UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Parecer

Este exemplar corresponde a redação final da tese defendida por Vera Lucia Pupo Ferreira e aprovada pela Comissão Julgadora em 08.06.88.

Campinas, 08 de junho de 1988.

Presidente da Banca

APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DO BROTO DE BAMBU *DENDROCALAMUS GIGANTEUS* MUNRO

VERA LÚCIA PUPO FERREIRA
ENGENHEIRO DE ALIMENTOS
MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PROFA. DRA. MARIA AMÉLIA CHAIB MORAES
ORIENTADORA

11/88

Tese apresentada ao DTA/FEA/UNICAMP para obtenção do título de DOUTOR em Tecnologia de Alimentos.

CAMPINAS - 1987

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

"Minha nova Província é uma terra onde o bambu viceja,
seus brotos cobrem os montes e os vales na primavera.
Os lenhadores da montanha cortam braçadas deles
e os trazem para o vale para vendê-los no mercado matinal.
As coisas custam menos na proporção em que são comuns,
por duas moedas eu compro uma braçada cheia.
Eu coloco os brotos numa grande panela de barro,
e os cozinho sobre o arroz fervente.
Seus nódulos purpúreos quebrados sugerem um velho brocado,
suas superfícies brancas surgem de repente como pérolas novas"

PO CHU-I

(citado por MAC CLURE (26))

Ao
João, André e Ana Lúcia
com amor
Aos meus irmãos
com admiração

AGRADECIMENTOS

- À Profa. Dra. Maria Amélia Chaib Moraes pela amizade e orientação deste trabalho.

- À Faculdade de Engenharia de Alimentos - FEA e ao Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL por tornarem possível a realização deste trabalho.

- Aos Pesquisadores Científicos do ITAL: Iacy dos Santos Draetra, Emília Emico Miya Mori, Sônia Dedeca da Silva de Campos, Arlindo Moreira Sales, José Eduardo Paschoalino, Denise Calil Pereira Jardim e Issao Shirose; e do Instituto Agronômico de Campinas - IAC: Anízio Azzini e Antonio L.B. Salgado, pelos valiosos auxílios e sugestões no decorrer deste trabalho.

- Aos integrantes da Seção de Avaliação e Controle de Qualidade do ITAL pelo incentivo, apoio e sobretudo pela amizade.

- Ao Agricultor Yasiro Ito pelas valiosas sugestões e doação dos brotos de bambu.

- Ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisa durante o decorrer do trabalho.

- À Associação Brasileira de Indústrias de Alimentos - ABIA pela gentileza das cópias deste trabalho.

- À todos que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

ÍNDICE

Página

ÍNDICE DE QUADROS..... i

ÍNDICE DE FIGURAS..... iii

RESUMO..... vii

SUMMARY..... x

I. INTRODUÇÃO..... 1

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 3

1. Tipos de bambu fornecedores de broto comestível..... 3

2. Presença de joçá..... 4

3. Produtividade e rendimento..... 4

4. Composição Centesimal e pH..... 5

5. Composição de aminoácidos e ácidos orgânicos..... 6

6. Composição de açúcares e polissacárideos..... 7

7. Compostos cianogênicos e irritantes do broto de bambu..... 7

8. Avaliação organoléptica e da textura dos brotos de bambu..... 8

9. Padrões japoneses para o broto de bambu..... 10

III. MATERIAIS E MÉTODOS..... 12

1. Determinações na Matéria-Prima..... 13

1.1. Determinações Químicas e Físicas..... 13

1.1.1. Ácido cianídrico..... 13

1.1.2. Fibras..... 13

1.1.3. Matéria graxa..... 14

1.1.4. Proteína bruta..... 14

1.1.5. Açúcares redutores e totais..... 14

1.1.6. Tanino..... 14

1.1.7. Cinzas..... 14

1.1.8. Amido..... 14

Página

1.1.9. Minerais..... 14

1.1.10. Aminoácidos totais..... 15

1.1.11. Aminoácidos livres..... 15

1.1.12. pH..... 15

1.1.13. Umidade..... 16

1.1.14. Rendimento..... 16

1.1.15. Determinação das dimensões do broto de bambu..... 16

1.2. Determinações Bioquímicas..... 16

1.2.1. Enzimas..... 16

1.3. Curva de Titulação de Acidez do Broto de Bambu.. 16

2. Processamento..... 17

2.1. Descrição das Etapas Comuns de Processamento.... 20

2.1.1. Descrição das etapas dos processamentos com cozimentos em solução de $NaHCO_3$ (A), em água (B) e esterilizados e em água, acidificado e pasteurizado (C).. 28

2.1.1.1. Etapas finais dos fluxogramas dos processamentos com cozimento em solução de $NaHCO_3$ (A) e em água (B) e esterilizados... 32

2.1.1.2. Etapas finais do fluxograma do processamento com cozimento em água, acidificado e pasteurizado (C)..... 34

2.2. Descrição das Etapas dos Processamentos Envolvendo Números Variados de Cozimentos (A', B' e C') e Maceração em Água Parada (D') e Corrente (E')..... 34

3. Determinações nas Porções Apical e Basal do Broto de Bambu Processado..... 36

3.1. Determinações Químicas e Físicas..... 36

3.1.1. Ácido cianídrico..... 36

Página

3.1.2. Açúcares redutores..... 36

3.1.3. Resistência à hidrólise enzimática.... 36

3.1.4. Fibra ácida-detergente (ADF) (celulose e lignina)..... 37

3.1.5. Fibra neutro-detergente (NDF) (celulose, hemicelulose e lignina)..... 37

3.1.6. Vácuo..... 37

3.1.7. Pesos do líquido de enchimento e drenado... 37

3.1.8. Cor..... 38

3.1.9. Textura..... 38

3.2. Análise Organoléptica..... 38

3.2.1. Análise organoléptica dos produtos dos processamentos com cozimentos em solução de $NaHCO_3$ (A), em água (B) e esterilizados e em água, acidificado e pasteurizado (C)..... 39

3.2.2. Análise organoléptica dos produtos dos processamentos envolvendo números variados de cozimentos (A', B', C') e macerações em água parada (D') e corrente (E')..... 39

3.3. Análise Estatística dos Dados Obtidos da Avaliação Organoléptica..... 39

4. Testes de Aceitação..... 42

4.1. Teste Preliminar de Aceitação..... 42

4.2. Teste Final de Aceitação..... 42

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 47

1. Composição Química e Bioquímica..... 47

2. Rendimento e Dimensões do Broto de Bambu..... 52

3. Fluxogramas de Processamento Com Cozimento em Solução de $NaHCO_3$ (A), em Água (B) e Esterilizados e em Água, Acidificado e Pasteurizado (C)..... 53

Página

3.1. Análises Químicas, Físicas e Avaliação Organoléptica..... 55

3.2. Teste Preliminar de Aceitação..... 64

4. Fluxogramas de Processamento com Variações dos Números de Cozimento (A', B' e C') e Macerações (D',E').. 66

4.1. Efeito dos Processamentos com Números Variados de Cozimentos (A', B', C') e Maceração em Água Parada (D') e em Água Corrente (E') nos Níveis Residuais de Ácido Cianídrico..... 67

4.2. Avaliações Físicas e Organolépticas do Broto de Bambu..... 70

4.3. Teste Final de Aceitação dos Produtos Obtidos do Processamento C' (quatro cozimentos)..... 76

4.3.1. Avaliação da porção apical do broto de bambu..... 76

4.3.2. Avaliação da porção basal do broto de bambu..... 77

4.3.3. Discussão geral dos resultados dos testes de aceitação..... 80

V. CONCLUSÕES..... 82

VI. BIBLIOGRAFIA..... 85

ÍNDICE DE QUADROS

Página

QUADRO 1. Dados das avaliações químicas e físicas das porções apical e basal do broto do bambu *D. giganteus*..... 48

QUADRO 2. Composição mineral das porções apical e basal do broto de bambu *Dendrocalamus giganteus*..... 49

QUADRO 3. Composição de aminoácidos livres da porção apical e totais das porções apical e basal do broto do bambu *Dendrocalamus giganteus* 51

QUADRO 4. Avaliação qualitativa de enzimas das porções apical e basal do broto do bambu *D. giganteus*..... 52

QUADRO 5. Teores de ácido cianídrico nas porções apical e basal do broto do bambu *Dendrocalamus giganteus* processado..... 53

QUADRO 6. Dados da composição de fibras e resistência à hidrólise das porções apical e basal de broto do bambu *D. giganteus*..... 56

QUADRO 7. Dados das avaliações físicas das porções apical e basal do broto processado de bambu *D. giganteus*..... 58

QUADRO 8. Dados das avaliações de textura, pH e acidez das porções apical e basal do broto processado de bambu *D. giganteus*..... 59

QUADRO 9. Avaliação organoléptica da cor, sabor e textura das porções apical e basal do broto processado do bambu *D. giganteus* e análise estatística..... 63

QUADRO 10. Avaliação organoléptica das porções apical e basal do broto do bambu *D. giganteus* preparado sob a forma de torta..... 65

Página

QUADRO 11. Dados das avaliações físicas e químicas das porções apical e basal do broto processado de bambu *D. giganteus*..... 71

QUADRO 12. Avaliações organolépticas da cor, sabor e textura das porções apical e basal do broto processado do bambu *Dendrocalamus giganteus* e análise estatística..... 75

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

FIGURA 1. Touceira do bambu *Dendrocalamus giganteus* com os brotos..... 12

FIGURA 2. Broto de bambu *D. giganteus* dividido nas porções apical e basal..... 13

FIGURA 3. Fluxogramas de processamento das porções apical e basal do broto de bambu *D. giganteus* esterilizado (A - cozimento em solução 0,3% de $NaHCO_3$ e B em água) e pasteurizado (C - cozimento em água)..... 18

FIGURA 4. Fluxogramas de processamento das porções apical e basal do broto de bambu em água (A' - dois cozimentos, B' - três cozimentos e C' - quatro cozimentos) e macerado (D' - em água corrente, E' - em água parada)..... 19

FIGURA 5. Vista dos brotos de bambu *D. giganteus* durante a etapa de recebimento..... 21

FIGURA 6. Vista do corte transversal da extremidade do broto de bambu *D. giganteus*..... 22

FIGURA 7. Corte longitudinal das bainhas do broto de bambu *D. giganteus*..... 23

FIGURA 8. Operação manual de afastamento das bainhas do broto de bambu *D. giganteus*..... 24

FIGURA 9. Retirada do broto de bambu *D. giganteus* parcialmente desembainhado da capa de bainhas externas..... 25

Página

FIGURA 10. Broto do bambu *D. giganteus* parcialmente desembainhado 26

FIGURA 11. Pré-cozimento dos brotos do bambu *D. giganteus* em tacho com camisa de vapor..... 26

FIGURA 12. Acabamento do broto do bambu *D. giganteus* incluindo a retirada de bainhas e gemas de brotamento..... 27

FIGURA 13. Separação das porções apical e basal do broto do bambu *D. giganteus*..... 27

FIGURA 14. Corte da porção apical do broto do bambu *D. giganteus*..... 29

FIGURA 15. Porção apical do broto do bambu *D. giganteus* em pedaços..... 29

FIGURA 16. Corte da porção basal do broto do bambu *D. giganteus*..... 30

FIGURA 17. Corte em cubos da porção basal do broto do bambu *D. giganteus*..... 30

FIGURA 18. Etapa de cozimento da porção apical do broto do bambu *D. giganteus*..... 31

FIGURA 19. Etapa de cozimento da porção basal do broto do bambu *D. giganteus*..... 31

FIGURA 20. Acondicionamento, em latas, de porção apical do broto do bambu *D. giganteus*..... 33

FIGURA 21. Vista das latas em autoclave vertical..... 33

FIGURA 22. Delineamento experimental de blocos incompletos balanceados..... 40

Página

FIGURA 23. Escala de qualidade para avaliação organoléptica da cor, sabor e textura do broto de bambu 41

FIGURA 24. Escala hedônica facial, de acordo com o sexo, para avaliação da aceitação do broto de bambu..... 43

FIGURA 25. Ficha para informações sobre a utilização do broto de de bambu 45

FIGURA 26. Ficha para avaliação da aceitação do broto de bambu..... 46

FIGURA 27. Curva de titulação da acidez do broto de bambu (porções basal e apical) *Dendrocalamus giganteus*.. 54

FIGURA 28. Composição de cor no sistema Hunter, das porções apical e basal dos brotos do bambu *D. giganteus*, obtidos dos processamentos A, B e C..... 60

FIGURA 29. Percentagens de reflectância das porções apical e basal dos brotos do bambu *D. giganteus*, obtidas dos processamentos A, B e C..... 61

FIGURA 30. Porção apical do broto do bambu *Dendrocalamus giganteus* processado..... 62

FIGURA 31. Porção basal do broto do bambu *Dendrocalamus giganteus* processado..... 62

FIGURA 32. Efeitos dos processamentos A', B', C', D' e E' nos teores residuais de ácido cianídrico das porções apical e basal do broto de bambu *D. giganteus*..... 68

FIGURA 33. Composição de cor, no sistema Hunter, das porções apical e basal dos brotos do bambu *D. giganteus*, obtidos dos processamentos A', B', C', D' e E'..... 73

Página

FIGURA 34. Efeito dos processamentos A', B', C', D' e E' na textura das porções apical e basal do broto do bambu *D. giganteus*..... 74

FIGURA 35. Distribuição em percentual da freqüência das notas atribuídas às porções apical e basal do broto de bambu *D. giganteus*..... 78

FIGURA 36. Distribuição em percentual da freqüência das notas relativas à rejeição das porções apical e basal do broto do bambu *D. giganteus*, atribuídas de acordo com faixas etárias..... 79

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi o de estudar o broto de bambu *Dendrocalamus giganteus* Munro quanto aos aspectos de composição química, processamento, características físicas e organolépticas e de aceitabilidade do produto processado.

Foram estudadas separadamente a porção apical (estrutura oca) e a basal (estrutura homogênea) do broto de bambu. Foram determinados, na matéria-prima, a composição centesimal, teores de ácido cianídrico, tanino, minerais, aminoácidos totais, pH, umidade, rendimento das porções comestíveis, atividade enzimática qualitativa e a curva de titulação da acidez.

Os brotos de bambu foram processados sob diversos fluxogramas, envolvendo acidificação artificial com posterior pasteurização (cerca de 97°C) e outros por esterilização em autoclave com variações no número de cozimentos, maceração em água parada e em água corrente.

Nos produtos processados foram determinadas a composição das fibras, vácuo, pesos, cor, textura. Foram feitas avaliações organolépticas da cor, sabor e textura por meio de escala descritiva de 1 a 5 pontos, e os dados obtidos analisados estatisticamente. Foram realizados dois testes de aceitação das porções apical e basal do broto de bambu, sendo no primeiro o broto de bambu servido como um produto alternativo do palmito e no segundo, testado nas casas dos consumidores, como um vegetal a ser usado em diversos pratos.

O broto de bambu apresentou teores de umidade ao redor de 90% e valores de pH acima de 5,4, o que o caracteriza como um alimento de baixa acidez. Os valores de proteína foram de 4,37% pa

ra a porção apical e 3,80% para a basal, apresentando a porção apical, em maiores concentrações, em ordem decrescente, os aminoácidos, ácido aspártico, fenilalanina e ácido glutâmico e a basal o ácido glutâmico, acido aspártico e arginina.

Os teores de ácido cianídrico encontrados foram elevados, variando de 742 a 910mg/kg na porção apical e 532 a 590mg/kg na basal. O mesmo ocorreu com os teores de potássio, encontrando-se 270,0mg/100g na porção apical e 243,0mg/100g na basal. Quanto ao aspecto energético, cada 100g de broto forneceram em média 32 Kcal. Não foi observada, nas duas porções do broto de bambu, atividade das enzimas peroxidase, polifenoloxidase, catalase e α-amilase, observando-se, porém, a atividade da invertase.

O rendimento obtido de broto de bambu processado foi de 35,9% em relação à matéria-prima.

O nível residual mínimo de ácido cianídrico foi de 41mg/kg na porção apical obtida do processamento, que envolvia 4 cozimentos e lavagens intermediárias, não tendo sido detectado pela equipe de análise sensorial, a esse nível, o gosto amargo. Os produtos obtidos dos processamentos que envolviam macerações e vários cozimentos em água não diferiram estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, quanto à cor, sabor e textura. Foi observado o componente verde ($-a_{Hunter}$) de cor na porção apical e o vermelho ($+a_{Hunter}$) na basal.

Dados do teste de aceitação do broto de bambu, como um alternativo do palmito, indicaram índices entre o "gostei muito" e "gostei".

No teste de aceitação, em média, 87,2% das famílias comunicaram a seus familiares que o produto em teste era broto de

bambu. As duas porções do broto alcançaram o "gostei" da escala hedônica empregada, apresentando, em média, 83,7% de aceitação. Das famílias participantes do teste de aceitação, 95,1% e 90,0%, respectivamente, responderam que comprariam e consumiriam as porções apical e basal do broto.

SUMMARY

The aim of the work was to measure the proximate composition, establish the processing conditions and to assess the physical and sensory characteristics as well as the acceptability of bamboo shoots from *Dendrocalamus giganteus* Munro.

In the raw material, divided into apical and basal potions, the proximate composition, hydrogen cyanide, minerals and total aminoacids were determined. Measurement of pH, yeld of edible portions, quality assessment of enzymes activity and acidity titration curve were also carried out.

The bamboo shoots were processed under different techniques, one of them being acidification with citric acid, followed by pasteurization (about 97°C) and the others being sterilization in retorts. The effects of different cooking conditions, maceration in running and still water during processing were also studied.

In the processed product fiber composition, vaccum, weights, color and texture were determined as well as sensory evaluation of color, taste and texture through a five points descriptive scale and data were statisticaly analysed.

Two acceptability tests were conducted with selected products: in the first the product was evaluated as an alternative to hearts of palm; in the second the product was prepared by the consumers at their homes as a vegetable ingredient to different kinds of dishes.

The bamboo shoots presented moisture of 90% and pH higher than 5.4, having therefore characteristics of low acid foods. Crude proteins contents were around 4.37% for the apical portion and 3.80% for the basal one.

The apical portion presented higher concentrations, in decreasing order of aspartic acid, fenilanine and glutamic acid, and basal portion was rich in glutamic acid, aspartic acid, and arginine.

The level of hydrogen cyanide in the apical portion (742mg/kg to 910mg/kg) was superior to the basal one (532mg/kg to 590mg/kg).

Regarding energy each 100 grams of bamboo shoots represented circa of 32 Kcal.

The bamboo shoots presented high contents of potassium, 270mg/100g in the apical and 243mg/100g in the basal portions.

The raw material did not present any qualitative activity of the enzymes peroxidase, polifenoloxidase, catalase and α-amilase, only invertase activity was observed.

The yield of the finished product was 35.9% in relation to the original weight.

There was a reduction of residual levels of hydrogen cyanide in the processed products proportional to the increasing in the number of cooking treatments. Maceration in running and still water had similar effect. At residual level of 41mg/kg of hydrogen cyanide the panel did not detect the bitter taste.

The products did not statistically (α=5%) differ in relation to color, taste and texture.

The color determinations showed that the apical portion presents the green component ($-a_{Hunter}$) and the basal the red component ($+a_{Hunter}$) of the Hunter color system.

In the acceptability tests involving the use of bamboo shoot as an alternative to palm hearts the product was classified between "liked" and "liked much".

In the acceptability tests conducted at home the two bamboo shoots portions reached the "liked" rating of the hedonic scale with an average acceptance of 83.7%; 95.1% and 90.0% of the families envolved in the test said they would buy and consume the apical and basal portions of the bamboo shoots, respectively.

I. INTRODUÇÃO

O bambu é um vegetal pertencente à família *Graminae*, subfamília *Bambusoideae*, contando com cerca de 50 gêneros e mais de 1000 espécies espalhadas pelo mundo (4, 26). Suas espécies ocorrem naturalmente no Japão, Tailândia, China, África, países do Sudeste Asiático e na América do Sul (4).

No Brasil, há mais de 20 anos, agricultores de origem nipônica, sediados na região de Cotia, SP, iniciaram o plantio de algumas espécies ou variedades de bambu importadas do oriente, visando à produção de brotos para a alimentação humana (7). Entre nós, o bambu ainda é praticamente desconhecido do ponto de vista de utilização, representando conseqüentemente uma espécie vegetal desvalorizada e muito pouco estudada, tanto quanto ao aspecto agronômico como tecnológico (4). Também é muito reduzido o número de trabalhos aos quais temos acesso, versando sobre a utilização do broto de bambu na alimentação humana.

Contudo, para outros países, como o Japão, o bambu representa um dos vegetais enlatados importados em maior quantidade, tendo atingido os volumes de 30130 e 32362 toneladas em 1982 e 1983, respectivamente (31), representando cerca de 24% do total de tais importações. O volume importado em 1983 correspondeu a cerca de 40% do total distribuído no mercado japonês, com consumo anual "per capita" da ordem de 2,5kg (27). A justificativa para este consumo baseia-se no emprego em pratos típicos japoneses e chineses, onde é usado em refogados, sopas e frituras e em assados e guarnições tendo o molho de soja ("shoyu") como base (19).

