pelo método de titulação, as demais foram analisadas por cromatografia de alta eficiência (CLAE). Nas frutas estudadas foram encontradas as

vitaminas B₁, B₆, PP, 5-metil-tetrahidrofolato (5MeTHF), C e β -caroteno, em teores significativamente diferentes para as duas variedades. A variedade Prata apresentou maiores concentrações de B₁ (0,84 mg/100g), enquanto que a variedade Nanicao maiores teores de B₆ (1,38 mg/100g), C (22,83 mg/100g) e 5MeTHF (105 μ g/100g). Os teores de vitaminas praticamente se mantiveram durante o período amostrado, exceto para o β -caroteno que apresentou um comportamento crescente do início ao final do estudo. Embora não possa ser considerada uma fonte rica nessas vitaminas, os teores encontrados tornam a banana no estágio verde uma boa opção para o fornecimento das mesmas.

Abstract

Banana is the fruit most consumed in the world, by both the rich and the poor. The banana sector is one of most important in the Brazilian social-economic scene, where it contributes with a significant part of the production of the main agricultural products. Despite being one of the greastest producers of the fruit in the world, Brazil presents the biggest index of losses of the fruit, evaluated, in certain regions, at 50% of the production. One way to diminish these losses would be to use the banana still in the unripe stage, in the production of industrial products. Knowledge of the vitamin potential could be an important factor in achiving this and thus the objective of this work was to evaluate the contents of the vitamin B group, β -carotene (pro-vitamin A) and vitamin C, in bananas of the Nanicao and Prata variety, at different stages of growth and maturation, but still in the condition of unripe fruit. With the exception of vitamin C, which was determined by titration, the vitamins were analyzed by high performance liquid chromatography (HPLC). In the fruits the vitamins found were B₁, B₆, PP, 5-methyl-tetrahidrofolate (5MeTHF), C and β -carotene, with significantly different contents for the two varieties. The variety Prata presented greater concentrations of B₁ (0.84mg/100g), while the Nanicao variety bigger levels of B₆ (1.38mg/100g), C (22.83mg/100g) and 5MeTHF (105 μ g/100g). The vitamin levels remained almost stable during the period, except for β -carotene which increased from the beginning to the end of the study. Although the banana is not a good source of these

vitamins, the found contents make the banana, in the unripe stage, a good option for the supply of these.

Introdução

A banana é uma importante fruta tropical sendo muito apreciada por seu sabor e aroma (PADOVANI, 1989). É um fruto de respiração climatérica, ou seja, após a colheita continua suas atividades de amadurecimento até o ponto de máxima respiração relativa, quando alcança sua maturidade comercial. Em seguida, tem início a senescência do fruto culminando com a morte (BARNEL, 1940; PALMER, 1971; PANTASTICO, 1975; BURTON, 1985). Durante as atividades de amadurecimento o fruto sofre transformações bioquímicas que alteram sua composição. Estudos de transformações bioquímicas em frutos são encontrados na literatura e freqüentemente estão relacionados às alterações que ocorrem em parâmetros como tamanho, brix, teor de açúcares redutores, proteínas, gorduras, acidez ou pH (ALMAZAN, 1990; NUSSINOVITCH *et al.*, 1990; PARRA *et al.*, 2001; SHANMUGSASUNDARAM e MANAVALAN, 2002), ou com parâmetros sensoriais como, aroma, cor, textura e sabor (BURDON *et al.*, 1993; SHIOTA, 1993; CANO *et al.*, 1997), em função de estes últimos serem facilmente avaliados pelos consumidores, tornando-os fatores relevantes para sua comercialização.

Estudos sobre condições e transformações vitamínicas durante o amadurecimento, de forma geral, são escassos se comparados aos estudos agrônômicos e ou aos de processamento (MOSQUEDA, 1994). Ainda, segundo aquele autor, é necessário aumentar e melhorar as pesquisas dedicadas à banana a fim de aumentar o aproveitamento e consequentemente reduzir o desperdício. Segundo o autor os setores que se encontram mais deficientes são os da fisiologia pré-colheita e pós-colheita. A falta de pesquisas com vitaminas talvez se deva, principalmente à complexidade encontrada no desenvolvimento das determinações analíticas já que se trata de analitos instáveis e que são encontrados em quantidades muito pequenas.

Aliado à dificuldade analítica, o interesse comercial na avaliação vitamínica ainda é

pequeno, já que os consumidores estão acostumados a procurar nos alimentos valores facilmente reconhecíveis. Entretanto, esse panorama tem se modificado nos últimos anos, as pessoas estão cada vez mais preocupadas com a qualidade de vida e com a escolha de dietas de alto valor nutricional.

O aproveitamento da banana no estágio verde tem sido incentivado com o objetivo de diminuir o desperdício e de atender à ansiedade das populações por alternativas alimentares. Uma das formas mais comuns de perda dos cachos de banana ocorre no campo, onde grande quantidade dos pseudo-caules são tombados por ação dos ventos ou mesmo pelo peso do cacho (**Anexo 2**). Na maioria das vezes, após a queda o cacho ainda encontra-se em estágio considerado verde para colheita e é impróprio para comercialização. Mesmo sofrendo um amadurecimento em câmaras de maturação, os frutos podem não apresentar características de qualidade que permitam sua comercialização, para tal é recomendado que o fruto fique, em média, no campo de 80 a 101 dias (MEDINA *et al.* 1995).

A utilização de banana verde para produção de alimentos salgados e doces tem sido uma alternativa para diminuir essa perda na produção. A banana verde é rica em sais minerais, contendo baixa quantidade de açúcares (0,2-1,5%) e alto teor de amido (15-22%) (MEDINA, 1995). Os teores de açúcares e amido, aliados ao fato de não apresentar "sabor banana", possibilitaram o desenvolvimento de vários produtos na linha das massas, como nhoque, pães, biscoitos e massa para salgados empanados (POLANI e BORGES, 1997). Em função do baixo preço da matéria-prima (banana verde) estes produtos podem ser utilizados pela população em geral, bem como para segmentos específicos da dieta infantil, como a merenda escolar, podendo ser também uma alternativa no combate à fome e à desnutrição.

BORGES e GODOY (2000) verificaram a presença de B₆, B₁ e PP em banana verde, com alguns valores discordantes dos apresentados pelas tabelas de composição de alimento. Além disso, os teores de vitaminas nas diferentes fases de seu crescimento ainda não são conhecidos. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar as alterações vitamínicas que os frutos da bananeira sofrem durante o seu crescimento. Tais dados, aliados a outros de importância tecnológica, permitirão uma melhor utilização dos frutos no estágio verde.

Material e métodos

Amostras e amostragens

As variedades de banana utilizadas em todos os ensaios foram a Nanicão (*Musa cavendishi*) e a Prata (*Musa acuminata*), colhidas da Fazenda Taperão no município de Brotas-SP. Foram selecionadas quatro quadras comerciais da fazenda, designadas de Q02, Q03, Q07 e Q08. Na **Tabela 1** encontram-se discriminadas as características das quadras amostradas para cada variedade. Os pomares foram cultivados em solo podzólico vermelho amarelo com composição percentual diferente em argila (**Tabela 1**). A **Figura 1** apresenta o mapa dos pomares de bananas da fazenda, com as quadras hachuradas na região amostrada.

Tabela 1. Localização dos pomares e características das quadras da Fazenda Taperão, no município de Brotas-SP onde foram coletadas as amostras de banana verde.

AMOSTRAS (n.º)	POMAR	QUADRA	VARIEDADE	ÁREA (ha)	NÚMERO DE PÉS	PÉS AMOSTRADOS	SOLO % ARGILA
01 – 032	B2	Q 08	Nanicão	2.76	6.000	32	26
33 – 064	B2	Q 02	Prata	3.51	7.020	32	28
65 – 096	B1	Q 03	Nanicão	2.68	5.830	32	38
97 – 128	B3	Q 07	Prata	1.74	3.783	32	39

Para padronizar a idade das plantas colhidas, foram selecionados pés que apresentavam a exposição visual da primeira penca (**Anexo 3**), sendo este considerado o primeiro dia do ciclo total. O **Anexo 4**, apresenta o mapa utilizado para localização das plantas que foram sorteadas entre as plantas selecionadas para compor cada amostra.

A cada quinze dias, frutos da quarta penca, contando da base para o topo (penca central), foram colhidos para comporem as amostras a serem analisadas, durante um período total de 126 dias. No início foram colhidos quatro frutos por planta, ou penca, e com seu crescimento esta quantia diminuiu passando a um fruto por planta.

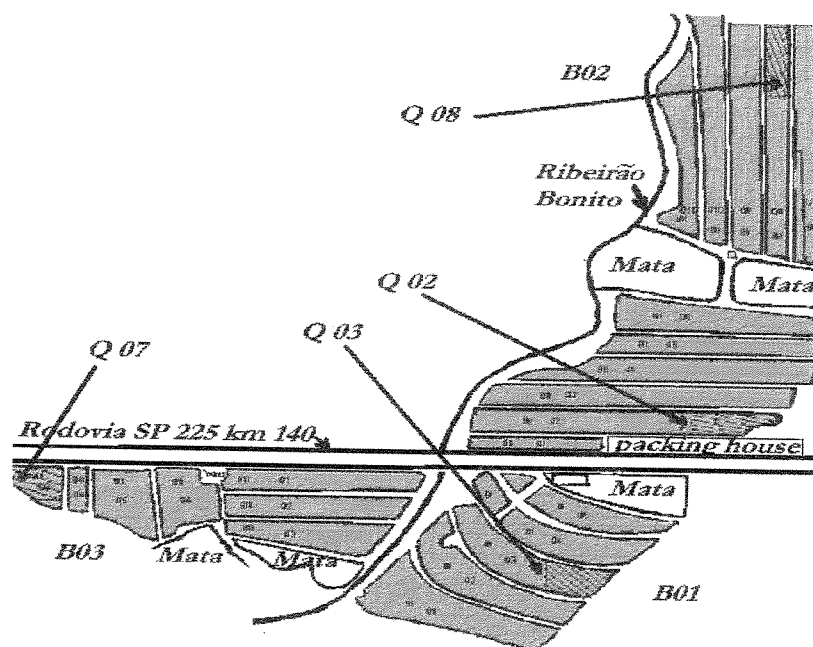


Figura 1. Mapa setorial dos pomares de banana da fazenda Taperão no município de Brotas – SP.

Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas no tempo, onde, em nível de parcelas, foi utilizado um fatorial envolvendo as duas variedades e os dois tipos de solo, em quatro repetições. As oito épocas de amostragens (a cada quinze dias, de abril a julho de 2000) foram utilizadas em nível de sub-parcelas, o que resultou no esquema de análise de variância mostrado no **Quadro 1**.

Quadro 1. Esquema estatístico utilizado no ensaio

Causas de variação	Graus de liberdade
Variedades (V) (Nanicão e Prata)	1
Solos (S) – (solo 1 e solo 2)	1
Interação V x S	1
Resíduo (a)	12
Parcelas	(15)
Amostragens (A) – épocas	7
Interação V x A	7
Interação S x A	7
Interação V x S x A	7
Resíduo (b)	84
Total	127

Preparo da amostra

Os frutos que compuseram cada amostra (32 no início do estudo e 8 ao final) foram descascados, picados, misturados e em seguida foram retiradas as massas necessárias para cada determinação.

Uma porção de 100g foi pesada em balança digital Mettler P4400 e colocada em liquidificador com 150mL de ácido clorídrico 0,5mol/L e homogeneizada por 1 minuto. Deste homogeneizado foi coletada uma fração de 200g que foi colocada em balão volumétrico de 250mL e levado a volume com água destilada. Após homogeneização, a mistura foi filtrada em Buchner, sob vácuo e o filtrado recebido, ao abrigo de luz e sobre gelo, para a determinação das vitaminas do complexo B. Uma outra fração de 30g foi colocada em balão volumétrico de 50mL e levada a volume com ácido oxálico 3%, para análise de vitamina C.

Da amostra inicial dos frutos foram tiradas 20g para determinação de β -caroteno (pró-vitamina A) e 20g para a análise de ácido fólico.

A manipulação das amostras foi sempre que possível realizada ao abrigo da luz, envolvendo todos os recipientes de trabalho com papel alumínio. Todas as determinações foram feitas em duplicatas e o mais rápido possível na tentativa de evitar perdas e ou formação de artefatos.

Determinação das Vitaminas

As vitaminas do complexo B (B_1 , B_2 , B_6 e PP) foram analisadas simultaneamente, por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), utilizando a metodologia desenvolvida por AGOSTINI (1996), adaptada à amostra.

A extração das vitaminas foi feita com HCl 0,5mol/L, seguida de hidrólise enzimática realizada com diastase. Para a hidrólise enzimática foram tomados 10mL do extrato ácido filtrado e colocado em tubo de ensaio, o pH foi ajustado a 4,5 com NaOH 10%, seguida da adição de 5mL de solução tampão pH 4,0. A mistura foi homogeneizada com auxílio de um vortex por alguns segundos e colocada em banho-maria a 80°C por 5 minutos para o entumescimento do amido. Em seguida adicionou-se 1mL de solução de enzima (diastase, 5mg/g de amostra), homogeneizado novamente e colocando os tubos em

banho-maria a 50°C, por 1h. Após a hidrólise os tubos foram imersos em água fria até temperatura ambiente e o volume ajustado com tampão a 20mL. Antes de ser injetado no cromatógrafo o material foi filtrado em membrana Millipore (fluoropore, FHLP 01300, 0,5µm). O cromatógrafo utilizado foi da Hewlett Packard (HP) série 1100, com degaseificador, bomba quaternária e injetor automático com 100µL de capacidade. A separação das vitaminas foi realizada em coluna C18 (ODS-2), 5µm, 150 x 4,6mm d.i. (Sigma-Aldrich, USA), protegida por coluna de guarda (10 x 4,6mm d.i.) empacotada com o mesmo material da coluna analítica. Vinte microlitros (20µL) do extrato foram injetados no cromatógrafo para a separação das vitaminas através de um gradiente de eluição, a vazão de 0,7mL/min com 2% de acetonitrila e 98% de fase aquosa (ácido hexanosulfônico (SHA) 5mmol/L; 0,15% de trietanolamina (TEA); pH 2,8 ajustado com H₂SO₄ 5mol/L) no início da corrida, 3% de acetonitrila e 97% de fase aquosa em 3 min e 2% de acetonitrila, 41% de fase aquosa e 57% de metanol, em 23min de corrida. Terminada a separação as condições iniciais são retomadas e a coluna é re-equilibrada por 20min. Para detecção utilizou-se detector de arranjo de diodos (DAD), da marca HP, série 1100, nos comprimentos de onda (λ) de 254nm até cerca de 9min, entre 9 e 15min o λ utilizado foi de 287nm voltando então para 254nm no restante da corrida. O detector esteve acoplado ao software HP-Chemistation, que além de monitorar todos os componentes permitiu o melhor tratamento dos dados analíticos.

Para a determinação do ácido ascórbico (LAA) e deidroascórbico (DHAA) utilizou-se o método oficial da AOAC (Association Official of Analytical Chemists) (HORWITZ 1997) modificado, utilizando-se para a extração ácido oxálico 3% em substituição ao ácido metafosfórico, de acordo com metodologia proposta por BENASSI (1990). O LAA foi determinado através da titulação com 2,6-diclorofenolindofenol e o DHAA através da sua redução a LAA com DL-homocisteína. Para a determinação do DHAA a solução teve seu pH ajustado a 7,0, com a adição de tampão fosfato seguido da adição de DL-homocisteína. A reação prosseguiu por 10 minutos ao abrigo de luz e temperatura ambiente (~27°C), permitindo a redução do DHAA a LAA. O teor de DHAA foi obtido, portanto, por diferença entre as duas titulações.

A determinação dos folatos foi feita segundo o método desenvolvido por CATHARINO (2000). Uma fração de 20g de amostra foi transferida para bquer de 100mL, onde foi triturada e homogeneizada com ajuda de um mixer a 40mL de solução de KOH 0,1mol/L. Em seguida e em etapas, foram adicionados 40mL de solução de ácido fosfórico 0,1mol/L, 40mL de tampão fosfato e 1mL de ácido tricloracético, homogeneizado-se a cada adição. A amostra assim tratada foi então filtrada em membrana durapore (HVLP 01300, Millipore), com poros de 0,45 μ m e 100 μ L do extrato foram injetados no cromatógrafo líquido, o mesmo descrito anteriormente. A coluna utilizada foi C18 (ODS-2), 5 μ m, 150 x 4,6mm d.i. (Sigma-Aldrich, USA), protegida por coluna de guarda (10 x 4,6mm d.i.) empacotada com o mesmo material da coluna analítica. A eluição das vitaminas foi através de um sistema por gradiente, com fluxo de 0,5mL/min, sendo a fase móvel formada por 90% de tampão acetato (0,166 mol/L de ácido acético e 0,01mol/L de hidróxido de potássio em pH 2,8) e 10% de acetonitrila no início da corrida chegando em 8,5 minutos à 76% de tampão e 24% de acetonitrila (v/v). Esta proporção foi mantida até 9 minutos e as condições iniciais foram então retomadas e a coluna re-equilibrada por 5 minutos. A determinação foi feita a 290nm e a quantificação foi realizada por padronização externa, através da curva analítica com 7 níveis.

A extração dos carotenóides foi feita de acordo com RODRIGUEZ-AMAYA (1999). Os carotenóides foram extraídos com porções de acetona fria até o resíduo tornar-se incolor e as frações foram filtradas em funil de Buchner. A partição dos pigmentos para o n-hexano foi feita em funil de separação, adicionando-se pequenas porções do extrato cetônico e água destilada. Após total transferência dos pigmentos para o n-hexano, o volume foi aferido em balão volumétrico e injetado no cromatógrafo líquido. O cromatógrafo líquido utilizado foi um Varian, modelo 9010, com bomba quaternária, injetor manual Rheodyne, com uma alça de amostragem de 20 μ L e detector UV-visível, modelo 1050, operando à 450nm. Utilizou-se uma coluna em fase normal (sílica) de 150 x 4,6mm (i.d) e eluição isocrática, com fase móvel constituída de hexano, acetona e acetato de etila (74:11:15 – v/v/v) a uma vazão de 0,5mL/min. Os cromatogramas foram obtidos em um integrador-processador HP modelo 3393A. A identificação do pigmento foi feita através da comparação dos tempos de retenção do padrão de β -caroteno e da amostra e co-

cromatografia. A quantificação foi feita por padronização externa, sendo a curva analítica construída com 5 pontos.

A **Figura 2** esquematiza as metodologias aqui empregadas para as análises das vitaminas.

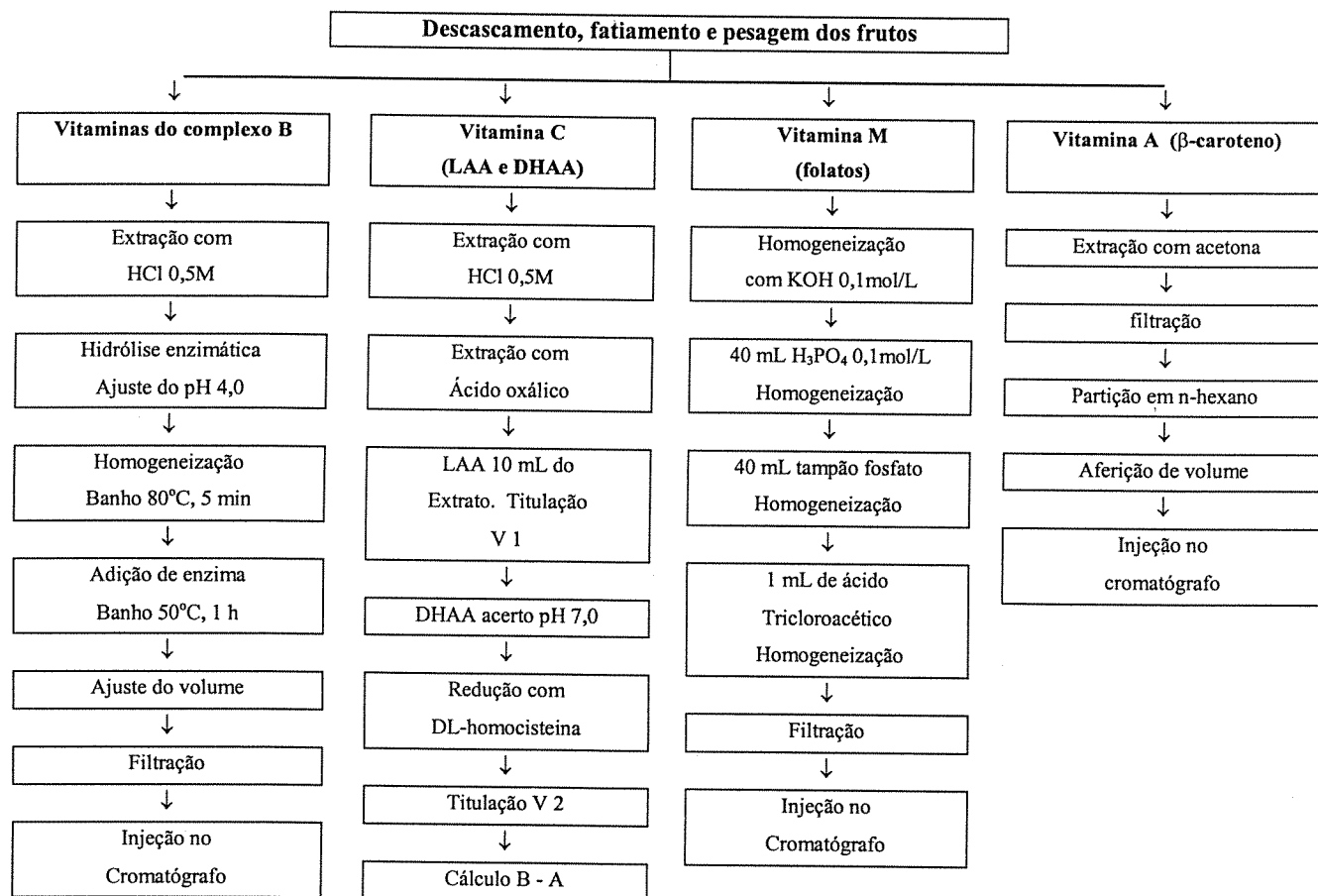


Figura 2. Esquema das metodologias utilizadas para as análises de vitaminas

Resultados e discussão

A **Figura 3** apresenta os cromatogramas típicos obtidos para cada variedade de banana estudada no estágio verde, nas condições de determinações conduzidas no trabalho, onde se podem observar os picos correspondentes à vitamina PP obtidos em comprimento de onda a 254nm e B₆ e B₁ obtidas no comprimento de onda a 280nm.

