

Métodos de análises químicas de polpa fresca da maçã





Governador do Estado
João Raimundo Colombo

Vice-Governador do Estado
Eduardo Pinho Moreira

Secretário de Estado da Agricultura e da Pesca
João Rodrigues

Presidente da Epagri
Luiz Ademir Hessmann

Diretores

Ditmar Alfonso Zimath
Extensão Rural

Luiz Antonio Palladini
Ciência, Tecnologia e Inovação

Paulo Roberto Lisboa Arruda
Administração e Finanças

Eduardo Medeiros Piazero
Desenvolvimento Institucional



ISSN 0100-8986
Maio/2013

DOCUMENTOS Nº 241

Métodos de análises químicas de polpa fresca de maçã



Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
Florianópolis
2013

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Rodovia Admar Gonzaga, 1347, Itacorubi, Caixa Postal 502
88034-901 Florianópolis, SC, Brasil
Fone: (48) 3665-5000, fax: (48) 3665-5010
Site: www.epagri.sc.gov.br

Editado pela Gerência de Marketing e Comunicação (GMC).

Assessoria técnico-científica: Milton da Veiga – Epagri/EECN
Francisco C. Deschamps – Epagri/EEI
Evandro Spagnollo – Epagri/Cedap

Revisão: Abel Viana
Revisão final: João Batista Leonel Ghizoni
Diagramação e arte-final: Victor Berretta

Primeira edição: maio de 2013
Tiragem: 600 exemplares
Impressão: Dioesc

É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica

Schweitzer, B.; Suzuki, A. **Métodos de análises químicas de polpa fresca de maçã**. Florianópolis: Epagri, 2013. 23p. (Epagri. Documentos, 241).

Análise laboratorial; ensaio químico; análise química de frutas; teor de nutrientes.

ISSN 0100-8986



AUTORES

Bianca Schweitzer é Mestre em Química, responsável pelo Laboratório de Ensaio Químico da Epagri/Estação Experimental de Caçador, localizada na Rua Abílio Franco, 1500 – Caixa Postal 591, 89500-000, Caçador, SC. Contatos pelos telefones (49) 3561-2034, (49) 3561-2010 (fax) e pelo e-mail: biancaschweitzer@epagri.sc.gov.br.

Atsuo Suzuki é engenheiro-agrônomo, Mestre em Solos e Nutrição de Plantas e pesquisador da Epagri/Estação Experimental de Caçador. Contatos pelos telefones: (49) 3561-2006, (49) 3561-2010 (fax) e pelo e-mail: suzuki@epagri.sc.gov.br.

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho vem registrar e divulgar os métodos de análise de polpa fresca de maçã aplicados no Laboratório de Ensaio Químico da Epagri/Estação Experimental de Caçador.

São abordados os processos envolvidos desde a amostragem, realizada pelos próprios produtores, passando pela rotina do Laboratório, da limpeza de vidrarias e da pesagem de frutos, até as análises químicas complexas conduzidas nos mais diversos equipamentos e com variados métodos. São analisados os teores minerais dos frutos para que se possam ser avaliadas as condições nutricionais e, principalmente, o potencial de conservação em câmaras frias, o que está relacionado com o teor de nutrientes da polpa fresca da maçã no estágio de pré-colheita. Essas análises são realizadas para auxiliar a cadeia produtora a prever e evitar alguns distúrbios fisiológicos oriundos do desequilíbrio nutricional dos frutos e, por consequência, reduzir as perdas no processo de armazenagem.

Esta é mais uma prestação de serviços que a Epagri disponibiliza para o setor produtivo de maçã no estado de Santa Catarina, que se caracteriza pela organização e profissionalização, sendo destaque entre as cadeias produtivas de frutas no Brasil.