No Brasil, onde o palmito é amplamente consumido em pratos dos tipos refogado, sopas e como guarnição, o bambu poderia vir

a ser um produto alternativo, caso aceito para este fim. O palmito *Euterpe edulis* Mart. (juçara) como atividade reflorestadora leva cerca de 7 anos, quando não mais (7, 15) para produzir cerca de 500 gramas de produto, enquanto segundo CIARAMELLO (citado em 40) e CASTRO (7) com a instalação de uma plantação do bambu *Dendrocalamus latiflorus*, após o 3º ou 4º ano já se pode iniciar a coleta dos brotos com rendimento bem superior ao do palmito.

Devido ao anteriormente exposto e às dificuldades para obtenção de trabalhos científicos japoneses ou chineses pertinentes ao assunto e ao potencial que o bambu apresenta como um novo alimento, os objetivos deste trabalho foram os de analisar química, física e bioquimicamente o broto de bambu *Dendrocalamus giganteus* Munro, desenvolver a tecnologia de processamento e estudar a sua aceitação como uma alternativa do palmito ou como um novo produto alimentício.

Para que estes objetivos fossem atingidos, houve a necessidade de desenvolvermos, através de repetidos ensaios, fluxogramas de processamento, ficha descritiva para avaliação organoléptica de cor, sabor e textura, fichas para informações e avaliação de aceitação do broto de bambu.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Há centenas de anos, as plantas de bambu tem sido utilizadas de várias formas: como material de construção, para facilidades domésticas, instrumentos musicais, materiais esportivos, materiais para agricultura, pesca e caça, na prevenção da erosão de solos e proteção contra terremotos e na produção de papel, dentre outros usos, ao passo que seus brotos tem sido empregados na alimentação humana (1, 5, 21, 26, 37, 38, 39, 41). Afora estas utilidades, foi cientificamente estabelecido que o bambu pode funcionar como inibidor de tumores implantados em ratos (20). Como alimento, o broto de bambu é produzido em vários países do oriente, na forma de enlatado ou desidratado, principalmente pela República Popular da China, Formosa, Tailândia, Birmânia e Japão (27).

1. Tipos de bambu fornecedores de broto comestível

Os bambus podem ser classificados como do tipo simpodial (de clima tropical) e monopodial (de clima temperado) (4, 26). Os entouçantes formam touceiras circulares com os colmos mais velhos mantidos no centro da touceira e os brotos saindo em maior quantidade na região mais externa, enquanto os alastrantes crescem desordenadamente em todas as direções (26). No caso do bambu tropical, o ápice do rizoma geralmente cresce acima do solo, tornando-se o broto do bambu (38), o que no Brasil ocorre entre os meses de novembro e março.

Os dois tipos de bambu (simpodial e monopodial) fornecem brotos comestíveis, caracterizando-se os de clima tropical pelos compostos cianogênicos que apresentam (14, 26). As espécies seguintes são citadas como produtoras de brotos comestíveis (14, 27, 45): *Phyllostachys makinoi* Hay.; *Phyllostachys pubescens* Mazel,

Phyllostachys bambusoides Sieb et Zunc, *Bambusa stenostachya* Hack, *Dendrocalamus latiflorus* Munro, *Bambusa dolichoclada* Hay., *Bambusa oldhamii* Munro, *Bambusa vulgaris*, *Bambusa tuldoides*, *Bambusa vulgaris* var. vittata, *Bambusa nutans*, *Bambusa beecheyana*, *Dendrocalamus giganteus*, *Dendrocalamus asper.*, *Guadua* sp., *Phyllostachys nigra* f. Henonis Muroi, *Phyllostachys aurea* carr., *Pleiobastus linearis* Nakai, *Tetragonocalamus quadrangulais*, *Phyllostachys heterocyda* milf., *Phyllostachys nigra* Munro, *Bambusa multiplex* Rauschel e *Sinobambusa tootsik* makino.

2. Presença de joçã

FERREIRA *et alii* (14) constataram a presença de joçã, em quantidades variáveis, em diversas espécies de bambu de clima tropical. A presença de joça nos brotos torna-se indesejável durante o manuseio da matéria-prima e retirada das bainhas mais externas, uma vez que atua como pequenos espinhos que podem causar irritação na pele de indivíduos mais sensíveis. A presença de joçã é uma característica das espécies de clima tropical que são predominantes no Brasil.

3. Produtividade e rendimento

Segundo WU (45), em Formosa, para os anos de 1975 a 1979 a média anual de produção de brotos de bambu em área plantada de 19.275ha com área colhida de 18.071ha foi de 188.108 toneladas métricas, representando um rendimento por hectare de 10.409kg. No Brasil, pela inexistência de grandes plantações para a produção de brotos, desconhece-se atualmente a sua produtividade. Contudo, observou-se o rendimento da porção apical comestível de diversas espécies (14), com comprimento do broto até 50cm e superior a 50cm, va

riando de 3,3% para *Guadua* sp. a 50,9% para o *Dendrocalamus asper*. Para o broto do bambu *Dendrocalamus giganteus* observou-se que no rendimento das partes comestíveis (14) 15,5% correspondem à porção apical, 78,5% à porção basal e 6,0% às bainhas.

4. Composição Centesimal e pH

As porções apicais dos brotos de bambu de clima tropical provenientes das coleções do Instituto Agronômico de Campinas, *Bambusa vulgaris*, *B.tuldoides*, *B.vulgaris* var. vittata, *B.nutans*, *B.beecheyana*, *D.giganteus*, *D.asper*, *D.latiflorus*, *G.angustifolia* e *G.* sp., estudados por FERREIRA *et alii* (14) caracterizaram-se como alimentos de baixa acidez, com valores de pH superiores a 5,0. Os valores de umidade situaram-se entre 91,27% e 93,80% (14). Os valores de proteína bruta (14) para estas espécies estão na faixa de 2,27% a 4,37% e de matéria graxa na faixa de 0,21% a 0,48%. WU *et alii* (46) encontraram valores de 17,41% de proteína bruta, 10,06 de matéria graxa e 6,85% de cinzas para o broto do bambu *Dendrocalamus latiflorus* Munro liofilizado com 10,87% de umidade, obtido de Formosa. KOZUKUE e KOZUKUE (22) encontraram valores de lípides totais variando de 350mg/100g na base a 500mg/100g no topo do broto "in natura" do bambu *Phyllostachys pubescens*, que é bambu de clima temperado obtido no Japão. DOMINGUES e IONEDA (10) encontraram valores de umidade de 90,40% e 90,35%, lípides de 0,947% e 0,952% e proteína de 3,180% e 2,233% para os bambus *Phyllostachys aurea* e bambu comum, respectivamente.

Os valores de cinzas variaram de 0,88% a 1,14% nas espécies estudadas por FERREIRA *et alii* (14). Segundo DOMINGUES & IONEDA (10), os valores de resíduo mineral fixo encontrados para o bambu japonês (*P. pubescens*) e bambu comum, de 1,130% e 1,120%, respectivamente, são altamente representativos, principalmente devido

aos teores de cálcio e fósforo relativamente elevados, donde advém que o valor principal do alimento deve residir na sua fração mineral. Para esses bambus (10) foram encontrados valores calóricos baixos de 38,1 Cal/100g e 38,5 Cal/100g de material "in natura", respectivamente.

Os valores de fibras, encontrados por FERREIRA *et alii* (14) nos tipos de bambu estudados variaram de 0,57% a 0,90% e de 0,895% a 0,731%, respectivamente, para os bambus japonês e comum (10).

Foi constatada a presença de amido (14), em teores variando de 0,28% no *D. asper* até 1,20% no *D. giganteus*. Teores de açúcares redutores e totais variaram de 0,95% a 2,61% e de 1,17% a 3,38%, respectivamente, dentre as diversas espécies estudadas (14). Os valores de tanino (14) estiveram ao redor de 0,050% para as diversas espécies estudadas, excetuando-se a *Dendrocalamus asper* que o apresentou ao nível de 0,137%.

5. *Composição de aminoácidos e ácidos orgânicos*

A composição de aminoácidos livres do broto do bambu *Dendrocalamus latiflorus* (46) mostrou conteúdos elevados de asparagina e a do *Phyllostachys pubescens* (23) de tirosina. A tirosina, neste tipo de bambu (23), é especialmente importante, uma vez que é o principal constituinte dos sedimentos brancos formados após o processamento do broto e constitui um defeito na qualidade no produto processado (18).

O principal ácido orgânico do broto do bambu *Phyllostachys pubescens* (23) foi o oxálico, seguido do cítrico e do málico.

6. Composição de açúcares e polissacarídeos

A composição de açúcares do broto do bambu *D. latiflorus* (45) e do *P. pubescens* (23) mostrou em ambos a presença de glicose, frutose e sacarose, além de maltose no *D. latiflorus*.

MAEKAWA (24), isolando e fracionando os polissacarídeos solúveis em água do broto de bambu Moso-chiku (*Phyllostachys edulis* ou *P. heterocyda*), estabeleceu que estes, afora o amido, são constituídos de xilano, arabinogalactano e glucano. A estrutura do xilano, segundo conclusão de MAEKAWA (25), consiste essencialmente de cadeias (1→4) ligadas de β-D-xilopiranosil, contendo resíduos de L-arabinofuranosil ligados através dos C-1 das unidades laterais terminais. Para a arabinogalactana (25), a evidência foi obtida para uma estrutura de cadeia em forma de espinha constituída de resíduos (1→ 3) ligados de β-D-galactopyranosil, aos quais os resíduos terminais de arabinose foram ligados na posição C-6 nas cadeias laterais mais predominantes.

7. Compostos cianogênicos e irritantes do broto de bambu

Um ponto muito importante a salientar é quanto à presença de ácido cianídrico nos brotos das diversas espécies de clima tropical estudadas por FERREIRA *et alii* (14), quando foram determinados níveis variando de 117mg/kg no broto do bambu *Bambusa beecheyana* a 775mg/kg no *Guadua angustifolia*. O ácido cianídrico, por ocasião do cozimento dos brotos, volatiliza-se, tornando assim o produto, apto para consumo (26).

Segundo WU *et alii* (46), o composto responsável pelo gosto amargo dos brotos de bambu *Dendrocalamus latiflorus* é um glicosídeo cianogênico. O composto cianogênico isolado dos brotos dos

bambus *Bambusa vulgaris* e *Bambusa guadua* (citado em 46) foi identificado como taxifilina, composto termolábil que por hidrólise resulta em ácido cianídrico, D-glicose e p-hidroxibenzaldeído. CONN *et alii* (citado em 46) postularam a biossíntese da formação da taxifilina a partir da L-tirosina.

WU *et alii* (46) identificaram o glicosídeo cianogênico do broto de bambu *D. latiflorus* como a taxifilina (β-D-glucopiranosiloxi-D-p-hidroximandelonitrilo-$C_{14}H_{17}O_7N$) que apresenta gosto amargo. Os principais produtos da degradação térmica da taxifilina (46) foram identificados como p-hidroxibenzaldeído; 1,2-trans-diciano-1,2-p,p'-bis (hidroxifenil) etileno e 1,2-cis-diciano-1,2-p,p'-bis (hidroxifenil) etileno. De acordo com WU *et alii* (46), a taxifilina, após o aquecimento a 127°C por 21 minutos, é completamente degradada, sendo que os produtos formados podem ser encontrados em alguns brotos de bambu processados ou nas águas de cozimento e devido ao seu caráter termolábil, dificilmente é encontrada em produtos comerciais. WU *et alii* (46) também demonstraram que a ocorrência de cristais de cor laranja que migram para a superfície dos brotos processados é devido ao processamento inadequado. Segundo os autores, estes cristais são constituídos por 1,2-trans-diciano-1,2-p ,p'-bis (hidroxifenil) etileno, que é o principal produto da degradação térmica da taxifilina.

SUZUKI (citado em 35) estabeleceu que o principal composto irritante do inhame e broto de bambu é o glicosídeo 3,4 dihidroxibenzaldeído.

8. Avaliação organoléptica e da textura dos brotos de bambu

FERREIRA *et alii* (14), estudando diversos tipos de broto de bambu, avaliaram o sabor dessas espécies utilizando escala de

1 a 6 pontos, correspondentes respectivamente à "Muito ruim" e "Excelente". As amostras foram preparadas em laboratório com os brotos desembainhados, cortados em fatias de 3 a 4mm e cozidas em panela aberta na proporção de 1:3 (broto:água). O teste foi feito por uma equipe de 5 provadores com experiência em avaliações organolépticas e habituados a consumir broto de bambu. O sabor dos diversos brotos recebeu as seguintes classificações (14):

Bambusa vulgaris	- regular
Bambusa tuldoides	- muito bom
Bambusa vulgaris var. vittata	- bom
Bambusa nutans	- muito bom
Bambusa beecheyana	- bom
Dendrocalamus giganteus	- muito bom
Dendrocalamus asper	- muito bom
Dendrocalamus latiflorus	- muito bom
Guadua angustifolia	- muito ruim
Guadua sp.	- regular

Foi observado pelos provadores (14) o gosto amargo em diferentes intensidades em todas as espécies, excetuando-se a *nutans* do *Bambusa*. A espécie *Guadua* sp. desenvolveu durante o cozimento cor laranja-avermelhada intensa.

Estudos mais detalhados das porções apical e basal e das bainhas macias do broto do bambu *D. giganteus* (14) mostraram diferenças de sabor; quando a porção basal foi considerada de sabor "Muito bom" e a apical e as bainhas de sabor "Bom". A textura e a preferência geral das três porções do broto de bambu foram classificadas com o "Muitc bom" da escala empregada (14). Foram observadas diferenças entre as medições objetivas da textura (14) das três porções comestíveis do broto do bambu *D. giganteus* ao natural, sen

do a porção basal (5,36 lbf/g) mais firme do que a apical (3,60 lbf/g) e bainhas (2,66 lbf/g).

9. Padrões japoneses para o broto de bambu

O Japão apresenta o Japanese Agricultural Standard for Canned and Bottled Vegetables (18) prevendo 6 artigos para o broto do bambu *Phyllostachys pubescens* Mazel cobrindo os estilos "inteiros", "metades" e "fatias", quando embalados em vidros ou latas variando do tipo # 1 ao # 7 e os estilos "inteiro", "metades" e o "defeituoso", "pontas", "cortados" e "cilindros" em latas de 9 litros e 18 litros. O padrão (18) cobre os aspectos de qualidade classificando o produto em três graus: extra, elevado e normal. Como ingrediente é permitido o uso de sal de cozinha e o uso dos aditivos alimentares ácido cítrico, ácido dl-málico e dl-malato como agentes ajustadores de pH. No caso do broto em fatias embalado em vidro ou latas (18) é permitido o uso dos ingredientes molho de soja, açúcares, concentrados de extratos animais ou de plantas e proteína hidrolisada (apenas em produtos condimentados) e o uso de condimentos como aditivo alimentar. Na rotulagem (18) devem estar presentes o nome do produto, estilo, tamanho, ingredientes, peso drenado, peso líquido, data da manufatura e nome e endereço do produtor ou distribuidor (importador, se se referir a um produto importado). Com respeito ao tamanho, os brotos são classificados em "grande", "médio" e "pequeno" (18).

Com respeito ao sabor, cor e líquidos (18), o produto que apresentar sabor bom e cor boa, típicos do vegetal, apresentar líquido de enchimento claro sem materiais flutuantes ou precipitados, de cor amarela ou amarela amarronzada, com pH do líquido igual ou maior a 4,6 recebe de 4 a 5 pontos, sendo 5 o número máximo.

Quanto ao estilo e textura (18), o produto que for bem cortado na base e não apresentar cavidades expostas na secção transversal, apresentar formato bem feito, internódulos curtos, corpo e polpa espessos e for adequadamente macio, deve ser graduado de 4 a 5 pontos. No item "Outros materiais" (18), o produto que for bem despro vido de epiderme, livre de machucaduras e no qual o peso do maior pedaço for menor do que 2 vezes o peso do menor pedaço, deve receber 5 pontos.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

Os brotos do bambu *Dendrocalamus giganteus* utilizados no estudo (Figura 1) com comprimento ao redor de 50cm foram obtidos de uma plantação particular da região de Moji das Cruzes. Os brotos foram coletados com o auxílio de chibancas no período da tarde e trazidos às dependências do Instituto de Tecnologia de Alimentos, onde foram armazenados em câmaras com temperatura ao redor de 1°C durante o período máximo de dois dias, enquanto se efetuavam os diversos processamentos e determinações.

FIGURA 1. Touceira do bambu *Dendrocalamus giganteus* com os brotos.

1. Determinações na Matéria-Prima

Para as diversas determinações, o broto de bambu da safra de 1984, foi dividido nas porções comestíveis apical e basal (Figura 2), sendo que a porção basal se caracteriza pela estrutura homogênea e a apical por estrutura oca.

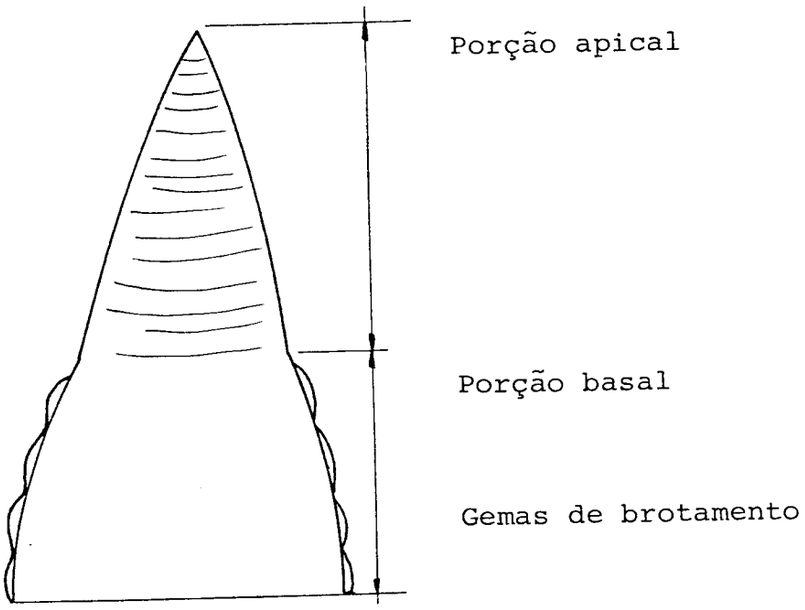


FIGURA 2. Broto de bambu *D. giganteus* dividido nas porções apical e basal (14).

1.1. Determinações Químicas e Físicas

Para as determinações de fibras, matéria graxa, proteína bruta, açúcares redutores e totais, tanino, cinzas, amido, minerais e umidade utilizou-se amostra composta representativa de 4 unidades de broto de bambu, triturados em liquidificador do tipo comum.

1.1.1. Ácido cianídrico

Determinado na amostra representativa de 3 unidades de broto de bambu por titulação com $AgNO_3$, segundo método AOAC de referência nº 6099 (16).

1.1.2. Fibras

Determinadas pelo método gravimétrico de Scharrer-Kürchner (9).

1.1.3. Matéria graxa

Determinada por extração com éter de petróleo, segundo método BC3-49 da AOCS (3).

1.1.4. Proteína bruta

Determinada pelo método Kjeldahl (macro), empregando-se 6,25 como fator de conversão de nitrogênio/proteína, conforme método da AOAC de referência nº 3093 (16).

1.1.5. Açúcares redutores e totais

Determinados pelo método gravimétrico de Munson-Walker (9).

1.1.6. Tanino

Determinado colorimetricamente segundo método da AOAC de referência nºs 9098 - 9099 (16).

1.1.7. Cinzas

Determinadas em mufla à temperatura de 550°C, segundo método da AOAC de referência nº 31013 (16).

1.1.8. Amido

Determinado segundo método da AOAC de referência nº 14031 (16).

1.1.9. Minerais

Os minerais ferro, manganês, sódio, potássio e zinco foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica em amos

tra previamente mineralizada a 400-500°C (32); o fósforo colorimetricamente segundo método da AOAC de referência nº 22041 (16); o cálcio e magnésio segundo método da AOAC de referência nºs 36050 e 36053 (17).

1.1.10. Aminoácidos totais (36)

Foram determinados no equivalente a 10mg de proteína da amostra liofilizada representativo de cinco unidades de broto de bambu, que foi hidrolisada com 10mℓ de ácido clorídrico 6N a 110°C durante 22 horas, após o que o ácido foi separado por meio de evaporador rotativo. Os aminoácidos foram recuperados em 10mℓ de tampão citrato pH = 2,2 contendo 0,5μ mol/mℓ de n-leucina (padrão interno).

Alíquotas de 50μℓ do hidrolisado foram aplicadas em colunas de troca iônica para separação de aminoácidos, em analisador Technicon modelo TSM.