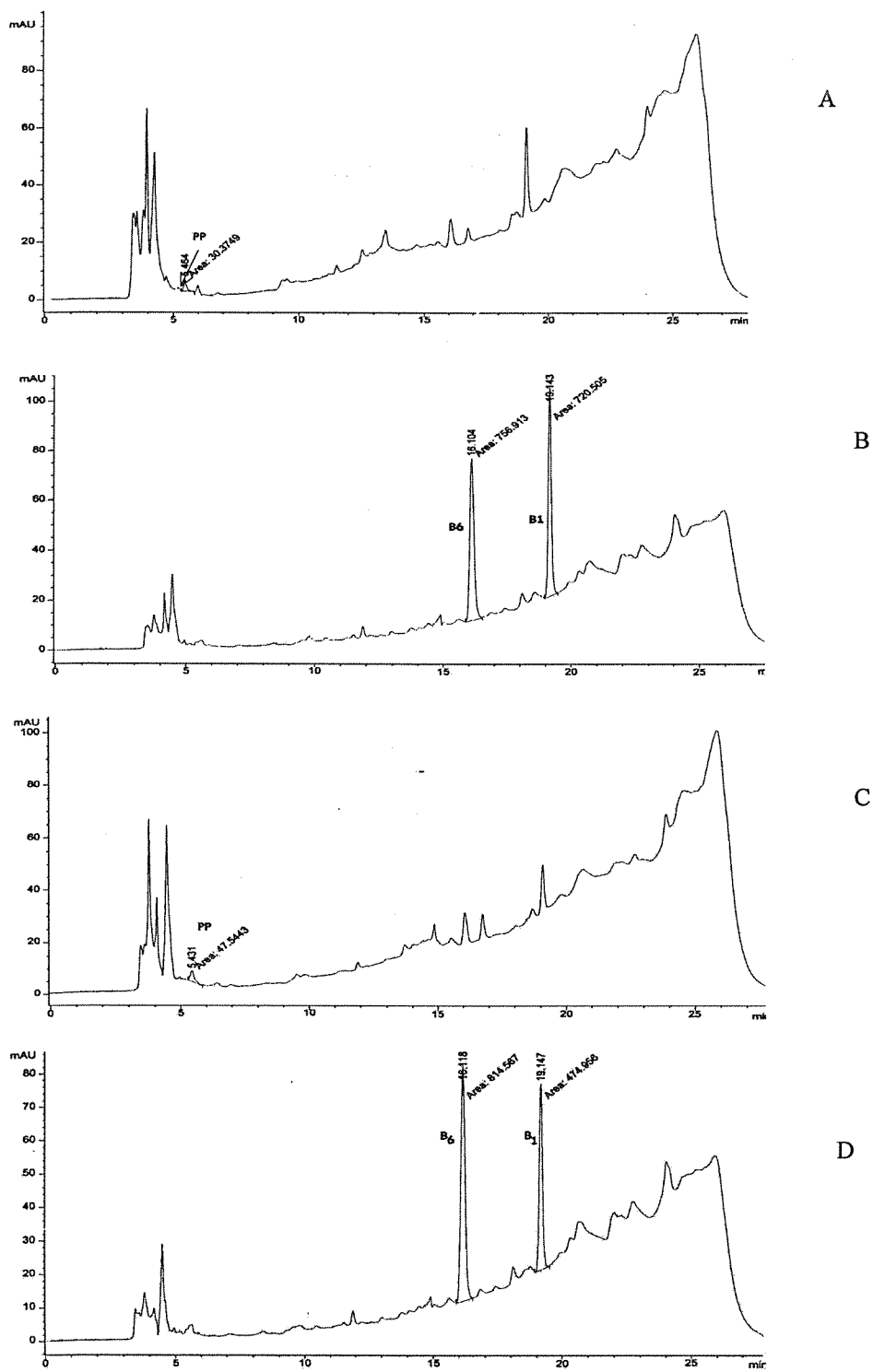


Figura 3. Cromatogramas dos extratos de banana verde: A e B – variedade nanicão com detecção a 254 e 280nm respectivamente. C e D – variedade prata com detecção a 254 e 280nm respectivamente. Condições cromatográficas: coluna ODS-2, 5 μ m, 150 x 4,6mm d.i. (Sigma-Aldrich, USA); gradiente de eluição, a vazão de 0,7mL/min, com 2% de acetonitrila e 98% de fase aquosa (SHA 5mmol/L; 0,15% TEA; pH 2,8 ajustado com H₂SO₄ 5mol/L) no início da corrida, 3% de acetonitrila e 97% de fase aquosa em 3 min e 2% de acetonitrila, 41% de fase aquosa e 57% de metanol, em 23min de corrida. Detecção: 254nm para vitamina PP e 280nm para as vitaminas B₁ e B₆.

Dentre as vitaminas do complexo B, citadas na literatura como presentes em banana, B₁, B₂ e PP (FRANCO, 2002), ácido fólico (SEYOUUM e SELHUB, 1993) e B₆ (CHANDLER, 1995), as vitaminas B₁, B₆ e ácido fólico (vitamina M) puderam ser detectadas e quantificadas nos frutos, em todas as épocas de amostragem.

A vitamina PP (niacina) foi identificada praticamente em todas as épocas, no entanto sua quantificação foi possível em apenas poucas amostras. Em virtude da presença de muitos compostos na região de eluição dessa vitamina o espectro de absorção da niacina na maioria das vezes apresentou-se distorcido indicando a presença de interferentes co-eluentes, o que não permitiu sua quantificação adequada e, portanto estes resultados não foram considerados. Observou-se, no entanto, que quando possível de ser quantificada os valores obtidos variaram ao redor de 0,06mg/100g, valor este cerca de 13 vezes menor que o relatado pela literatura que cita que a banana apresenta cerca de 0,8mg/100g.

Com relação a vitamina B₂, dentre os picos que eluíram na região de detecção desta vitamina, nenhum deles apresentou o espectro de absorção da riboflavina em nenhuma das amostras analisadas. Considerando-se o limite de detecção de 0,06µg/mL, obtido para esta vitamina utilizando-se da metodologia usada neste trabalho (AGOSTINI, 1996), os teores de vitamina B₆ em banana verde podem ser inferiores a 0,4µg/100g. Não foi encontrado na literatura nenhum trabalho citando a determinação desta vitamina em banana, embora tabelas de composição de alimento apresentem dados sobre vitamina B₂ (riboflavina) em bananas em teores de 88µg/100g.

A **Tabela 2** apresenta um resumo dos resultados das análises de variâncias realizadas para as determinações de vitaminas B₁, B₆, ácido L-ascórbico (LAA), ácido dehidroascórbico (DHAA) e β-caroteno, em função das épocas, variedades, tipo de solo e interações desses fatores. Pode-se observar nesta tabela quais fatores influenciaram significativamente nos teores das diferentes vitaminas em banana verde.

Para a vitamina B₁, com exceção da interação “variedade x solo”, todas as demais fontes de variação foram significativas, ao nível de 1% de probabilidade, o que significa dizer que o teor de vitamina B₁ é altamente influenciado pelas características varietais, características de solo e de época de amostragem (estádio de crescimento do fruto). A não existência de interação significativa entre os fatores variedade e solo demonstra que as duas

variedades estudadas (Nanicão e Prata) se comportam da mesma forma nos dois solos estudados quanto ao conteúdo desta vitamina.

Tabela 2. Resultados das análises de variâncias realizadas nas determinações de vitaminas B₁, B₆, LAA, DHAA e β -caroteno.

Causas de Variação	G.L.	Quadrados médios				
		B ₁	B ₆	LAA	DHAA	β -caroteno
Variedades (V)	1	2,24**	3,28**	223,53**	3,73 ^{ns}	127,83**
Solos (S)	1	0,53**	0,09 ^{ns}	26,78**	3,80 ^{ns}	0,74 ^{ns}
Interação V x S	1	0,001 ^{ns}	0,07 ^{ns}	1,48 ^{ns}	4,67 ^{ns}	0,60 ^{ns}
Resíduo a	12	0,02	0,03	2,40	15,26	1,11
Épocas (E)	7	0,79**	1,54**	100,82**	69,00**	30,15**
Interação V x E	7	0,06**	0,03 ^{ns}	34,74**	10,11 ^{ns}	11,55**
Interação S x E	7	0,06**	0,09*	3,43 ^{ns}	2,66 ^{ns}	1,00 ^{ns}
Interação V x S x E	7	0,04**	0,001 ^{ns}	2,97 ^{ns}	1,85 ^{ns}	0,40 ^{ns}
Resíduo (b)	84	0,01	0,03	4,62	11,76	0,86

* significativo ao nível de 5 % de probabilidade

** significativo ao nível de 1 % de probabilidade

^{ns} = não significativo

Para a vitamina B₆ a análise de variância mostrou que as variedades Nanicão e Prata apresentam teores médios significativamente diferentes e que o solo não exerce influência sobre estes teores nas condições do estudo. A interação “variedade x solo” não apresentou diferenças estatisticamente significativas, o que demonstra que estas variedades se comportam de maneira semelhante quando cultivadas nos dois solos estudados. Já quanto as épocas de amostragem, ou seja, estágio de crescimento, as diferenças foram altamente significativas (1% de probabilidade) nos teores médios de vitamina B₆. Observa-se também que as duas variedades se comportaram de maneira semelhante nas diferentes épocas.

Observa-se que os teores médios de ácido L-ascórbico (LAA), das variedades diferiram significativamente, ao nível de 1% de probabilidade, assim como as épocas e os solos. Já a interação “solo x variedade”, não significativa, indica que as duas variedades se comportaram de maneira semelhante dentro de cada solo. Para a determinação de DHAA a análise de variância demonstrou que somente as épocas de amostragem, ou seja, o estágio de maturação dos frutos apresenta comportamento diferenciado.

O resultado da análise de variância demonstrou também, que os teores médios de β -caroteno das duas variedades estudadas foram significativamente diferentes ao nível de 1% de probabilidade e que as médias das épocas também foram estatisticamente significativas. Porém as diferentes características existentes entre os solos estudados não influenciaram

nestes teores bem como as duas variedades se comportaram de maneira semelhante nos dois tipos de solo, mas, diferentemente nas épocas de amostragem.

Para visualização e quantificação das diferenças obtidas para a vitamina B₁ estão apresentados na **Tabelas 3** os resultados experimentais, e na **Tabela 4** os resultados médios dos efeitos principais, desvios padrão e coeficiente de variação além dos resultados da comparação de médias através do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Valores médios de vitamina B₁ (mg/100g) obtidos para amostras de banana Prata e Nanicao durante o crescimento do fruto em dois tipos de solo, nas oito épocas de avaliação.

		Vitamina B ₁ *							
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª
solo 1	Nanicao	0,17	0,57	0,62	0,52	0,60	0,71	0,64	0,45
		0,08	0,52	0,68	0,55	0,74	0,71	0,44	0,40
		0,15	0,70	0,69	0,57	0,75	0,45	0,45	0,55
		0,21	0,38	0,56	0,50	0,61	0,40	0,41	0,55
	<i>m</i>	<i>0,15</i>	<i>0,54</i>	<i>0,64</i>	<i>0,53</i>	<i>0,67</i>	<i>0,57</i>	<i>0,48</i>	<i>0,49</i>
	<i>dp</i>	<i>0,05</i>	<i>0,13</i>	<i>0,06</i>	<i>0,03</i>	<i>0,08</i>	<i>0,17</i>	<i>0,10</i>	<i>0,08</i>
	<i>cv</i>	<i>36</i>	<i>24</i>	<i>9</i>	<i>6</i>	<i>12</i>	<i>29</i>	<i>21</i>	<i>16</i>
	Prata	0,30	0,64	0,95	0,96	1,19	0,84	0,66	0,77
		0,29	0,45	1,00	0,90	1,18	0,68	0,70	0,74
		0,49	0,31	0,93	1,06	1,31	0,77	0,83	0,82
		0,26	0,45	0,96	0,86	1,10	0,74	0,66	0,77
	<i>m</i>	<i>0,34</i>	<i>0,46</i>	<i>0,96</i>	<i>0,95</i>	<i>1,20</i>	<i>0,76</i>	<i>0,71</i>	<i>0,78</i>
	<i>dp</i>	<i>0,10</i>	<i>0,14</i>	<i>0,03</i>	<i>0,09</i>	<i>0,09</i>	<i>0,07</i>	<i>0,08</i>	<i>0,03</i>
	<i>cv</i>	<i>31</i>	<i>29</i>	<i>3</i>	<i>9</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>11</i>	<i>4</i>
Solo 2	Nanicao	0,23	0,62	0,61	0,59	0,85	0,60	0,45	0,58
		0,30	0,32	0,72	0,66	1,29	0,67	0,45	0,56
		0,46	0,79	0,56	0,63	1,33	0,58	0,59	0,58
		0,56	0,76	0,67	0,74	0,92	0,56	0,51	0,56
	<i>m</i>	<i>0,39</i>	<i>0,62</i>	<i>0,64</i>	<i>0,66</i>	<i>1,10</i>	<i>0,60</i>	<i>0,50</i>	<i>0,57</i>
	<i>dp</i>	<i>0,15</i>	<i>0,21</i>	<i>0,07</i>	<i>0,06</i>	<i>0,25</i>	<i>0,05</i>	<i>0,07</i>	<i>0,01</i>
	<i>cv</i>	<i>39</i>	<i>35</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>23</i>	<i>8</i>	<i>13</i>	<i>2</i>
	Prata	0,18	0,91	1,04	0,99	1,42	0,92	0,69	0,92
		0,24	0,87	0,83	1,08	1,37	0,74	0,74	0,89
		0,47	1,06	0,93	1,02	1,47	0,92	0,81	0,96
		0,40	1,04	1,00	1,10	1,46	0,89	0,76	0,87
	<i>m</i>	<i>0,32</i>	<i>0,97</i>	<i>0,95</i>	<i>1,05</i>	<i>1,43</i>	<i>0,87</i>	<i>0,75</i>	<i>0,91</i>
	<i>dp</i>	<i>0,14</i>	<i>0,09</i>	<i>0,09</i>	<i>0,05</i>	<i>0,05</i>	<i>0,09</i>	<i>0,05</i>	<i>0,04</i>
	<i>cv</i>	<i>42</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>5</i>	<i>3</i>	<i>10</i>	<i>7</i>	<i>4</i>

* Os valores são médias de determinações em duplicata.

Tabela 4. Análise estatística dos teores de vitamina B₁ obtidos para as quatro amostras das duas variedades nos diferentes solos e épocas de amostragens.

Variedades			Solos			Épocas		
Nível	Média	Tukey (5%)	Nível	Média	Tukey	Nível	Média	Tukey (5%)
Nanicão	0,572	a	Solo1	0,639	a	1	0,299	d
Prata	0,836	b	Solo2	0,770	b	2	0,649	c
						3	0,797	b
						4	0,796	b
						5	1,099	a
						6	0,699	b c
						7	0,612	c
						8	0,686	c
<i>D.M.S. = 0,0509</i>			<i>D.M.S. = 0,0509</i>			<i>D.M.S. = 0,106</i>		
MÉDIA GERAL	0,705							
Desvio padrão	0,0964							
C.V. (b)	13 %							

Letras diferentes nas colunas de Tukey indicam haver diferença significativa entre as médias. DMS = diferença mínima significativa. cv = coeficiente de variação do residuo b.

Os teores médios de vitamina B₁ diferenciaram significativamente entre as variedades, sendo que a variedade Prata apresentou uma quantidade média maior (0,84mg/100g) que a quantidade média da variedade Nanicao (0,57mg/100g), independente dos demais fatores envolvidos. A análise dos resultados obtidos para os dois tipos de solo mostrou diferença significativa para os teores desta vitamina, sendo que o solo 2 (mais argiloso) apresentou, em média, uma maior quantidade da vitamina B₁. Em relação às épocas, observou-se que a época 5, aproximadamente dois meses após o aparecimento da primeira penca, os teores de vitamina B₁, foram significativamente maiores diferindo da média de todas as demais épocas e chegando a 1,1mg/100g.

Os teores médios de vitamina B₁ encontrado para banana verde, 0,7 mg/100g, foram cerca de 17 vezes maiores que os citados nas tabelas de composição de alimento (FRANCO 2002), que em média citam teores de 40 µg/100g.

A **Tabela 5** mostra os resultados experimentais médios de vitamina B6 obtidos para as duas variedades nas épocas e tipos de solo estudados e a **Tabela 6** os resultados da análise estatística ou seja, resultados médios dos efeitos principais, desvios padrão e

coeficiente de variação, bem como os resultados da comparação de médias obtidos através do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Valores médios de vitamina B₆ (mg/100g) obtidos para amostras de banana Prata e Nanicão durante o crescimento do fruto em dois tipos de solo nas oito épocas de avaliação.

		Vitamina B6*							
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Solo 1	Nanicão	1,12	1,15	1,14	1,42	1,18	1,36	1,62	1,96
		1,14	1,13	1,05	1,42	1,25	1,40	1,42	1,94
		1,00	0,94	0,81	1,29	1,28	1,96	1,34	1,65
		1,12	1,05	0,92	1,22	1,32	1,94	1,37	1,52
	<i>m</i>	<i>1,10</i>	<i>1,07</i>	<i>0,98</i>	<i>1,34</i>	<i>1,26</i>	<i>1,67</i>	<i>1,44</i>	<i>1,77</i>
	<i>dp</i>	<i>0,06</i>	<i>0,10</i>	<i>0,14</i>	<i>0,10</i>	<i>0,06</i>	<i>0,33</i>	<i>0,13</i>	<i>0,22</i>
	<i>cv</i>	<i>6</i>	<i>9</i>	<i>15</i>	<i>7</i>	<i>5</i>	<i>20</i>	<i>9</i>	<i>12</i>
	Prata	0,95	0,78	0,69	0,95	0,92	1,30	1,18	1,53
		0,93	0,88	0,83	0,98	0,91	1,01	1,15	1,62
		0,89	1,40	0,73	0,97	0,94	1,39	1,29	1,35
		0,70	0,77	0,86	0,94	0,89	1,62	1,22	1,11
	<i>m</i>	<i>0,87</i>	<i>0,96</i>	<i>0,78</i>	<i>0,96</i>	<i>0,92</i>	<i>1,33</i>	<i>1,21</i>	<i>1,40</i>
	<i>dp</i>	<i>0,11</i>	<i>0,30</i>	<i>0,08</i>	<i>0,02</i>	<i>0,02</i>	<i>0,25</i>	<i>0,06</i>	<i>0,23</i>
	<i>cv</i>	<i>13</i>	<i>31</i>	<i>10</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>19</i>	<i>5</i>	<i>16</i>
solo 2	Nanicão	0,86	0,85	0,93	1,39	1,26	1,61	1,57	2,13
		0,73	0,88	1,08	1,32	1,37	1,85	1,61	2,02
		1,33	0,87	0,99	1,41	1,37	2,13	1,67	2,03
		2,00	1,03	0,98	1,39	1,37	2,02	1,66	1,90
	<i>m</i>	<i>1,23</i>	<i>0,91</i>	<i>1,00</i>	<i>1,38</i>	<i>1,34</i>	<i>1,90</i>	<i>1,63</i>	<i>2,02</i>
	<i>dp</i>	<i>0,57</i>	<i>0,08</i>	<i>0,06</i>	<i>0,04</i>	<i>0,06</i>	<i>0,23</i>	<i>0,05</i>	<i>0,09</i>
	<i>cv</i>	<i>47</i>	<i>9</i>	<i>6</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>12</i>	<i>3</i>	<i>5</i>
	Prata	0,75	0,51	0,62	0,86	0,86	1,67	1,17	1,76
		0,97	0,82	0,84	0,90	0,96	1,28	1,25	1,43
		1,15	0,46	0,74	0,90	1,01	1,76	1,24	1,72
		0,98	0,77	0,74	0,79	0,92	1,43	1,27	1,34
	<i>m</i>	<i>0,96</i>	<i>0,64</i>	<i>0,74</i>	<i>0,86</i>	<i>0,94</i>	<i>1,54</i>	<i>1,23</i>	<i>1,56</i>
	<i>dp</i>	<i>0,16</i>	<i>0,18</i>	<i>0,09</i>	<i>0,05</i>	<i>0,06</i>	<i>0,22</i>	<i>0,04</i>	<i>0,21</i>
	<i>cv</i>	<i>17</i>	<i>28</i>	<i>12</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>14</i>	<i>4</i>	<i>13</i>

* Os valores são médias de determinações em duplicata.

Tabela 6. Análise estatística dos teores de vitamina B₆ obtidos para as quatro amostras das duas variedades nos diferentes solos e épocas de amostragens.

Variedades			Solos			Épocas		
Nível	Média	Tukey (5%)	Nível	Média	Tukey	Nível	Média	Tukey (5%)
Nanicão	1,376	a	Solo1	1,189	a	1	1,039	c d
Prata	1,055	b	Solo2	1,241	a	2	0,893	d
						3	0,872	d
						4	1,134	c
						5	1,113	c
						6	1,608	a
						7	1,377	b
						8	1,689	a
D.M.S. 0,0688			D.M.S. 0,0688			D.M.S. 0,1965		
MÉDIA GERAL		1,216						
Desvio padrão		0,179						
C.V. (b)		14,7%						

Letras diferentes nas colunas de Tukey indicam haver diferença significativa entre as médias. DMS = diferença mínima significativa. cv = coeficiente de variação do resíduo b.

Também para os teores de vitamina B₆, a análise estatística mostrou diferença significativa entre as médias das variedades, ao nível de 5% de probabilidade, com a variedade nanicão apresentando um maior teor de vitamina B₆, 1,38mg/100g, em relação à prata, que foi de 1,06mg/100g. Observa-se pela comparação das médias de épocas de amostragens, uma diferença significativa sendo que as épocas 6 e 8 apresentaram uma maior quantidade de vitamina B₆ existindo uma tendência de aumento nos teores de B₆ com as últimas épocas de amostragem, o que não aconteceu com a B₁. Não foi observada diferença significativa entre os tipos de solo estudados para a vitamina B₆, em concordância com a análise de variância.

Vale lembrar que nos poucos estudos encontrados na literatura os teores de vitamina B₆ encontrados foram ao redor de 0,33mg/100g (TOUKAIRIN-ODA, *et al.* 1989), sendo que o valor médio encontrado para banana verde no presente trabalho foi cerca de três vezes maior (1,22mg/100g).

A vitamina M também foi analisada e encontrada em todas as épocas da banana verde, embora sem o número de repetições que permitisse o tratamento estatístico efetuado para as demais vitaminas.

A única forma da vitamina M encontrada nas amostras de banana analisadas foi o 5-metiltetraidrofolato (5-Me-THF), em concordância com o que foi encontrado por SEYOUM E SELHUB (1993). Somente uma amostra de cada variedade (Prata e Nanicão) foi analisada por época e os resultados encontram-se na **Figura 4**.