A Diretoria Executiva

SUMÁRIO

Introdução	9
1 O Laboratório de Ensaio Químico da Estação Experimental de Caçador.....	11
1.1 Estrutura do laboratório	11
1.2 Amostragem	11
1.3 Recepção das amostras	12
1.4 Limpeza das vidrarias	12
1.5 Preparo das amostras	13
1.5.1 Contagem e pesagem dos frutos	13
1.5.2 Corte, trituração e pesagem das amostras para solubilização	13
2 Metodologia química	15
2.1 Solubilização sulfúrica para determinação de nitrogênio.....	15
2.2 Destilação do nitrogênio – Método Semi-micro Kjeldahl	16
2.3 Solubilização sulfúrica com peróxido de hidrogênio para determinação de macronutrientes (P, Mg, Ca, K)	17
2.4 Quantificação do fósforo – Espectrometria UV-VIS com amarelo de vanadato	18
2.5 Cálcio, magnésio e potássio – Espectrometria por absorção atômica	19
Referências	22

Introdução

Entre as frutas de clima temperado cultivadas no Brasil, a maçã ganha destaque pela expansão em área plantada e em volume de produção alcançada nos últimos 20 anos. De um total de 931ha em 1972, a área plantada passou para 18.041ha em 1980 e mais de 32.500ha em 2002, mostrando um incremento médio de aproximadamente 500ha/ano nesse período (Epagri, 2012). Com esse crescente aumento na cadeia produtiva, atualmente o Brasil apresenta perspectiva favorável também para exportação do fruto e para produção e exportação de suco concentrado de maçã, entre outros derivados (Rizzon et al., 2005). Em 2012, foram exportadas 39 mil toneladas, representando um crescimento de 15,5%, enquanto as importações caíram 17,6% em comparação com igual período de 2011 (Epagri, 2012).

Atualmente, a produção anual de frutas no Brasil ultrapassa 34 milhões de toneladas, correspondendo a 7,5% da produção total (Coan, 2006; Ferraz et al., 2002), o que posiciona o País como o terceiro maior produtor de frutas no mundo. A maior parte da produção de frutos é voltada para o mercado *in natura*, no qual, em geral, os produtores conseguem maior retorno econômico, vendendo os excedentes para a indústria a um preço menor.

Na grande variedade de frutos disponíveis, a maçã é uma fruta muito apreciada pelo mercado em razão de sua característica sensorial e disponibilidade comercial durante todo o ano por ser uma fruta que se conserva bem por períodos longos.

Hoje, o setor produtivo da maçã no estado de Santa Catarina caracteriza-se pela organização e profissionalização, sendo destaque entre as cadeias produtivas de frutas no Estado. Do total de maçãs produzidas, cerca de 85% são consumidos *in natura* e apenas 15% são industrializadas. Em relação aos cultivares, mais de 95% dos pomares brasileiros são formados principalmente pelos cultivares Gala (incluindo suas mutações Royal Gala e Imperial Gala) e Fuji (entre as quais Fuji Suprema e Kiko); em seguida, vem a Golden Delicious. Todos esses cultivares são indicados para a elaboração de suco (Rizzon et al., 2005).

A partir do momento da colheita, e comumente antes mesmo, iniciam-se os cuidados de pós-colheita e preparação para consumo ou armazenagem dos frutos para consumo posterior, na entressafra. Segundo Chitarra & Chitarra (1990), as perdas pós-colheita de frutas e hortaliças podem ser classificadas em diversos tipos, quais sejam: a) quantitativas, que correspondem à redução do peso pela perda de água ou matéria seca, ou, ainda, pelo manuseio inadequado do produto; b) qualitativas, que ocorrem em características sensoriais, como sabor ou aroma, ocasionando deterioração na textura e aparência; c) nutricionais, através de redução no teor de vitaminas, proteínas, lipídios e minerais, que podem acarretar outros danos aos produtos, como o “bitter pit”, que é um distúrbio fisiológico verificado em todas as áreas de produção de maçãs do mundo, associado ao baixo conteúdo de cálcio (Ca) e a elevados teores de magnésio (Mg), potássio (K) e nitrogênio (N) nos frutos

(Amarante et al., 2006; Argenta & Suzuki, 1994). Assim, um adequado suprimento de Ca em maçãs retarda a maturação (Poovaiah et al., 1988) e reduz a incidência de doenças e de diversos distúrbios fisiológicos pós-colheita, especialmente o “bitter pit” (Meheriuk et al., 1994). Não somente a deficiência de Ca, mas também elevados teores de Mg, K e N estão associados ao desenvolvimento de “bitter pit” nos frutos (Argenta & Suzuki, 1994).