1.1.11. Aminoácidos livres (36)

Foram determinados em 2,5g da porção apical do broto de bambu liofilizado, moído e peneirado (100 MESH). Os aminoácidos foram extraídos com 50mℓ de etanol a 95% após 15 minutos de agitação com posterior centrifugação. O etanol foi evaporado por meio de evaporador rotativo e os aminoácidos livres recuperados em 25mℓ de tampão citrato pH = 2,2, procedendo-se à análise de igual forma empregado para os aminoácidos totais.

1.1.12. pH

Foi determinado na amostra representativa de três unidades de broto de bambu triturada em liquidificador comum, com água destilada na proporção de 1:1 em peso, em potenciômetro de marca IL Eletrometter, modelo 265.

1.1.13. Umidade

Determinada por aquecimento direto (98-100°C) e a vácuo ($p \leq 25$mm de Hg), segundo método AOAC de referência nº 15010 (16).

1.1.14. Rendimento

Com 13 brotos de bambu foram calculados, por percentagem de peso aproveitável, os rendimentos das porções basal e apical em relação ao peso inicial.

1.1.15. Determinação das dimensões do broto de bambu

1.2. Determinações Bioquímicas

1.2.1. Enzimas

Foram determinadas qualitativamente as enzimas peroxidase, polifenoloxidase, catalase, amilase e invertase (43).

1.3. Curva de Titulação de Acidez do Broto de Bambu

Foi determinada em amostra representativa de três unidades de broto de bambu, de acordo com a metodologia descrita por ZAPATA e QUAST (42). O broto de bambu (porções apical e basal) foi triturado, em liquidificador comum, com água na proporção de 1:2 em peso. Da mistura obtida foram retiradas amostras de 100g cada (33,3g de broto de bambu) para titulação com solução a 5,0% (50g/litro) de ácido cítrico monoidratado comercial.

A titulação foi feita adicionando-se alíquotas sucessivas de 0,5cm^3 e determinando-se o pH após homogeneização. O pH foi medido no potenciômetro "IL Eletrometer modelo 265".

A percentagem de ácido cítrico monoidratado sobre o bambu (Cb) é dada por:

$$Cb = 0,05 \times 3 \times V$$

$$Cb = 0,15\ V$$ sendo V = volume de ácido adicionado.

2. Processamento

Os brotos de bambu, divididos nas porções apical e basal sofreram, separadamente, oito tipos de processamento, divididos em 2 grupos: o primeiro envolvendo três processamentos diferentes com cozimento em solução de $NaHCO_3$ (A), em água (B) e posterior esterilização e com cozimento em água com posterior acidificação e pasteurização (C) (Figura 3) e o segundo envolvendo cinco processamentos com número variado de cozimentos (A', B' e C') e processos de maceração em água corrente (D') e parada (E') (Figura 4). Os dois grupos de processamento foram realizados em épocas diversas, o primeiro com brotos da safra de 1984 e o segundo da safra de 1986, razão pela qual estes foram analisados e discutidos separadamente. Todos os fluxogramas foram desenvolvidos neste trabalho a partir de testes experimentais, uma vez que não foi encontrada bibliografia disponível a respeito do assunto.

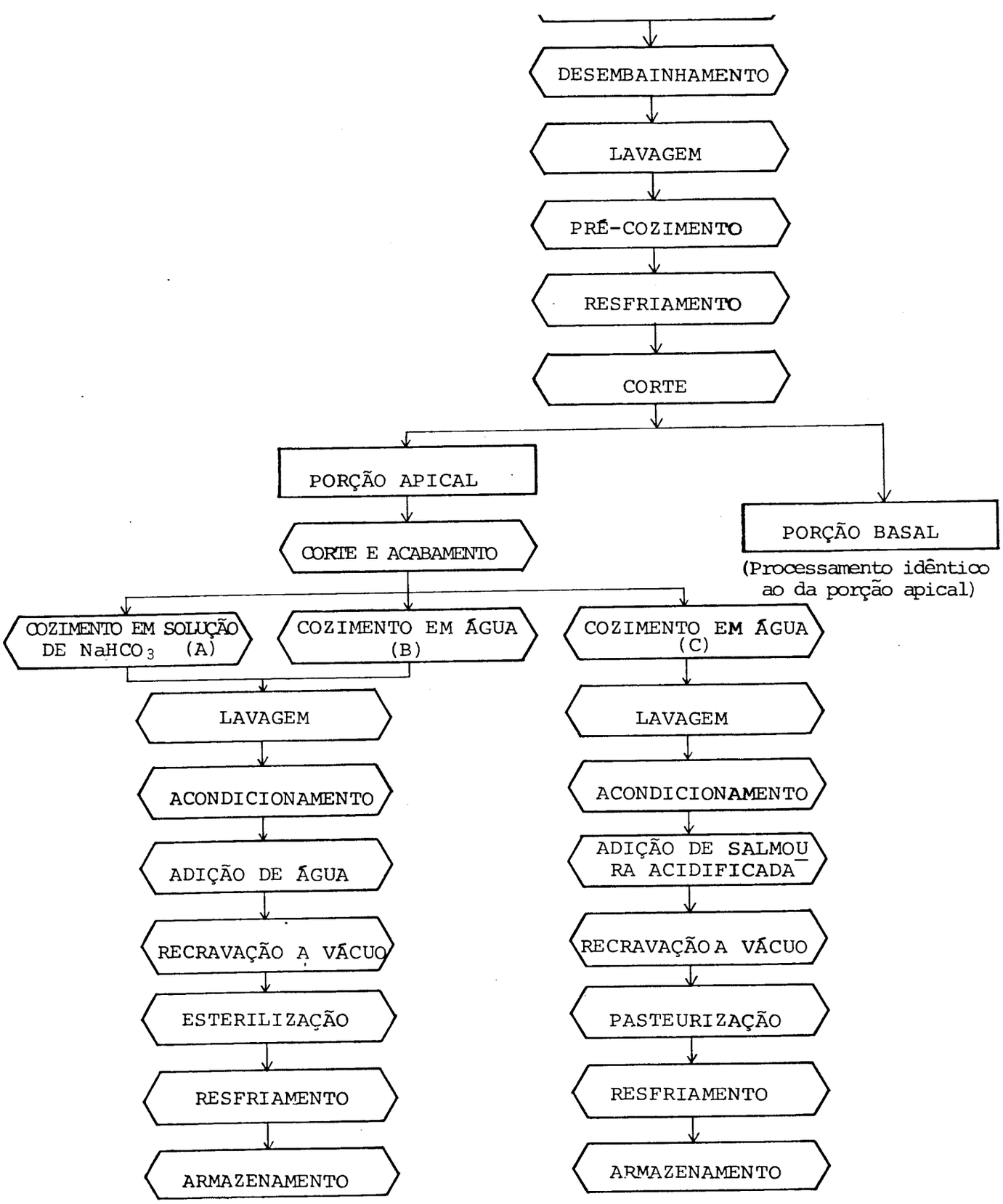


FIGURA 3. Fluxogramas de processamento das porções apical e basal do broto de bambu *D. giganteus* esterilizado (A - cozimento em solução 0,3% de $NaHCO_3$ e B em água) e pasteurizado (C - cozimento em água).

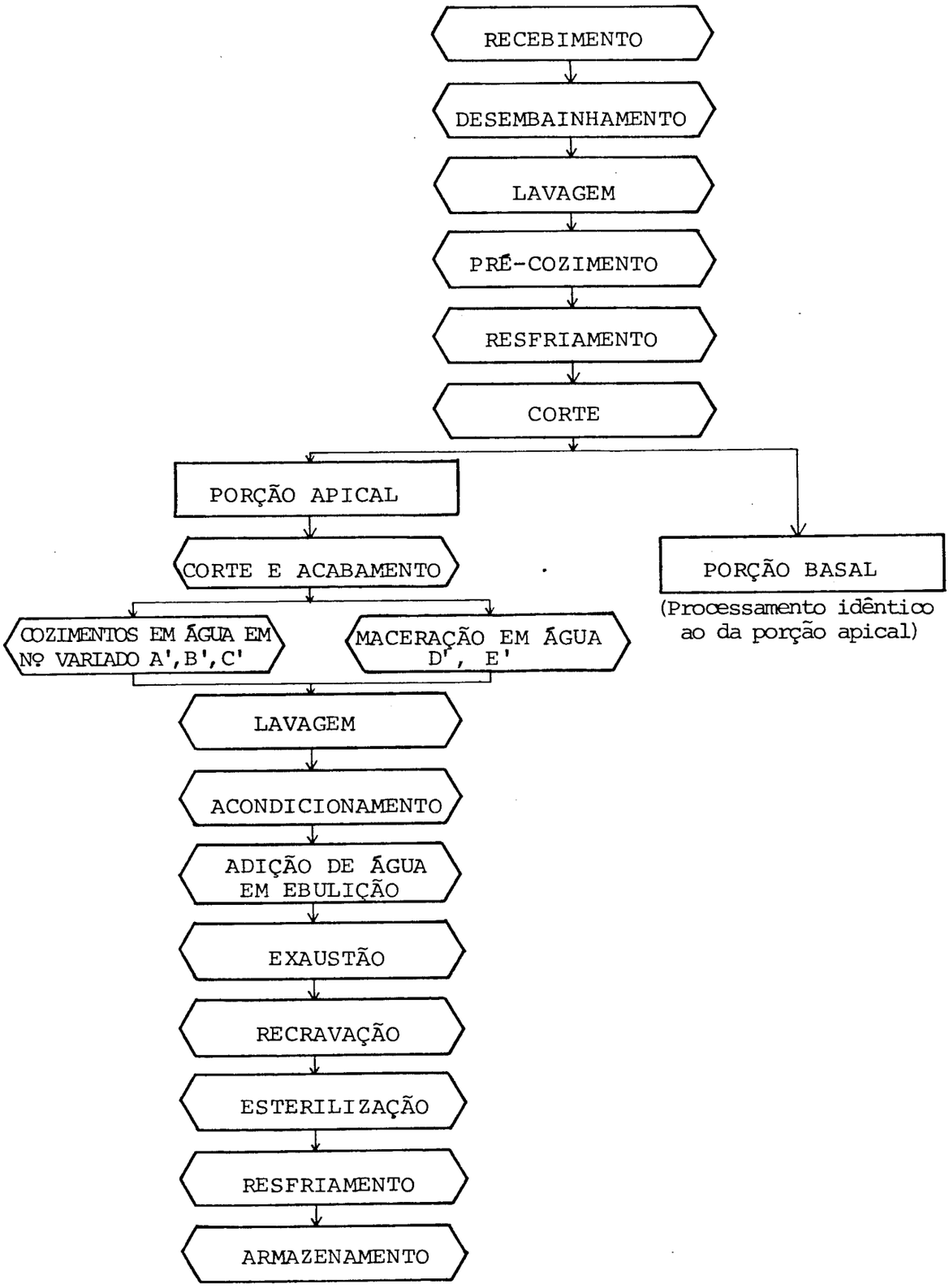


FIGURA 4. Fluxogramas de processamento das porções apical e basal do broto de bambu (A' - dois cozimentos, B' - três cozimentos e C' - quatro cozimentos) e macerado (D' - em água corrente, E' - em água parada).

Recebimento: Os bambus foram retirados da câmara fria e levados até a planta-piloto de operações unitárias do ITAL por meio de carrinhos e antes do desembainhamento foram umedecidos com água a fim de se evitar o desligamento do joçá das bainhas externas (Figura 5).

Desembainhamento parcial: Os bambus tiveram suas pontas cortadas no comprimento cerca de 6,5cm, após o que sofreram um corte longitudinal com faca de aço inoxidável, com a profundidade de cerca de 2cm. Com o auxílio das próprias facas, as bainhas, em duas porções, foram afastadas do bambu e retiradas manualmente (Figuras 6, 7, 8, 9 e 10).

Lavagem: Os brotos de bambu, parcialmente desembainhados foram lavados em água corrente visando à retirada do joçá e outros materiais neles aderidos.

Pré-cozimento: Foi feito em tanques com água em ebulição no período de 15 a 20 minutos (Figura 11).

Resfriamento: Foi feito em água corrente.

Corte e acabamento: Os bambus foram cortados transversalmente, separando-se as porções basal e apical do broto. Da porção apical foram retiradas as bainhas manualmente e ocasionalmente utilizando-se facas. As partes basais foram externamente aparadas com auxílio de facas visando à retirada da camada externa da epiderme que apresentava joçá jovem. As gemas de brotamento foram retiradas com auxílio de colheres de sopa (Figura 12). A posição de separação da porção apical da basal que foi feita com facas, é mostrada na Figura 13.

FIGURA 5. Vista dos brotos de bambu *D. giganteus* durante a etapa de recebimento.

FIGURA 6. Vista do corte transversal da extremidade do broto de bambu *D. giganteus*.

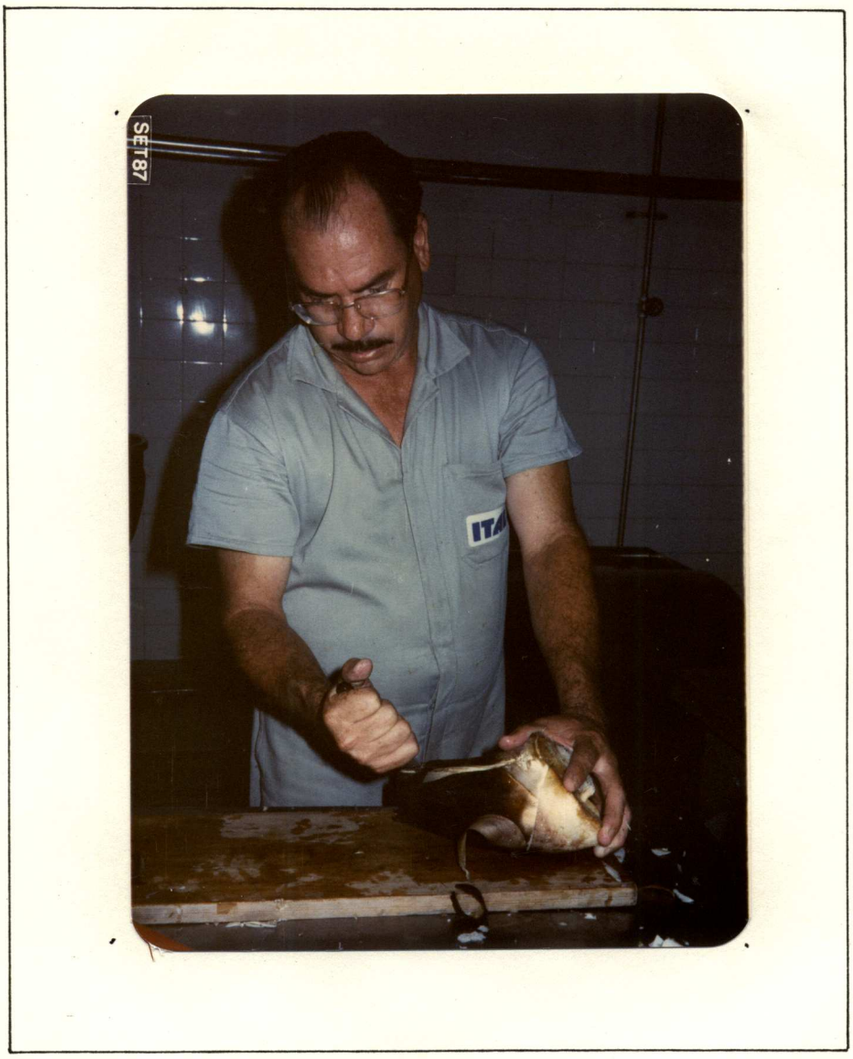


FIGURA 7. Corte longitudinal das bainhas do broto de bambu *D. giganteus*.

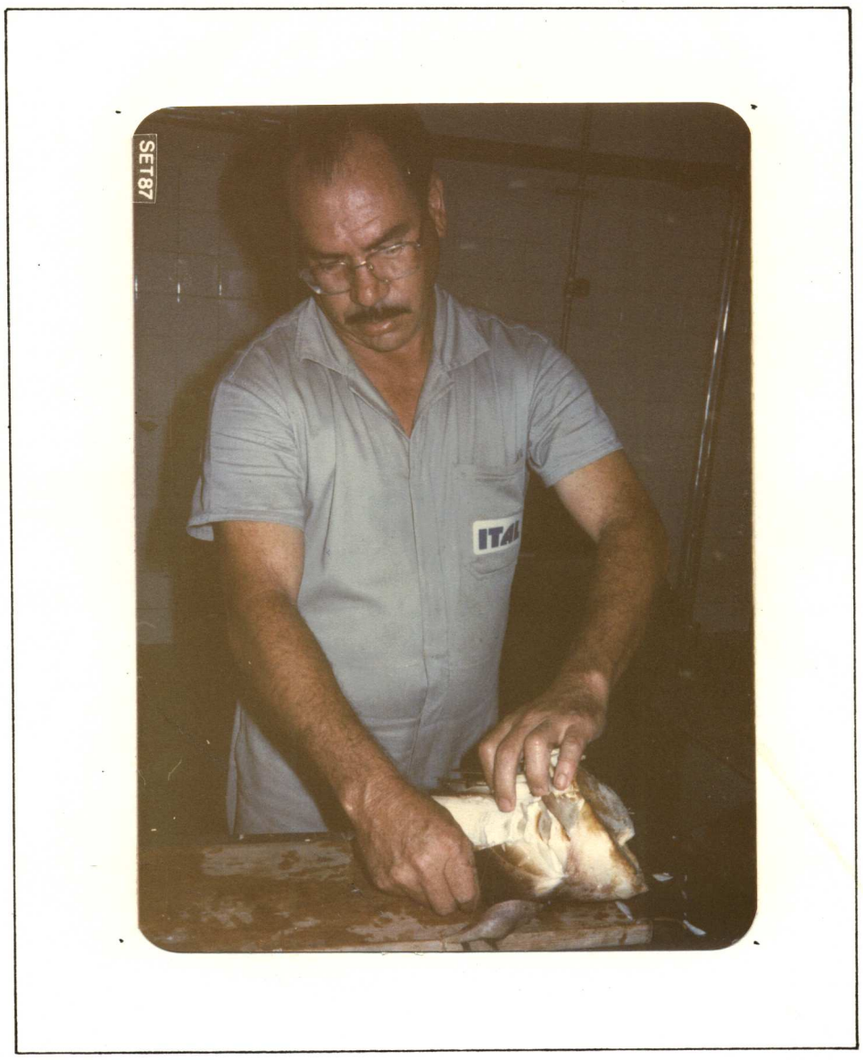


FIGURA 8. Operação manual de afastamento das bainhas do broto de bambu *D. giganteus*.

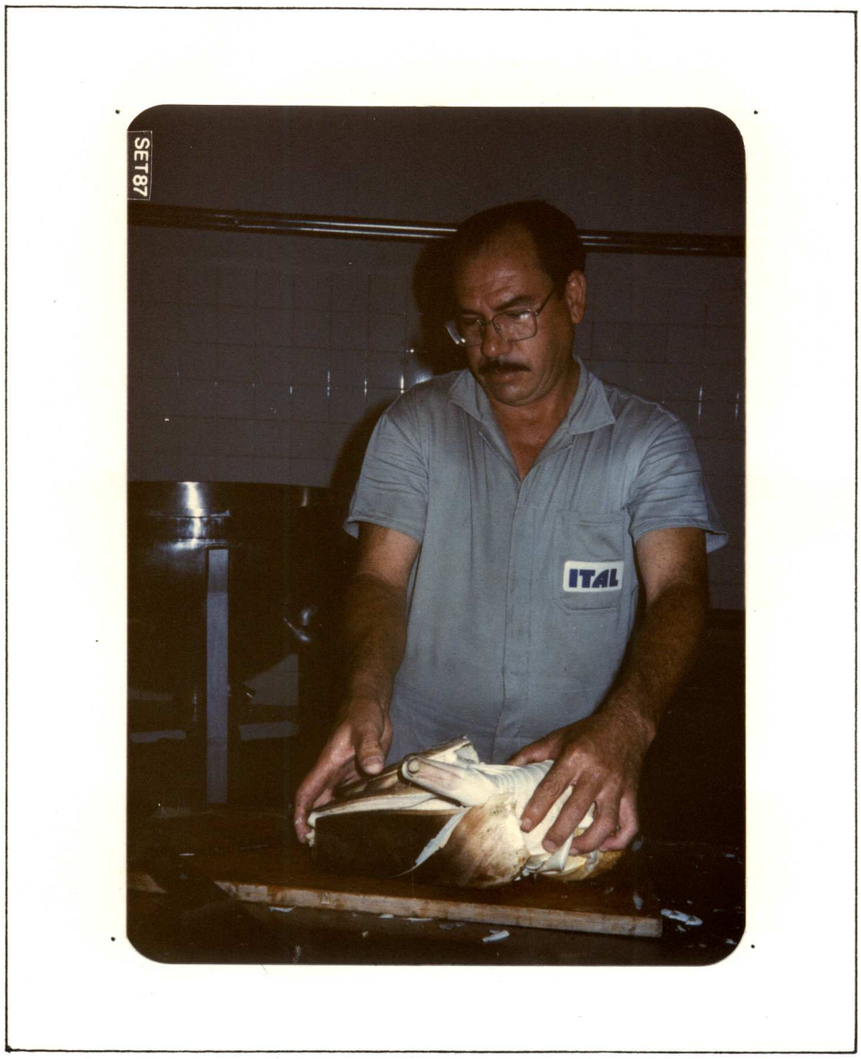


FIGURA 9. Retirada do broto de bambu *D. giganteus* parcialmente desembainhado da capa de bainhas externas.