O gráfico aponta para um comportamento diferenciado entre as duas variedades de banana, sendo que a Nanicão praticamente manteve os níveis do 5-metiltetraidrofolato e a Prata apresentou uma queda nos últimos períodos de coleta. Os valores médios encontrados nesse período para as variedades Nanicão e Prata foram, respectivamente, 135 e 104 µg/100g.

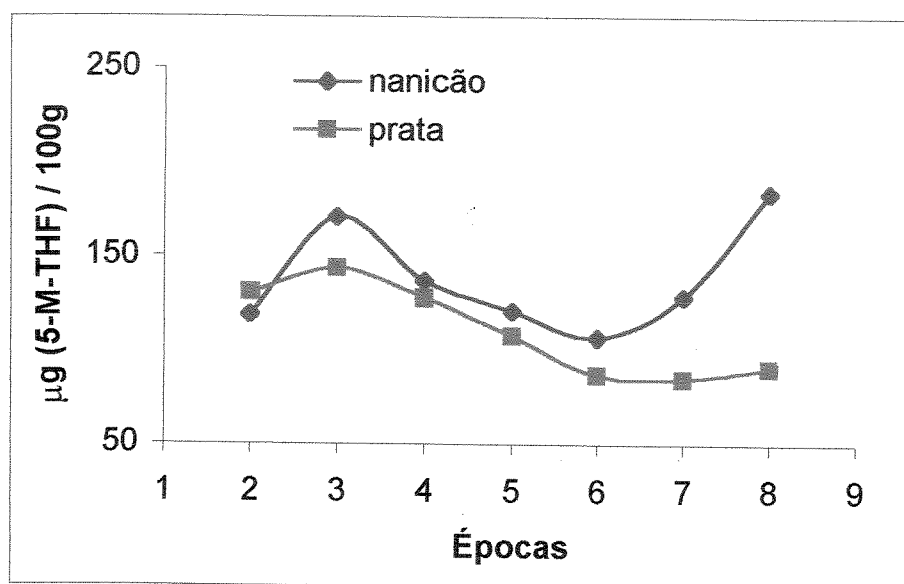


Figura 4. Gráfico dos teores de 5-Me-THF folatos em bananas das variedades nanicão e prata de março (2) a julho (8).

A **Tabela 7** apresenta os resultados de ácido L-ascórbico, para as duas variedades estudadas em todas as épocas e tipos de solo. A **Tabela 8** apresenta os resultados da análise estatística. Nos resultados da determinação de LAA (ácido L-ascórbico), todas as variáveis (variedade, época e tipo de solo) influenciaram no teor deste componente em banana, sendo diferentes significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7. Valores médios de ácido ascórbico (mg/100g) obtidos para amostras de banana Prata e Nanicão durante o crescimento do fruto em dois tipos de solo nas oito épocas estudadas.

		LAA*							
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Solo 1	Nanicão	12,8	15,6	15,2	15,4	16,9	17,8	17,3	20,4
		13,6	12,1	9,3	18,7	17,1	19,4	15,9	20,8
		14,0	12,7	14,3	10,9	16,0	17,6	19,9	24,0
		14,2	12,2	15,7	10,5	16,1	19,9	20,5	24,2
		<i>13,65</i>	<i>13,15</i>	<i>13,63</i>	<i>13,88</i>	<i>16,53</i>	<i>18,68</i>	<i>18,40</i>	<i>22,35</i>
		<i>0,62</i>	<i>1,65</i>	<i>2,94</i>	<i>3,91</i>	<i>0,58</i>	<i>1,15</i>	<i>2,17</i>	<i>2,03</i>
		<i>5</i>	<i>13</i>	<i>22</i>	<i>28</i>	<i>3</i>	<i>6</i>	<i>12</i>	<i>9</i>
	Prata	23,6	19,8	15,7	21,9	17,9	19,9	20,3	21,8
		21,4	16,7	14,8	20,6	17,9	18,0	20,6	24,0
		23,8	21,1	15,0	14,1	14,5	20,0	28,5	24,7
		24,4	19,8	15,4	17,7	16,8	21,5	24,1	25,7
		<i>23,30</i>	<i>19,35</i>	<i>15,23</i>	<i>18,58</i>	<i>16,78</i>	<i>19,85</i>	<i>23,38</i>	<i>24,05</i>
		<i>1,31</i>	<i>1,87</i>	<i>0,40</i>	<i>3,46</i>	<i>1,60</i>	<i>1,43</i>	<i>3,83</i>	<i>1,65</i>
		<i>6</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>19</i>	<i>10</i>	<i>7</i>	<i>16</i>	<i>7</i>
Solo 2	Nanicão	16,8	16,6	14,6	21,4	17,6	20,4	18,5	24,8
		16,9	13,5	13,4	19,2	17,3	17,9	17,9	21,9
		17,0	15,8	16,0	18,4	15,8	20,1	24,3	24,5
		17,6	16,7	16,7	15,4	15,6	19,2	22,9	23,8
		<i>17,08</i>	<i>15,65</i>	<i>15,18</i>	<i>18,60</i>	<i>16,58</i>	<i>19,40</i>	<i>20,90</i>	<i>23,75</i>
		<i>0,36</i>	<i>1,49</i>	<i>1,47</i>	<i>2,48</i>	<i>1,02</i>	<i>1,12</i>	<i>3,18</i>	<i>1,30</i>
		<i>2</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>13</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>15</i>	<i>5</i>
	Prata	24,1	19,5	16,3	21,7	17,3	17,9	20,0	23,1
		23,7	19,4	15,8	17,5	17,9	21,6	21,5	24,0
		24,2	20,1	14,5	16,9	15,8	22,2	28,2	21,7
		24,0	20,5	15,6	12,1	16,3	18,4	27,0	23,3
		<i>24,00</i>	<i>19,88</i>	<i>15,55</i>	<i>17,05</i>	<i>16,83</i>	<i>20,03</i>	<i>24,18</i>	<i>23,03</i>
		<i>0,22</i>	<i>0,52</i>	<i>0,76</i>	<i>3,93</i>	<i>0,95</i>	<i>2,19</i>	<i>4,03</i>	<i>0,96</i>
		<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>23</i>	<i>6</i>	<i>11</i>	<i>17</i>	<i>4</i>

* Os valores são médias de determinações em duplicata.

Observa-se pela **Tabela 8** que a variedade Prata foi a que apresentou maior quantidade em média de LAA 20,22mg/100g, comparanda com a Nanicão que apresentou teor igual a 17,58mg/100g. Isto também ocorreu com o solo 2 que possui um teor um pouco superior de argila comparativamente ao solo 1. Sendo assim, a retenção dos nutrientes do solo pela argila pode estar afetando a concentração da vitamina C no fruto.

Tabela 8. Análise estatística dos teores de ácido ascórbico obtidos para as quatro amostras das duas variedades nos diferentes solos e épocas de amostragens.

Variedades			Solos			Épocas		
Nível	Media	Tukey (5%)	Nível	média	Tukey	Nível	Média	Tukey (5%)
Nanicão	17,58	a	Solo1	18,44	a	1	19,45	b
Prata	20,22	b	Solo2	19,35	b	2	16,38	d
						3	15,93	d
						4	19,43	b
						5	16,65	d c
						6	18,80	b c
						7	21,83	a
						8	22,73	a
D.M.S. 0,597			D.M.S. 0,597			D.M.S. 2,363		
MÉDIA GERAL		18,90						
Desvio padrão		2,15						
C.V. (b)		11,37						

Letras diferentes nas colunas de Tukey indicam haver diferença significativa entre as médias. DMS = diferença mínima significativa. cv = coeficiente de variação do resíduo b.

O comportamento das épocas observado pelo teste de Tukey, é que as épocas 7 e 8 foram as que apresentaram maior quantidade de LAA, diferindo significativamente das demais épocas, seguindo a tendência do que ocorreu com a vitamina B₁.

Para um possível esclarecimento das condições edafoclimáticas no período estudado, os dados de precipitação pluviométrica e temperaturas ocorridas podem ser observados no **Anexo 5**.

As **Tabelas 9 e 10** apresentam os valores de ácido dehidroascórbico obtidos para as duas variedades nas épocas e tipos de solo estudados e os resultados da análise estatística, respectivamente.

Observa-se que para os teores médios de DHAA somente houve efeito significativo para as médias de épocas, não havendo diferença significativa entre os teores médios obtidos para as diferentes variedades nem entre os diferentes tipos de solo.

Tabela 9. Valores médios de ácido desidroascórbico (mg/100g) obtidos para amostras de banana Prata e Nanicão durante o crescimento do fruto em dois tipos de solo nas oito épocas avaliadas.

		DHAA*							
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Solo 1	Nanicão	5,3	4,7	4,3	6,8	8,1	5,4	4,5	6,8
		5,5	6,2	6,8	4,1	7,5	3,2	4,8	6,4
		4,5	5,7	2,6	5,3	5,1	5,9	4,8	4,9
		5,9	7,1	4,6	5,6	4,7	5,4	5,5	4,8
		<i>5,30</i>	<i>5,93</i>	<i>4,58</i>	<i>5,45</i>	<i>6,35</i>	<i>4,98</i>	<i>4,90</i>	<i>5,73</i>
		<i>0,59</i>	<i>1,00</i>	<i>1,37</i>	<i>1,11</i>	<i>1,70</i>	<i>1,21</i>	<i>0,42</i>	<i>1,02</i>
		<i>11</i>	<i>17</i>	<i>38</i>	<i>20</i>	<i>27</i>	<i>24</i>	<i>9</i>	<i>18</i>
	Prata	4,3	5,8	6,2	2,9	4,9	4,0	4,8	5,2
		6,2	6,4	4,9	5,6	4,4	6,8	6,5	5,0
		5,4	6,1	5,6	3,7	4,4	5,7	3,6	6,7
		4,2	7,2	7,2	1,1	3,6	4,1	6,8	4,4
		<i>5,03</i>	<i>6,38</i>	<i>5,98</i>	<i>3,33</i>	<i>4,33</i>	<i>5,15</i>	<i>5,43</i>	<i>5,33</i>
		<i>0,95</i>	<i>0,60</i>	<i>0,97</i>	<i>1,87</i>	<i>0,54</i>	<i>1,35</i>	<i>1,50</i>	<i>0,98</i>
		<i>19</i>	<i>9</i>	<i>16</i>	<i>56</i>	<i>12</i>	<i>26</i>	<i>28</i>	<i>18</i>
Solo 2	Nanicão	6,5	4,1	3,5	2,9	8,0	4,1	5,0	4,3
		4,5	5,6	3,9	1,4	6,0	6,0	4,3	8,0
		6,2	5,7	4,8	8,1	5,7	5,2	3,8	5,6
		5,8	5,5	5,0	3,0	5,0	5,1	5,2	5,5
		<i>5,75</i>	<i>5,23</i>	<i>4,30</i>	<i>3,85</i>	<i>6,18</i>	<i>5,10</i>	<i>4,58</i>	<i>5,85</i>
		<i>0,88</i>	<i>0,75</i>	<i>0,72</i>	<i>2,93</i>	<i>1,29</i>	<i>0,78</i>	<i>0,64</i>	<i>1,15</i>
		<i>15</i>	<i>14</i>	<i>17</i>	<i>76</i>	<i>21</i>	<i>15</i>	<i>14</i>	<i>27</i>
	Prata	6,5	7,7	8,0	3,4	3,3	4,0	7,2	4,0
		4,3	5,1	6,2	3,2	4,7	4,2	4,5	4,8
		5,0	6,1	7,9	3,3	3,4	2,7	3,0	5,4
		5,0	6,2	8,5	3,1	3,3	7,9	4,6	5,8
		<i>5,20</i>	<i>6,28</i>	<i>7,65</i>	<i>3,25</i>	<i>3,68</i>	<i>4,70</i>	<i>4,83</i>	<i>5,00</i>
		<i>0,93</i>	<i>1,07</i>	<i>1,00</i>	<i>0,13</i>	<i>0,68</i>	<i>2,23</i>	<i>1,74</i>	<i>0,78</i>
		<i>18</i>	<i>17</i>	<i>13</i>	<i>4</i>	<i>19</i>	<i>48</i>	<i>36</i>	<i>16</i>

* Os valores são médias de determinações em duplicata.

Tabela 10. Análise estatística dos teores de ácido desidroascórbico obtidos para as quatro amostras das duas variedades nos diferentes solos e épocas de amostragens.

Variedades			Solos			Épocas		
Nível	Media	Tukey (5%)	Nível	Média	Tukey (5%)	Nível	Média	Tukey (5%)
Nanicao	5,25	A	Solo1	5,26	a	1	5,32	b
Prata	5,09	A	Solo2	5,90	a	2	5,95	a
						3	5,63	a
						4	3,97	d
						5	5,13	c
						6	4,98	c
						7	4,93	c
						8	5,47	bc
D.M.S. 0,243			D.M.S. 0,243			D.M.S. 0,442		
MÉDIA GERAL		5,17						
Desvio padrão		1,5						
C.V. (b) %		24,2						

Letras diferentes nas colunas de Tukey indicam haver diferença significativa entre as médias. DMS = diferença mínima significativa. cv = coeficiente de variação do residuo b.

Observa-se um comportamento diferenciado para as variedades sendo que a Nanicao apresenta uma tendência em ter seus valores aumentados com a época de amostragem enquanto que a variedade Prata sofreu uma diminuição nos teores desta vitamina para depois sofrer um acréscimo, mostrando assim uma interação entre épocas e variedades.

Apesar da banana não ser rica em vitamina C, estes teores podem representar 50 % das necessidades diárias e são teores que permitem considerar que a banana pode incorporar esta vitamina aos produtos a serem fabricados, durante todo o período estudado.

Os resultados médios de vitamina C total podem ser visualizados na **Figura 5**.

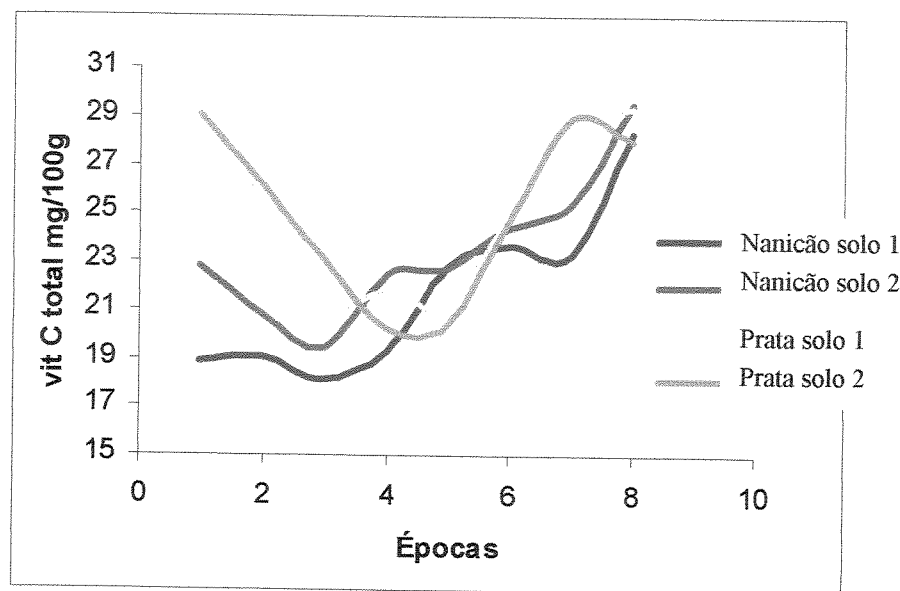


Figura 5. Valores de vitamina C total (LAA + DHAA) em banana durante 5 meses de amostragem, em dois tipos de solo (solo 1 = 27 % de argila e solo 2 = 38 % de argila).

Os valores de β -caroteno (pro-vitamina A) encontradas nos frutos para as duas variedades nas épocas e tipos de solos estudados podem ser observados na **Tabela 11**.

Na **Tabela 12** encontram-se os resultado da análise estatística.

Entre os teores médios de β -caroteno das variedades observou-se uma diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, sendo que a variedade Nanicão apresentou um teor maior de β -caroteno (1073 $\mu\text{g}/100\text{g}$ equivalente a 536,4 μg de vitamina A) do que a variedade Prata (441 $\mu\text{g}/100\text{g}$ equivalente a 220 μg de vitamina A) e um crescimento significativo da primeira época em relação à última. Os teores de β -caroteno foram superiores ao esperado, no entanto são teores relativamente baixos comparados com outros frutos.

O **Anexo 6** apresenta os cromatogramas do extrato de amostra de banana verde evidenciando a presença do β -caroteno, além de outros pigmentos em quantidades de traços.

Tabela 11. Valores médios de β -caroteno ($\mu\text{g}/100\text{g}$) obtidos para amostras de banana Prata e Nanicão durante o crescimento do fruto em dois tipos de solo nas oito épocas avaliadas.

		β-caroteno *							
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Solo 1	Nanicao	280	432	606	539	1213	502	1826	1420
		405	330	451	695	479	921	1748	1890
		144	325	419	857	1437	1842	2006	2248
		433	681	821	706	1148	1889	2079	2130
		315,50	442,00	574,25	699,25	1069,25	1288,50	1914,75	1922,00
		132,27	166,79	183,65	129,91	412,51	688,14	153,83	366,32
		42	38	32	19	39	53	8	19
	Prata	377	368	193	324	232	179	656	760
		464	450	360	288	218	457	367	862
		327	224	196	423	301	527	501	1032
		398	410	378	363	437	472	732	783
		391,50	363,00	281,75	349,50	297,00	408,75	564,00	859,25
		56,77	98,53	101,02	57,78	100,14	156,09	162,75	123,17
		15	27	36	17	34	38	29	14
Solo 2	Nanicao	504	490	475	344	1194	966	1823	4268
		490	397	758	694	986	1836	1631	2084
		472	490	254	631	1256	1560	1806	2036
		490	510	562	703	1268	1269	1832	1744
		489,00	471,75	512,25	593,00	1176,00	1407,75	1773,00	2533,00
		13,11	50,72	208,92	169,06	130,75	374,60	95,28	1166,38
		3	11	41	29	11	27	5	46
	Prata	470	747	224	416	247	204	459	1589
		299	490	287	358	183	439	441	741
		161	320	576	290	127	386	437	841
		320	220	420	328	292	269	514	1121
		312,50	444,25	376,75	348,00	212,25	321,50	462,75	1073,00
		126,49	230,56	155,95	53,19	72,32	107,23	35,48	379,74
		40	52	41	15	34	33	8	35

* Os valores são médias de determinações em duplicata.

Tabela 12. Resultados da análise estatística dos teores de β -caroteno obtidos para as quatro amostras das duas variedades nos diferentes solos e épocas de amostragens.

Variedades			solos			Épocas		
Nível	Média	Tukey (5%)	Nível	Média	Tukey (5%)	Nível	Média	Tukey (5%)
Nanicao	1073	a	Solo1	733	a	1	377	d
Prata	441	b	Solo2	781	a	2	430	d
						3	436	d
						4	497	d
						5	689	d c
						6	857	b c
						7	1179	b
						8	1597	a
D.M.S. 128			D.M.S. 128			D.M.S. 2,39		
MÉDIA GERAL		758						
Desvio padrão		294						
C.V. (b)		39 %						

Letras diferentes nas colunas de Tukey indicam haver diferença significativa entre as médias. DMS = diferença mínima significativa. cv = coeficiente de variação do resíduo b.

Conclusões

Nas duas variedades de banana estudadas, Nanicão e Prata, foram encontradas as vitaminas B₁, B₆, 5MeTHF, C e β -caroteno, no entanto não foram observadas evidências da presença da vitamina B₂ em nenhuma amostra analisada ao nível de detecção de 0,4 μ g/100g. O estudo do comportamento da vitamina PP foi prejudicado em função de sua co-eluição com interferentes oriundos da hidrólise enzimática.

Os teores de vitamina B₁, B₆ e M entre as duas variedades foram diferentes significativamente, sendo que a variedade Prata apresentou maior concentração de B₁ e a Nanicão maior concentração de B₆ e M. Com relação à vitamina C, as duas variedades apresentaram o LAA e o DHAA sendo a variedade Prata a mais rica nas duas formas da vitamina C. De maneira geral as frutas no estágio verde apresentaram teores de vitaminas relativamente estáveis durante o período de estudo, exceto para a pró-vitamina A que apresentou um comportamento crescente do início ao final, sendo encontrados teores maiores na variedade Nanicão.

A vitamina B₁ mostrou-se mais sensível às alterações edafoclimáticas que a vitamina B₆. Em alguns casos o efeito do solo foi observado sendo que o solo 2 (38 % de argila) apresentou influência positiva na formação dos compostos vitamínicos ou seja os frutos apresentaram-se com maiores teores destes compostos.

Pelos dados obtidos em relação aos valores vitamínicos de banana verde, esta apresenta um bom potencial para a sua utilização como fonte de vitaminas. Para ampliar o potencial de uso será necessário acrescentar, aos aqui apresentados, os dados tecnológicos, como por exemplo, rendimento, teor de amido, etc.

Referências Bibliográficas

- AGOSTINI, T. S. Desenvolvimento de metodologia para determinação simultânea, por CLAE, das vitaminas B₁, B₂, B₆, ácido nicotínico e nicotinamida em alimentos enriquecidos. (Tese de Doutorado em Ciências de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1996, 183p.
- ALMAZAN, A. M. Chemical changes in some cooking banana and plantain. **Tropical Science**, 31, p.335-346, 1990.
- ASSOCIATION OF VITAMIN CHEMISTS. L-ascorbic acid (vitamin C In: **Methods of Vitamin Assay**. Interscience Publishers, 3rd ed. p287-334, 1966
- BARNEL, H. R. Studies in tropical fruits VIII. Carbohydrate Metabolism of the Banana Fruit During Development. **Annal Botanic**, 4, p.40-71, 1940.
- BENASSI, M. T. **Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitaminas C em vegetais processados**. (Dissertação de Mestrado) Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP, Campinas, 1990, 158 p.
- BORGES, M. T. M. R., GODOY, H. T. Identificação e confirmação da presença de vitaminas do complexo B em banana verde. XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Anais de Resumos**. Fortaleza. Agosto, 2000.
- BURDON, J. N., MOOR, K. G., WAINWRIGHT, H. The pell of plantain and cooking banana fruit. **Analytical Applied Biology**, 123(2), p. 391-402, 1993
- BURTON, W. G. **Postharvest physiology of food crops**. Longman, London, 450 p., 1985.