Dessa forma, é imprescindível determinar a concentração correta desses nutrientes para poder avaliar as condições nutricionais dos frutos e, principalmente, o potencial de conservação em câmaras frias, o que está relacionado com o teor de nutrientes e suas relações na polpa fresca da fruta no estágio de pré-colheita.

1 O Laboratório de Ensaio Químico da Estação Experimental de Caçador

1.1 Estrutura do laboratório

A Figura 1 representa o fluxo do procedimento analítico no Laboratório de Ensaio Químico da Estação Experimental de Caçador, desde o preparo das amostras até os procedimentos analíticos propriamente ditos.

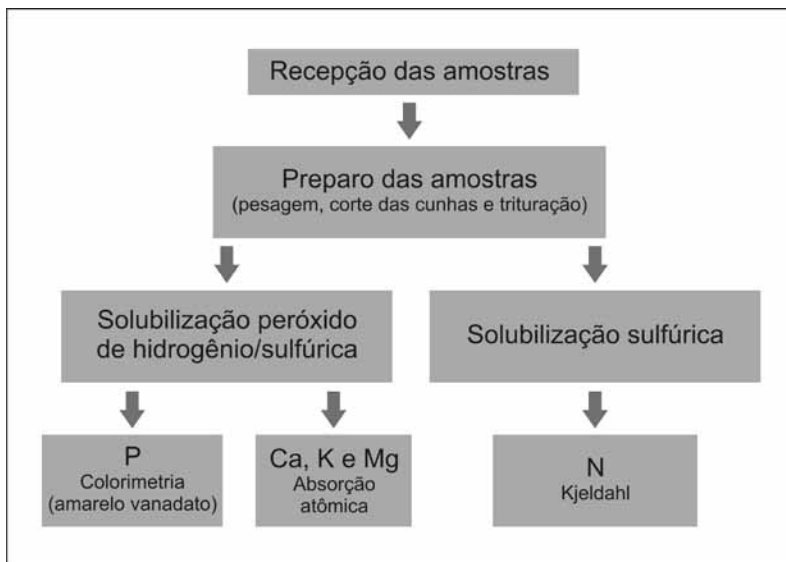


Figura 1. Representação esquemática das atividades do Laboratório de Ensaio Químico de Caçador

Ressalta-se que o valor da análise dos frutos para diagnose e monitoramento do estado nutricional depende, além da determinação analítica, da adoção de metodologias sistematizadas de amostragem e do preparo das amostras. Sendo assim, esse tópico será brevemente discutido neste trabalho, apesar de não fazerem parte da rotina do laboratório.

1.2 Amostragem

Todo o resultado das análises nutricionais depende de uma boa amostragem, ou seja, da coleta de amostras representativas, para responder efetivamente às necessidades e ao correto encaminhamento para o laboratório. Esse cuidado deve ser rigorosamente observado e respeitado, uma vez que pode acarretar erros na

interpretação dos resultados analíticos e na identificação das limitações nutricionais.

Para a análise dos teores de minerais na polpa fresca de maçã, recomenda-se colher frutos de calibre médio, sadios e sem danos. Para cada amostra, deve-se coletar aproximadamente 20 frutos aleatoriamente na parte mediana das plantas. O período de coleta é de 15 a 20 dias antes do ponto de colheita comercial (Suzuki & Argenta, 1994). Os frutos devem ser acondicionados em saco plástico, identificados e encaminhados para o laboratório. Durante a amostragem no campo, o produtor deve ter o cuidado de coletar os frutos respeitando o prazo de carência da aplicação do último tratamento químico. Após a amostragem, os frutos não devem ficar expostos ao sol, e imediatamente devem ser encaminhados ao laboratório.