FIGURA 10. Broto do bambu *D. giganteus* parcialmente desembainhado.

FIGURA 11. Pré-cozimento dos brotos do bambu *D. giganteus* em tacho com camisa de vapor.

FIGURA 12. Acabamento do broto do bambu *D. giganteus* incluindo a retirada de bainhas e gemas de brotamento.

FIGURA 13. Separação das porções apical e basal do broto do bambu *D. giganteus*.

Corte da porção apical: Estas foram cortadas longitudinalmente em quatro ou seis partes, dependendo das dimensões do broto (Figuras 14 e 15).

Acabamento da porção apical: Consistiu na retirada da parte interna da porção apical do broto de bambu, com auxílio de facas. A porção interna era constituída pelos internódulos e depósitos de cor branca nas paredes do colmo em crescimento.

Corte da parte basal: Esta foi cortada transversalmente em fatias de aproximadamente 1,5cm de espessura e posteriormente em cubos de aproximadamente 1,5cm de lado (Figuras 16 e 17).

2.1.1. *Descrição das etapas dos processamentos com cozimentos em solução de $NaHCO_3$ (A), em água (B) e esterilizados e em água, acidificados e pasteurizados (C)*

Tanto a parte apical como a basal do broto de bambu sofreram três processamentos diversos, denominados A, B e C. Os processamentos A e B diferiram quanto à composição do líquido de cozimento (Figura 3), sendo as outras etapas idênticas. O processamento C (Figura 3) foi idêntico ao empregado para o palmito (12).

Cozimento: Processamento A. Foi feito empregando-se a porporção de 1 parte de bambu para 3 partes de solução de 0,3% de $NaHCO_3$ em água, durante 15 minutos após a ebulição (Figuras 18 e 19).

FIGURA 14. Corte da porção apical do broto do bambu *D. giganteus*.

FIGURA 15. Porção apical do broto do bambu *D. giganteus* em pedaços.

FIGURA 16. Corte da porção basal do broto do bambu *D. giganteus*.

FIGURA 17. Corte em cubos da porção basal do broto do bambu *D. giganteus*.

FIGURA 18. Etapa de cozimento da porção apical do broto do bambu *D. giganteus*.

FIGURA 19. Etapa de cozimento da porção basal do broto do bambu *D. giganteus*.

Cozimento: Processamentos B e C. Utilizou-se o mesmo procedimento descrito anteriormente, substituindo a solução de $NaHCO_3$ por água.

Lavagem: Em água corrente para os processamentos A, B e C.

Resfriamento: Foi feito em água corrente até temperatura ambiente.

Acondicionamento: Cerca de 220g das porções apical ou basal do broto foram acondicionados em latas de 1/2kg, revestidas com verniz epoxi (Figura 20). A colocação da porção apical seguiu a técnica de intercalar a base com as pontas dos pedaços.

2.1.1.1. Etapas finais dos fluxogramas dos processamentos com cozimento em solução de $NaHCO_3$ (A) e em água (B) e esterilizados

Adição de água: Foram adicionados aproximadamente 180mℓ de água à temperatura ambiente.

Recravação a vácuo: Foi feita em recravadeira a vácuo de marca JOHN HEINE, modelo 71 D, série 2, após 5 segundos a vácuo de 25 polegadas de mercúrio.

Esterilização: Foi feita em autoclave vertical (Figura 21) atendendo ao Fo = 4,15 minutos calculado pelo método gráfico (34).

Resfriamento: As latas foram resfriadas em água corrente até aproximadamente 40°C.

Armazenamento: As latas foram armazenadas em local fresco e seco até o momento de análise.

FIGURA 20. Acondicionamento, em latas, de porção apical do broto do bambu *D. giganteus*.

FIGURA 21. Vista das latas em autoclave vertical.

2.1.1.2. Etapas finais do fluxograma do processamento com cozimento em água, acidificado e pasteurizado (C)

Adição de salmoura acidificada: A concentração de ácido na salmoura foi calculada segundo método descrito por ZAPATA & QUAST (42) por meio da seguinte fórmula:

$$C_s = C_b \cdot \frac{M_b}{M_s} \quad \%$$

onde: C_s = concentração de ácido na salmoura

C_b = percentagem de ácido obtido da curva de titulação (Figura 27) para pH = 4,3

M_b = massa de bambu a ser colocada na lata (220g)

M_s = massa de salmoura (2,5% de NaCℓ) a ser colocada na lata (180g)

Recravação a vácuo: Idem ao descrito para os processamentos A e B.

Pasteurização: Em banho-maria à temperatura de aproximadamente 97°C durante 45 minutos.

Resfriamento: Idem ao descrito para os processamentos A e B.

Armazenamento: Idem ao descrito para os processamentos A e B.

2.2. Descrição das Etapas dos Processamentos Envolvendo Números Variados de Cozimentos (A', B' e C') e Maceração em Água Parada (D') e em Água Corrente (E')

As porções apical e basal do broto de bambu sofreram cinco processamentos diversos, denominados A', B', C', D' e E'. Os processamentos A', B' e C' envolveram cozimentos em número variado com lavagens intercaladas e os processamentos D' e E' a maceração da matéria-prima.

Essas variações de processamento foram feitas com base nos resultados dos processamentos A, B e C (Figura 3) e de testes de laboratório.

Cozimento: Foi feito em tacho aberto com camisa de vapor, empregando-se a proporção de uma parte de bambu para quatro de água, sendo que cada cozimento teve a duração de 20 minutos após o início da ebulição.

- Processamento A' - O cozimento foi feito duas vezes.
- Processamento B' - O cozimento foi feito três vezes.
- Processamento C' - O cozimento foi feito quatro vezes.

Entre cada cozimento foi feita a lavagem do bambu com água corrente.

Maceração: Foi feita em água durante 20 horas, empregando-se a proporção de uma parte de bambu para quatro partes de água.

- Processamento D' - em água corrente com vazão aproximada de 22,2 litros por hora.
- Processamento E' - com duas trocas de água.

Acondicionamento: Foi feito com cerca de 450g de broto em latas nº 2 1/2 (1kg) revestidas internamente com verniz epoxi.

Adição de água: Foram adicionadas aproximadamente 320mℓ de água em ebulição.

Exaustão: Foi feita em túnel de exaustão até temperatura interna, no centro da lata, de 87-88°C.

Recravação: Por meio de recravadeira comum de marca Dixie.

Esterilização: Foi feita em autoclave vertical, atendendo ao Fo = 3,0 minutos calculado pelo método gráfico (34).

Resfriamento: Idem ao descrito para os processamentos A, B e C.

Armazenamento: Idem ao descrito para os processamentos A, B e C.

3. *Determinações nas Porções Apical e Basal do Broto de Bambu Processado*

3.1. *Determinações Químicas e Físicas*

3.1.1. *Ácido cianídrico*

Foi determinado em amostra representativa de três latas (16).

3.1.2. *Açúcares redutores*

Foram determinados em alíquotas de 700mg do broto de bambu resultante do processamento C' (4 cozimentos) liofilizado e moído, adicionados de 25mℓ de água destilada e agitadas durante 30 minutos após o que foram filtrados em placa porosa G-2. Os açúcares redutores foram determinados no filtrado pelo método descrito por NELSON (30).

3.1.3. *Resistência à hidrólise enzimática*

Foi determinada no resíduo fibroso da filtragem do item 3.1.2., o qual foi transferido quantitativamente para erlenmeyer de 125mℓ juntamente com 25mℓ de solução-tampão acetato 0,1M pH = 4,5 contendo 1mg/mℓ da enzima celulase (celulase de *Rhizopus* de marca comercial Sigma com atividade de 2,1 U/mg - 1 U (unidade) = quantidade de enzima que libera 1,0μ Mol de glicose durante 4 horas a

47°C). As amostras foram aquecidas em banho a 30°C, com agitação, durante duas horas, após o que a enzima foi inativada pelo aquecimento em banho de água a 95°C durante dois minutos. Foi feita a determinação de açúcares liberados pelo método descrito por NELSON (30) (item 3.1.2.).

3.1.4. *Fibra ácida-detergente (ADF) (celulose e lignina)*

Foi determinada segundo método citado por VAN SOEST (40).

3.1.5. *Fibra neutro-detergente (NDF) (celulose, hemicelulose e lignina)*

Foi determinada segundo método citado por VAN SOEST (40).

As determinações seguintes, foram feitas, com cinco repetições, utilizando-se 5 latas da porção apical do broto e 5 da basal do broto de bambu para cada tipo de processamento, após 30 dias de estocagem.

3.1.6. *Vácuo (29)*

Foi determinado utilizando-se vacuômetro manual provido de agulha para perfuração da tampa da embalagem. As leituras foram feitas em polegadas de mercúrio (pol. de Hg).

3.1.7. *Pesos do líquido de enchimento e drenado (29)*

Foram determinados invertendo-se o conteúdo da embalagem em conjunto de fundo e peneira US Tyler nº 8 (abertura da malha de 2,30mm) previamente tarados e por pesagem após drenagem durante 2 minutos.

3.1.8. Cor

Foi determinada nas amostras trituradas em liquidificador comum durante um minuto na proporção de 3 partes de broto de bambu para 1 de água destilada e após desaeração. A leitura da cor foi feita por meio do colorímetro de três estímulos de marca Hunterlab modelo D25A-2 segundo procedimento adaptado de FERREIRA (11). As amostras foram colocadas em cápsula de fundo ótico de 56mm de diâmetro e 37mm de altura, até preenchê-la completamente. Utilizou-se feixe de luz reduzido (13mm de diâmetro) e abertura de 50mm para colocação da amostra. Os resultados são expressos em L_{Hunter} = luminosidade, a_{Hunter} = vermelho, $-a_{Hunter}$ = verde e b_{Hunter} = amarelo. Também foi determinada a percentagem de reflectância dessas amostras em espectrofotômetro reduzido para reflectância, de marca Agtrom modelo M-400-A com filtro verde.

3.1.9. Textura (6)

Foram utilizados 50g da porção apical do broto e 25g da porção basal para a determinação da textura por meio do texturômetro Lee-Kramer Shear Press - modelo TP-2, equipado com registrador e célula-padrão de compressão e cisalhamento CS-1.

3.2. Análise Organoléptica

A análise organoléptica foi feita em dois grupos distintos para as porções apical e basal do broto, de acordo com os processamentos A, B e C (fluxogramas da Figura 3) e processamentos A', B', C', D' e E' (fluxogramas da Figura 4).

Nos dois casos, as amostras foram servidas em pratinhos brancos, codificados com números de três dígitos, à equipe de provadores treinados e que normalmente consumiam broto de bambu. As amostras foram avaliadas de acordo com escala de qualidade de 1 a 5 pontos para cor, sabor e textura de broto de bambu (Figura 23), especialmente desenvolvida para este estudo. No caso da porção basal, na avaliação de textura, o termo "macio" foi substiuído por "crocante". As avaliações de sabor e textura foram feitas em cabinas com luz vermelha mascarante e as de cor em cabina de luz Super Skylight da Mcbeth-Munsell, com iluminante C ($T = 7500^{o}K$).

3.2.1. *Análise organolêptica dos produtos dos processamentos com cozimentos em solução de $NaHCO_3$ (A), em água (B) e esterilizados e em água, acidificado e pasteurizado (C)*

As amostras foram servidas segundo delineamento experimental de blocos completos ao acaso (8) e avaliadas por equipe formada por seis provadores treinados.

3.2.2. *Análise organolêptica dos produtos dos processamentos envolvendo números variados de cozimentos (A', B' e C') e macerações em água parada (D') e corrente (E')*

As amostras foram avaliadas por equipe composta por seis provadores treinados e servidas segundo o delineamento experimental de blocos incompletos balanceados (8), conforme Figura 22.

3.3. *Análise Estatística dos Dados Obtidos da Avaliação Organolêptica*

Os dados foram testados estatisticamente pela análise

DIA	PROVADOR 1	PROVADOR 2	PROVADOR 3	PROVADOR 4	PROVADOR 5	PROVADOR 6
1º	C' B' A'	C' B' E'	A' C' B'	C' E' A'	E' D' C'	E' D' B'
2º	C' B' D'	B' A' D'	D' E' C'	D' A' C'	D' E' A'	D' A' B'
3º	A' D' E'	B' D' E'	E' A' D'	C' E' B'	D' E' C'	C' E' A'
4º	E' A' B'	A' C' D'	A' B' E'	B' D' E'	B' A' E'	A' C' D'
5º	D' C' E'	C' E' A'	D' C' B'	B' D' A'	B' C' A'	E' C' B'

Sendo:

A' = 2 cozimentos de 20 minutos;
B' = 3 cozimentos de 20 minutos;
C' = 4 cozimentos de 20 minutos;
D' = macerado em água corrente;
E' = macerado em água parada.

FIGURA 22. Delineamento experimental de blocos incompletos balanceados.

NOME _____ SÉRIE _____

PRODUTO _____ DATA _____

COR

_____ EXCELENTE - Característica de broto de bambu.

_____ BOA - Razoavelmente característica.

_____ REGULAR - Pouco característica.

_____ RUIM - Diferente da usual para broto de bambu.

_____ MUITO RUIM - Características completamente diferentes das do broto de bambu.

SABOR

_____ EXCELENTE - Característico de broto de bambu.

_____ BOM - Razoavelmente característico.

_____ REGULAR - Pouco característico.

_____ RUIM - Diferente do usual para broto de bambu.

_____ MUITO RUIM - Características completamente diferentes das do broto de bambu.

TEXTURA

_____ EXCELENTE - Macia, esperada para broto de bambu

_____ BOA - Razoavelmente macia.

_____ REGULAR - Pouco macia.

_____ RUIM - Dura.

_____ MUITO RUIM - Dura e fibrosa.

OBS.: _____

_____

_____

FIGURA 23. Escala de qualidade para avaliação organoléptica da cor, sabor e textura do broto de bambu.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

da variância paramétrica e teste de Tukey para comparação das médias (33).

4. *Testes de Aceitação*

Foram realizados dois testes de aceitação: um preliminar com os produtos obtidos do processamento selecionado dos fluxogramas da Figura 3 e o outro já com os produtos obtidos dos processamentos selecionados das variações do fluxograma da Figura 4. As amostras-testes foram as selecionadas com base nos resultados dos testes dos itens 3.2.1. e 3.2.2.

4.1. *Teste Preliminar de Aceitação*

Tanto as porções basal como apical do broto de bambu foram preparadas sob a forma de torta onde o bambu foi empregado como um alternativo do palmito, utilizando-se iguais quantidades de bambu e frango para o recheio.

As tortas, das porções basal e apical dos brotos, foram servidas separadamente a cerca de 150 pessoas de ambos os sexos e funcionários do ITAL. Para avaliação da aceitação foi utilizada escala hedônica facial (2, 28) de 1 a 5 pontos (Figura 24) correspondentes a "Desgostei muito" e "Gostei muito", respectivamente.

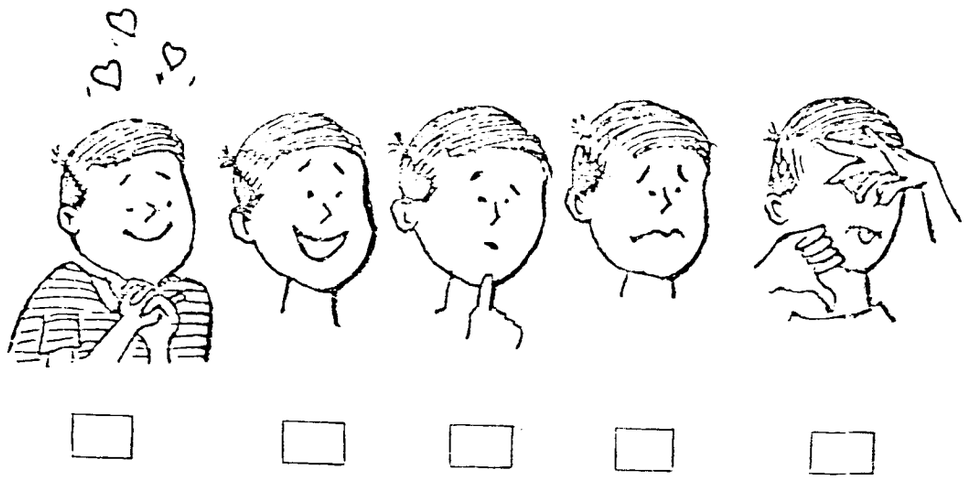
As avaliações foram feitas a descoberto, ou seja, os participantes do teste foram informados de que o prato continha broto de bambu.

4.2. *Teste Final de Aceitação*

Para o teste de aceitação foram utilizadas as amostras

COMA A TORTA DE BROTO DE BAMBU

MARQUE ENTÃO UMA DAS FIGURAS QUE MOSTRA O QUANTO VOCÊ GOSTOU DA TORTA.



COMA A TORTA DE BROTO DE BAMBU

MARQUE ENTÃO UMA DAS FIGURAS QUE MOSTRA O QUANTO VOCÊ GOSTOU DA TORTA.

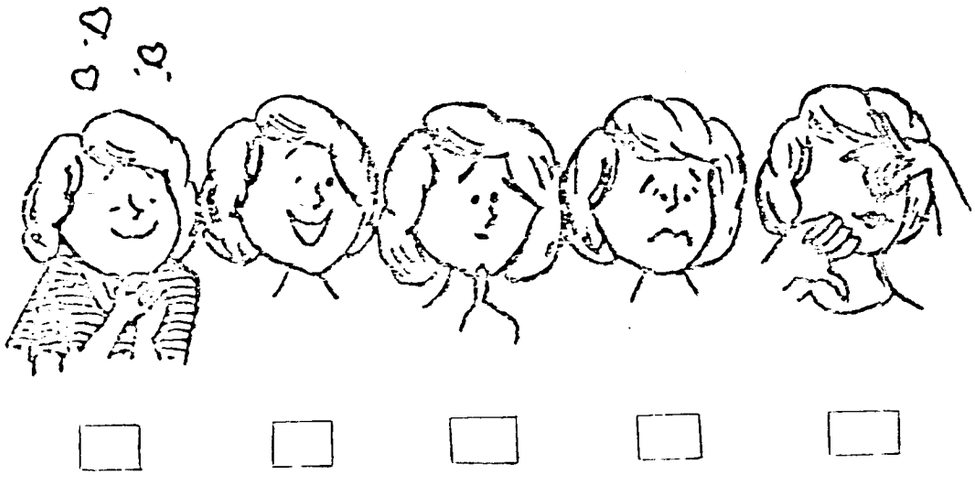


FIGURA 24. Escala hedônica facial, de acordo com o sexo, para avaliação da aceitação do broto de bambu.

selecionadas de acordo com os dados das avaliações organolépticas (item 3.2.2.) dos produtos obtidos por meio dos fluxogramas de processamento da Figura 4. Foram processadas 35 latas de 1/2kg da porção apical do broto de bambu e 174 da porção basal. Estas latas foram distribuídas a famílias de classes econômico-sociais diversas, das seguintes Instituições:

- Faculdade de Engenharia de Alimentos - FEA - UNICAMP
- Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL
- Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUCC
- Telecomunicações do Estado de São Paulo - TELESP
- Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL, além de pessoas isoladas.

Solicitou-se a cada família que utilizasse o broto de bambu como uma alternativa do palmito, como um vegetal qualquer ou como o broto de bambu por si só, por meio de instruções de uso fornecidas (Figura 25). Foram fornecidas receitas de duas preparações da cozinha chinesa, uma com carne de frango e uma com carne de bovino.

Foi solicitado às famílias participantes do teste informações sobre se já haviam ou não consumido broto de bambu, qual o tipo de prato preparado, se estavam acostumados a consumir este tipo de prato, se os familiares foram informados de que estavam consumindo broto de bambu (Figura 26). A cada participante dos testes foram solicitadas informações (Figura 26) sobre a aceitação ou rejeição do produto, sobre o quanto gostou do prato preparado, por meio de escala hedônica de 1 a 4 pontos, onde o ponto 1 correspondia ao "detestei" e o 4 ao "adorei". Adicionalmente, inquiriu-se sobre a decisão de compra do produto.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

TESTE DE AVALIAÇÃO DA ACEITAÇÃO DO BROTO DE BAMBU ENLATADO

Você está recebendo uma lata de broto de bambu para utilizar em pratos, como uma alternativa para o palmito, ou como o próprio bambu em pratos típicos chineses, japoneses, ou seja, orientais.