- CANO, M. P., de ANCOS, B., MATAALLANA, M. C., CAMARA, M., REGLERO, G., TABERA, J. Differences among Spanish and Latin-American banana cultivars: morfological chemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, 59 (3), p. 411 – 419, 1997
- CATHARINO, R. R. **Desenvolvimento, validação e aplicação de metodologia para análise de ácido fólico em alimentos enriquecidos**. (Dissertação de Mestrado) . Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP. Campinas, 2000.
- CHANDLER, S. The nutritional value of bananas, in: **Bananas and Plantains**. GOWEN, S., ed. Chapman and Hall, London (GBR) Eng. p.468-480, 1995.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. Atheneu, 9ª ed. São Paulo – Rio de Janeiro, 2002, 307 p.
- HORWITZ W. **Official methods of Analysis**. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. 13rd ed. P 746-747. 1997.
- MEDINA, J. C., BLEINROTH, E.W. , MARTI, Z. J. D. , TRAVAGLINI, D.A.; OKADA , M., QUAST, D.G., HASHIZUME, T., MORETTI, V.A., BICUDO NETO, L.C., ALMEIDA, L. A. S. B., RENESTO , O. V. **Banana**. Campinas, ITAL Frutas Tropicais 3, 1995, 2ed., 302 p.
- MOSQUEDA, V. R. La investigacion en banano y plántano en Mexico y necesidades futuras in: Memorias de la X reunión. Acorbat, San Jose Villahermosa , Mexico 669- 676, 1994.
- NUSSINOVITCH, A., KOPELMAN, I. J., MIZRAHI, S. Mechanical criteria of banana ripening. **Journal of Science Food Agriculture**, 53, p. 63 – 71, 1990.
- PADOVANI, M. I. Banana um mercado crescente para este alimento milenar. Icone Editora, São Paulo-SP, 1989, 104 p.
- PALMER, J. K. The banana. In: HULME, A. C. **The biochemistry of Fruits and their products**. Ed. Academic Press, London, p.65-105, 1971.
- PANTASTICO, E. B. **Postharvest Physiology Handling and Utilization on Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables**. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, 1ºed., 1975, 560 p.
- PARRA, C.R., SARMIENTO, L.M.L., SALINAS, G.C., GIRALDO, G.G. The effect of hail and wind on the development and quality of the fruits of Dominico hartón and FHIA-21 **Plantain**, 10(2), p. 14-17, 2001.
- POIANI, L. M., BORGES, M.T.M.R. Industrialização da matéria-prima banana verde. **Anais de Resumos. II SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS**. Campinas-SP, p.117 (325), 1997.

RODRIGUES-AMAYA, D. **A guide to carotenoid analysis foods**. ILSI Press Washington. 1999. 64 p.

SEYOUM, E., SELHUB, J. Combined affinity and ion pair column chromatographies for the analysis of food folate. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, 4(8) p488-494, 1993.

SHANMUGASUNDARAM, K. A., MANAVALAN, R. S. A. Postharvest characteristics of "Rasthali" bananas grown under different polyethylene covers. **Infomusa**, 11 (2), p.45-47, 2002.

SHIOTA, H. New steric compounds in the volatiles of banana fruit (*Musa sapientum L.*) **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 41, p.2056-2062, 1993.

TOUKAIRIN-ODA, T., SAKAMOTO, E., HIROSE, N., MORI, M., ITOH, T., TSUGE, H. Determination of vitamins B6 derivatives in Foods and Biological Materials by Reversed-Phase HPLC. **Journal of Nutrition Science Vitaminology**, 35, p171-180, 1989.

CAPÍTULO IV

TRANSFORMAÇÕES VITAMÍNICAS PÓS-COLHEITA DE BANANAS CLIMATIZADAS E NÃO CLIMATIZADAS

Borges, Maria Teresa Mendes Ribeiro¹, Lavorenti, Norberto Antonio¹
e Godoy, Helena Teixeira²

¹ UFSCAR – Dep. Tecnologia Agroindustrial e Sócio-econômica Rural, Centro de Ciências Agrárias, Araras,
CEP 13600-970, Araras-SP. E-mail: mtmrborg@cca.ufscar.br

² UNICAMP - Dep. Ciências de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, C.P. 6121,
CEP 13081-970, Campinas-SP. E-mail: helenat@fea.unicamp.br

Resumo

Por ser um fruto de respiração climatérica a banana sofre transformações bioquímicas pós-colheita passando por um máximo de respiração relativa alcançando sua maturidade comercial. Somente após este período é que inicia a senescência culminado com a morte dos frutos. A literatura é pobre em informações sobre estas transformações em termos vitamínicos. Em função disso este trabalho objetivou avaliar as alterações nos teores de vitaminas do complexo B (B₁, B₂, B₆, e PP), vitamina C e β -caroteno nas variedades Nanicao e Prata de frutos climatizados e não climatizados. Os frutos foram colhidos com 128 dias e analisados durante um mês, a cada sete dias. A climatização foi feita com 1000mL/L de acetileno à temperatura de aproximadamente 18°C, por 24h. A determinação das vitaminas foi feita utilizando-se a CLAE, exceto a vitamina C que foi determinada titulometricamente. Os resultados nos teores de vitaminas para as variedades Nanicao e Prata climatizadas foram respectivamente: B₁ - 0,61 e 1,00mg/100g; B₆ - 0,71 e 0,64mg/100g; LAA - 12,45 e 19,73mg/100g; DHAA - 4,05 e 5,07mg/100g e β -caroteno - 1579 e 1140 μ g/100g e para Nanicao e Prata não climatizadas foram respectivamente: B₁ -

0,68 e 1,27mg/100g; B₆ - 0,83 e 0,67mg/100g; LAA - 13,04 e 19,56mg/100g; DHAA - 3,77 e 4,06mg/100g e β -caroteno 1763 e 1005 μ g/100g. Exceto para o ácido desidroascórbico, os frutos que sofreram climatização tiveram seus teores de vitamina diminuídos. Com relação à época de amostragem os teores de vitaminas aumentaram depois de 14 dias de climatização, diminuindo em seguida, exceto para o β -caroteno que teve seus valores sempre crescentes.

Abstract

Since the banana is a climateric fruit it suffers biochemical transformations post-harvest passing through a maximum respiration before reaching commercial maturity. Senescence starts after this culminating in the death of the fruits. The literature lacks information on these transformations with respect to the vitamin contents. This work aimed at evaluating the changes in vitamin contents of B complex vitamin, C vitamin and β -carotene in the varieties Nanicão and Prata in climatized and non-climatized fruits. The fruits were harvested at 128 days and analyzed for one month, every week. Climatization was effected with 1000mL/L of acetylene at a temperature of approximately 18°C, for 24h. The vitamin determinations were carried out using high performance liquid chromatography (HPLC), except for C vitamin which was determined by titration. The vitamin contents for the climatized varieties of Nanicão and Prata were respectively: B₁ - 0.61 and 1.00mg/100g; B₆ - 0.71 and 0.64mg/100g; LAA - 12.45 and 19.73mg/100g; DHAA - 4.05 and 5.07mg/100g; and β -carotene - 1579 and 1140 μ g/100g. For non-climatized Nanicão and Prata bananas the values were respectively: B₁ - 0.68 and 1.27mg/100g; B₆ - 0.83 and 0.67mg/100g; LAA - 13.04 and 19.56mg/100g; DHAA - 3.77 and 4.06mg/100g; and β -carotene 1763 and 1005 μ g/100g. With the exception of dehidroascorbic acid, the fruits that had suffered climatization had diminished vitamin contents. With relation to the time of sampling the vitamin contents increased after 14 days of climatization, and then diminished, except for β -carotene, which continued increasing.

Introdução

Muitas substâncias nutrientes fornecidas pelos alimentos “in natura”, possuem características particulares e imprescindíveis para que o organismo humano se desenvolva. Atividades biológicas importantes são influenciadas pela ação das vitaminas presentes nos alimentos (BOBBIO e BOBBIO, 1995; MOSER e BENDICH, 1991; LEHNINGER, 1993; BALL, 1994; PENTEADO 2003).

As frutas são responsáveis por parte da ingestão destas vitaminas (FRANCO, 2002). Segundo a literatura, a banana é altamente energética possuindo várias vitaminas do complexo B, além de vitaminas C e A (MACHLIN, 1991; CANO *et al.*, 1997).

Depois de colhida a banana continua seu amadurecimento até um ponto de máxima respiração relativa, quando alcança sua maturidade comercial e em seguida, inicia-se sua senescência culminando com a morte do fruto. Esta evolução causa modificações nos teores de seus constituintes (BARNEL, 1940; PALMER, 1971; PANTASTICO, 1975; BURTON, 1985; SALUNKE, 1984; NUSSINOVITCH *et al.*, 1990. SIMMONS, 1996). Também os fatores edafoclimáticos e condições de armazenamento, como temperatura pós-colheita, temperatura e tempo de armazenamento, uso de amadurecedores, entre outros, influenciam nos teores das vitaminas e na constituição do fruto de maneira geral (SALISBURY e ROSS, 1978).

A literatura é carente de trabalhos de avaliação das transformações pós-colheita com relação às vitaminas da banana, sendo mais comum estudos onde os fatores sensoriais, como aparência e sabor, ou substâncias que dão sabor e cor, como açúcares, acidez e outros são privilegiados (LAL *et al.*, 1974; MOLLÁ *et al.*, 1994).

Com este trabalho, objetivou-se avaliar as alterações que ocorrem nos teores de vitaminas hidrossolúveis e de β -caroteno, em duas variedades de banana (Nanicão e Prata), pós-colheita até o ponto “passada”, frente ao processo de climatização e tempo de armazenamento.

Material e métodos

As amostras das variedades Nanicão (*Musa cavendishi*) e Prata (*Musa acuminata*) foram colhidas da Fazenda Taperão município de Brotas-SP, Brasil. As bananeiras foram selecionadas de pomares comerciais da fazenda e acompanhadas no campo desde a emissão do pedúnculo floral até atingirem 128 dias de idade. Cada tratamento correspondeu a oito plantas no campo e de cada planta foram colhidas duas pencas centrais, uma para compor a caixa de frutos que sofreram indução do amadurecimento (climatização) e outra para compor a caixa de frutos que amadureceram naturalmente (**Anexo 7**).

No processo de climatização, as pencas, antes de serem colocadas nas caixas foram imersas em solução de óxido de alumínio na concentração de 0,2g/L com o objetivo de coagular a seiva e evitar o crescimento de fungos durante a armazenagem.

As caixas submetidas à climatização foram levadas a uma câmara com aproximadamente 1000mL/L de acetileno à temperatura de aproximadamente 18°C por 24 horas. Após o tratamento, as caixas foram levadas para o laboratório e deixadas em condições ambientes juntamente com as caixas de amostras que não sofreram climatização.

Cinco pontos foram avaliados, o ponto zero (imediatamente após a coleta e a climatização das amostras) e mais quatro pontos pós-colheita, um a cada sete dias.

As caixas foram amostradas retirando-se dois frutos por penca e compondo-se 4 amostras por caixa. As amostras foram analisadas quanto aos teores de vitaminas do complexo B, ácido L-ascórbico (LAA) e desidroascórbico (DHAA) e β -caroteno (pró-vitamina A).

O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas no tempo onde, em nível de parcelas, foi utilizado um fatorial envolvendo as duas variedades e os dois tratamentos, em quatro repetições e as épocas de amostragens (a cada semana) foram utilizadas em nível de subparcelas, resultando no esquema de análise de variância mostrado no **Quadro 1**.

Quadro 1. Esquema estatístico utilizado no ensaio

Causas de variação	Graus de liberdade
Variedades (V) - Nanicão e Prata	1
Tratamentos (T) – climatizadas e não climatizadas	1
Interação V x T	1
Resíduo (a)	12
Parcelas	(15)
Amostragens (A) – épocas	4
Interação V x A	4
Interação T x A	4
Interação V x T x A	4
Resíduo (b)	48
Total	79

As vitaminas do complexo B (B₁, B₂, B₆ e PP) foram analisadas simultaneamente, por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), utilizando a metodologia desenvolvida por AGOSTINI e GODOY (1997), adaptada à amostra. A extração das vitaminas foi feita com HCl 0,5mol/L, seguida de hidrólise enzimática (pH 4,5; diastase, 5 mg/g de amostra; 50°C; 1h). Para separação das vitaminas utilizou-se um cromatógrafo Hewlett Packard (HP) série 1100, com uma coluna C18 (ODS-2), 5µm, 150 x 4,6mm d.i. (Sigma-Aldrich, USA), protegida por coluna de guarda (10 x 4,6mm d.i.). A fase móvel foi um gradiente de eluição, a vazão de 0,7mL/min, formado por 2% de acetonitrila e 98% de fase aquosa (SHA 5mmol/L; 0,15% de TEA: pH 2,8 ajustado com H₂SO₄, 5mol/L). Para detecção utilizou-se detector de arranjo de diodos (DAD), da marca HP, série 1100, operando nos comprimentos de onda de 254nm e 287nm.

O ácido ascórbico (LAA) e o deidroascórbico (DHAA) foram determinados através da titulação com 2,6–diclorofenolindofenol sendo que o DHAA foi determinado após sua redução a LAA com DL-homocisteína (HORWITZ, 1997).

Os carotenóides foram extraídos com porções de acetona seguida da partição dos pigmentos para n-hexano e analisados por CLAE. O cromatógrafo líquido utilizado foi um Varian 9010, com bomba quaternária, injetor manual Rheodyne, e detetor UV-visível, modelo 1050, operando a 450nm. Utilizou-se uma coluna em fase normal (sílica), 150 x 4,6mm (i.d) e eluição isocrática, com fase móvel constituída por hexano, acetona e acetato de etila (74%:11%:15% - v/v/v), a uma vazão de 0,5mL/min (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

Resultados e discussão

Segundo alguns autores (SEYOUM e SELHUB, 1993; CHANDLER, 1995; FRANCO, 2002) a banana possui as seguintes vitaminas do complexo B: B₁, B₂, PP e M. No entanto, nos trabalhos conduzidos não foi possível detectar a presença da vitamina B₂ (riboflavina) o que significa dizer que após a colheita esta vitamina não se encontra presente em níveis superiores 0,4µg/100g. Quanto a determinação da vitamina PP o mesmo comportamento obtido no Capítulo III foi observado, ou seja, a niacina foi identificada praticamente em todas as épocas de amostragem, no entanto em virtude da presença de muitos compostos na região de sua eluição e por estar presentes em quantidades reduzidas o espectro de absorção apresentou-se distorcido indicando a interferência de outros compostos, não permitindo assim sua quantificação adequada.

Através da **Tabela 1** onde estão apresentados os resultados das análises de variâncias realizadas para as determinações de vitaminas B₁, B₆, ácido L-ascórbico (LAA), ácido dehidroascórbico (DHAA) e β-caroteno, observa-se quais fatores (variedade, época, climatização) influenciaram significativamente nos teores das diferentes vitaminas em banana pós-colheita, bem como as interações entre estes fatores que foram estatisticamente diferentes.

Tabela 1. Resultados das análises de variâncias realizadas nas determinações de vitaminas B₁, B₆, LAA, DHAA e β-caroteno.

Causas de Variação	G.L.	Quadrados médios				
		B ₁	B ₆	LAA	DHAA	β-caroteno
Variedades (V)	1	4,16**	0,27*	902,97**	15,43*	7,43**
Clima (C)	1	1,06**	0,23*	21,19*	7,44 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Interação V x C	1	0,27*	0,05 ^{ns}	0,78 ^{ns}	1,11 ^{ns}	0,59 ^{ns}
Resíduo a	12	0,03	0,05	4,43	2,38	0,13
Épocas (E)	4	0,2**	0,31**	131,24**	3,96*	10,19**
Interação V x E	4	0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}	39,35**	4,13*	0,43**
Interação C x E	4	0,09**	0,03*	216,48**	9,39**	0,05 ^{ns}
Interação V x C x E	4	0,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}	43,12**	2,83 ^{ns}	0,12 ^{ns}
Resíduo (b)	48	0,02	0,01	3,26	1,41	0,06

*significativo ao nível de 5 % de probabilidade

**significativo ao nível de 1 % de probabilidade

ns = não significativo

Para a vitamina B₁ observa-se que as fontes de variações principais (variedade, tipo de climatização e época) apresentam médias significativamente diferentes ao nível de 1% de probabilidade indicando que o teor da vitamina B₁ nesta fase do amadurecimento depende da variedade e da época de amostragem, além de ser altamente influenciada pela climatização. As interações entre os fatores “variedade x climatização” e “variedade x época” foram significativas ao nível de 5 % de probabilidade indicando ainda que, de uma maneira menos intensa as variedades se comportam diferentemente frente a climatização e estágio de amadurecimento (época).

Quanto a vitamina B₆ a análise de variância demonstrou que as épocas de amostragens apresentaram médias estatisticamente diferentes, significativas ao nível de 1% de probabilidade, enquanto que os fatores climatização e variedade apresentaram médias significativamente diferentes ao nível de 5% de probabilidade, não foram demonstradas interações significativas envolvendo variedades, o que significa dizer que as duas variedades estudadas se comportaram de maneira semelhante frente à climatização e época de amostragem (estágio de maturação).

Para o ácido L-ascórbico (LAA) com exceção da interação “variedade x climatização”, que significa dizer que as duas variedades se comportaram de maneira semelhante com relação a climatização, todas as demais fontes de variação foram significativas (1% de probabilidade) indicando que o LAA é um componente cujos teores são altamente influenciados pelas características varietais, tipo de climatização e época de amostragem.

Para o DHAA as fontes principais de variação variedade e época, bem como, a interação “variedade x época” apresentaram diferenças significativas ao nível de 5 % de probabilidade indicando que o teor de DHAA é função da variedade e das épocas de amostragem, bem como que as diferentes variedades se comportaram diferentemente em cada época estudada. Para este componente (DHAA) o tipo de climatização não apresentou resultados estatísticos diferentes.

Observa-se que os teores médios de β -caroteno das variedades diferiram significativamente ao nível de 1% de probabilidade e que as diferenças nas médias de épocas também foram altamente significativas. Dentre as interações avaliadas a interação “variedade x época” demonstrou existir diferenças significativas entre as médias obtidas o

que significa dizer que as duas variedades se comportam de maneira diferenciada frente ao período de amostragem.

A **Tabela 2** apresenta os teores de vitamina B₁ das amostras de banana das variedades Nanicão e Prata, climatizadas e não climatizadas durante os 28 dias de armazenamento.

Tabela 2. Teores de vitamina B₁ (mg/100g) obtidos para amostras de banana das variedades Nanicão e Prata, climatizadas e não climatizadas, durante 28 dias de armazenamento.

			Vitamina B ₁ *				
			Épocas				
Tratamento	Variedade	Amostra	Zero	1	2	3	4
				(07 dias)	(14 dias)	(21 dias)	(28 dias)
Climatizadas	Nanicão	1	0,40	0,55	0,41	0,50	-
		2	0,90	0,44	0,56	0,44	-
		3	0,89	0,64	0,86	0,56	-
		4	0,80	0,50	0,72	0,64	-
			<i>0,75</i>	<i>0,53</i>	<i>0,64</i>	<i>0,54</i>	
			<i>0,24</i>	<i>0,08</i>	<i>0,20</i>	<i>0,09</i>	
			<i>32</i>	<i>16</i>	<i>31</i>	<i>16</i>	
	Prata	1	1,30	0,79	0,82	0,80	-
		2	1,46	0,92	1,05	0,89	-
		3	1,02	1,00	1,10	0,90	-
		4	1,12	0,99	1,13	0,40	-
			<i>1,23</i>	<i>0,93</i>	<i>1,03</i>	<i>0,75</i>	
			<i>0,19</i>	<i>0,10</i>	<i>0,14</i>	<i>0,24</i>	
			<i>16</i>	<i>10</i>	<i>14</i>	<i>32</i>	
Não Climatizadas	Nanicão	1	0,75	0,60	0,72	0,67	0,41
		2	0,74	0,60	0,76	0,74	0,76
		3	0,60	0,79	0,82	0,79	0,50
		4	0,91	0,67	0,80	0,60	0,45
			<i>0,75</i>	<i>0,67</i>	<i>0,78</i>	<i>0,73</i>	<i>0,53</i>
			<i>0,13</i>	<i>0,09</i>	<i>0,04</i>	<i>0,06</i>	<i>0,16</i>
			<i>17</i>	<i>13</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>30</i>
	Prata	1	1,16	1,07	1,31	1,30	0,98
		2	1,33	1,12	1,54	1,37	1,03
		3	1,07	1,27	1,51	1,74	1,30
		4	1,25	1,17	1,64	1,17	1,12
			<i>1,20</i>	<i>1,16</i>	<i>1,50</i>	<i>1,40</i>	<i>1,11</i>
			<i>0,11</i>	<i>0,09</i>	<i>0,14</i>	<i>0,24</i>	<i>0,14</i>
			<i>9</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>18</i>	<i>13</i>

*Valores são médias de determinações em duplicata. (-) Não determinado

Observa-se que de maneira geral a variedade Prata apresentou maiores teores de vitamina B₁ e os frutos que foram climatizados apresentaram uma redução nos teores desta vitamina. Todos os tratamentos apresentam uma pequena elevação passados 14 dias da colheita, tendendo a diminuir no final do período de armazenamento estudado e os frutos das caixas que foram climatizadas apodreceram antes de completar os 28 dias pós-colheita.

A **Tabela 3** apresenta os resultados da análise estatística. Observa-se que as diferenças foram significativas ao nível de 5% de probabilidade com a variedade prata possuindo 1,08 mg/100g em média e a nanicão 0,63 mg/100g. Os frutos não climatizados apresentaram cerca de 23 % mais vitamina B₁ que os frutos climatizados e os teores de vitamina B₁ dos frutos diminuem com o amadurecimento principalmente após 14 dias depois de colhidos.

Tabela 3. Resultados da análise estatística dos teores de vitamina B₁ obtidos para as Quatro amostras das duas variedades, climatizadas e não climatizadas, durante os 28 dias de armazenamento.

Nível	Variedades		Nível	Tratamentos		Nível	Épocas	
	Média	Tukey (5%)		Média	Tukey (5%)		Média	Tukey (5%)
Nanicão	0,627	a	Climatizada	0,740	a	0	0,981	d
Prata	1,084	b	Não climatizada	0,971	b	7	0,820	c
						14	0,978	b
						21	0,832	b
						28	0,666	a
<i>D.M.S. 0,0632</i>			<i>D.M.S. 0,0632</i>			<i>D.M.S. 0,0956</i>		
MÉDIA GERAL			0,8554					
Desvio padrão			0,1351					
C.V. (b)			15,8 %					

Letras diferentes nas colunas de Tukey indicam haver diferença significativa entre as médias. DMS = diferença mínima significativa. cv = coeficiente de variação do resíduo b.

A representação gráfica das interações entre tratamentos, épocas e variedades encontram-se na **Figura 1**.