1.3 Recepção das amostras

As amostras podem ser entregues diretamente no Laboratório ou enviadas pelo correio. Ao chegarem ao Laboratório, as amostras são imediatamente ordenadas e, em seguida, rigorosamente identificadas por meio de protocolo e etiquetas com o número de laboratório.

A Figura 2 apresenta o modelo da ficha de protocolo que é preenchida quando do recebimento da amostra.

EPAGRI – E.E.Cd – Laboratório de Ensaio Químico	
Data: ____/____/____	Nº laboratório: _____
Nome do produtor/pesquisador: _____	
Endereço: _____	
Telefone: () _____	Fax: () _____
E-mail: _____	
CPF/CNPJ: _____	
Cultura/variedade: _____	
Quantidade de amostras: _____	
Identificação do produtor/pesquisador: _____	

Figura 2. Modelo de formulário preenchido no recebimento das amostras do Laboratório de Ensaio Químico

1.4 Limpeza das vidrarias

As determinações realizadas no Laboratório de Ensaio Químico são de alta sensibilidade, uma vez que são determinadas concentrações da ordem de mg/kg. Assim, qualquer traço de impureza ou contaminação nas vidrarias, reagentes e equipamentos empregados no laboratório durante as análises, podem representar

um grande erro experimental na determinação da concentração correta dos nutrientes contidos nas amostras.

Dessa forma, alguns procedimentos devem ser adotados para evitar contaminações, que podem invalidar o resultado e ocasionar perda da amostra. Os seguintes procedimentos são utilizados na lavagem de vidraria:

- Lavar com água corrente, escovando por dentro e por fora, e enxaguar duas vezes com água corrente abundante;
- Levar à estufa para secagem a 60°C;
- Após os vidros secos, adicionar solução de detergente para vidrarias de laboratório, Nochromix;
- Lavar várias vezes com água destilada;
- Enxaguar abundantemente com água desionizada;
- Levar novamente à estufa para secagem a 60°C.

1.5 Preparo das amostras

1.5.1 Contagem e pesagem dos frutos

Assim que as amostras chegam ao Laboratório, primeiramente são ordenadas de acordo com a sequência estipulada pelo produtor e, posteriormente, catalogadas com a numeração do Laboratório.

Em seguida, os frutos são contados e pesados por amostra, para posteriormente se determinar o peso médio dos frutos. Esse procedimento é necessário para fazer a correlação entre os valores nutricionais e o tamanho médio dos frutos.

1.5.2 Corte, trituração e pesagem das amostras para solubilização

O método empregado no corte das amostras de polpa de maçãs para a análise nutricional consiste na retirada de uma fatia longitudinal, na forma de cunha (menos o pedúnculo, que é a parte central do carpelo, e a semente), com espessura de aproximadamente 1cm (Figura 3), contendo tecidos de casca e polpa. Essa fatia deve ter a espessura aproximada de 1cm. Tal cuidado é necessário porque o Ca apresenta grande variação de teor dentro do próprio fruto e, considerando-se uma seção radial do fruto, é superior na casca e no centro e inferior no córtex, e os menores teores são encontrados no córtex exterior do fruto (Terblanche et al., 1979). Existe, ainda, um gradiente longitudinal, em que o teor de Ca diminui da região do pedúnculo para a região do cálice (Amarante et al., 2011).

Após o corte das fatias dos frutos (aproximadamente 15 frutos por amostra), procede-se à trituração das amostras. A trituração é feita em triturador simples de

uso em cozinha, e deve ser feita de forma a homogeneizar totalmente a amostra e formar uma espécie de papa com a polpa dos frutos.