O bambu é enlatado com água, e sozinho não é saboroso, porém, junto com os demais ingredientes que participam da receita, desenvolve sabor e aroma característicos, além de apresentar textura agradável. A porção basal do broto de bambu apresenta textura crocante enquanto a porção apical apresenta textura macia, conforme você vai perceber.

Se você quiser usá-lo em receitas do nosso cardápio habitual, sugerem-se, a seguir, alguns pratos:

- STROGONOFF: Usar o bambu no lugar do cogumelo
- RECHEIO DE TORTAS: Usar no lugar do palmito
- FAROFA E CUSCUZ: Usar no lugar do palmito

Usar com carnes, frango ou peixes no lugar da ervilha, palmito, milho, etc.

Se você pretente usá-lo em pratos orientais, são transcritas, a seguir, como sugestão, as receitas de frango xadrez e de carne desfiada.

FIGURA 25. Ficha para informações sobre a utilização do broto de bambu.

POR FAVOR RESPONDA AOS ITENS DESTA FICHA E A DEVOLVA

NOME:

DATA:

1. Vocês já consumiram broto de bambu?

Sim _____ Não _____

2. Qual o tipo de prato que você preparou com o broto de bambu?

3. Vocês estão acostumados a consumir esse tipo de prato?

Sim _____ Não _____

4. Você disse aos seus familiares que eles estão consumindo broto de bambu?

Sim _____ Não _____

5. Qual foi a reação de cada pessoa diante desse produto?

1-	2—	3-	4-	5-
ACEITAÇÃO____	ACEITAÇÃO____	ACEITAÇÃO____	ACEITAÇÃO____	ACEITAÇÃO____
REJEIÇÃO ____	REJEIÇÃO ____	REJEIÇÃO ____	REJEIÇÃO ____	REJEIÇÃO ____

6. Marque quanto cada pessoa gostou do prato.

1-	2-	3-	4-	5-
ADOREI _____	ADOREI _____	ADOREI _____	ADOREI _____	ADOREI _____
GOSTEI _____	GOSTEI _____	GOSTEI _____	GOSTEI _____	GOSTEI _____
NÃO GOSTEI ____	NÃO GOSTEI ____	NÃO GOSTEI ____	NÃO GOSTEI ____	NÃO GOSTEI____
DETESTEI ____	DETESTEI ____	DETESTEI ____	DETESTEI ____	DETESTEI ____

7. Qual a idade de seus familiares?

1º _____ 2º _____ 3º _____ 4º _____ 5º _____

8. Você compraria e consumiria broto de bambu enlatado ou em vidro?

Sim _____ Não _____

FIGURA 26. Ficha para avaliação da aceitação do broto de bambu.

1. Composição Química e Bioquímica

A composição química das porções basal e apical do broto de bambu da safra de 1984 apresentou certas variações principalmente quanto aos teores de proteína, matéria graxa, amido e ácido cianídrico (Quadro 1). O teor de umidade, ao redor de 90% (Quadro 1) situa o bambu no mesmo grupo de vegetais de teor de água elevado, assim como o palmito (13).

A porção apical do broto (Quadro 1) apresenta teor de proteína mais elevado do que o da porção basal, representando praticamente o dobro do apresentado pelo palmito *Euterpe edulis* Mart. (13), apesar de não ter maior significado como fonte de proteína. O teor de matéria graxa da porção apical é bem mais elevado do que o da porção basal (Quadro 1), também não tendo maior significado. Já o teor de amido é mais elevado na porção basal do que na apical, provavelmente porque esta tenha junto à planta do bambu função de órgão armazenador de nutrientes para o crescimento da porção apical, apesar de não terem sido determinadas diferenças marcantes entre os teores de açúcares redutores e totais entre as duas porções (Quadro 1).

As percentagens de tanino (Quadro 1) foram próximas entre as duas porções do broto de bambu e inferiores às do palmito *Euterpe edulis* Mart. (13), que é cerca de 4,5 vezes superior. Observa-se que os teores de fibras foram ligeiramente superiores na porção basal em relação à apical.

Os teores de ácido cianídrico determinados foram elevados nas duas porções do broto de bambu, sendo o teor na porção apical cerca de 1,4 vezes o da porção basal.

QUADRO 1. Dados das avaliações químicas e físicas das porções apical e basal do broto do bambu *D. giganteus*.

	Porção apical		Porção basal	
	BU	BS	BU	BS
pH	5,74	-	5,48	-
Umidade (%)	90,52	-	90,60	-
Proteína bruta (%)	4,37	46,09	3,80	40,42
Matéria graxa (%)	0,46	4,85	0,27	2,87
Fibras (%)	0,62	6,54	0,87	9,25
Cinzas (%)	0,96	10,12	0,97	10,32
Amido (%)	1,74	18,35	2,10	22,34
Açúcares redutores (%)	1,21	12,76	1,12	11,91
Açúcares totais (%)	1,28	13,50	1,31	13,93
Tanino (%)	0,039	0,411	0,034	0,362
Ácido cianídrico (mg/kg)	742	-	532	-
Energia (Kcal/100g)	33,7	-	31,3	-

BU = base úmida.
BS = base seca.

A exemplo dos palmitos em geral, o broto de bambu se caracteriza por ser um alimento de baixa acidez (pH > 4,6)(Quadro 1) o que, durante o processamento, exige cuidados especiais quanto ao tratamento térmico ou outras práticas, como a de acidificação e pasteurização, a fim de evitar a possibilidade de produção de toxina pelo *Clostridium botulinum*, caso presente.

O teor de cinzas (Quadro 1) da porção apical e basal do broto é semelhante e da ordem de 50% inferior ao do palmito *E. edulis* Mart., que apresenta 1,37%, e de igual forma o é a composição mineral (Quadro 2).

A porção apical do broto (Quadro 2) difere da porção basal quanto aos diversos minerais, apresentando composição mineral ligeiramente mais elevada quanto aos minerais determinados, com exceção dos teores de sódio e cálcio, que são ligeiramente mais elevados na porção basal.

O teor de potássio, tanto nas porções basal como apical assume maior importância do que os demais minerais, uma vez que os teores de sódio são baixos.

QUADRO 2. Composição mineral das porções apical e basal do broto de bambu *Dendrocalamus giganteus*.

Minerais	Porção apical (mg/100g)	Porção basal (mg/100g)
Potássio	270,0	243,0
Zinco	0,22	0,17
Sódio	0,75	1,61
Ferro	0,88	0,54
Cálcio	15,75	18,75
Fósforo	30,0	19,75
Magnêsio	Traços	Traços
Manganês	0,24	0,13

O total de aminoácidos (Quadro 3) foi ligeiramente superior para a porção apical em relação à basal, e o teor de amônia nas porções apical e basal (2,47g e 1,51g/100g de proteína) foi, respectivamente, de 3,1 e 1,6 vezes superior ao do palmito Juçara (12).

A composição de aminoácidos totais variou entre as porções apical e a basal (Quadro 3), apresentando a apical teor ligeiramente

maior de metionina e de valina, e bem mais elevados de ácido aspártico, tirosina e fenilanina do que a basal. A porção basal apresentou teores mais elevados de lisina, arginina e ácido glutâmico do que a apical. Os aminoácidos predominantes na porção apical foram, em ordem decrescente, o ácido aspártico, fenilalanina e ácido glutâmico e na basal foram o ácido glutâmico, ácido aspártico e arginina.

Comparando-se o perfil de aminoácidos totais das porções apical e basal do broto de bambu (Quadro 3) com o perfil do palmito Juçara (12), observa-se que, para todos os aminoácidos estudados, o palmito os apresentou em menores quantidades e o total de aminoácidos da porção apical foi de 2,1 e o da basal 1,8 vezes superior ao do palmito, que foi da ordem de 20,70g/100g de matéria seca.

O perfil de aminoácidos livres (Quadro 3) da porção apical do broto de bambu revelou a ausência de lisina, histidina, arginina, ácido glutâmico, prolina, glicina, cistina e metionina. O aminoácido que ocorreu em maior quantidade foi a valina. O teor de tirosina livre (Quadro 3) que no broto de bambu *Phyllostachys pubescens* atinge níveis problemáticos (em média 0,863g/100g matéria seca) quanto a formação de aglomerados brancos no produto processado (23). No caso do *D. giganteus*, na concentração encontrada, não parece ter maior importância, uma vez que não foi observado este tipo de defeito no broto processado.

A avaliação qualitativa das enzimas nas porções apical e basal do broto de bambu revelou a presença (Quadro 4) de invertase, tanto na porção apical como na basal. A ausência de atividade da polifenoloxidase e peroxidase coloca o broto de bambu em vantagem em relação do palmito quanto ao processamento, uma vez que este as apresenta em sua composição. A presença de polifenoloxidase é um dos principais problemas do processamento do palmito, por causar escurecimento.

QUADRO 3. Composição de aminoácidos livres da porção apical e totais das porções apical e basal do broto do bambu *Dendrocalamus giganteus*.

Aminoácidos	Aminoácidos (g a.a./100g proteína)		
	Totais		Livres
	Porção apical	Porção basal	Porção apical
Lisina	4,77	7,10	-
Histidina	2,60	3,04	-
Arginina	4,21	8,73	-
Ácido aspártico	16,73	9,50	0,23
Treonina	3,45	3,88	0,62
Serina	4,08	5,05	0,23
Ácido glutâmico	12,82	17,59	-
Prolina	3,08	3,76	-
Glicina	3,62	3,91	-
Cistina	Traços	Traços	-
Valina	5,94	5,12	1,06
Isoleucina	3,49	3,98	0,34
Leucina	5,40	7,12	0,17
Tirosina	4,36	2,75	0,20
Fenilalanina	13,97	5,69	0,36
Alanina	3,67	4,06	0,66
Metionina	1,32	0,99	-
Total de aminoácidos	93,51	92,27	3,87

Nota: Teor de amônia na porção apical de 2,47g e na porção basal de 1,51g/100g de proteína.
A cisteína não foi determinada por problema de resolução do analisador.

QUADRO 4. Avaliação qualitativa de enzimas das porções apical e basal do broto do bambu *D. giganteus*.

Enzimas	Porção apical	Porção basal
Peroxidase	-	-
Polifenoloxidase	-	-
Catalase	-	-
α-amilase	-	-
Invertase	+	++

Nota: - ausente
+ ligeira
++ moderada

2. Rendimento e Dimensões do Broto de Bambu

Os brotos utilizados no trabalho apresentaram altura média de 30,2 ± 4,1cm com diâmetro médio da base de 12,5 ± 1,3cm. O rendimento bruto do broto acabado foi de 35,9%, sendo 14,5% da porção apical e 21,4% da porção basal contra o rendimento ao redor de 39,2%, obtido para o gênero *Phyllostachys* no Japão (27).

O rendimento foi considerado baixo, supondo-se que isto tenha ocorrido devido à pequena altura dos brotos, apesar de não haver dados estatísticos sobre o rendimento em relação ao tamanho do broto.

3. *Fluxogramas de Processamento com Cozimento em Solução de $NaHCO_3$ (A), em Água (B) e Esterilizados e em Água, Acidificado e Pasteurizado (C)*

Processamentos A, B e C - Apesar da presença de joçá nos brotos, não foram encontradas dificuldades para o seu manuseio durante as etapas de processamento do broto de bambu. Para o processamento C (acidificação e pasteurização), a quantidade de ácido cítrico para trazer o pH do broto de bambu até o valor de 4,3 foi de 0,3g de ácido cítrico monoidratado por 100 gramas de broto (Figura 27). A concentração de ácido cítrico a ser adicionada à salmoura de enlatamento foi inferior para o bambu (0,40%) em relação aos palmitos juçara, açaí, híbrido e pupunha, que é da ordem de 0,68, 0,66, 0,77 (12) e 0,58% (13), respectivamente. Pela análise dos teores médios de ácido cianídrico na matéria-prima, e após o processamento do bambu (Quadro 5) verificou-se que, no produto processado (parte sólida) houve uma redução média da ordem de 90,8% na porção apical e de 88,9% na porção basal.

QUADRO 5. Teores de ácido cianídrico nas porções apical e basal do broto do bambu *Dendrocalamus giganteus* processado.

	Porção apical (mg/kg)		Porção basal (mg/kg)	
	Parte sólida	Parte líquida	Parte sólida	Parte líquida
Após processamento A	63,5	59,5	68,0	62,0
Após processamento B	64,0	60,0	50,0	50,0
Após processamento C	76,0	71,0	59,4	49,0

Sendo A - cozimento em solução 0,3% de $NaHCO_3$ com posterior esterilização.
B - cozimento em água com posterior esterilização.
C - cozimento em água com posterior acidificação e pasteurização.

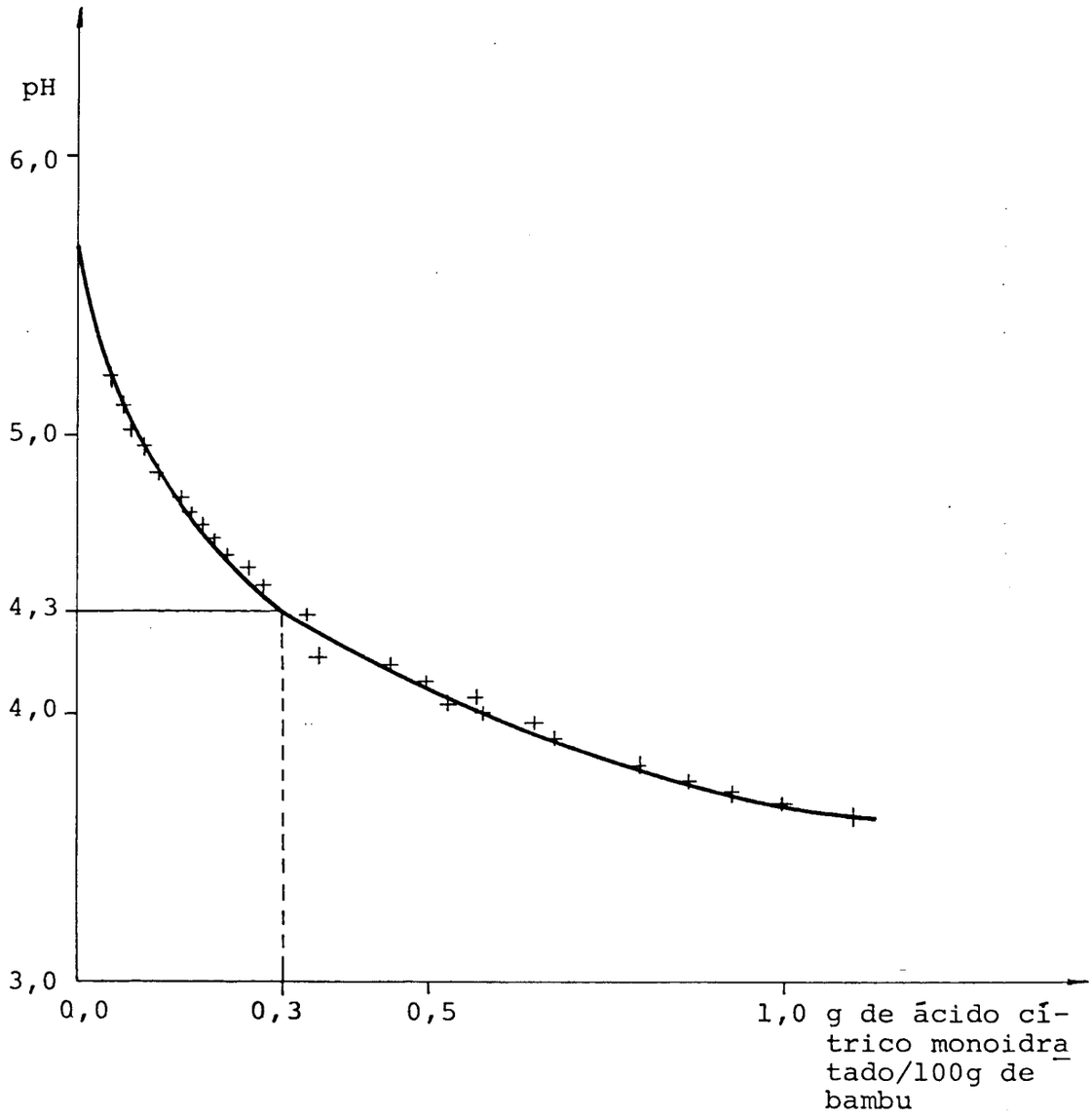


FIGURA 27. Curva de titulação da acidez do broto de bambu (porções basal e apical) *Dendrocalamus giganteus*.

Com base nesses dados pode-se sugerir as seguintes modificações nos processamentos da Figura 3:

Aumento do tempo de cozimento e/ou aumento do número de cozimento e volume de água (etapas descritas em Materiais e Métodos);

Introdução da exaustão das latas, seja por túnel de exaustão ou em banho-maria visando favorecer a volatização do ácido cianídrico remanescente.

Conseqüente substituição da recravação a vácuo pela recravação comum.

Segundo WINDHOLZ (44), a dose média fatal de ácido cianídrico para o homem é de 50 a 60mg, e o bambu processado o apresenta em torno de 50 a 76mg/kg (Quadro 5), o que significa que um homem adulto normal deveria consumir cerca de 1000g de broto de bambu para atingir tais níveis, o que é bastante improvável uma vez que num país de consumo elevado, como o Japão, o consumo anual per capita é de 2500g. Estes valores dariam, uma segurança para o consumo deste produto, além do que este usualmente participa de pratos que sofrem tratamento térmico com a sua conseqüente volatização. A legislação brasileira não cita níveis residuais de ácido cianídrico em vegetais processados. Entretanto, julga-se conveniente reduzir ainda mais estes teores por meio de modificações no processamento anteriormente descrito e apresentado na Figura 4 de Materiais e Métodos.

3.1. *Análises Químicas, Físicas e Avaliação Organoléptica*

Com exceção feita ao teor de celulose e lignina (fibra ácida detergente), os teores de celulose, hemicelulose e lignina

(fibra neutro detergente) e de hemicelulose foram superiores na porção basal em relação à apical (Quadro 6). Ao contrário, a resistência à hidrólise da porção basal foi ligeiramente menor do que a da porção apical, provavelmente devido ao maior teor de hemicelulose (Quadro 6). Estes valores próximos de resistência à hidrólise estão provavelmente relacionados com a textura considerada como "Boa" para as porções apical e basal (Quadro 12), uma vez que apresentavam fibras jovens em sua composição.

QUADRO 6. Dados da composição de fibras e resistência à hidrólise das porções apical e basal de broto do bambu *D.giganteus*.

	Porção apical	Porção basal
Celulose + lignina (ADF) (%)	23,07	20,43
Celulose + hemicelulose + lignina (NDF) (%)	35,50	46,90
Hemicelulose (%)	12,43	26,47
Açúcares redutores (%)	1,12	1,55
Resistência à hidrólise*	8,04	8,84

* Expressa em gramas de açúcar (glicose ou equivalente) liberado pela hidrólise/100g de resíduo.

Pela análise do produto processado (Quadro 7), observa-se que as dificuldades para colocação das amostras nas latas de 1/2kg diferiram entre as porções apical e basal do broto de bambu, notando-se, pelos dados de peso drenado, que houve maior uniformi-

dade de peso para a porção basal do que para a apical. Isto sugere que deva haver uma revisão do tipo de corte e acomodação dos pedaços do broto nas latas. O número médio de pedaços da porção apical foi ao redor de 5 contra 37 para a porção basal, que atingiu os valores de peso drenado ao redor de 220g (Quadro 7), que é o esperado para vegetais em latas de 1/2kg.

A textura das porções basal e apical do broto (Quadro 8) para todos os tipos de processamento apresentou certas diferenças entre si, sendo menor para a porção apical cozida em solução de $NaHCO_3$. No geral, os valores de textura foram mais elevados do que os dos palmitos juçara e híbrido (4,42 e 3,89 lbf/g) e próximos da do palmito açaí, que é 6,59 lbf/kg (12). Esta diferença entre os valores de textura pode ser contornada pelo aumento do tempo de tratamento térmico durante o processamento.

Ao contrário do esperado, os valores de pH do bambu enlatado pelo processamento A, com cozimento em bicarbonato de sódio, foram ligeiramente mais baixos do que para o processamento B com cozimento em água (Quadro 8), sem que haja uma explicação para o fato. O valor de pH mais baixo para a porção basal em relação à porção apical no broto acidificado (processamento C) está relacionado com o menor valor de pH que apresenta em relação à porção apical, uma vez que a quantidade de ácido a ser utilizada para acidificação (Figura 27) foi determinado nas duas porções homogeneizadas. A cor das amostras acidificadas - processamento C apresentou, na sua composição, valores mais elevados de luminosidade (L_{Hunter}) e o componente verde ($-a_{Hunter}$), resultando em amostras mais claras, provavelmente pela ação da adição de ácido cítrico. Os produtos dos processamentos A, B e C apresentaram amarelo (b_{Hunter}) em sua composição (Figura 28). As amostras da porção basal foram mais escuras do que as da porção apical, de acordo com os dados de lumi

QUADRO 7. Dados das avaliações físicas das porções apical e basal do broto processado de bambu *D. giganteus* .