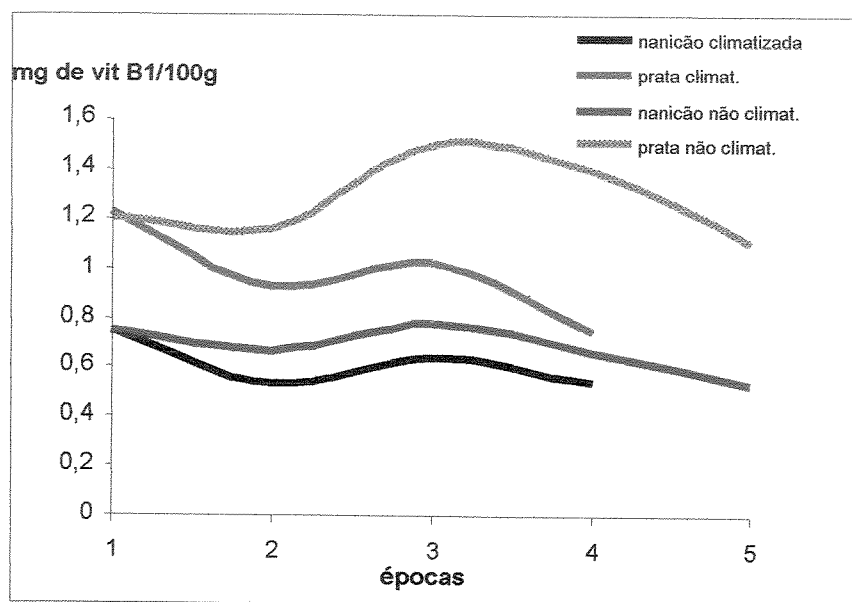


Figura 1. Variação nos teores, pós-colheita, de vitamina B₁ (mg/100g) para as variedades prata e nanicao, climatizada e não climatizada.

Os teores de vitamina B₆ obtidos para amostras de banana nas condições estudadas e os resultados da análise estatística estão apresentados nas **Tabelas 4 e 5**, respectivamente.

Diferente do que ocorreu para a vitamina B₁, os teores de vitamina B₆ foram maiores significativamente para a variedade Nanicao, em média 0,75mg/100g, quando comparada à variedade Prata, que apresentou teores médios de 0,63mg/100g.

Observa-se diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos aplicados aos frutos, o que mostra que a climatização causou uma diminuição também nos teores da vitamina B₆.

Tabela 4. Teores de vitamina B₆ (mg/100g) obtidos para amostras de banana das variedades Nanicão e Prata, climatizadas e não climatizadas, durante os 28 dias de armazenamento.

Tratamento	Variedade	amostra	Vitamina B ₆ *				
			Épocas				
			Zero	1	2	3	4
				(07 dias)	(14 dias)	(21 dias)	(28 dias)
Climatizadas	Nanicão	1	0,80	0,60	0,65	0,71	-
		2	0,59	0,54	0,67	0,59	-
		3	0,59	0,74	0,86	0,70	-
		4	0,69	0,91	1,03	0,62	-
	Prata		<i>0,67</i>	<i>0,70</i>	<i>0,80</i>	<i>0,66</i>	
			<i>0,10</i>	<i>0,16</i>	<i>0,18</i>	<i>0,06</i>	
			<i>15</i>	<i>24</i>	<i>22</i>	<i>9</i>	
		1	0,49	0,59	0,56	0,43	-
		2	0,53	0,50	0,48	0,49	-
		3	0,56	0,62	1,09	0,68	-
		4	0,55	0,54	1,13	0,91	-
Não	Nanicão		<i>0,53</i>	<i>0,56</i>	<i>0,82</i>	<i>0,63</i>	
			<i>0,03</i>	<i>0,05</i>	<i>0,34</i>	<i>0,22</i>	
			<i>6</i>	<i>9</i>	<i>42</i>	<i>34</i>	
		1	0,62	0,72	1,07	0,83	0,64
	Prata	2	0,61	0,81	0,99	0,71	0,51
		3	0,63	0,93	1,13	0,99	0,78
		4	0,71	1,07	1,17	0,81	0,81
			<i>0,64</i>	<i>0,88</i>	<i>1,09</i>	<i>0,84</i>	<i>0,69</i>
			<i>0,05</i>	<i>0,15</i>	<i>0,08</i>	<i>0,12</i>	<i>0,14</i>
			<i>7</i>	<i>17</i>	<i>7</i>	<i>14</i>	<i>20</i>
Climatizadas	Nanicão	1	0,54	0,63	0,96	0,59	0,61
		2	0,54	0,51	1,03	0,68	0,72
		3	0,58	0,71	0,97	0,44	0,52
		4	0,44	0,54	0,96	0,63	0,64
	Prata		<i>0,53</i>	<i>0,60</i>	<i>0,98</i>	<i>0,59</i>	<i>0,62</i>
			<i>0,06</i>	<i>0,09</i>	<i>0,03</i>	<i>0,10</i>	<i>0,08</i>
			<i>11</i>	<i>15</i>	<i>3</i>	<i>18</i>	<i>13</i>

*Valores são médias de determinações em duplicata.

(-) Não determinado

Tabela 5. Resultados da análise estatística dos teores de vitamina B₆ obtidos para as Quatro amostras das duas variedades, climatizadas e não climatizadas, durante os 28 dias de armazenamento.

Variedades			Tratamentos			Épocas		
Nível	Média	Tukey (5%)	Nível	Média	Tukey (5%)	Nível	Média	Tukey (5%)
Nanicão	0,748	a	Climatizada	0,636	a	0	0,592	c
Prata	0,632	b	Não climatizada	0,745	b	7	0,685	b
						14	0,922	a
						21	0,676	b
						28	0,577	c
<i>D.M.S. 0,0786</i>			<i>D.M.S. 0,0786</i>			<i>D.M.S. 0,0776</i>		
MÉDIA GERAL			0,6902					
Desvio padrão			0,1097					
C.V. (b)			15,9 %					

Letras diferentes nas colunas de Tukey indicam haver diferença significativa entre as médias. DMS = diferença mínima significativa. cv = coeficiente de variação do resíduo b.

Entre as épocas, observa-se que houve uma maior concentração dessa vitamina aos 14 dias, diferindo significativamente das demais épocas de amostragem.

A interação entre variedades, tratamentos e épocas de amostragem pode ser visualizado pela **Figura 2**.

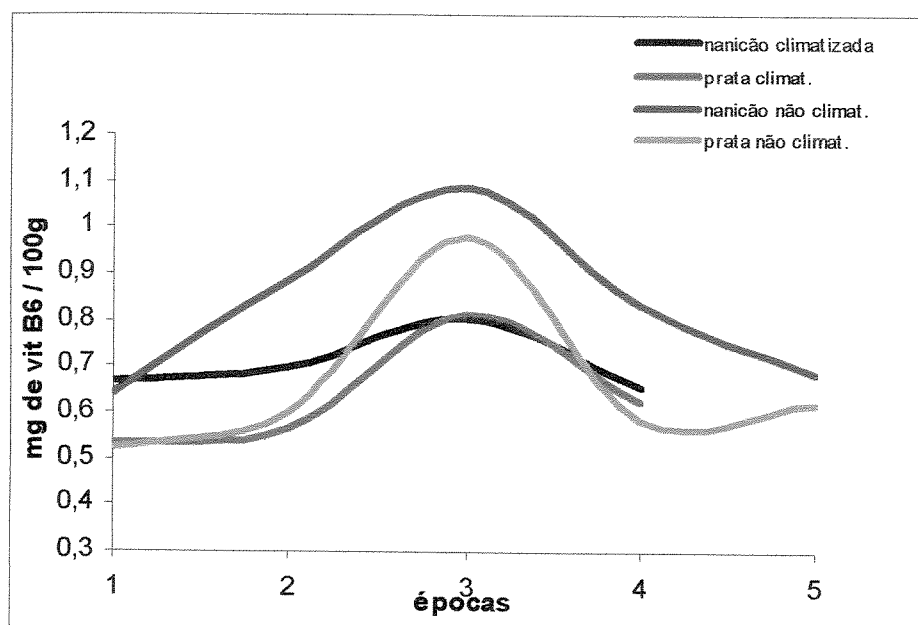


Figura 2. Gráfico da variação nos teores, pós-colheita, de vitamina B₆, em mg/100g, para as variedades Prata e Nanicão, climatizada e não climatizada.

As Tabelas 6 e 7 apresentam os resultados de LAA e DHAA, em mg/100g de fruto, para frutos climatizados e não climatizados, bem como os resultados da análise estatística respectivamente.

Tabela 6. Resultados de vitamina C (LAA) em mg/100g obtidos para amostras de banana das variedades Nanicão e Prata, climatizadas e não climatizadas, durante os 28 dias de armazenamento.

Vitamina C (LAA)*							
Tratamento	Variedade	Amostra	Épocas				
			Zero	1 (07 dias)	2 (14 dias)	3 (21 dias)	4 (28 dias)
Climatizadas	Nanicão	1	14,09	13,72	13,42	8,20	-
		2	15,20	15,23	13,37	6,96	-
		3	11,41	13,20	13,84	13,84	-
		4	10,93	15,97	10,44	9,49	-
	Prata		<i>12,91</i>	<i>14,53</i>	<i>12,77</i>	<i>9,62</i>	
			<i>2,07</i>	<i>1,29</i>	<i>1,57</i>	<i>3,00</i>	
			<i>16</i>	<i>9</i>	<i>12</i>	<i>31</i>	
	Prata	1	14,68	28,33	19,07	14,63	-
		2	12,69	31,88	19,25	15,26	-
		3	16,17	30,51	17,23	18,60	-
		4	14,79	31,30	14,68	16,57	-
Não	Nanicão		<i>14,58</i>	<i>30,51</i>	<i>17,56</i>	<i>16,27</i>	
			<i>1,43</i>	<i>1,55</i>	<i>2,12</i>	<i>1,75</i>	
			<i>10</i>	<i>5</i>	<i>12</i>	<i>11</i>	
	Prata	1	12,11	9,48	16,99	13,26	9,65
		2	8,90	10,80	16,81	15,15	9,24
		3	12,50	11,26	21,64	16,43	10,37
		4	11,50	10,32	19,63	15,91	8,89
	Prata		<i>11,25</i>	<i>10,47</i>	<i>18,77</i>	<i>15,19</i>	<i>9,54</i>
			<i>1,62</i>	<i>0,76</i>	<i>2,31</i>	<i>1,39</i>	<i>0,64</i>
			<i>14</i>	<i>7</i>	<i>12</i>	<i>9</i>	<i>7</i>
Climatizadas	Prata	1	11,60	15,29	25,34	24,04	16,62
		2	10,93	13,48	26,58	27,14	15,94
		3	11,56	15,26	30,76	25,39	18,15
		4	17,59	14,50	27,95	24,31	18,85
	Prata		<i>12,92</i>	<i>14,63</i>	<i>27,66</i>	<i>25,22</i>	<i>17,39</i>
			<i>3,13</i>	<i>0,85</i>	<i>2,33</i>	<i>1,41</i>	<i>1,34</i>
			<i>24</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>6</i>	<i>8</i>

*Valores são médias de determinações em duplicata.

(-) Não determinado

Tabela 7. Resultados médios da análise estatística dos teores de vitamina LAA (mg/100g), obtidos para as quatro amostras das duas variedades, climatizadas e não climatizadas, durante os 28 dias de armazenamento.

Variedades			Tratamento			Épocas		
Nível	Média	Tukey (5%)	Nível	Média	Tukey (5%)	Nível	Média	Tukey (5%)
Nanicão	12,43	a	Climatizada	15,27	a	0	12,92	d
Prata	19,15	b	Não climatizada	16,30	b	7	17,53	c
						14	19,19	b
						21	16,57	B
						28	12,73	A
<i>D.M.S. 0,536</i>			<i>D.M.S. 0,536</i>			<i>D.M.S. 1,276</i>		
MÉDIA GERAL			15,79					
Desvio padrão			1,804					
C.V. (b)			11,4%					

Letras diferentes nas colunas de Tukey indicam haver diferença significativa entre as médias. DMS = diferença mínima significativa. cv = coeficiente de variação do resíduo b.

A variedade Prata apresentou os maiores níveis médios de ácido L-ascórbico, 19,15mg/100g de polpa, quando comparado aos obtidos para a banana Nanicão, 12,43mg/100g. A climatização novamente influenciou negativamente nos níveis vitamínicos dos frutos.

Os teores de LAA também passam por um ponto de máxima concentração, localizado 14 dias após a colheita. A variedade Prata climatizada dobrou os teores após o sétimo dia de amadurecimento, iniciando com 14,7mg/100g e passando a 28,3mg/100g após 7 dias, mas terminando com 14,6mg/100g.

A **Figura 3** mostra o resultado das interações variedades, tratamento e épocas de amostragem. Aparentemente a variedade Prata apresentou um aumento nos teores desta vitamina uma semana mais tardiamente que a variedade Nanicão.

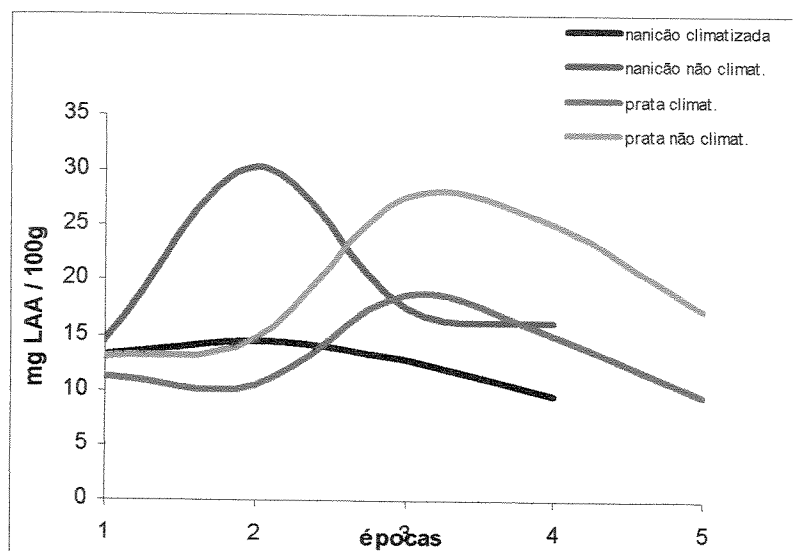


Figura 3. Gráfico da variação nos teores, pós-colheita, da vitamina C (LAA), em mg/100g, para as variedades prata e nanicão, climatizada e não climatizada.

As **Tabelas 8 e 9** apresentam os resultados de ácido dehidroáscorbico (DHAA) em mg/100 g de fruto em base úmida e da análise estatística respectivamente.

Observou-se que o teor de DHAA, como nos demais casos, é sensível aos tratamentos estudados, apresentando diferença significativa tanto para variedades como para climatização e época de amostragem.

A variedade Prata apresentou maior teor de DHAA 4,5mg/100g, quando comparada à Nanicão 3,6mg/100g. Esta vitamina apresentou-se influenciada positivamente pela climatização, apresentado um teor estatisticamente diferente para climatizada 4,3mg/100g, um pouco superior à não climatizada 3,7mg/100g.

Tabela 8. Resultados de vitamina C (DHAA), em mg/100g, obtidos para amostras de banana das variedades Nanicão e Prata, climatizadas e não climatizadas, durante os 28 dias de armazenamento.

			Vitamina C (DHAA)*				
			Épocas				
Tratamento	Variedade	amostra	Zero	1	2	3	4
				(07 dias)	(14 dias)	(21 dias)	(28 dias)
Climatizadas	Nanicão	1	4.66	5.03	2.68	2.75	-
		2	4.07	6.22	2.38	2.47	-
		3	3.76	6.49	3.45	3.64	-
		4	4.00	5.47	2.15	5.65	-
			<i>4,12</i>	<i>5,80</i>	<i>2,67</i>	<i>3,63</i>	
			<i>0,38</i>	<i>0,67</i>	<i>0,57</i>	<i>1,44</i>	
			<i>9</i>	<i>12</i>	<i>21</i>	<i>40</i>	
	Prata	1	4.54	4.79	5.64	3.83	-
		2	5.13	5.54	7.50	4.08	-
		3	3.44	2.73	6.80	3.41	-
		4	4.81	5.33	4.81	8.78	-
			<i>4,48</i>	<i>4,60</i>	<i>6,19</i>	<i>5,03</i>	
			<i>0,73</i>	<i>1,28</i>	<i>1,20</i>	<i>2,52</i>	
			<i>16</i>	<i>28</i>	<i>19</i>	<i>50</i>	
Não	Nanicão	1	5.54	2.05	2.68	3.97	1.78
		2	4.44	1.77	2.38	2.34	2.21
		3	3.95	1.62	5.71	4.51	2.87
		4	3.86	1.93	5.25	5.28	4.25
			<i>4,45</i>	<i>1,84</i>	<i>4,10</i>	<i>4,03</i>	<i>2,78</i>
			<i>0,77</i>	<i>0,19</i>	<i>1,72</i>	<i>1,25</i>	<i>1,08</i>
			<i>17</i>	<i>10</i>	<i>43</i>	<i>31</i>	<i>39</i>
	Prata	1	6.04	1.75	2.51	4.92	4.96
		2	4.06	1.15	3.66	3.01	5.04
		3	5.75	2.23	5.64	2.53	3.53
		4	5.90	2.99	7.50	4.51	3.56
			<i>5,44</i>	<i>2,03</i>	<i>4,83</i>	<i>3,74</i>	<i>4,27</i>
			<i>0,93</i>	<i>0,78</i>	<i>2,20</i>	<i>1,15</i>	<i>0,84</i>
			<i>17</i>	<i>38</i>	<i>46</i>	<i>31</i>	<i>20</i>

*Valores são médias de determinações em duplicata.
 (-) não determinado

Tabela 9. Resultados da análise estatística dos teores de DHAA, obtidos para as quatro amostras das duas variedades, climatizadas e não climatizadas, durante os 28 dias de armazenamento.

Variedades			tratamento			Épocas		
Nível	Média	Tukey (5%)	Nível	Média	Tukey (5%)	Nível	Média	Tukey (5%)
Nanicão	3,607	A	Climatizada	4,351	a	0	4,622	a
Prata	4,485	B	Não climatizada	3,741	b	7	3,568	b
						14	4,421	a
						21	4,105	A b
						28	3,513	b
<i>D.M.S. 0,4808</i>			<i>D.M.S. 0,4808</i>			<i>D.M.S. 0,8398</i>		
MÉDIA GERAL			4,05					
Desvio padrão			1,19					
C.V. (b)			29,4%					

Letras diferentes nas colunas de Tukey indicam haver diferença significativa entre as médias. DMS = diferença mínima significativa. cv = coeficiente de variação do resíduo b.

A Figura 4 mostra as interações envolvendo variedade, tratamento e época de amostragem. Exceto pela variedade Nanicão climatizada, que apresentou teores mais elevados desta vitamina já na primeira semana de amostragem, as diferenças para os demais tratamentos não foram significativas ao nível de 5% de probabilidade

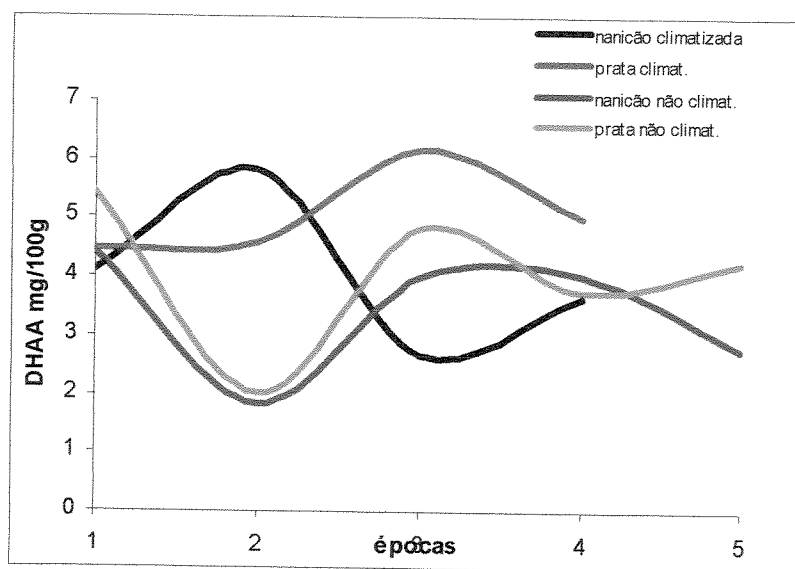


Figura 4. Gráfico da variação nos teores, pós-colheita, de DHAA em mg/100g para duas variedades prata e nanicão, climatizada e não climatizada.

As Tabelas 10 e 11, apresentam os resultados de β -caroteno obtidos para as duas variedades estudadas, climatizadas e não climatizadas e o resultado da análise estatística respectivamente.

Tabela 10. Teores de β -caroteno (mg/100 g) obtidos para amostras de banana das variedades Nanicão e Prata, climatizadas e não climatizadas, durante os 28 dias de armazenamento.

			β -caroteno *				
			Épocas				
Tratamento	Variedade	Amostra	Zero	1 (07 dias)	2 (14 dias)	3 (21 dias)	4 (28 dias)
Climatizadas	Nanicão	1	0,23	1,79	1,40	2,20	2,78
		2	0,22	0,80	2,03	1,76	2,10
		3	0,25	1,54	1,78	2,15	1,98
		4	0,32	1,36	1,39	2,79	2,69
			0,26	1,37	1,65	2,23	2,39
			0,05	0,42	0,31	0,42	0,41
			18	31	19	19	17
	Prata	1	0,23	0,89	1,20	1,92	2,05
		2	0,14	0,81	1,09	1,60	1,96
		3	0,12	0,69	1,13	1,45	1,85
		4	0,28	0,70	1,05	1,54	2,10
			0,19	0,77	1,12	1,63	1,99
			0,08	0,10	0,06	0,20	0,11
			39	12	6	13	6
Não	Nanicão	1	0,35	0,96	1,76	2,09	2,69
		2	0,33	1,22	2,15	2,36	2,93
		3	0,31	1,45	2,20	2,46	2,67
		4	0,26	1,62	2,03	2,72	3,15
			0,31	1,31	2,04	2,41	2,86
			0,04	0,29	0,20	0,26	0,23
			12	22	10	11	8
	Prata	1	0,27	0,45	0,55	1,70	2,15
		2	0,17	0,60	0,87	1,65	2,41
		3	0,23	0,71	0,40	1,03	1,10
		4	0,33	0,79	0,91	1,76	2,01
			0,25	0,64	0,68	1,54	1,92
			0,07	0,15	0,25	0,34	0,57
			27	23	36	22	30

*Valores são médias de determinações em duplicata.

(-) Não determinado

Tabela 11. Resultados da análise estatística dos teores de β -caroteno, obtidos para as quatro amostras das duas variedades, climatizadas e não climatizadas, durante os 28 dias de armazenamento.