Em seguida, as amostras são conduzidas para pesagem, para cada uma das solubilizações, feitas com pipetadores automáticos. Como é muito difícil pesar exatamente a massa da papa de maçã, o peso de cada amostra, para cada solubilização, é devidamente anotado para posterior realização dos cálculos da quantidade de nutrientes na massa da amostra pesada.



Figura 3. Corte da maçã em cunha para realização da análise química

2 Metodologia química

2.1 Solubilização sulfúrica para determinação de nitrogênio

A técnica baseia-se na oxidação da matéria orgânica presente na polpa, transformando o nitrogênio orgânico em mineral, através da ação de peróxido de hidrogênio e de catalisadores a quente. A solubilização sulfúrica (H_2SO_4 + catalisadores) transforma as proteínas e aminoácidos em N-NH_4^+ , que é destilado e complexado com ácido bórico como indicador misto, e titulado com solução padronizada de H_2SO_4 diluído. Esse método de solubilização foi desenvolvido em 1883 por Johan Kjeldahl, tornando-se um método de referência para determinação do teor de nitrogênio (Labconq, 2005). O método consiste de uma completa digestão das amostras em ácido sulfúrico concentrado com catalisadores, em alta temperatura. Outros aditivos podem ser introduzidos durante a digestão, de maneira a aumentar o ponto de ebulição do ácido sulfúrico.

a) Materiais e equipamentos:

- capela de exaustão;
- balança analítica;
- bloco digestor para 15 tubos de digestão;
- destilador Semi-micro Kjeldahl.

b) Reagentes e soluções:

- H_2SO_4 concentrado;
- H_2O_2 30%;
- Mistura catalítica:
 - 100 partes de sulfato de potássio (K_2SO_4),
 - 10 partes sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$),
 - 1 parte de selênio elementar.

Deve-se misturar bem e levar a mistura à estufa a 60°C por aproximadamente 30 minutos, ou até a solução clarear.

c) Procedimento experimental:

- Pesar aproximadamente 5g de polpa triturada de cada amostra, dentro de tubos para digestão macro, e anotar o peso para cálculo de concentração;
- Adicionar 1g da mistura catalítica;
- Adicionar 5ml de H_2O_2 ;
- Adicionar 5L de H_2SO_4 concentrado;
- Colocar os tubos no bloco digestor, aumentando a temperatura gradativamente até cerca de 335°C . Deixar por uma hora ou mais, até a completa digestão da matéria orgânica, caracterizada pela formação de um líquido incolor ou levemente esverdeado;

- Durante a digestão, colocar pequenos funis sobre a boca do tubo digestor a fim de evitar a secagem do extrato;
- Deixar esfriar;
- Determinar o teor de nitrogênio pelo processo de destilação do Método Semi-micro Kjeldahl.

2.2 Destilação do Nitrogênio – Método Semi-micro Kjeldahl

a) Reagentes e soluções:

- Ácido bórico a 20g/L;
- 200g de H_3BO_3 ;
- Dissolver em 1,5L de H_2O destilada, agitando até dissolver completamente o sal;
- Reservadamente, pesar 0,198g de verde bromocresol e 0,132g de vermelho de metila. Dissolver a mistura em 200ml de álcool etílico. Deixar sob agitação constante por alguns minutos;
- Adicionar à mistura os 200g de ácido bórico pesado e dissolvido, acrescentando 1,5L de álcool etílico;
- Completar o volume para 10L com H_2O destilada;
- Solução estoque de H_2SO_4 : transferir uma ampola de Tritisol® de H_2SO_4 concentrado (98%) para balão volumétrico de 1L, completando o volume com água desionizada;
- NaOH 5N: Dissolver 1kg de NaOH em 5L de água desionizada;
- Álcool etílico 99°.

b) Procedimento experimental:

- Ao extrato digerido contido no tubo de digestão, obtido no item 2.1, letra c, são acrescidos 50ml de água desionizada, devendo-se acoplá-lo no destilador Semi-micro Kjeldahl (Figura 4, extremidade esquerda, com solução transparente);
- Conectar na extremidade do condensador do destilador um erlemeyer de 250ml contendo 10ml de solução de H_3BO_3 20g/L com a mistura de indicadores (Figura 4, com solução laranja para destacar);
- Adicionar gradativamente ao extrato 10ml de NaOH 5N, o que, em consequência da mudança de pH, liberará o nitrogênio que estava na forma de sulfato de amônia (NH_4SO_4) para amônio (NH_4^+), que é volátil. Durante esse processo o amônio é condensado por resfriamento e fixado pela solução de H_3BO_3 + indicadores;
- A destilação deve ocorrer até atingir um volume aproximado de 50ml;
- Retirar o erlemeyer e titular com H_2SO_4 0,05N até o ponto de viragem, caracterizado pela mudança na coloração da solução, que adquire a cor rosa.



Figura 4. Equipamentos utilizados para a destilação do nitrogênio

Uma prova em branco deve ser analisada conjuntamente com as amostras.

c) Cálculos para quantificação do nitrogênio:

$$N = V \text{ H}_2\text{SO}_4 \frac{*700}{\text{Peso}} = \text{mg/kg}$$

No cálculo proposto acima, $V \text{ H}_2\text{SO}_4$ corresponde ao volume de ácido necessário até o ponto de viragem.

2.3 Solubilização sulfúrica com peróxido de hidrogênio para determinação de macronutrientes (P, Mg, Ca, K)

As amostras são solubilizadas com peróxido de hidrogênio (30%) e ácido sulfúrico (98%) para a quantificação dos macronutrientes fósforo (P), magnésio (Mg), cálcio (Ca) e potássio (K). Essa metodologia foi adaptada, para a análise de polpa fresca do fruto de macieira, da metodologia descrita por Tedesco et al. (1982).

a) Materiais e equipamentos:

- capela de exaustão;
- balança analítica;
- bloco digestor para 40 tubos de digestão;
- espectrofotômetro UV-VIS;

- espectrômetro de absorção atômica;
- lâmpada de cátodo oco de Ca, K e Mg.

b) Reagentes e soluções:

- H_2SO_4 concentrado;
- H_2O_2 30%.

c) Procedimento experimental

- Pesar aproximadamente 5g de polpa triturada em tubos para digestão de 50ml, fazendo anotações para cálculo de concentração;
- Adicionar 3ml de H_2O_2 30%;
- Adicionar 1,5ml de H_2SO_4 concentrado;
- Levar os tubos ao bloco digestor por 1 hora ou mais, aumentando a temperatura gradativamente até cerca de 220°C ;
- Permanecer nessa temperatura até o extrato apresentar cor transparente e translúcida;
- Quando necessário, um excedente de peróxido de hidrogênio pode ser adicionado lenta e gradativamente (0,5ml por adição) até o clareamento do extrato;
- Deixar esfriar;
- Completar o volume para 50ml com água desionizada.

2.4 Quantificação do fósforo – Espectrometria UV-VIS com amarelo de vanadato

O ânion H_2PO_4^- reage com molibdato (MoO_4^{2-}) e vanadato (VO_3^{2-}) em meio ácido, formando um complexo heteropoliácido de coloração amarela, que absorve luz na região de 420nm.

a) Reagentes e soluções:

- H_2SO_4 concentrado;
- $(\text{NH}_4)_6\text{MoO}_{24}$;
- $(\text{NH}_4)_2\text{VO}_3$;
- Curva analítica de P – preparar solução de P, contendo 0, 4, 8 e 12ppm em ácido sulfúrico H_2SO_4 0,2mol/L;
- Solução de molibdato $^{50}\text{g/L}$:
 - Dissolver 50g de $(\text{NH}_4)_6\text{MoO}_{24}$ em 800ml de água desionizada quente
 - Deixar esfriar
 - Completar o volume para 1L com água desionizada;
- Solução de vanadato 2,5g/L:
 - Dissolver 2,5g de $(\text{NH}_4)_2\text{VO}_3$ em 500ml de água desionizada quente;

- Adicionar 350ml de HNO_3 65%;
- Deixar esfriar;
- Completar o volume para 1L com água desionizada;
- Manter as soluções em geladeira.