Determinações	Porção apical ($\bar{x}$ ± S) - Processamento			Porção basal ($\bar{x}$ ± S) - Processamento		
	A	B	C	A	B	C
Peso drenado (g)	184,1 ± 20,4	171,8 ± 25,7	205,0 ± 7,7	234,7 ± 9,8	234,9 ± 15,8	214,2 ± 4,7
Peso líquido (g)	230,9 ± 11,5	233,6 ± 31,7	209,0 ± 11,6	176,3 ± 9,0	164,5 ± 18,3	200,6 ± 4,8
Vácuo (pol de Hg)	17,0 ± 4,2	17,4 ± 3,5	20,4 ± 2,7	15,2 ± 7,1	19,2 ± 2,3	19,4 ± 2,1
Número de pedaços	5,4 ± 0,9	5,7 ± 1,0	5,3 ± 0,6	34,0 ± 5,0	39,0 ± 6,3	37,6 ± 4,7

Nota: ($\bar{x}$ ± s) = média e desvio-padrão.

Sendo: Processamento A - cozimento em solução 0,3% de $NaHCO_3$ com posterior esterilização.

Processamento B - cozimento em água com posterior esterilização.

Processamento C - cozimento em água com posterior acidificação e pasteurização.

QUADRO 8. Dados das avaliações de textura, pH e acidez das porções apical e basal do broto processado de bambu *D. giganteus*.

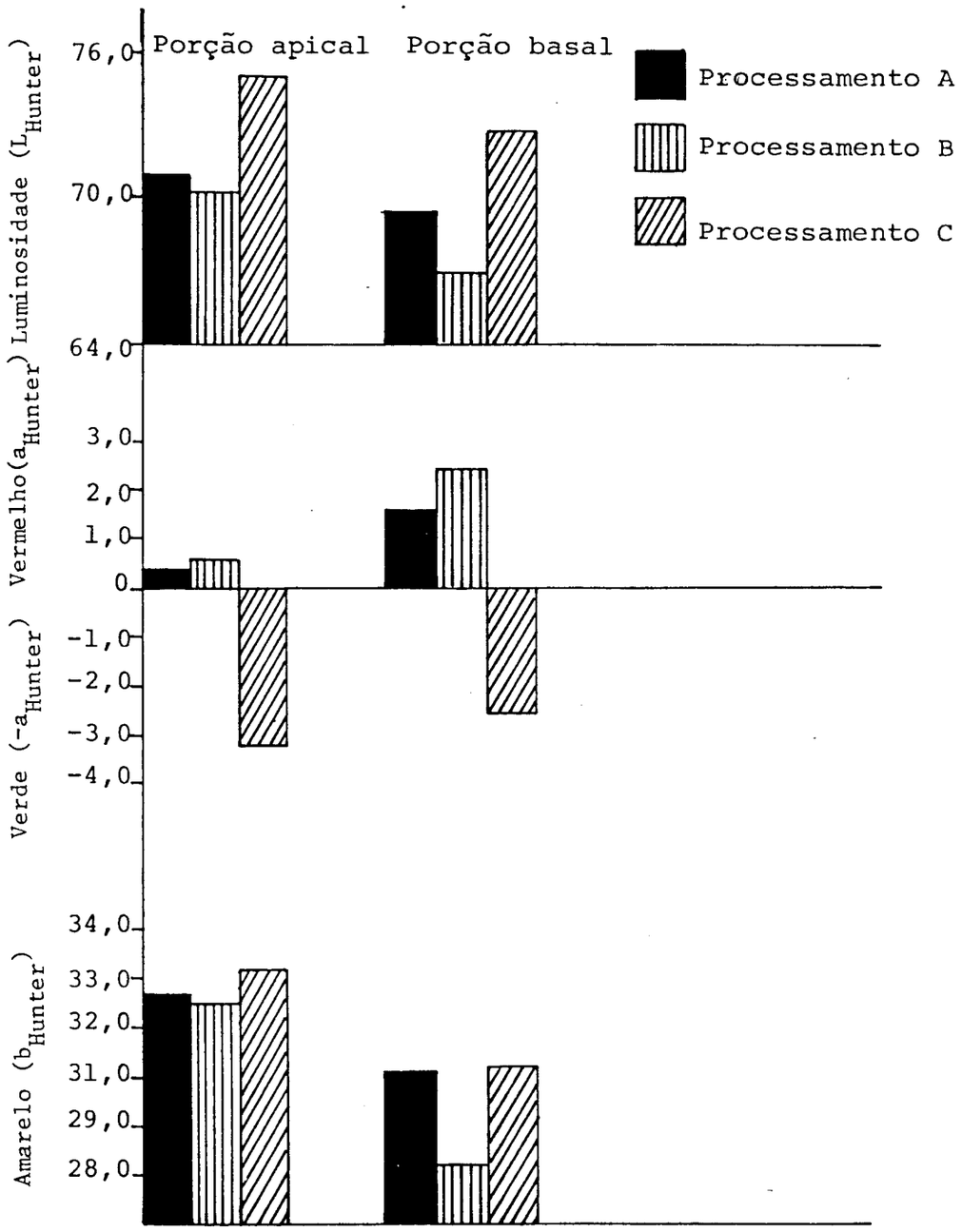
Determinações	Porção apical ($\bar{x} \pm S$) - Processamento			Porção basal ($\bar{x} \pm S$) - Processamento		
	A	B	C	A	B	C
Textura (ℓbf/g)	7,11 ± 0,83	8,11 ± 2,03	7,93 ± 0,70	7,33 ± 0,99	7,74 ± 1,48	7,16 ± 0,72
pH	5,68 ± 0,04	5,97 ± 0,06	4,38 ± 0,08	5,43 ± 0,04	5,91 ± 0,04	4,00 ± 0,02
Acidez (% de ácido cítrico anidro)	-	-	0,200 ± 0,003	-	-	0,170 ± 0,002

($\bar{x} \pm s$) = Média e desvio padrão.

Sendo: Processamento A - cozimento em solução 0,3% de $NaHCO_3$ com posterior esterilização.

Processamento B - cozimento em água com posterior esterilização.

Processamento C - cozimento em água com posterior acidificação e pasteurização.



Sendo: Processamento A - cozimento em solução 0,3% de $NaHCO_3$ com posterior esterilização.

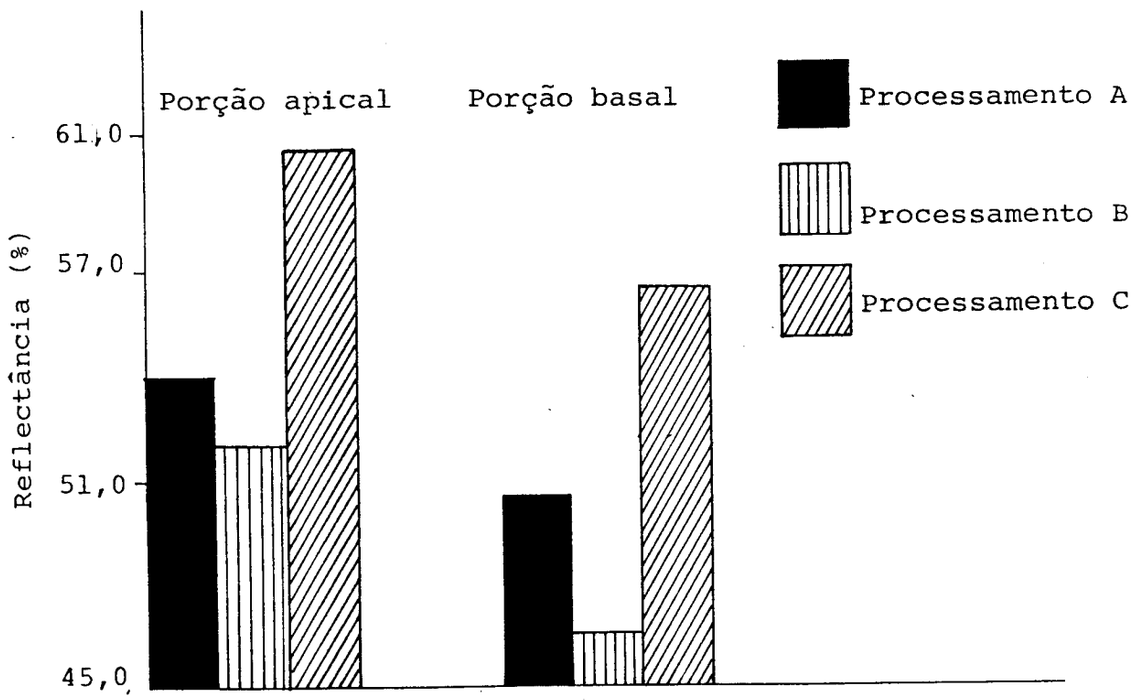
Processamento B - cozimento em água com posterior esterilização.

Processamento C - cozimento em água com posterior acidificação e pasteurização.

FIGURA 28. Composição de cor no sistema Hunter, das porções apical e basal dos brotos do bambu *D. giganteus*, obtidos dos processamentos A, B e C.

nosidade (L_{Hunter}) e de reflectância (Figura 29) além de apresentarem mais vermelho (a_{Hunter}) menos amarelo (b_{Hunter}) na sua composição. Se se comparar a cor do bambu com a dos pamitos juçara, açaí e híbrido (12) observa-se que esses palmitos apresentam valores mais elevados de luminosidade, apresentam verde em vez de vermelho e teores bem inferiores de amarelo, ocorrendo o mesmo em menor escala à cor do palmito pupunha (13), o qual se caracteriza pela coloração creme.

Nas Figuras 30 e 31 pode-se observar a aparência das porções apical e basal processadas.



Sendo: Processamento A - cozimento em solução 0,3% de $NaHCO_3$ com posterior esterilização.

Processamento B - cozimento em água com posterior esterilização.

Processamento C - cozimento em água com posterior acidificação e pasteurização.

FIGURA 29. Percentagens de reflectância das porções apical e basal dos brotos do bambu *D. giganteus*, obtidas dos processamentos A, B e C.

FIGURA 30. Porção apical do broto do bambu *Dendrocalamus giganteus* processado.

FIGURA 31. Porção basal do broto do bambu *Dendrocalamus giganteus* processado.

Pela análise estatística dos dados de avaliação organoléptica, observa-se que tanto para a porção apical como para a basal, os bambus obtidos a partir dos três processamentos não diferiram entre si, estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade quanto à cor, sabor e textura (Quadro 9). As cores das porções apical e basal do broto obtidas pelos processamentos A e C foram consideradas como "Regular - pouco característica" (Figura 23) e a do processamento B, foi considerada entre "Ruim - diferente da usual para bambu" e "Regular - pouco característica".

QUADRO 9. Avaliação organoléptica da cor, sabor e textura das porções apical e basal do broto processado do bambu *D.giganteus* e análise estatística.

Amostras dos processamentos	Porção apical			Porção basal		
	Cor	Sabor	Textura	Cor	Sabor	Textura
A	2,80[a]	3,30[a]	3,80[a]	3,00[a]	3,20[a]	4,20[a]
B	2,50[a]	3,20[a]	3,80[a]	2,20[a]	3,00[a]	3,20[a]
C	3,30[a]	2,30[a]	3,50[a]	3,50[a]	2,00[a]	2,80[a]
DMS (5%)	1,20	2,10	1,17	1,56	1,27	1,78

DMS (5%) = diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade.

As médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Sendo: Processamento A - cozimento em solução 0,3% de $NaHCO_3$ com posterior esterilização.
Processamento B - cozimento em água com posterior esterilização.
Processamento C - cozimento em água com posterior acidificação e pasteurização.

Estas notas são justificadas pela coloração amarelada, que é desenvolvida durante o tratamento térmico do produto dada pelos valores de b_{Hunter} (Figura 28) e, provavelmente porque se consomem outras espécies de bambu com coloração mais clara e no preparo doméstico a maceração em água durante 1 ou 2 dias pode causar o esbranquecimento da amostra pela extração dos pigmentos.

O sabor das amostras da porção apical e basal obtidos dos processamentos A e B foi considerado como "Regular - pouco característico" e como "Ruim - diferente do usual para bambu" para a amostra do processamento C, ou seja, acidificado e pasteurizado (Quadro 9). Pelos comentários dos provadores, observou-se a presença de sabor amargo residual em todas as amostras. Visto que o bambu sempre é consumido condimentado e/ou como um dos ingredientes participantes de outros pratos, a avaliação organoléptica isolada do sabor é difícil, mesmo para pessoas, acostumadas a ingeri-lo como ingrediente.

A textura da porção apical do broto resultante dos processamentos A e B foi classificada como "Boa - razoavelmente macia" e entre "Boa - razoavelmente macia" e "Regular - pouco macia" para a porção apical do processamento C e como "Boa - razoavelmente crocante" e "Regular - pouco crocante" para a porção basal dos brotos obtidos do processamento A e dos processamentos B e C, respectivamente.

Os líquidos de enchimento das duas porções do broto se caracterizaram pela coloração amarelada e ausência de turbidez e sedimento.

3.2. Teste Preliminar de Aceitação

Para a avaliação da aceitação do bambu como produto alternativo do palmito, foram selecionadas amostras do processamento B, devido ao número mais elevado de amostras disponíveis em relação às do processamento A, uma vez que os dois tratamentos não diferiram estatisticamente entre si quanto aos atributos estudados (Quadro 9).

Os resultados da avaliação organoléptica (Quadro 10) das porções apical do broto e da basal preparadas sob a forma de torta com frango (1 parte de bambu para 1 de frango) mostram que ambos se classificaram entre o "gostei muito" e o "gostei" da escala hedônica facial utilizada (Figura 24). Uma vez que as pessoas que participaram da avaliação foram informadas de que o produto em teste era broto de bambu, nas suas porções apical e basal, e levando-se em consideração, a falta de hábito de consumo deste produto, consideraram-se satisfatórios os resultados do teste.

QUADRO 10. Avaliação organoléptica das porções apical e basal do broto do bambu *D. giganteus* preparado sob a forma de torta.

Provadores	Porção apical		Porção basal	
	Número	Médias	Número	Médias
Mulheres	80	4,59	93	4,62
Homens	67	4,46	63	4,46
Total	147	4,54	156	4,56

Escala hedônica facial: 1 = desgostei muito; 2 = desgostei;
3 = indiferente; 4 = gostei;
5 = gostei muito.

Com base nos resultados preliminares positivos de aceitação do broto de bambu em um prato na condição de um alternativo do palmito decidiu-se aprimorar as condições de processamento visando melhorar suas características organolépticas e físicas e proceder à avaliação da aceitação por meio de um teste de campo mais completo que oferecesse uma avaliação mais ampla de sua aceitabilidade, seja como um alternativo do palmito ou como o próprio broto de bambu.

Um ponto interessante a se notar é o de que após um mês do processamento houve aparecimento de cristais de cor amarelo-alaranjada nas superfícies da porção apical em maior quantidade do que na porção basal. Esses cristais poderiam ser o composto 1,2 trans-diciano-1,2-p, p'-bis (hidroxifenil) etileno que é o principal produto da degradação térmica da taxifilina no bambu *Dendrocalamus latiflorus* Munro (46).

Segundo WU *et alii* (46), o composto cianogênico isolado do broto "in natura" ou processado do *B. vulgaris*, *B. guadua* (citado em 46) e do *Dendrocalamus latiflorus* é a taxifilina, também responsável pelo gosto amargo desses bambus. Segundo SCHWARMAINER (citado em 46), a taxifilina é termolábil e por hidrólise dá D-glicose, p-hidroxibenzaldeído e ácido cianídrico.

A eliminação da taxifilina e seus produtos de hidrólise deve ser feita durante as operações de processamento do broto de bambu, principalmente durante a fase de cozimento ou de maceração (Figura 4), quando ocorreria sua degradação térmica e a eliminação dos produtos para a água ou sua extração em água.

4. *Fluxogramas de Processamento com Variações dos Números de Cozimento (A', B' e C') e Macerações (D' e E')*

Os brotos de bambu da safra de 1986 "in natura" utilizados nos processamentos (Figura 4) apresentaram pH igual a 5,93 e 5,59, nas suas porções apical e basal, respectivamente.

A fase de pré-cozimento (Figuras 4 e 11), cuja principal finalidade é a de provocar o amaciamento das bainhas remanescentes, visando a um acabamento melhor do broto de bambu, por questões de economia do processo, poderia ser retirado dos fluxogramas de processamento (Figura 4). Outro ponto a se considerar é que, caso seja observada atividade enzimática em algum gênero e/ou espé-

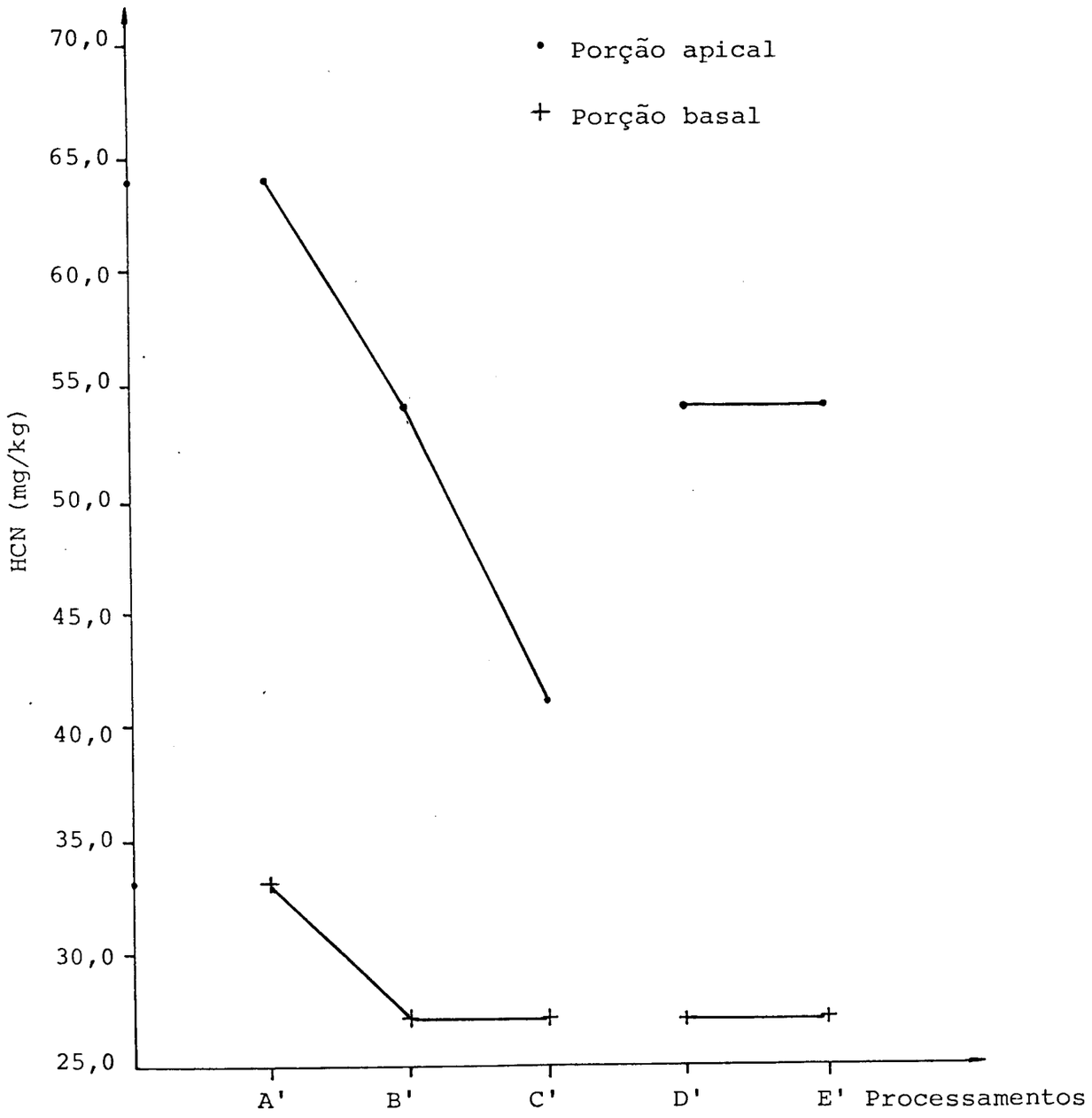
cie de bambu, o tratamento térmico envolvido no pré-cozimento, pelo tempo de espera à temperaturas mais elevadas até a fase de acabamento, poderia vir a ser um fator de ativação com conseqüentes reações enzimáticas indesejáveis.