Variedades			Tratamento			Épocas		
Nível	Média	Tukey (5%)	Nível	Média	Tukey (5%)	Nível	Média	Tukey (5%)
Nanicão	1,682	a	Climatizada	1,359	a	0	0,253	E
Prata	1,072	b	Não climatizada	1,395	a	7	1,024	D
						14	1,371	C
						21	1,949	B
						28	2,289	A
<i>D.M.S. 0,154</i>			<i>D.M.S. 0,154</i>			<i>D.M.S. 0,172</i>		
MÉDIA GERAL			1,377					
Desvio padrão			0,2439					
C.V. (b)			17,7%					

Letras diferentes nas colunas de Tukey indicam haver diferença significativa entre as médias. DMS = diferença mínima significativa. cv = coeficiente de variação do resíduo b.

A análise estatística dos resultados de β -caroteno mostra que não houve efeito significativo da climatização nos teores totais deste constituinte, onde as amostras que sofreram climatização apresentaram menores teores de β -caroteno.

A variedade Nanicão apresentou, em média, maiores teores de β -caroteno sendo 168 μ g/100g em comparação com a Prata 107 μ g/100g.

Houve um acréscimo nos teores médios de β -caroteno da primeira época de amostragem (25 μ g/100g) até a última (229 μ g/g).

As interações entre variedades, tratamentos e tempo pós-colheita podem ser visualizadas na **Figura 5**. Observa-se que este aumento foi para todas as variedades e tratamentos. Os frutos da variedade Nanicão tanto climatizadas como não climatizados apresentaram maiores teores desta vitamina quando comparados com os teores da variedade Prata.

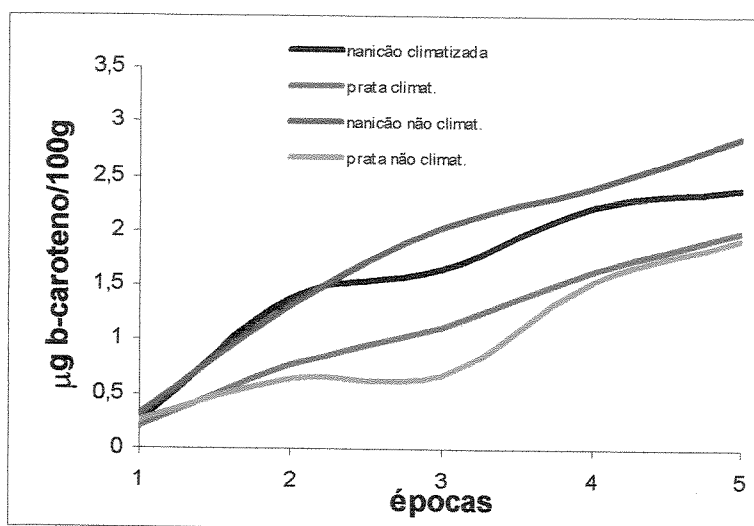


Figura 5. Gráfico da variação pós-colheita dos teores de β -caroteno ($\mu\text{g}/100\text{g}$) para as duas variedades Prata e Nanicao, climatizada e não climatizada.

Conclusões

As variedades apresentaram médias estatisticamente diferentes de vitaminas, sendo a Prata mais rica em B_1 e vitamina C e a Nanicao mais rica em B_6 e β -caroteno.

Os teores de vitaminas B_1 , B_6 e LAA foram influenciados negativamente pela climatização dos frutos, enquanto que, para o ácido desidroascórbico, a influência foi positiva. Não foi observada influência da climatização nos teores de β -caroteno.

De maneira geral a época de amostragem mostrou ser um fator importante no conteúdo de vitaminas dos frutos. Na maioria dos casos os teores de vitaminas aumentaram passando por um máximo depois de 14 dias de armazenamento, exceto para o β -caroteno que apresentou níveis constantemente crescentes deste pigmento.

Referências bibliográficas

AGOSTINI, T. S., GODOY, H. T. Simultaneous determination of nicotinamide, nicotinic acid, riboflavin, thiamin, and pyridoxine in enriched brasilian foods by HPLC. **Journal of High**

- Resolution Chromatography**, 20, p.254-248, 1997.
- BALL, G. F. M. **Water Soluble Vitamin Assays in Human Nutrition**. London: Chapman e Hall, 1994. 416 p.
- BARNEL, H. R.. Studies in tropical fruits VIII. Carbohydrate Metabolism of the Banana Fruit During Development. **Annales Botanic**, 4, p.40-71, 1940.
- BOBBIO, F. O., BOBBIO, P. A. **Introdução à Química de Alimentos**. 2 ed. São Paulo: Varela, 1995.
- BURTON, W. G. **Postharvest Physiology of Food Crops**. Longman, London, 1985, 450p.
- CANO, M. P., de ANCOS, B., MATAALLANA, M. C., CAMARA, M., REGLERO, G., TABERA, J. Differences among spanish and latin american banana cultivars: morphological , chemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, 59(3), p.411- 419, 1997.
- CHANDLER, S. The nutritional value of bananas, in: **Bananas and Plantains**. GOWEN, S., ed. Chapman and Hall, London (GBR) Eng. p.468-480, 1995.
- FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. Atheneu, 9ª ed. São Paulo – Rio de Janeiro, 2002. 307 p.
- HORWITZ W. **Official methods of Analysis**. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. 13rd ed. P 746-747. 1997.
- LAL, R. K., GARG, M., KRISHMAN, P. S. Biochemical aspects of the developing and ripening banana. **Phytochemistry**, 13, p.2365-2370, 1974.
- LEHNINGER, A. L. **Princípios de Bioquímica**. Sarvier, São Paulo. p.185-204 e 538-563. 1993.
- MACHLIN, L.J. **Handbook of vitamins**. 2 ed. New York. Marcel Dekker, 1991. 595p.
- MOLLÁ, E., CAMARA, M., DIEZ, C., TORIJA, E. Estudio de la determinacion de azucares en frutos y derivados. **Alimentaria**, 4, p.87-93, 1994.
- MOSER, U., BENDICH, A. Vitamin C. In: MACHLIN, L . J. (ed). **Handbook of Vitamins**. 2 ed. New. York: Marcel Dekker, chap 5. p195-232, 1991.
- NUSSINOVITCH, A., KOPELMAN, I. J. MIZRAHI, S. Mechanical criteria of banana ripening. **Journal of Science Food Agriculture**, 53, p.63-71, 1990.
- PALMER, J. K. The banana. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. Ed. Academic Press, London, p.65-105, 1971
- PANTASTICO, E. B. **Postharvest Physiology Handling and utilization on tropical and subtropical fruits and vegetables**. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, 1st ed. 1975, 560p.

- PENTEADO, M. V. C. Vitaminas: Aspectos nutricionais, bioquímicos, clínicos e analíticos. Editora Massole, 2003. 616p.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. **A guide to carotenoids analysis foods**. ILSI Press, Washington, 1999, 64p.
- SALISBURY, F. B., ROSS, C. W. **Plant physiology**. Wadsworth, Co. Inc. Belmont, Ca 1978, 436p.
- SALUNKE, D. K. Banana and Plantain. In: **Postharvest Biotechnology of fruits**, 1, D.K. SALUNKE E B. B. DESAI. CRC Press, Boca Raton, p43-57, 1984.
- SEYOUM, E., SELHUB, J. Combined affinity and ion pair column chromatographies for the analysis of food folate. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, 4(8) p488-494, 1993.
- SIMMONS, N. W. **Bananas**. Longman, London. 1996, 340p.

CAPÍTULO V

AVALIAÇÃO VITAMÍNICA E ANÁLISE DE ACEITAÇÃO DE PRODUTOS FEITOS À BASE DE BANANA VERDE E CORRESPONDENTES PRODUTOS CONVENCIONAIS

Borges, Maria Teresa Mendes Ribeiro¹, Cardello, Helena Maria André Bolini²,
Godoy, Helena Teixeira²

¹ UFSCAR – Dep. Tecnologia Agroindustrial e Sócio-econômica Rural, Centro de Ciências Agrárias, Araras,
CEP 13600-970, Araras-SP. E-mail: mtmrborg@cca.ufscar.br

² UNICAMP - Dep. Ciências de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, C.P. 6121,
CEP 13081-970, Campinas-SP. E-mail: helen@fea.unicamp.br

Resumo

O alto índice de desperdício de bananas no Brasil (30 a 50 %) conduziu à busca de alternativas de processamento simples e familiar que utilizem bananas verdes para aproveitar as pencas que se perdem antes de estarem prontas para o amadurecimento, garantindo assim a competitividade para pequenos e médios agricultores. O objetivo do presente trabalho foi a produção de nhoque e pão utilizando banana verde além da avaliação vitamínica e a análise sensorial de aceitação destes produtos. Utilizou-se de bananas verdes da variedade Nanicão, cujos frutos foram cozidos com casca em panela de pressão por 10 minutos. Após serem descascados foram homogeneizados e essa massa foi utilizada na produção do nhoque e do pão em substituição à farinha de trigo. Foram adquiridos e analisados produtos similares como pão de trigo integral e nhoque de batata. A caracterização das vitaminas do complexo B e o β -caroteno foram realizadas utilizando-se da técnica CLAE e a determinação das formas da vitamina C, ácido L-ascórbico e ácido L-

desidroascórbico foram determinadas através de método titulométrico. A análise de aceitação foi realizada com 30 provadores que se manifestaram em fichas sensoriais com escala hedônica não estruturada, sendo também avaliada a atitude de compra dos produtos tanto os feitos à base de polpa de banana verde como dos convencionais de mercado. Os teores vitamínicos obtidos para os produtos foram: *nhoque de banana*, B₆ - 0,9mg/100g, B₁ - 0,8mg/100g, β-caroteno - 0,2mg/100g; *nhoque de batata*, B₆ - 1,0mg/100g, B₁ - 1,1mg/100g, β-caroteno - 0,1mg/100g; *pão de banana*, B₆ - 1,1mg/100g, B₁ - 1,1mg/100g, β-caroteno - 0,8mg/100g, LAA - 6,0mg/100g; *pão de trigo integral*, B₆ - 0,8mg/100g, B₁ - 0,7mg/100g, β-caroteno - 0,1mg/100g. O resultado da análise sensorial revelou que pão elaborado com banana verde obteve médias inferiores às do pão integral convencional, no entanto, sempre acima da metade da escala, valor este relacionado ao conceito da indiferença, não gostei mas também não desgostei. Para o nhoque de banana os atributos sabor e textura não diferiram significativamente do nhoque de batata, o que torna o resultado bastante promissor indicando um produto passível de ser melhorado quanto aos itens aparência e aroma.

Abstract

The high rate of waste for bananas in Brazil (30 to 50 %) has led to the search for simple and familiar alternative ways of processing, using unripe bananas to avoid losing fruits before they ripen, thus guaranteeing competitiveness for small and medium agriculturists. The objective of the present work was the production of *nhoque* and bread using unripe banana and the vitamin evaluation and sensory analysis for acceptance of the products. Bananas of the variety Nanicão were used and the fruits were cooked with the skin in a pressure cooker for 10 minutes. After peeling they were homogeneized and the mass used in the production of *nhoque* and bread in substitution to of wheat flour. Similar products such whole wheat bread and *nhoque* made from potato were acquired and analyzed. The characterization of the vitamins of the B complex and β-carotene was carried out by HPLC and the determination of vitamin C by titration method. The acceptance test was carried out

with 30 panelists using a non-structured hedonic scale, also evaluating the intention to buy the products for both those made from unripe banana and those brought on the market. The vitamin contents determined in the products were: nhoque from banana, B₆ – 0.9mg/100g, B₁ – 0.8mg/100g, β -carotene – 0.2mg/100g; nhoque from potato, B₆ – 1.0mg/100g, B₁ – 1.1mg/100g, β -carotene – 0.1mg/100g; bread from banana, B₆ – 1.1mg/100g, B₁ – 1.1mg/100g, β -carotene – 0.8mg/100g, LAA – 6.0mg/100g; bread of whole wheat bread, B₆ – 0.8mg/100g, B₁ – 0.7mg/100g, β -carotene – 0.1mg/100g. The results of the sensory analysis showed that the bread elaborated with green banana got lower average scores than the conventional whole bread, although with scores always above the middle of the scale, equivalent to a concept of indifference, neither like nor dislike. For the nhoque from banana the attributes for flavor and texture showed no significant differences from those of nhoque from potato, this being a promising result indicating a product which could be improved with respect to the items of appearance and aroma.

Introdução

Apesar de encontrar-se entre os maiores produtores de banana do mundo (AGRIANUAL, 2003) o Brasil ainda possui um alto índice de desperdício desta fruta que, segundo TORRES (1999), encontra-se entre 30 e 50%, dependendo da região do país e da tecnificação adquirida.

Mesmo considerando os diferenciais de renda do consumidor interno deste fruto, o mercado só será bom para o produtor que possuir baixo preço e boa qualidade, resultante de maior nível de adoção de tecnologia no cultivo e maiores cuidados nas etapas de pós-colheita e comercialização. Sendo assim, a saída para o bananicultor conquistar ou garantir competitividade é buscar novas alternativas para reduzir o desperdício (MASCARENHAS, 1999).

O desenvolvimento e implantação de unidades agroindustriais que utilizem bananas e que sejam de processamento simples e familiar, possibilita aos pequenos e médios

agricultores, a produção de alimentos usando matéria-prima que geralmente estariam sendo desperdiçadas (CARDOZO FILHO e POIANI, 1987; POIANI, 1987; GALEAZZI *et al.*, 1989; MARTIRANI, 1991; COSTA e FRANÇA, 1993).

As alternativas do emprego da banana como matéria-prima para produção de alimentos utiliza na maioria dos casos a banana no estágio madura (CHAPARRO, 1991; BATISTA FILHO e FRAGA, 1994; MEDINA *et al.*, 1995). Poucas são as alternativas que se tem dado à banana verde (HUFENUSSLER, 1985; LOURES *et al.*, 1990; BACETTI, 1993; TRAVAGLINI, 1993; THOMPSON, 1995; LORETO, 1996). A polpa da banana verde é uma massa com alto teor de amido e que não apresenta sabor. Por isso é possível sua utilização na produção de vários alimentos à base de trigo, como pão, nhoque, entre outros, em substituição ao trigo (POIANI e BORGES, 1996). Estes autores propuseram a produção da massa de polpa de banana verde (MPBV) e massa de casca de banana verde (MCBV) para produzir alimentos substituindo, em parte, a farinha de trigo. Heloísa de Freitas Valle, culinária e ex-bananicultrice idealizadora destes produtos (ARRUDA, 2002; BIANCHI, 2002; KISS e MINILLO, 2002; VIVA MAIS, 2002) apresenta inúmeras possibilidades de se adicionar a MPBV a vários alimentos argumentando que estes seriam enriquecido com as vitaminas e sais minerais endógenos, sem alteração no seu sabor e odor.

Os objetivos do presente trabalho foram a avaliação do potencial vitamínico destes produtos e a verificação da aceitação dos mesmos.

Material e métodos

Preparo dos produtos

As bananas verdes utilizadas foram da variedade Nanicao, com aproximadamente 130 dias, colhidas da Fazenda Taperão, no município de Brotas – SP. Para a produção da MPBV foram utilizadas 3 pencas com aproximadamente 16 frutos cada. Os frutos foram cozidos em água sob pressão durante aproximadamente 10 min. Em seguida foram escorridos, deixados esfriar, descascados e homogeneizados em processador de alimentos doméstico.

Foram produzidos e analisados 3 diferentes lotes para cada tipo de produto. Todas as determinações foram realizadas em duplicata. Foram também adquiridos e analisados produtos similares (pão integral convencional e nhoque de batata), obtidos do comércio local, para fins comparativos.

Parte da MPBV foi analisada e o restante foi utilizado para a produção de nhoque e pão, substituindo parte do trigo na formulação (**Quadro 1**). O **Anexo 8** apresenta uma foto ilustrativa dos produtos produzidos.

Quadro 1. Formulação do pão e do nhoque fabricados com MPBV.

PRODUTO	FORMULAÇÃO
PÃO	1000g de massa de polpa de banana verde (MPBV) 650g de farinha de trigo, 1g açafraão um ovo 10g de óleo 20g de açúcar sal 30g de fermento fleishman dissolvidos em cerca de 50 mL de leite morno
NHOQUE	1000g de MPBV 120g de farinha de trigo um ovo 50g de margarina sal

Análises de vitaminas

Para a análise de vitaminas 100g de MPBV, de pão e de nhoque foram tomadas e homogeneizadas em liquidificador com 150mL de HCl 0,5mol/L. As amostras foram analisadas quanto aos seus teores de ácido L-ascórbico, ácido dehidroascórbico vitaminas PP, B₁ e B₆, e β-caroteno.

As vitaminas do complexo B (B₁, B₂, B₆ e PP) foram analisadas simultaneamente, por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), utilizando a metodologia desenvolvida por AGOSTINI e GODOY (1997) modificada para banana. A extração das vitaminas foi feita com HCl 0,5mol/L seguida de hidrólise enzimática (pH 4,0 – 4,5; diastase, 5mg/g de amostra; 50 - 55°C; 1h). Para separação das vitaminas utilizou-se um cromatógrafo Hewlett

Packard (HP) série 1100, e uma coluna C18 (ODS-2), 5µm, 150 x 4,6mm d.i. (Sigma-Aldrich, USA), protegida por coluna de guarda (10 x 4,6mm d.i.). A fase móvel foi um gradiente de eluição, a vazão de 0,7mL/min com 2% de acetonitrila e 98% de fase aquosa (SHA 5mmol/L; 0,15% de TEA: pH 2,8 ajustado com H₂SO₄ 5mol/L). Para detecção utilizou-se detector de arranjo de diodos (DAD), da marca HP, série 1100, nos comprimentos de onda de 254nm e 287nm.

O ácido ascórbico (LAA) e o dehidroascórbico (DHAA) foram determinados através da titulação com 2,6-diclorofenolindofenol sendo que o DHAA foi determinado após sua redução a LAA com DL-homocisteína (HORWITZ, 1997).

Os carotenóides foram extraídos com porções de acetona seguida da partição dos pigmentos para n-hexano e analisados por CLAE. O cromatógrafo líquido utilizado foi um Varian 9010, com bomba quaternária, injetor manual Rheodyne, e detetor UV-visível, modelo 1050, operando à 450nm. Utilizou-se uma coluna em fase normal (sílica) de 150 x 4,6mm (i.d) e eluição isocrática, com fase móvel constituída de hexano, acetona e acetato de etila (74%:11%:15% - v/v/v) a uma vazão de 0,5mL/min. (RODRIGUES-AMAYA, 1999).

Teste de aceitação

A aceitabilidade dos produtos foi avaliada em testes específicos para cada um deles. Cada um dos testes foi realizado com a participação de 30 provadores, na faixa etária entre 20 e 50 anos, que avaliaram os produtos utilizando escala hedônica não estruturada de 8 centímetros (**Figura 1**).

Os provadores receberam as amostras dos produtos em apresentação monádica, em blocos completos casualizados, e codificadas com algarismos de três dígitos, em cabines laboratoriais para análise sensorial, sob luz branca.

Os pães (fabricado com MPBV e o integral convencional) foram cortados em pedaços de cerca de 5g cada e as amostras de nhoque foram aquecidas por 10 segundos em forno microondas na potência máxima, imediatamente antes de serem oferecidas. Foram colocadas em placas de petri em duas porções, com cerca de 5 pedaços de nhoque cada, sendo uma das porções coberta com um pouco de molho de tomate (**Anexo 9**).

Nome _____ data _____

Amostra n.º _____

Você está recebendo uma amostra de pão.

1 – Por favor, observe a amostra e marque sua opinião, na escala abaixo, em relação à cor.

Desgostei muitíssimo _____ Gostei muitíssimo

2 – Por favor, aspire a amostra e marque sua opinião, na escala abaixo, em relação ao aroma.

Desgostei muitíssimo _____ Gostei muitíssimo

3 – Por favor, prove a amostra e marque sua opinião, na escala abaixo, em relação ao sabor.

Desgostei muitíssimo _____ Gostei muitíssimo

4 – Por favor, prove a amostra e marque sua opinião, na escala abaixo, em relação à textura.

Desgostei muitíssimo _____ Gostei muitíssimo

5 – Por favor, prove a amostra e marque sua opinião, na escala abaixo, em relação à sua impressão global.

Desgostei muitíssimo _____ Gostei muitíssimo

Se este produto estivesse disponível no mercado, qual seria sua atitude de compra?

() Eu jamais compraria este produto.

() Eu provavelmente não compraria este produto .

() Eu tenho dúvidas se compraria ou não compraria este produto.

() Eu provavelmente compraria este produto.

() Eu certamente compraria este produto.

O que você mais gostou neste produto?

O que você menos gostou neste produto?

Comentários:

Figura 1. Modelo da ficha utilizada na análise sensorial.

Cada provador recebeu 2 amostras de cada tipo de pão e duas amostras de cada tipo de nhoque separadamente.

Os 30 provadores avaliaram diferentes parâmetros de qualidade sensorial sendo, cor, aroma, sabor, textura e impressão global. Os pontos assinalados na escala foram medidos em centímetros e os resultados comparados através de ANOVA e teste de TUKEY (5 % de significância).

Foi avaliada também, a atitude de compra dos produtos produzidos, tanto de forma convencional como os produtos feito à base de MPBV. Foi utilizada escala de atitude de compra de cinco categorias (MEILGAARD *et al.*, 1999), onde 1 = “eu jamais compraria este produto”, e 5 = “eu certamente compraria este produto” (Figura 1).

Resultados e discussão

Análise de vitaminas

Os produtos, Massa de Polpa de Banana Verde (MPBV), pão feito com MPBV, nhoque feito com MPBV, pão integral e nhoque de batata foram avaliados quanto aos seus conteúdos de vitaminas e os resultados encontram-se na **Tabela 1**.

Observa-se que a MPBV apresenta índices de vitaminas comparáveis com os encontrados na fruta *in natura* (capítulos III e IV). Isto mostra que o fato da fruta ter sido cozida com casca protegeu as células contra a ação de oxidação, lixiviação ou outro tipo de degradação ou perda.

O nhoque foi o produto que mais sofreu perda de vitaminas, especialmente as formas de vitamina C. Isto pode se explica pela lixiviação dos nutrientes durante o cozimento em água. As amostras de pães feitos à base de MPBV permaneceram com um teor de LAA, não encontrado no pão convencional, no entanto o DHAA foi perdido durante o processamento.

Não foi possível identificar e determinar a vitamina PP em nhoque feito com MPBV.

Tabela 1. Teores de ácido L-ascórbico e dehidroascórbico (mg/100g), vitamina PP ($\mu\text{g}/100\text{g}$), vitamina B₆ e B₁ (mg/100g) e β -caroteno ($\mu\text{g}/100\text{g}$) obtidos em massa de polpa de banana verde, pão e nhoque de banana e pão e nhoque convencionais.