As soluções de molibdato e vanadato devem ser misturadas em partes iguais, mas apenas na hora do uso.

b) Procedimento experimental:

- Pipetar 5ml do extrato da solubilização peróxido de hidrogênio/sulfúrica;
- Adicionar 5ml de água desionizada;
- Adicionar 4ml da mistura dos reagentes molibdato e vanadato;
- Deixar reagir por aproximadamente 1 hora;
- Com auxílio de um espectrômetro a 420nm (Figura 5), efetuar a leitura do fósforo no extrato solubilizado após a construção da curva analítica.

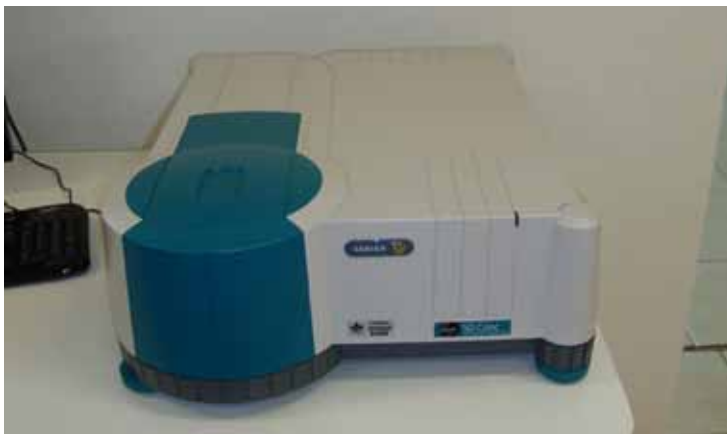


Figura 5. Espectrofotômetro de UV-VIS

c) Cálculos para quantificação do fósforo:

$$P = \frac{\text{Valor de leitura} \times 140}{\text{Peso}} = \text{mg/kg}$$

2.5 Cálcio, magnésio e potássio – Espectrometria por absorção atômica

A técnica de espectrometria de absorção atômica (EAA) é sensível para a determinação quantitativa de mais de 60 elementos metálicos e metaloides (Holler

at al., 2009). Nesse método, a solução-amostra é aspirada e nebulizada em uma chama com a mistura ar-acetileno e convertida em vapor atômico. Alguns dos átomos serão termicamente excitados pela chama, mas a maioria deles permanecerá em seu estado fundamental. Para serem excitados, esses átomos precisam absorver radiação específica, proveniente de uma lâmpada de cátodo oco que emite radiação na chama no mesmo comprimento de onda, que será absorvido por eles. Os metais das soluções aspiradas na chama, com temperatura entre 2.000 e 2.500°C, transformam-se em seu estado fundamental. Cada elemento químico absorve a energia em um comprimento de onda definida, que é identificado pelo equipamento.

a) Reagentes e soluções

- La_2O_3 ;
- HNO_3 ;
- Tritisol®, padrão de K, Ca e Mg;
- Solução de lantânio 5%:
 - Pesar 58,6g de La_2O_3 para um balão volumétrico de 1L;
 - Adicionar 250ml de ácido clorídrico (HCl) concentrado;
 - Completar o volume com água desionizada;
- Solução de lantânio 0,4%: diluir a solução de La 5% em água destilada para obter essa concentração;
- Curva analítica de Ca:
 - Preparar a partir da solução de Tritisol® de Ca 1000g/L, padrões com concentração de Ca: 0,0; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0ppm, em 10% de ácido sulfúrico 8,1N e com adição de 2ml de lantânio 5% para cada 100ml de amostra.
- Curva analítica do K e Mg:
 - Preparar a partir da solução de Tritisol® de K e Mg 1000g/L, padrões com misturas de K e Mg: 0,0 e 0,0; 2,0 e 0,5 ; 4,0 e 1,0; 6,0 e 2,0ppm, respectivamente, em soluções ácidas.