4.1. Efeito dos Processamentos com Números Variados de Cozimentos (A', B' e C') e Maceração em Água Parada (D') e em Água Corrente (E') nos Níveis Residuais de Ácido Cianídrico

Os teores de ácido cianídrico foram respectivamente de 910,0 e 594,0mg/kg nas porções apical e basal do broto de bambu "in natura". É interessante notar que estes valores, relativos aos brotos da safra de 1986, variaram em relação a safra de 1984 (Quadro 1); tendo sido mais elevados, podendo-se supor que estas variações sejam devidas à variações climáticas havidas de um ano para outro.

Os valores de ácido cianídrico residuais do broto de bambu variam de acordo com os processos de cozimento e maceração (Figura 32), observando-se os valores mais baixos na porção apical para o processo C', que envolvia quatro cozimentos e lavagens sucessivas. Esses valores podem ser relacionados com os comentários dos provadores pela análise organoléptica do broto, que identificaram no broto obtido pelo processo C gosto "ardido", porém, não amargo, como foi identificado nos produtos obtidos pelos outros processos e mais intensamente no broto enlatado obtido pelo processo A', que apresenta teor residual de ácido cianídrico mais elevado. Segundo WU *et alii* (46), o gosto amargo do broto do bambu é causado pelos compostos cianogênicos glicosídicos que são denominados de taxifilina em bambus de outras espécies.

Os resultados sugerem que a níveis residuais de 41mg/kg de HCN (Figura 32) já não é perceptível aos provadores o gosto amargo devido provavelmente aos compostos cianogênicos glicosídicos.



Sendo: A' - 2 cozimentos
B' - 3 cozimentos
C' - 4 cozimentos
D' - maceração em água parada
E' - maceração em água corrente

FIGURA 32. Efeitos dos processamentos A', B', C', D' e E' nos teores residuais de ácido cianídrico das porções apical e basal do broto de bambu *D. giganteus*.

Para a porção basal do broto processado observaram-se valores de ácido cianídrico inferiores aos da porção apical (Figura 32). Comparando-se os diversos processamentos (A', B', C', D' e E') observam-se níveis mais elevados de HCN no produto obtido pelo processo A', isto é, o que envolve números inferiores de cozimentos e lavagens em relação aos processos B' e C', havendo portanto uma relação direta entre o nível residual de ácido cianídrico e o número de cozimentos. O gosto da porção basal foi considerado como "aguado", sem a presença do gosto "amargo" ou "ardido".

Observa-se (Figura 32) que em termos de percentuais, as reduções dos níveis iniciais de HCN na porção apical foram de 93,0% para o processo envolvendo 2 cozimentos (A'), passando para 94,1% para os processos envolvendo 3 cozimentos (B') e maceração em água parada (D') e corrente (E') e 95,5% para o processo envolvento 4 cozimentos (C'). Na porção basal a redução em relação ao nível inicial de HCN foi de 94,4% para o processo envolvendo 2 cozimentos (A') e 95,5% para os produtos dos demais processos (cozimentos e macerações).

Nos processos que envolvem número variado de cozimentos (A', B' e C') estes dados sugerem com os dois primeiros cozimentos (processo A'), quando ocorre a maior parte da redução dos níveis de HCN, que os compostos cianogênicos de degradação formados são de mais fácil eliminação envolvendo provavelmente os processos de volatilização do HCN e de extração em água dos compostos cianogênicosformados. Na porção apical os cozimentos subsequentes (processos B' e C') provocaram reduções dos níveis de HCN em relação ao processo envolvendo 2 cozimentos (A') da ordem 1,1% e 2,5% respectivamente. Fato semelhante ocorre para a porção basal, quando a redução dos níveis de HCN dos processos B' e C' em relação ao processo A' é de 1,1%.

Nos dois processos de maceração (D' e E') as reduções

dos níveis iniciais de HCN foram idênticas (Figura 32), correspondendo a 94,1% e 95,5% para as porções apical e basal respectivamente. Supõe-se que estes processos se basiaram principalmente na extração do composto cianogênico original do broto "in natura", uma vez que a temperatura dos processos foi a ambiente. Os resultados sugerem não haver influência da utilização de água parada ou corrente nos processos de maceração estudados.

É importante notar que, segundo os resultados obtidos neste estudo, o nível máximo de extração em relação aos teores iniciais de HCN foi de 95,5% tanto para a porção apical como para a basal, independendo das dimensões dos pedaços, no caso dos processos que envolviam cozimentos. Já, nos processos de maceração se observou diferenças nos níveis de redução, os quais foram menores (94,1%) para a porção apical que apresenta dimensões superiores às da basal.

4.2. Avaliações Físicas e Organolépticas do Broto de Bambu

Os valores de pH do produto processado, segundo os padrões da JAS - Japanese Agricultural Standard (18) para o broto de bambu em vidro ou em lata, são de importância para a graduação do produto; os produtos com valores de pH superiores a 4,6 recebem a graduação máxima de cinco pontos. Os valores de pH das porções basal e apical do broto, obtidos por meio de diversos processos estudados (Quadro 11) foram bastante superiores a esse limite. Em latas de 1kg (Quadro 11), pelos dados de peso drenado das porções apical e basal, observa-se que não houve diferenças notáveis quanto às dificuldades para colocação (cerca de 9 pedaços para a porção apical) dos produtos nas embalagens.

Os valores de medição da cor das amostras (excetuando-se a porção basal obtida do processamento D', que não foi avaliada por

QUADRO 11. Dados das avaliações físicas das porções apical e basal do broto processado de bambu *D. giganteus*.

	Porção apical ($\bar{x}$ ± s)					Porção basal ($\bar{x}$ ± s)				
	A'	B'	C'	D'	E'	A'	B'	C'	D'	E'
Vácuo (pol de Hg)	18,0 ± 1,0	21,0±1,0	20,3 ± 0,6	19,0 ± 1,7	18,3 ± 1,5	19,5±0,7	20,7 ± 0,6	22,3± 0,3	17,0	18,5±2,1
Peso drenado (g)	469,3±17,5	482,5±7,7	457,8±13,7	438,3±41,4	458,7 ± 3,3	475,9±7,7	483,1±11,8	471,9 ± 9,7	468,9	455,0±3,8
Peso do líquido (g)	335,1±17,3	321,3±8,7	331,9±37,3	346,9±37,4	339,6±20,2	318,9±4,6	304,7±23,2	315,9±14,5	328,1	340,9±6,2
pH	6,02	6,00	5,92	5,90	5,95	5,70	5,68	5,75	5,65	5,42

Sendo: A' - 2 cozimentos
B' - 3 cozimentos
C' - 4 cozimentos
D' - maceração em água parada
E' - maceração em água corrente

Nota: Foi analisada 1 amostra do processamento D', devido à falta de material.

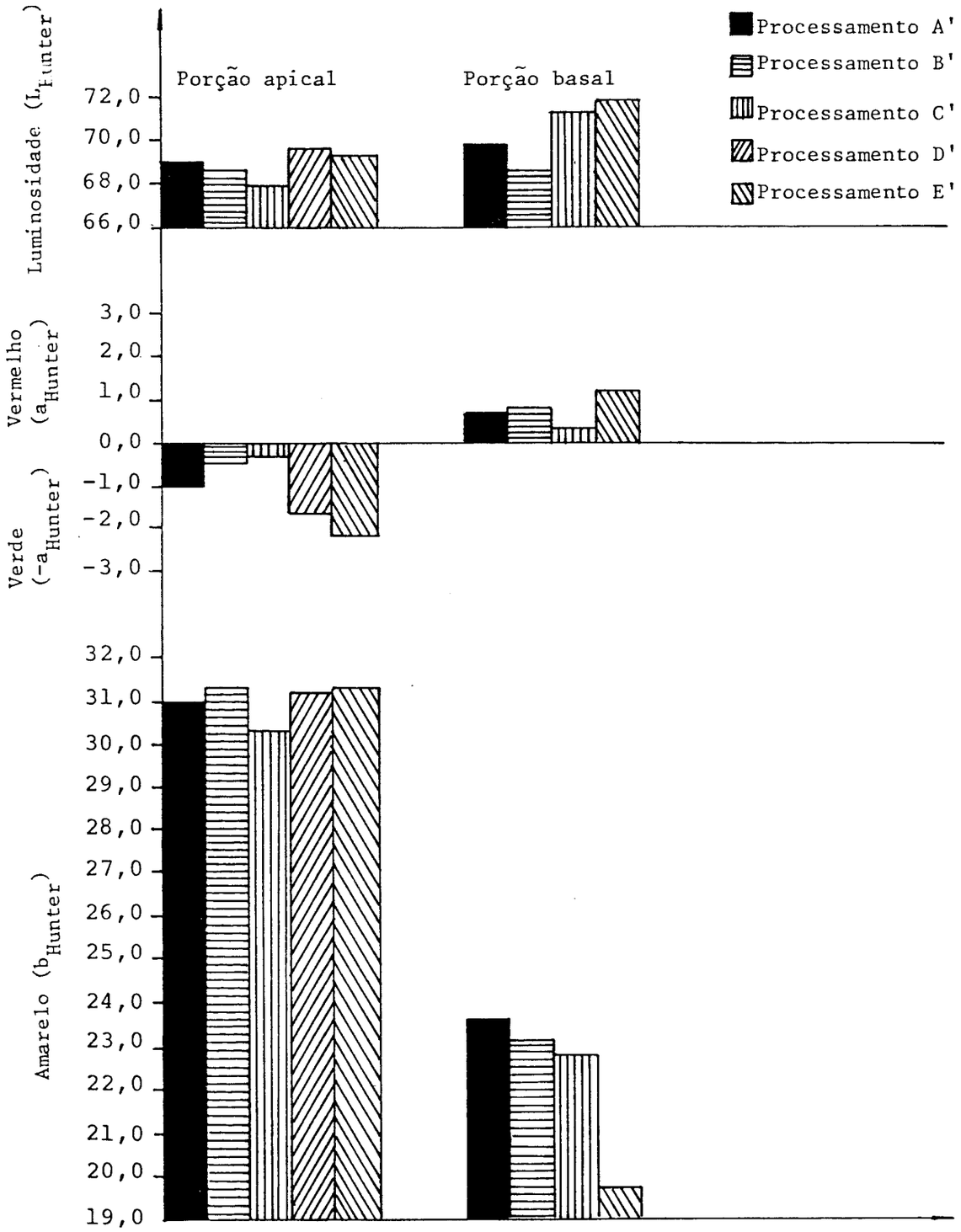
($\bar{x}$ ± s) = Média e desvio padrão.

falta de material), por meio do colorímetro Hunterlab (Figura 33), mostram valores mais elevados de amarelo (b_{Hunter}) para a porção apical do que para a basal. Isso é confirmado pelos comentários dos provadores, que consideram a porção apical do broto de bambu como de cor amarela mais intensa do que a porção basal. Os resultados sugerem que o nível inicial de HCN deva ter importância fundamental no desenvolvimento e na remoção do pigmento amarelo do broto de bambu, além da influência do número de cozimentos, quando o broto de bambu que sofreu apenas um cozimento apresentou valores mais elevados (Figura 33) de amarelo (b_{Hunter}). A porção apical apresentou o componente verde da cor ($-a_{Hunter}$) e a basal o vermelho ($+a_{Hunter}$). A porção basal foi considerada como de cor mais branca pelos provadores e apresentou valores mais elevados de luminosidade (L_{Hunter}) do que a apical.

Para melhor avaliação da influência do número de cozimentos sobre a textura das porções apical e basal do broto de bambu, optou-se por tratamento térmico de esterilização mais brando (Fo = 3,0 min) do que o empregado nos processamentos A e B (Fo = 4,15 min).

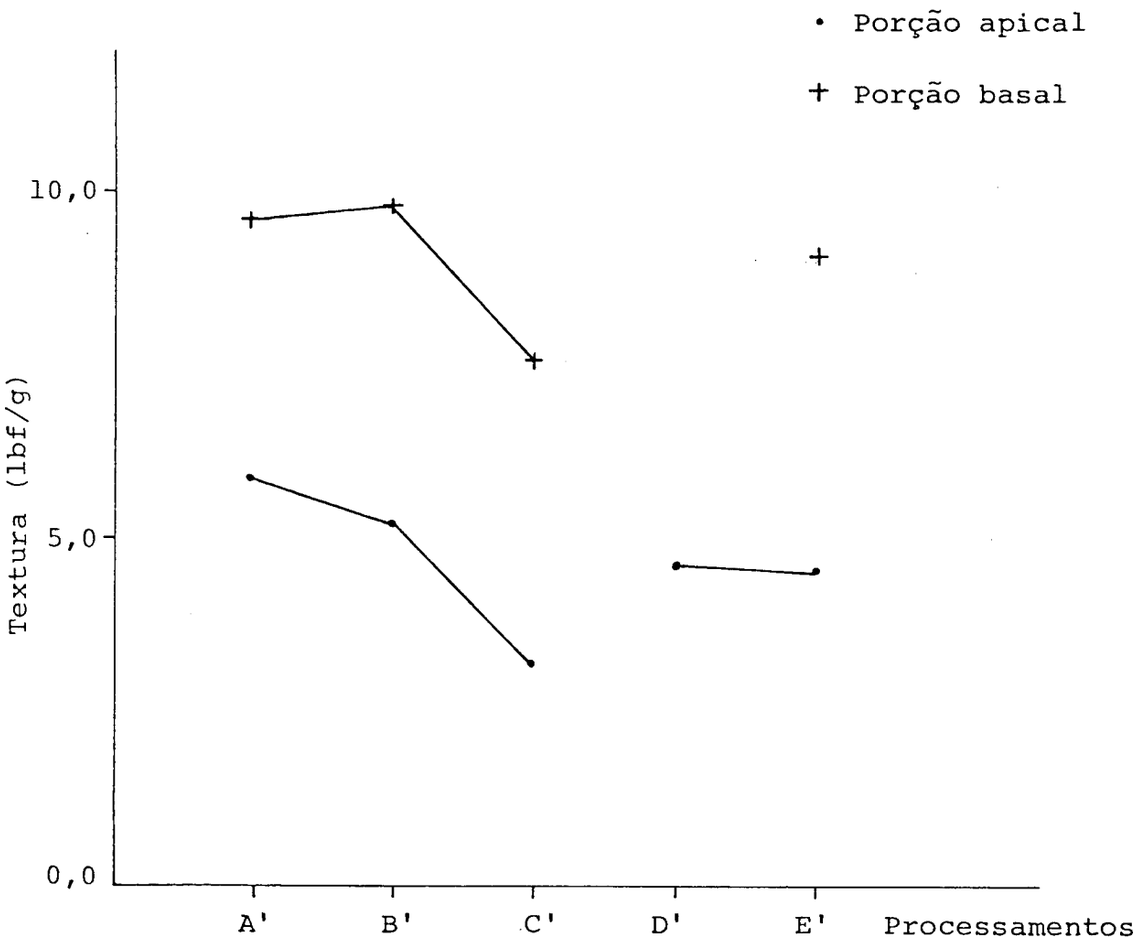
O número de cozimentos (Figura 34) teve influência na textura do produto final, observando-se uma redução mais acentuada do 3º (B') para o 4º (C') cozimento quando os valores de textura foram de 9,9 lbf/g e 7,5 lbf/g para a porção basal e de 5,2 lbf/g e 3,3 lbf/g para a porção apical. A maceração teve o efeito no amaciamento, intermediário entre o 3º (B') e o 4º (C') cozimentos.

Pelos resultados da análise organoléptica (Quadro 12) das porções apical e basal, quanto aos atributos da cor, sabor e textura, estes não diferiram estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, entre si, quando comparados aos produtos obtidos dos cinco processamentos diversos.



Sendo: A' - 2 cozimentos C' - 4 cozimentos
B' - 3 cozimentos D' - maceração com água parada
E' - maceração em água corrente.

FIGURA 33. Composição de cor, no sistema Hunter, das porções apical e basal dos brotos do bambu *D. giganteus*, obtidos dos processamentos A', B', C', D' e E'.



Sendo: A' - 2 cozimentos
B' - 3 cozimentos
C' - 4 cozimentos
D' - Maceração em água parada
E' - Maceração em água corrente

Nota: Não houve amostra da porção basal suficiente, obtida do do processamento D' para a análise de textura.

FIGURA 34. Efeito dos processamentos A', B', C', D' e E' na textura das porções apical e basal do broto do bambu *D. giganteus*.

QUADRO 12. Avaliações organolépticas da cor, sabor e textura das porções apical e basal do broto processado do bambu *Dendrocalamus giganteus* e análise estatística.

Tratamentos	Porção apical			Porção basal		
	Cor	Sabor	Textura	Cor	Sabor	Textura
A'	$3,8^a$	$3,5^a$	$4,2^a$	$4,1^a$	$3,9^a$	$3,8^a$
B'	$3,9^a$	$3,7^a$	$4,4^a$	$3,6^a$	$3,7^a$	$3,9^a$
C'	$4,0^a$	$4,2^a$	$4,5^a$	$3,9^a$	$3,7^a$	$4,1^a$
D'	$4,2^a$	$4,1^a$	$4,3^a$	$4,0^a$	$3,7^a$	$3,9^a$
E'	$4,0^a$	$3,7^a$	$4,4^a$	$4,2^a$	$3,4^a$	$4,1^a$
DMS (5%)	0,5	0,7	0,3	0,7	0,5	0,4

Sendo: A' - 2 cozimentos
B' - 3 cozimentos
C' - 4 cozimentos
D' - maceração em água parada
E' - maceração em água corrente

Nota: 1) DMS (5%) = diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade.

2) As médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

A porção apical do broto de bambu obtido pelo processamento C' (quatro cozimentos) alcançou médias ligeiramente superiores aos demais quanto ao sabor e textura. Com exceção da porção apical obtida pelo processamento A' (dois cozimentos e duas lavagens), que obteve média correspondente ao sabor "regular - pouco característico", os demais alcançaram médias correspondentes (Figura 24) à cor "boa - razoavelmente característica", sabor "bom - razoavelmente caracteríscito" e textura "boa - razoavelmente macia".

As avaliações de cor, sabor e textura da porção basal obtida por meio dos diversos processamentos de igual maneira cor-

respondem à cor "boa - razoavelmente característica", sabor "bom - razoavelmente característico" e textura "boa - crocante". Um dos fatores para que a textura da porção apical seja macia e a da basal crocante poderia estar relacionada com o teor mais elevado de hemicelulose na porção basal em relação à apical (Quadro 6). A avaliação visual do líquido de enchimento o considerou como "límpido" e de cor amarelada.

Estudos mais detalhados poderão levar a um ajuste dos processamentos D' e E' (maceração em água) da Figura 4, o que pode ser interessante se houver, para instalação de uma fábrica, disponibilidade de água e espaço para os tanques de maceração para os brotos de bambu.

4.3. Teste Final de Aceitação dos Produtos Obtidos do Processamento C' (quatro cozimentos)

Pelos resultados dos testes e mais especificamente pelos comentários dos provadores que não detectaram o gosto amargo na porção apical do broto de bambu, obtido pelo processamento C' (Figura 4), optou-se por este para a obtenção de produto para teste de aceitação. Por simplificação, empregou-se este mesmo processamento para a obtenção da porção basal do broto para o teste em questão.

O teste de aceitação foi realizado com um total de 668 pessoas, sendo que 173 participaram da avaliação da aceitação da porção apical do broto de bambu e 495 da basal.

4.3.1. Avaliação da porção apical do broto de bambu

Das 41 famílias participantes, 65,8% delas já haviam consumido o broto de bambu de alguma maneira. A preferência foi para

o seu preparo com carne desfiada (34,1%), seguida de tortas, strogonoff e frango xadrez (14,6% cada), cuscuz (7,3%) e de saladas, risoto, refogados e bolinhos.

Segundo os resultados, 59,1% das famílias estão acostumadas a consumir esses tipos de pratos, notando-se, então, que houve certo interesse em provar o broto de bambu em pratos diferentes do cardápio usual.

De modo geral pode-se considerar que o teste foi feito em aberto, uma vez que 80,5% dos membros das famílias participantes sabiam que estavam consumindo o broto de bambu.

O broto alcançou média geral 3,1, correspondente ao "gostei" da escala hedônica utilizada. A distribuição das notas pode ser observada na Figura 35, onde 60,1% das notas corresponderam ao "gostei" e 23,7% ao "adorei", somando um total de 83,8% de aceitação ao produto contra 16,2% de rejeição.

Numa avaliação dos índices de rejeição do produto, de acordo com as diversas faixas etárias (Figura 36) observam-se os maiores índices (39,3%) na faixa 2 a 10 anos de idade, com diminuição dentro das faixas subseqüentes de maior idade.

Das 41 famílias participantes do teste de avaliação, 95,1% responderam que comprariam e consumiriam o produto.

Pelos comentários sobre o produto, a textura foi considerada como macia e boa, havendo sugestões para o uso de sal de cozinha na água de enlatamento do broto de bambu.