	Am.	rep.	LAA	DHAA	PP	B ₆	B ₁	β -caroteno
MPBV	1	1	13,6	4,8	49	2,1	0,9	1,2
		2	12,7	5,1	nd	2,0	1,0	0,8
		M	13,1	5,0	nd	2,1	0,9	1,0
	2	1	16,4	6,3	12	2,0	1,6	1,0
		2	12,0	5,6	26	0,6	1,2	1,2
		M	14,2	6,0	19	1,3	1,4	1,1
	3	1	9,7	5,8	47	0,8	1,3	1,1
		2	5,9	6,7	76	1,0	0,7	0,9
		M	7,8	6,3	62	0,9	1,0	1,0
NHOQUE BANANA	1	1	-	-	-	0,8	0,7	nd
		2	-	-	-	0,9	0,9	0,1
		M	-	-	-	0,8	0,8	nd
	2	1	-	-	-	0,9	0,5	0,3
		2	-	-	-	1,0	0,9	0,1
		M	-	-	-	1,0	0,7	0,2
	3	1	-	-	-	1,0	0,8	0,1
		2	-	-	-	0,9	0,8	nd
		M	-	-	-	0,9	0,8	nd
NHOQUE DE BATATA	1	1	-	-	23	0,9	0,9	0,1
		2	-	-	nd	1,3	1,5	nd
		M	-	-	nd	1,1	1,2	nd
	2	1	-	-	19	1,0	1,3	0,1
		2	-	-	17	0,9	1,5	0,1
		M	-	-	18	0,9	1,4	0,1
	3	1	-	-	nd	0,9	0,7	0,1
		2	-	-	20	1,0	1,0	0,2
		M	-	-	nd	0,9	0,8	0,1
PÃO BANANA	1	1	5,6	-	nd	1,6	0,5	0,7
		2	3,8	-	70	0,6	0,9	0,9
		M	4,7	-	nd	1,0	0,7	0,8
	2	1	2,5	-	83	1,2	0,7	1,2
		2	5,2	-	74	1,7	0,8	0,8
		M	3,8	-	78	1,4	1,0	1,0
	3	1	6,3	-	nd	0,4	0,4	0,5
		2	2,8	-	95	0,6	0,5	0,3
		M	9,1	-	nd	0,5	0,4	0,4
PÃO DE TRIGO INTEGR.	1	1	-	-	70	0,8	0,5	0,2
		2	-	-	99	0,5	0,4	0,1
		M	-	-	84	0,6	0,4	0,1
	2	1	-	-	78	0,7	0,9	0,3
		2	-	-	nd	1,1	0,8	0,1
		M	-	-	nd	0,9	0,8	0,2
	3	1	-	-	92	0,7	0,9	0,1
		2	-	-	101	1,1	1,0	nd
		M	-	-	96	0,9	1,0	nd

(-) não encontrado; nd – não determinado

Os cromatogramas apresentados nos **Anexos 10 e 11** mostram os perfis cromatográficos obtidos respectivamente para as análises de vitaminas do complexo B e β -caroteno (pró-vitamina A), nas amostras de pão e nhoque fabricados com MPBV.

Análise sensorial

Os resultados do teste de aceitação estão apresentados nos gráficos da **Figura 2**, onde se podem observar as respostas dos 30 provadores, com relação aos diferentes produtos sendo as colunas azuis os resultados obtidos para os produtos convencionais e as colunas vermelhas de resultados obtidos para os produtos à base de banana verde.

O gráfico A, apresenta as notas para os atributos, cor, aroma, sabor, textura e impressão global, dos pães. O gráfico B, apresenta a opção de compra dos pães (jc - jamais compraria, pnc - provavelmente não compraria, d - tenho dúvida se compraria, pc - provavelmente compraria e cc - certamente compraria). O gráfico C, os atributos mais apreciados nos pães e o gráfico D, os atributos menos apreciados nos pães.

Da mesma forma que para os pães os gráficos de E a H, estão relacionados às amostras de nhoques. Sendo E o gráfico das notas para os atributos, F o gráfico da opção de compra dos nhoques, G os atributos mais apreciados e H os atributos menos apreciados nos nhoques.

A **Tabela 2** apresenta os resultados da análise estatística efetuada para comparar as notas atribuídas pelos trinta provadores às amostras de pão e nhoque.

Observando-se os resultados da **Tabela 2** e os gráficos da **Figura 2** nota-se que as amostras de produtos de banana obtiveram médias significativamente inferiores ($p \leq 0,05$) para todos os atributos em pão, no entanto sempre acima da metade da escala, média à qual está relacionado o conceito da indiferença (não gostei mas também não desgostei).

Para as amostras de nhoque de MPBV as médias obtidas para todos os atributos também foram inferiores às obtidas para o nhoque de batata. No entanto, para os atributos sabor e textura esta diferença não foi significativa o que torna o resultado bastante promissor indicando um produto passível de ser melhorado já que os problemas de qualidade encontram-se na aparência.

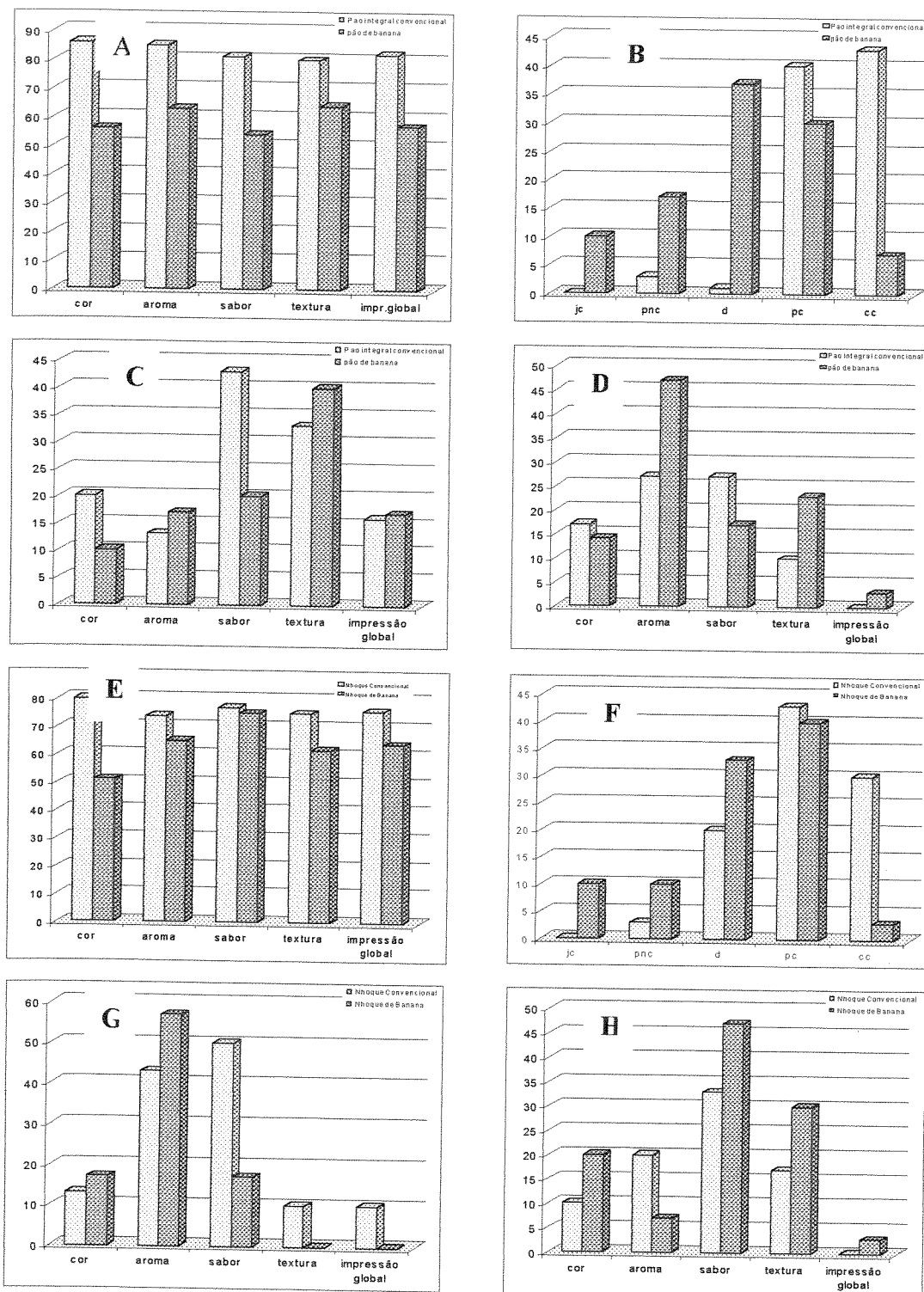


Figura 2. Valores médios para pão e nhoque, respectivamente: A e E = aceitação em relação à cor, aroma, sabor, textura e impressão global; B e F = opção de compra (jc - jamais compraria, pnc - provavelmente não compraria, d - tenho dúvida se compraria, pc - provavelmente compraria e cc - certamente compraria); C e G = atributo que mais agradou; D e H atributo que não agradou (n=30).

Tabela 2 Médias da aceitação em relação aos atributos, cor, aroma, sabor, textura e impressão global para pão e nhoque de banana e convencional.

Amostra	Cor	Aroma	sabor	textura	Impressão global
Pão convencional integral	6,8 a	6,8 a	6,4 a	6,4 a	6,5 a
Pão de MPBV	4,6 b	5,1 b	4,4 b	5,2 b	4,6 b
Nhoque de batata	6,5 a	6,3 a	6,3 a	6,1 a	6,2 a
Nhoque de MPBV	4,1 b	5,3 b	6,0 a	5,1 a	5,1 b

**Medias marcadas com letras iguais numa mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.*

Como reflexo da formulação preparada, observa-se no gráfico B, que a maioria dos provadores tem dúvida se comprariam o produto. Os gráficos C e D, que mostram os atributos mais apreciados e menos apreciados nos pães, ajudam a reforçar que o sabor deve ser melhorado. Ressalta-se que uma observação freqüente encontrada nas respostas dos provadores foi “falta de sal”.

Conclusões

Os produtos feitos à base de banana verde, quando processados nas condições deste experimento, apresentaram teores de vitamina B₆ e B₁ muito próximos aos da massa de polpa de banana verde. Nas amostras de pão elaboradas com a MPBV as vitaminas B₆ e B₁ estavam presentes, respectivamente, nas concentrações médias de 0,9 e 0,8mg/100g. Teores similares foram encontrados para o nhoque. Houve a perda de vitamina C na produção do nhoque, já o pão formulado com MPBV apresentou um teor médio de 5,8mg/100g de ácido L-ascórbico.

As formulações de pão e nhoque de banana apresentaram aceitação inferior ao pão tradicional, no entanto, não foram rejeitadas a julgar pelas médias localizadas na escala hedônica, sempre ao nível do conceito “gostei ligeiramente”, indicando que a continuidade dos estudos pode resultar em formulações de conceito ainda superiores.

Referências Bibliográficas

- AGOSTINI, T. S., GODOY, H. T. Simultaneous determination of nicotinamide, nicotinic acid, riboflavin, thiamin, and pyridoxine in enriched Brazilian foods by HPLC. **Journal of High Resolution Chromatography**, 20, p.245-248, 1997.
- AGRIANUAL 2003. Banana. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio. p.229-234, 2003.
- ARRUDA, A. "Essa banana toda tem de ser aproveitada!". **Folha de São Paulo**, Equilíbrio, 16 mai. 2002.
- BACETTI, L. B. **Estudo sobre produção de banana verde frita a partir da variedade Nanicao (*Musa cavendishii* Lamb)**. (Dissertação de Mestrado) Faculdade de Engenharia de Alimentos da USP. São Paulo, 1993. 97p.
- BATISTA FILHO, A., FRAGA, A. D.. Ciclo de palestras sobre a cultura da banana. **Anais**. Instituto Biológico. Campinas. 1994. 70p.
- BIANCHI, J. Banana verde, uma trajetória gastronômica. **Jornal Valor**, D6, 3 abr., 2002.
- CARDOZO FILHO, L., POIANI, L. M. Produção Integrada de alimentos a baixo custo. **Anais**. VI CICTE, EESC-USP, São Carlos, p.192. 1987.
- CHAPARRO, M. C. C. Para nós, a banana. In: **Diário Popular**, São Paulo, 04 jan. p.6, 1991.
- COSTA, C., FRANÇA, V. Pólis – Alternativas contra a fome. **Pólis**. São Paulo, 1993. 11p. da farinha de banana (*Musa sp*) em panificação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 10 (1), p.72-86, 1990.
- GALEAZZI, M. A. M., AGUEDA, B. U., GROSSO, C.R.F. Produção, Consumo e Agroindústria - **Relatório de pesquisa**. Conselho Nacional de Pesquisas, dez. 1989.
- HORWITZ W. **Official methods of Analysis**. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. 13rd ed. P 746-747. 1997.
- HUFENUSSLER, M. Estudo de secagem de purê de banana em secador tipo Jorro. (Dissertação de Mestrado) ESCOLA POLITECNICA USP. São Paulo, 1985. 141p.
- KISS, J., MINILLO, M. Yes, nós temos banana verde. **Globo Rural**, julho 2002.
- LORETO, R. L. **Estudos sobre a desidratação osmótica de bananas nanicas**. (Dissertação de Mestrado) Faculdade de Engenharia de Alimento da USP. São Paulo, 1996. 178p.
- LOURES, A., COELHO, D.T., CRUZ, R., LENZA, L.C. Obtenção, caracterização e utilização

- MARTIRANI, L. A. Aproveitamento dos resíduos de agroindústria da banana. (Vídeo). Roteiro, fotografia e texto do audiovisual de Laura Alves Martirani. Piracicaba : Esalq-Depto Economia Doméstica, 1991.
- MASCARENHAS, G.C.C. Banana: Comercialização e Mercados. **INFORME AGROPECUÁRIO**, 20,(196), p.97-108, 1999.
- MEDINA, J. C., BLEINROTH, E. W., MARTI, Z. J. D., TRAVAGLINI, D. A., OKADA , M., QUAST, D. G., HASHIZUME, T., MORETTI, V. A., BICUDO NETO, L. C., ALMEIDA, L. A. S. B., RENESTO , O. V. **Banana**. Campinas, ITAL Frutas Tropicais 2ed, ver e aum., 3, 1995. 302 p.
- MEILGAARD, M. R., CIVILLE, G. V., CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. Boca Raton: CRC, Florida, 1988.
- POIANI, L. M. Desenvolvimento de Comunidades Agroindustriais. **Revista DEP-UFSCar**, São Carlos, n.7, p.32-39, maio, 1987.
- POIANI, L.M., BORGES, M.T.M.R. Programa de Desenvolvimento de Processos Agroindustriais Integrados Voltados para o Setor Bananeiro. **Programa de Pesquisa e Extensão** DTAiSER/CCA/UFSCar, Araras 1996.
- RODRIGUES-AMAYA, D. **A guide to carotenoid analysis foods**. ILSI Press Washington 1999. 64p.
- THOMPSON, A. K. **Banana processing** . In: **Bananas and Plantains** . Gowen, s. ed Chapman and Hall. Londres (GRR), p.481-492, 1995.
- TORRES, G. A pesquisa gera tecnologia para melhorar a qualidade da bananicultura nacional. **INFORME AGROPECUÁRIO**, 20(196), p.3, 1999.
- TRAVAGLINI, D.A. **Banana-passa: princípios de secagem, conservação e produção industrial**. Campinas, ITAL, Manual Técnico, 12. 1993.
- VIVA MAIS. Uma banana para o desperdício. **Revista Viva Mais**, Abril de 2002.

Conclusões Gerais

A determinação de vitaminas do complexo B (B_1 , B_2 , B_6 , e PP) em bananas utilizando-se da técnica de cromatografia líquida (CLAE) aplicada neste trabalho é possível, sendo que, apesar de somente a hidrólise ácida ser suficiente para a extração destas vitaminas é necessária também a hidrólise enzimática para quebrar os carboidratos superiores não permitindo sua precipitação no sistema cromatográfico.

Nas condições edafoclimáticas que se apresentavam as plantas das variedades Nanicão e Prata deste trabalho, os teores de vitaminas B_1 , B_6 e M tanto durante o crescimento no estágio verde como durante o período pós-colheita não variaram muito e foram diferentes dos citados na literatura (Nanicão: $B_1 - 0,6 \pm 0,1\text{mg}/100\text{g}$, $B_6 - 1,4 \pm 0,2\text{mg}/100\text{g}$, M - $140 \pm 20\mu\text{g}/100\text{g}$ e Prata: $B_1 - 0,8 \pm 0,1\text{mg}/100\text{g}$, $B_6 - 1,1 \pm 0,2\text{mg}/100\text{g}$, M - $110 \pm 20\mu\text{g}/100\text{g}$). Cada 100g do fruto pode ser responsável pela ingestão de 70 a 95% da quantidade diária recomendada par estas vitaminas. Os teores de 5MeTHF encontrados para as duas variedades de banana representam cerca de 25% das necessidades diárias recomendadas respectivamente 135 e $104\mu\text{g}/100\text{g}$ para Nanicão e Prata.

Os teores de vitamina C encontrados vão de 25 a 50% da quantidade indicada para ingestão diária, sendo Nanicão: LAA - verde, $17 \pm 2\text{mg}/100\text{g}$, madura, $12 \pm 3\text{mg}/100\text{g}$; DHAA - verde, $6 \pm 1\text{mg}/100\text{g}$, madura $4 \pm 2\text{mg}/100\text{g}$ e Prata: LAA - verde, $20 \pm 2\text{mg}/100\text{g}$, madura, $20 \pm 5\text{mg}/100\text{g}$; DHAA - verde, $5 \pm 1\text{mg}/100\text{g}$, madura $4 \pm 2\text{mg}/100\text{g}$.

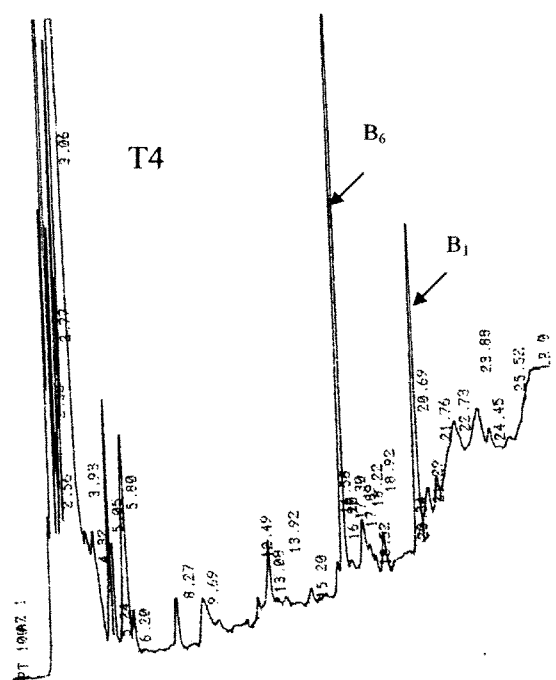
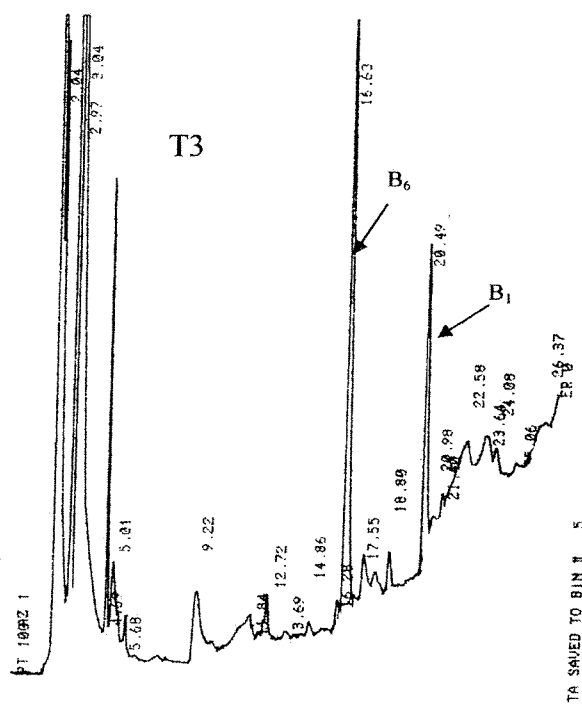
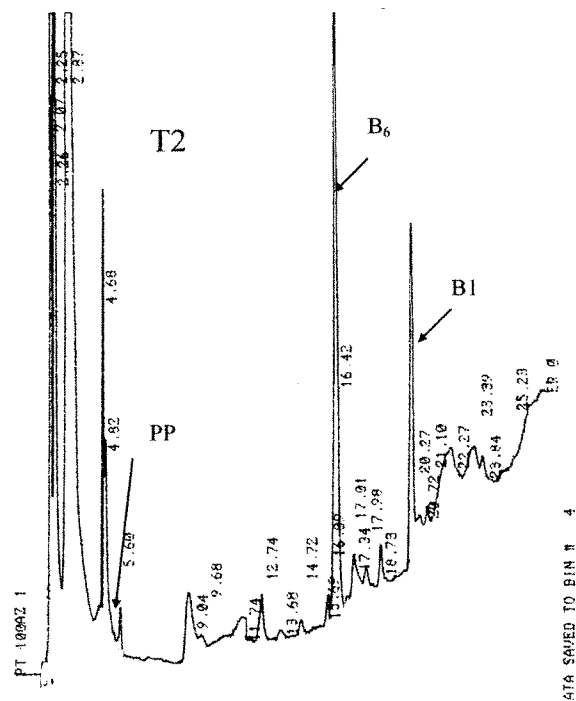
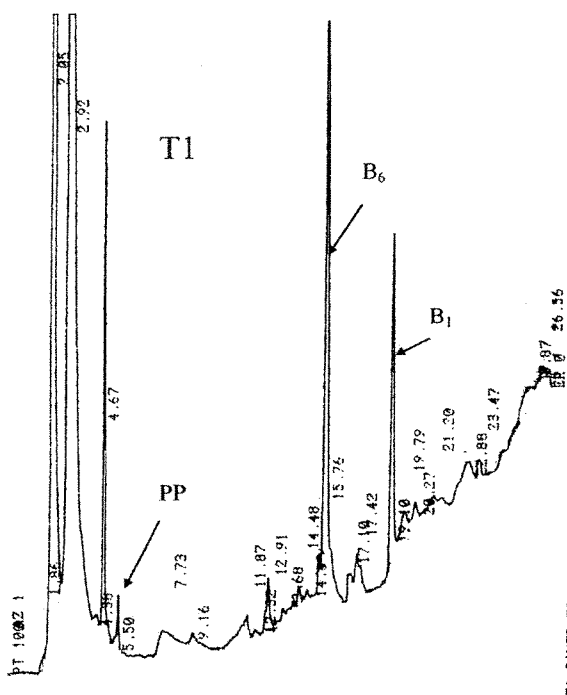
Os teores de β -caroteno encontrados nestas variedades foram baixos considerando-se as quantidades diárias necessárias. Valores para a vitamina PP não foram conseguidos para a avaliação do comportamento frente as variáveis estudadas e quando estes foram possíveis de detecção encontravam-se em concentrações inferiores às citadas na literatura.