4.3.2. Avaliação da porção basal do broto de bambu

Do total de 132 famílias que participaram do teste, 56,8% já haviam consumido broto de bambu de algum modo. Pelos da-

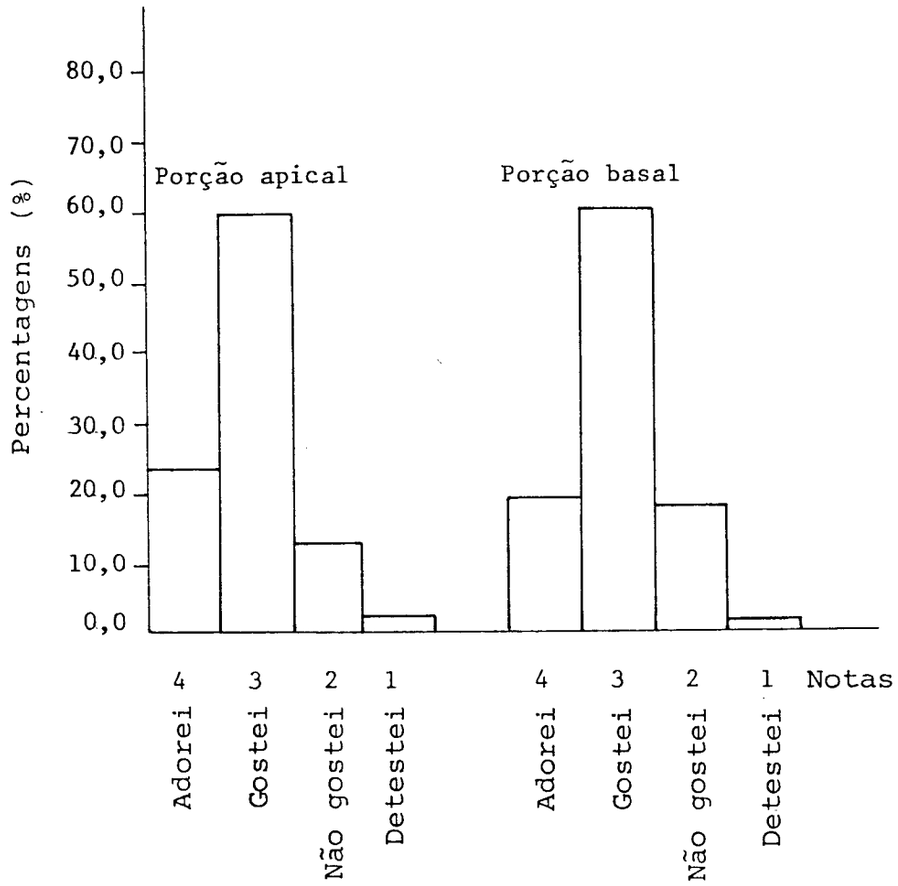
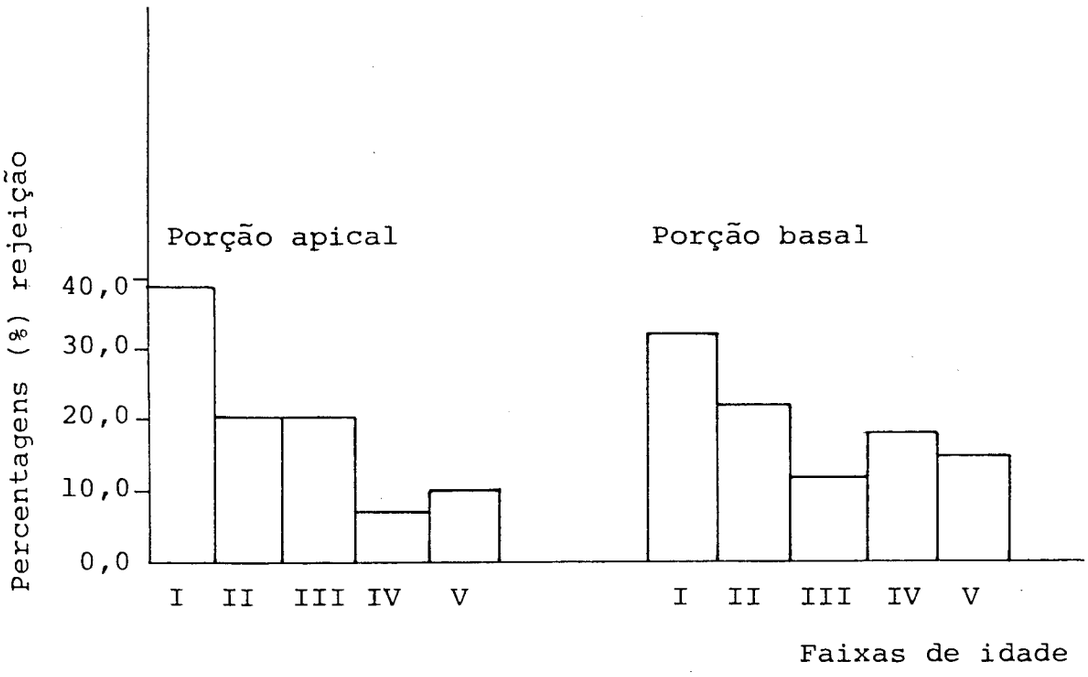


FIGURA 35. Distribuição em percentual da freqüência das notas atribuídas às porções apical e basal do broto de bambu *D. giganteus*.



Faixas de idade (anos)

I - 2 a 10

II - 11 a 20

III - 21 a 30

IV - 31 a 45

V - superior a 45

FIGURA 36. Distribuição em percentual da frequência de notas relativas à rejeição das porções apical e basal do broto do bambu *D. giganteus*, atribuídas de acordo com faixas etárias.

dos obtidos, a preferência foi para o preparo do broto de bambu com carne desfiada (30,3%), seguida de frango xadrez (24,2%), torta (15,9%), "strogonoff" (9,1%), salada de maionese (6,1%), saladas (4,5%), refogados, cuscuz, recheio de pastéis e panquecas, farofa e com molho branco. Do total das famílias, 44,7% estão acostumadas a consumir esses tipos de pratos, notando-se, assim, a exemplo do que ocorreu com o teste com a porção apical que houve interesse em variar o cardápio habitual.

O teste de aceitação foi praticamente realizado em "aberto", uma vez que 93,9% das famílias comunicaram que o produto em teste era broto de bambu.

A porção basal do broto de bambu obteve média geral igual a 3,0, correspondente ao "gostei" da escala utilizada. A distribuição das notas conferidas à porção basal (Figura 35) mostra que 60,6% corresponderam ao "gostei" e 19,4% ao "adorei", somando 83,6% para aceitação do produto, contra 16,4% de rejeição. A distribuição das percentagens de rejeição da porção basal, a exemplo da apical (Figura 36) mostra os índices mais elevados para a faixa de idade de 2 a 10 anos, com tendência de diminuir para as faixas de maior idade.

Do total das 132 famílias participantes do teste, 84,9% responderam que comprariam e consumiriam o produto. Segundo o comentário das pessoas, a textura da porção basal do broto era firme demais. Uma explicação para este comentário pode ser devido ao hábito do povo brasileiro em consumir vegetais sobrecozidos, quando apresentam textura "mole".

4.3.3. Discussão geral dos resultados dos testes de aceitação

De modo geral, obsérvou-se uma média geral de aceitação correspondente ao "gostei", tanto para a porção apical como para a

porção basal do broto de bambu. No caso de um produto novo e diferente dos que se está habituado, como é o caso do bambu, considera-se que esses resultados são bastante satisfatórios, apesar das elevadas percentagens de pessoas que já consumiram o bambu, uma vez que grande parte delas deve tê-lo feito em restaurantes do tipo oriental. A diversidade dos tipos de pratos preparados sugere que o bambu pode ser usado como alternativo do palmito, como um vegetal qualquer ou como ele próprio em diversas receitas.

Observou-se, também, pelos comentários dos provadores, que o termo "adorei", empregado na escala hedônica, é muito marcante para ser usado por adultos e, principalmente, para a avaliação de um alimento, sugerindo-se sua substituição por "gostei muito", por exemplo.

Outro ponto interessante foi quanto aos índices de rejeição, onde se notou uma tendência de diminuição, de acordo com o aumento de idade das diversas faixas etárias, quando as pessoas já estão mais acostumadas a diversificar diferentes tipos de alimentos.

Das 173 famílias que participaram do teste, o fato de 90,0% delas responderem afirmativamente quanto à compra e consumo das porções apical e basal do broto de bambu sugere que o produto pode apresentar boas perspectivas para uso como um novo vegetal processado.

V. CONCLUSÕES

Nas condições de nossa pesquisa concluimos que:

1. As porções apical e basal apresentam teor de umidade ao redor de 90%, a exemplo dos palmitos de diversas espécies e variações sem maior significado quanto aos teores de proteína, matéria graxa, fibras e amido.

2. O broto de bambu apresenta elevadas concentrações de ácido cianídrico, as quais são mais elevadas na porção apical do que na basal. Cuidados especiais devem ser tomados durante as operações de cozimento ou maceração em água e tratamento térmico (esterilização ou pasteurização) para a eliminação deste composto.

3. Foram observadas largas variações dos teores de ácido cianídrico entre os brotos de bambu colhidos nas safras de 1984 e 1986.

4. Pelos resultados de análises, o broto de bambu não apresenta, nas suas duas porções, maior significado como fonte de aminoácidos e minerais, exceção feita ao potássio, bem como apresenta valor calórico baixo.

5. Nos brotos de bambu analisados não foi constatada qualitativamente a atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase, o que não significa que por mudanças fisiológicas de plantas estas não possam ocorrer, uma vez que as plantas de bambu não são geneticamente selecionadas.

6. Observou-se que os níveis iniciais de HCN estão relacionados com os pontos críticos do processamento que são as operações de cozimento ou macerações e tratamento térmico, que são intimamen

te relacionados com os teores residuais de ácido cianídrico, cor, textura e sabor do produto final.

7. A operação de pré-cozimento poderá ser excluída dos fluxogramas de processamento visando à economia do processo.

8. O processamento, que inclui a maceração em água, parada ou corrente, após aprimoramento, pode ser interessante caso haja, para instalação de uma fábrica, boa disponibilidade de tanques e de água, bem como merece atenção a pesquisa de cozimentos com alimentação contínua de água.

9. Não foram constatadas, pela análise organoléptica, diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade entre os produtos obtidos dentro de cada grupo que envolvia diversos processamentos. Contudo, os produtos dos processamentos que incluíram 4 cozimentos e lavagens da porção apical e 3 cozimentos e lavagens da porção basal do broto de bambu alcançaram as maiores médias quanto ao sabor e textura.

10. A textura da porção apical se caracteriza por ser macia e a da porção basal por ser firme e crocante.

11. Após um mês de estocagem observou-se o aparecimento de cristais amarelo-alaranjados nos brotos de bambu, com teores residuais de ácido cianídrico iguais ou superiores a 63,5mg/kg de ácido cianídrico.

12. Pelo teste preliminar de aceitação, verificou-se que tanto as porções apical como à basal do broto de bambu foram bem aceitas como um produto alternativo do palmito ou como um novo vegetal a ser oferecido.

13. Observou-se que com teores residuais de HCN iguais ou inferiores a 41mg/kg não foi detectado pela equipe de provadores gosto amargo no broto de bambu processado.

14. No teste de aceitação, tanto a porção apical como a basal do broto de bambu alcançaram o "gostei" da escala hedônica e apresentaram índice de aceitação ao redor de 84%, quando provados por 668 pessoas sob a forma de diferentes pratos.

15. Em média, 90% das famílias participantes do teste de aceitação responderam que comprariam e consumiriam o broto de bambu.

16. Pelos resultados obtidos, parece que é viável o emprego do broto de bambu como um produto alternativo do palmito (já em vias de extinção) ou como um novo alimento vegetal a fazer parte da mesa do povo brasileiro.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. ALI, O.M. Research and development on the production and utilization of bamboo in Bangaladesh p:8-14. Proceedings of the Congress Group 5-3A. Production and Utilization of Bamboo and Related Species. XVII IUFRO World Congress. Kyoto, Japan - September 6-17, 1981.

2. AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M. & ROESSLER, E.B. Principles of Sensory Evaluation. Academic Press, N.Y., 602p., 1965.

3. AOCS. American Oil Chemists Society. Tentative and Official Methods of Analysis. Illinois, 1974.

4. AZZINI, A. Aspectos agronômicos da produção do bambu industrial. Seminário ABCP - Indústria de Papéis Santo Amaro, Salvador, BA, p.87-94, 28 a 30 de maio de 1980.

5. BHODTHIPUKS, P. Bamboo plantation in Thailand, p:165-168. Proceedings of the Congress Group 5-3A. Production and Utilization of Bamboo and Related Species. XVII IUFRO - World Congress. Kyoto - Japan, September 6-17, 1981.

6. CAMPOS, S.D.S.; PASCHOALINO, J.E. & CIAMPI, C.M.S. Influência do tempo de cozimento na textura do palmito. Boletim do ITAL, Campinas, 57:141-157, 1978.

7. CASTRO, J.B. Suplemento Agrícola - O Estado de São Paulo de 13 de fevereiro de 1980.

8. COCHRAN, W.G. & COX, G.M. Diseños Experimentales. Editorial Trillas, Mexico, 661p., 1971 (Tradução a cargo do Centro de Estatística y Cálculo del Colegio de Posgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, Mexico).

9. DIEMAIR, W. Laboratoriumbusch für den Lebensmitelchemiker, 8ª. ed., Verlag Von Theodor Steinkopt, Dresden-Leipzing, 804p., 1963.

10. DOMINGUES, J.B. & IONEDA, T. Broto de bambu, seu valor nutritivo. Anais da Faculdade de Farmácia e Odontologia da Universidade de São Paulo. 12:131-138, 1954.

11. FERREIRA, V.L.P. Princípios e Aplicações de Colorimetria em Alimentos. Instruções Técnicas nº 19, 85p., 1981.

12. FERREIRA, V.L.P.; BOVI, M.L.A.; DRAETTA, I.S.; PASCHOALINO, J. E. & SHIROSE, I. Estudo do palmito do híbrido das palmeiras *Euterpe edulis* Mart. (Juçara) e *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí). I. Avaliações físicas, organolépticas e bioquímicas. Coletânea do ITAL, Campinas, 12:27-42, 1981/1982.

13. FERREIRA, V.L.P.; GRANER, M.; BOVI, M.L.A.; FIGUEIREDO, I.B.; ANGELUCCI, E. & YOKOMIZO, Y. Comparação entre os palmitos das palmeiras *Guilielma gasipaes* Bailey (pupunha) e *Euterpe edulis* Mart. (juçara). II. Avaliações físicas e químicas. Coletânea do ITAL, Campinas, 12:273-282, 1981/1982.

14. FERREIRA, V.L.P.; AZZINI, A.; FIGUEIREDO, I.B.; SALGADO, L.A. & BARBIERI, M.K. Avaliação do broto de bambu para alimentação humana. Coletânea do ITAL, Campinas, 16:23-36, 1986.

15. GOMES, J.L. Desvio de bilhões no golpe do pamito. O Estado de São Paulo de 15 de dezembro de 1983.

16. HORWITZ, W. (ed.). Official Methods of Analysis. The Association of Official Agricultural Chemists 12º ed., Washington D.C. Association of Official Agricultural Chemists (AOAC), 1094p., 1975.

17. HORWITZ, W. (ed.). Official Methods of Analysis. The Association of Official Agricultural Chemists 12º ed., Washington D.C. Association of Official Agricultural Chemists (AOAC), 1018p. 1980.

18. JAPAN EXTERNAL TRADE ORGANIZATION - JETRO. Standards Information Service - JAS - Japanese Agricultural Standard for Canned and Bottled Vegetables. SIS-5, 2-5 Toranomon 2-Chome Minatoku, Tokyo 105, 120p., March, 1983.

19. JAPAN EXTERNAL TRADE ORGANIZATION - JETRO. Access to Japan's Import Market. Canned Vegetables nº 43, 2-5 Toranomon 2-Chome Minatoku, Tokyo 105, Japan, 1984.

20. KAWASE, K. Distribution and utility value of Sasa bamboo. p.:92-97. Proceedings of the Congress Group 5-3A. Production and Utilization of Bamboo and Related Species XVII IUFRO - World Congress Kyoto, Japan, September 6-17, 1981.

21. KIANG, T. & TAI, K.Y. Specialized bamboo production areas. A new program that integrates farming and marketing operations. p:120-124. Proceedings of the Congress Group 5-3A. Production and Utilization of Bamboo and Related Species XVII IUFRO - World Congress. Kyoto, Japan, September 6-17, 1981.

22. KOZUKUE, E. & KOZUKUE, N. Lipid content and fatty acid composition in bamboo shoots. Journal of Food Science, 46:751--755, 1981.

23. KOZUKUE, E.; KOZUKUE, N. & KUROSAKI, T. Organic acid, sugar and aminoacid composition of bamboo shoots. Journal of Food Science, 48:935-938, 1983.

24. MAEKAWA, E. Isolation and fractionation of water-soluble polysaccharides from bamboo shoot. Agr. Biol. Chem. 39(12):2281--2289, 1975.

25. MAEKAWA, E. The structures of water-soluble polysaccharides isolated from bamboo shoot. Agr. Biol. Chem., 39(12):2291--2296, 1975.

26. MC CLURE, F.A. The Bamboos a Fresh Perspective. Havard University Press, Cambridge, Massachussets, 347p., 1966.

27. MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES. Departamento de Promoção Comercial - Divisão de Informação Comercial. Boletim de Informação de Mercado - Japão, Tokio nº de série 680/023/85. Assunto: Broto de Bambu, 26.02.85.

28. MORAES, M.A.C. Métodos para Avaliação Sensorial de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 87p., 1978.

29. NATIONAL CANNERS ASSOCIATION. Laboratory Manual for Food Canners and Processors. 3ª ed., AVI, Westport. V2. 441p., 1968.

30. NELSON, N. Photometric adaptation of the Somogye Method for the determination of glicose. J.B.C. 153:375, 1944.

31. OCHI, M. A distribuição de alimentos enlatados no Japão e a tendência dos consumidores. Seminário de Exportação de Alimentos Brasileiros ao Japão. JETRO. Japan Trade Center, S.P., 15p., fev., 1985.

32. PERKIN-ELMER. Analytical Methods in Atomic Absorption Spectrophotometry, Nowalk. The Perkin-Elmer, 1976.

33. PIMENTEL, G.F. Curso de Estatística Experimental, 4ª. ed., Livraria Nobel S.A., São Paulo, 430p., 1970.

34. STUMBO, C.R. Thermo Bacteriology in Food Processing. 2ª. ed., Academic Press, Inc. NY, London, 329p., 1973.

35. SUSUZI, M. 3,4-Dihydroxybenzaldehyde-D-glucoside, the irritant substance of Konnyaku. Journal of Food Science, 45:1075--1077, 1980.

36. TSM SYSTEM. Technicon Sequential Multi-Sample Analysis. Technical Publication nº TA 1-0233-00. Technicon Industrial System. A Division of Technicon Instruments Corporation. Torrytown, New York 10591.

37. UCHIMURA, E. Site condition of growth and methods of multiplication of bamboo p:23-26. Proceedings of the Congress Group 5-3A. Production and Utilization of Bamboo and Related Species. XVII IUFRO - World Congress, Kyoto, Japan, September 6-17, 1981.

38. UEDA, K. Culture of bamboo as industrial raw material. Bulletin of Japan's Tecnology, nº 2/68, 22p., 1968.

39. UEDA, K. Bamboo industry in Japan, present and future. p:2-7. Proceedings of the Congress Group 5-3A. Production and Utilization of Bamboo and Related Species. XVII IUFRO World Congress Kyoto, Japan, September, 6-17, 1981.

40. VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analyses of fibrous feeds. I Preparation of fiber residues of low nitrogen content. J. AOAC, 46(5):825-835, 1963.

41. YASSU, F. Bambu. Suplemento Agrícola. O Estado de São Paulo de 9 de novembro de 1983.

42. ZAPATA, M.M. & QUAST, D. Curvas de titulação do palmito-doce (*Euterpe edulis* Mart.). Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, 6(1):167-187, 1975.

43. WHITAKER, J.R. & BERNHARDT, R.A. Experiments for an Introduction to Enzymology. Deptº of Food Sci. and Technology, University of California, Davis. The Whiber Press, Davis, 103p., 1972.

44. WINDHOLZ, M. (ed.). The Merck Index. Merck & Co., Inc. 9th ed. Rahuay - N.J.-USA, p:632, 1976.

45. WU, S.C. Research and development of the production and utilization of bamboo in Taiwan, R.O.C. p:45-50. Proceedings of the Congress Group 5-3A. Production and Utilization of Bam

boo and Related Species XVII IUFRO - World Congress, Kyoto Japan, September 6-17, 1981.

46. WU, C.M.; LIU, W.L. & CHEN, C.C. The identification of taxiphyllin in *Dendrocalamus latiflorus* Munro and its heat degradation products. Instrumental Analysis of Foods, Vl, Academic Press, Inc., USA, p:303-314, 1983.