A prática da climatização, embora seja uma procedimento tecnológico importante por homogeneizar e acelerar a maturação dos frutos, causa um pequeno decréscimo nos níveis das vitaminas avaliadas exceto com relação ao ácido dehidroascórbico, uma das formas da vitamina C, que sofre um pequeno acréscimo.

Os produtos feitos a base de Massa de Polpa de Banana Verde (Nhoque e pão) apresentaram teores de vitaminas B_1 e B_6 semelhantes aos teores encontrados na fruta “in

natura”, o que demonstra que a Massa de Polpa de Banana Verde (MPBV) apresenta-se como um veículo potencial destas vitaminas.

A análise sensorial demonstrou que alguns parâmetros podem ser melhorados para uma maior aceitação destes produtos.



Anexo 1 . T1 – 1 min. de liqüidificador; T2 – 1 min. De liqüidificador, seguido de 30 min. de banho ultra-sônico; T3 – 4 min. de liqüidificador; T4 – 4 min. de liqüidificador seguido de 30 min. de banho ultra-sônico.



Anexo 2. Foto de uma bananeira caída por causa do vento.



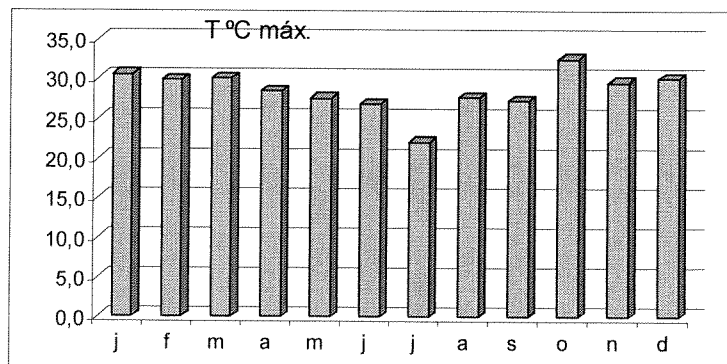
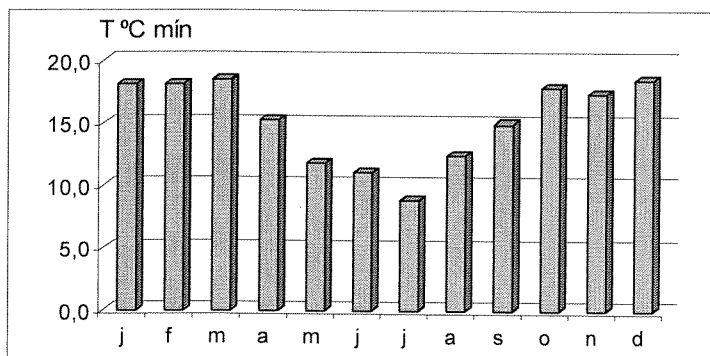
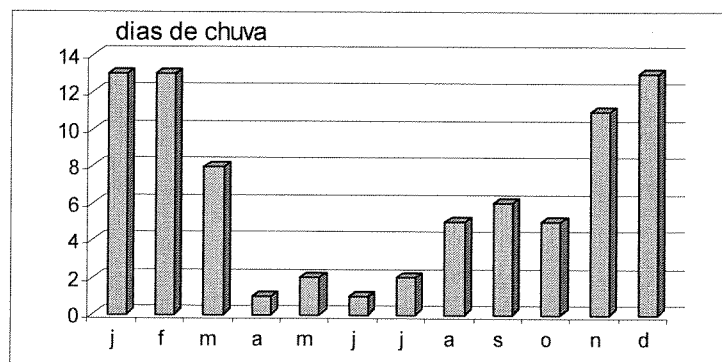
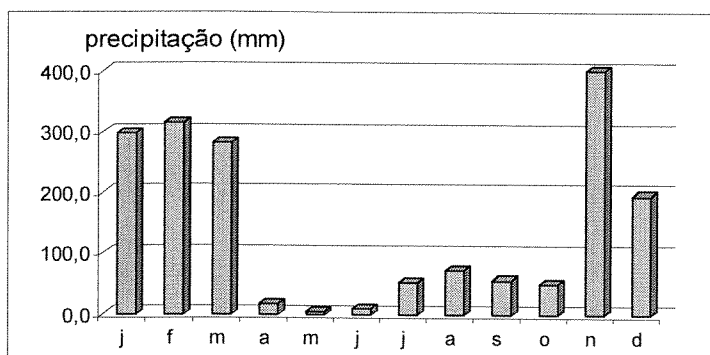
Anexo 3. Foto indicando a primeira penca

amostra	Bananera									
1	7	8	9	13	14	19	24	27		
2	5	16	21	22	25	30	31	32		
3	1	2	10	12	15	17	23	26		
4	3	4	6	18	20	11	28	29		
32				31						
				28			29			
			27							
		25								
		26								
				23						
				24						
					22					
					21					
		20								
		19								
			18				17			
								16		
									15	
					14					
		11								
			12							
		8		13						
	9									
10										
			7							
			6			5				
							4			
							3			
								2		
									1	

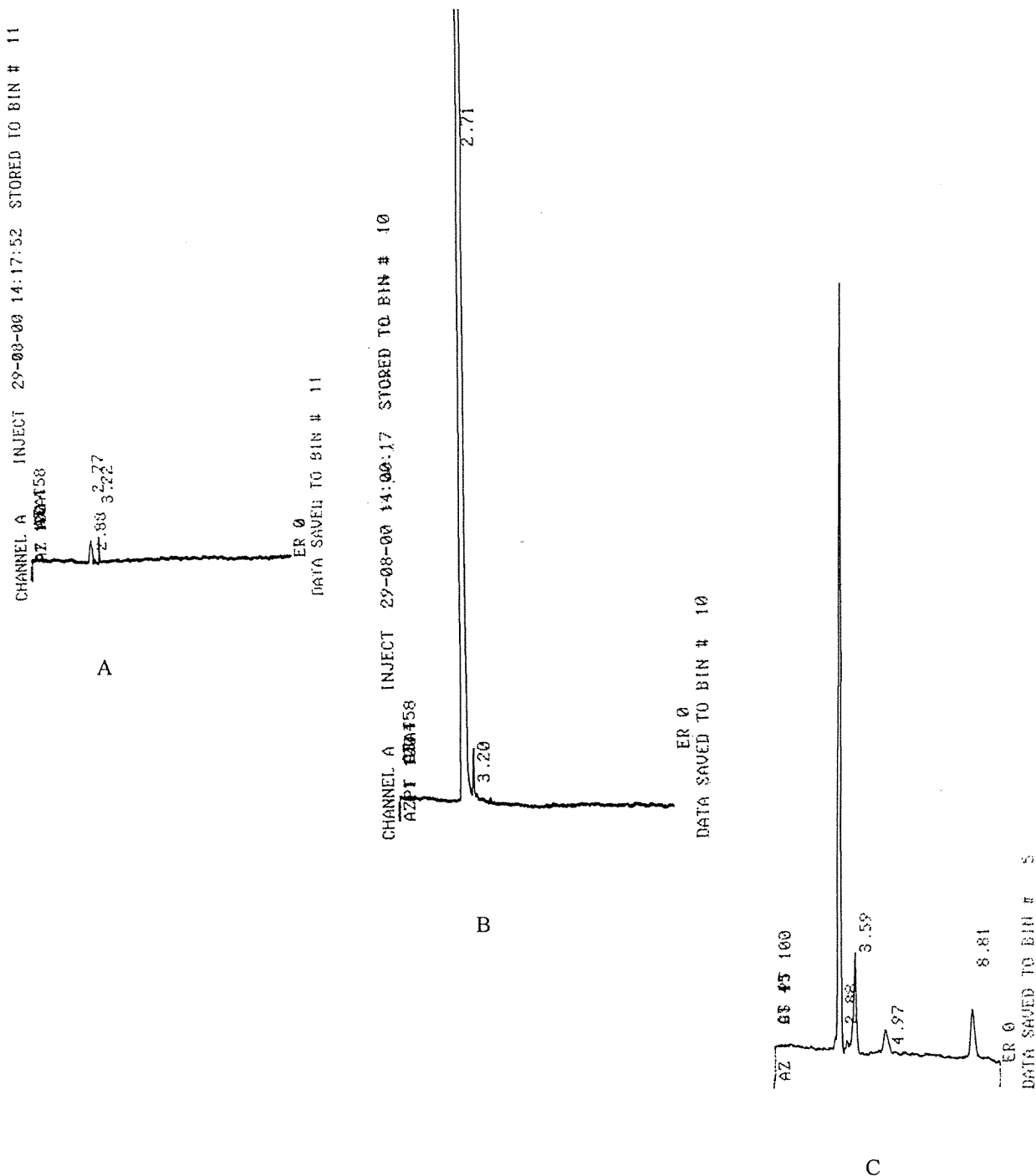
amostra	Bananera									
5	33	35	36	40	51	53	61	63		
6	39	42	45	46	48	57	58	60		
7	34	43	44	50	52	55	56	64		
8	37	38	49	47	49	54	59	62		
	62					64				
					63					
	61				56					
		60			54					
					53					
				55						
		58								
		57				51				
		59							52	
										50
		49								
								46		
	44					47				
		43						48		
						45				
		42								
41										
					39					
		40			38					
				37						
				35						
				36						33
										34

amostra	Bananera									
9	65	78	77	80	85	87	88	96		
10	66	71	79	82	89	90	93	95		
11	67	68	75	76	83	84	91	92		
12	69	70	72	73	79	81	86	94		
							96			
							93			
							94			
				90		91				
									92	
	87									
	89									
		88								
				86						
84								85		
	83									
	81									
									77	
	79									
		80								
	95									
									74	
	78									
		76							73	
					72		69			
							68			
		75			71		67			
					70					
								66		
							65			

amostra	Bananera									
13	97	100	105	110	115	122	123	124		
14	99	109	111	114	126	116	127	118		
15	98	102	107	108	112	126	128	117		
16	101	106	103	104	113	119	121	125		
							128			
							127			
			126							
					123					
					122					
		125			121					
124										
	120								119	
			114			117				
									118	
		115								
						110				
				111						
						109				
							108			
					107				106	
			105							
		104								
			101			102			103	
	100					99	98			
										97



Anexo 5. Dados da precipitação pluviométrica e de temperaturas de janeiro a dezembro de 2000.



Anexo 6. Cromatogramas A) solvente, B) padrão, C) amostra de banana verde. CLAE – Varian 9010, injetor manual Rheodyne, 20 μ L, detector UV-visível 1050, λ 450nm, coluna em fase normal (sílica) de 150 x 4,6mm (i.d), eluição isocrática, hexano, acetona e acetato de etila (74:11:15 – v/v/v), vazão de 0,5mL/min., integrador–processador HP 3393A.

A



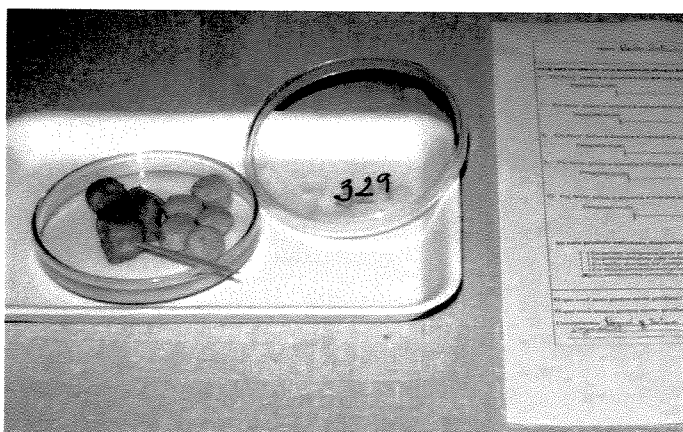
B



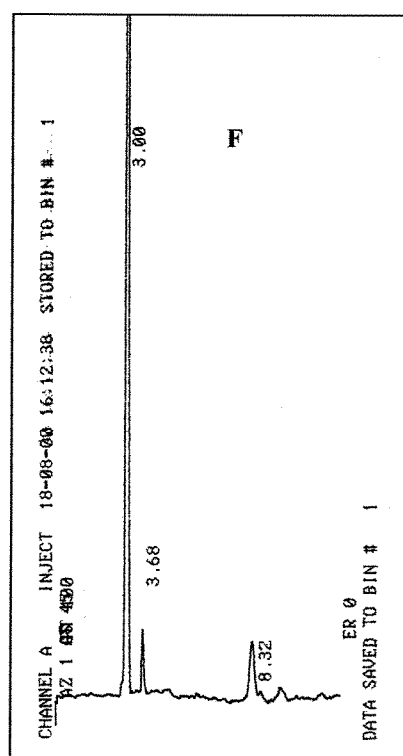
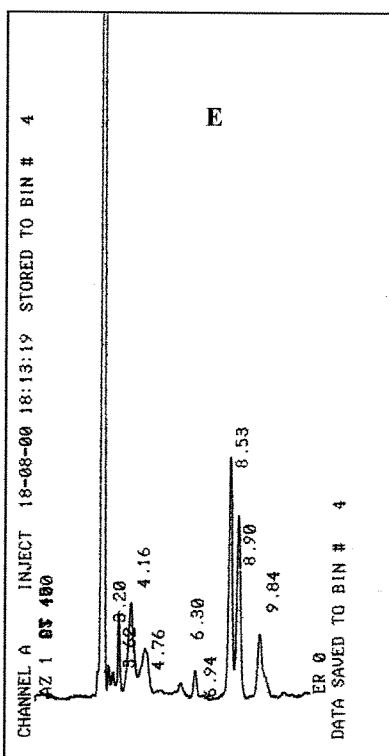
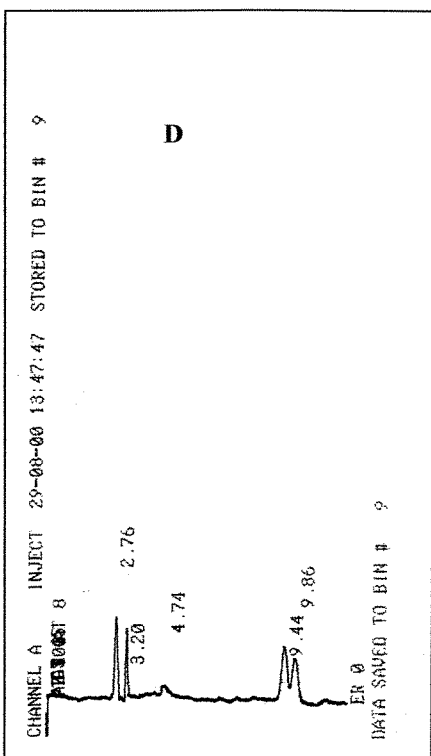
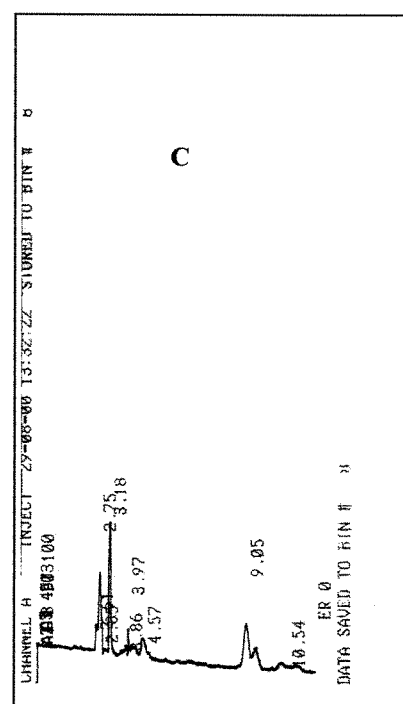
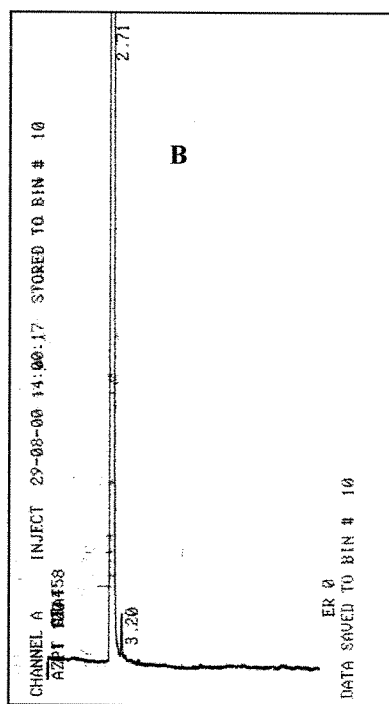
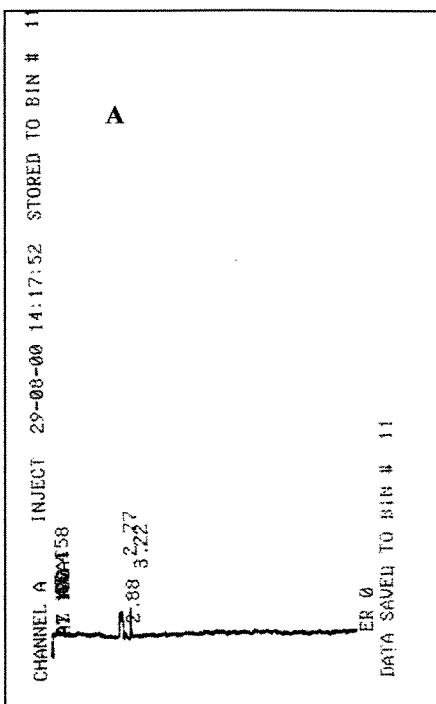
Anexo 7. A - Composição das amostras, B - Climatização



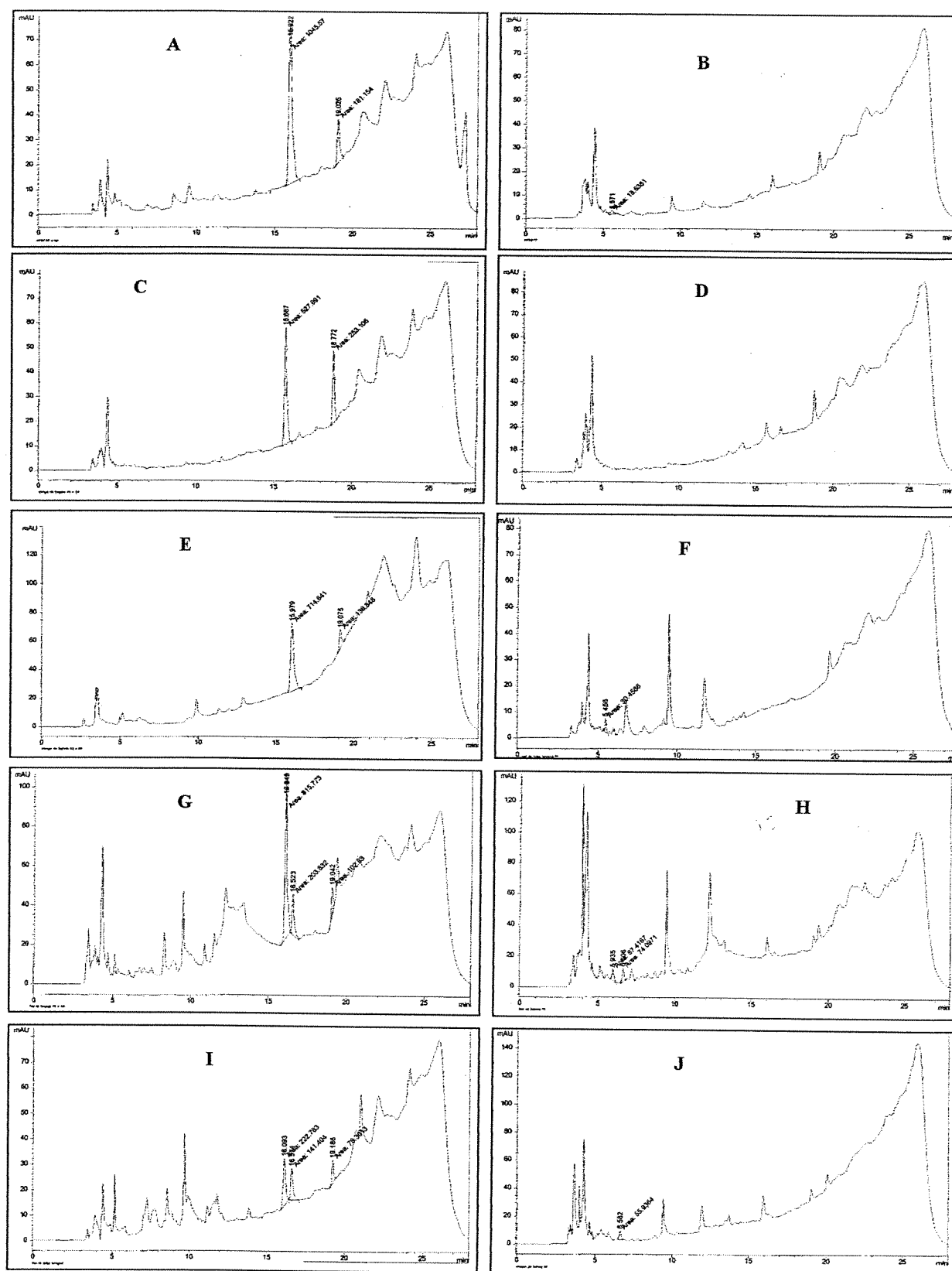
Anexo 8. Foto do pão e do nhoque produzidos com banana



Anexo 9. Foto do nhoque de banana servido aos provadores.



Anexo 10. Perfis cromatográficos da determinação de vitaminas do complexo B em MPBV e produtos derivados. **A** – Cromatograma do solvente. **B** - Cromatograma do padrão (b-caroteno). **C** - cromatograma de nhoque de banana. **D** – Cromatograma de nhoque de batata. **E** – Cromatograma de pão de banana **F**- cromatograma da MPBV.



Anexo 11 - Perfis cromatográficos da determinação de vitaminas do complexo B em MPBV e produtos derivados e correspondentes produtos convencionais. **A e B** - *MPBV* respectivamente vitaminas B1:B6 e PP. - **C e D** - *Nhoque de banana* respectivamente vitaminas B1:B6 e PP. **E e F** - *Nhoque de batata* respectivamente vitaminas B1:B6 e PP. **G e H** - *Pão de banana* respectivamente vitaminas B1:B6 e PP. **I e J** - *Pão de trigo integral* respectivamente vitaminas B1:B6 e PP.