b) Procedimento experimental:

Para determinação do teor de Ca:

- Pipetar 10ml do extrato da solubilização peróxido de hidrogênio/sulfúrica;
- Acrescentar 3,5ml de La 0,4%;
- Determinar Ca no espectrofotômetro de absorção atômica (Figura 6).

A adição de lantânio é necessária para controlar a interferência de íons como fosfato, sulfato e alumínio.

Para a determinação do teor de K e Mg:

- Pipetar 1ml da diluição utilizada para determinar o teor de Ca;
- Acrescentar 15ml de água desionizada;
- Determinar K e Mg no espectrofotômetro de absorção atômica (Figura 6).



Figura 6: Espectrofotômetro de absorção atômica

REFERÊNCIAS

1. AMARANTE, T.V.C.; CHAVES, D.V.; ERNANI, P.R. Análise multivariada de atributos nutricionais associados ao “bitter pit” em maçãs ‘Gala’. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.5, p.841-846, 2006.
2. AMARANTE, T.V.C. et al. O teor de cálcio na casca é indicativo da suscetibilidade ao “Bitter pit” em maçãs ‘Fuji’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p.180-186, Março 2011.
3. ARGENTA, L.C.; SUZUKI, A. Relação entre teores minerais e frequência de bitter pit em maçã cv. Gala no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.16, p.267-277, 1994.
4. CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990.
6. COAN, P.G. **Qualidade e industrialização da maçã**. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Agronomia. Florianópolis, 2006.
7. EPAGRI. Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (Cepa). Disponível em: <<http://cepa.epagri.sc.gov.br/>>. Acesso em: 15 ago. 2012.
8. FERRAZ, M.A.; SILVA, C.A.B.; VILELA, P.S. **Caracterização da agroindústria de frutas no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: FAEMG, 2002.
9. HOLLER, J.F.; SKOOG, D.A.; CROUCH, S.R. **Princípios de Análise Instrumental**. 6.ed. Porto Alegre. Bookman, 2009.
10. LABCONCO. *To Kjeldahl Nitrogen determination methods and apparatus*. ExpotechUSA, Houston, Texas, USA, 2005. Disponível em: <<http://www.expotechusa.com/catalogs/labconco/pdf/KJELDAHLguide.PDF>>. Acesso em: 6 jun. 2009.
11. MEHERIUK, M.; PRANGE, R.K.; KIDSTER, P.D. et al. **Postharvest disorders of apples and pears**. Ottawa: Agriculture and Agri-Food Canada, 1994. 67p. (Agriculture and Agri-Food Canada. Publication, 1737/E).
12. POOVAIAH, B.W.; GLENN, G.M.; REDDY, A.S.N. Calcium and fruit softening: physiology and biochemistry. **Horticultura Reviews**, v.10, p.107-152, 1988.
13. RIZZON, L.A.; BERNARDI, J.; MIELE, A. Características analíticas dos sucos de maçã Gala, Golden Delicious e Fuji. **Ciência Tecnologia Alimentos**, v.25, n.4, 2005.

14. SUZUKI, A; ARGENTA, L.C. Teores minerais na polpa das cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.16, n.1, p.92-104, 1994.
15. TEDESCO, M.J. **Extração simultânea de N, P, K, Ca, e Mg em tecido de plantas por digestão com $H_2O_2 - H_2SO_4$** . Porto Alegre: UFRGS, 1982. 23p. (Informativo Interno, 01).
16. TERBLANCHE, J.H.; GÜRGEN, K.H.; PEINAR, W.J. Concentration gradients of K, Ca and Mg in Golden Delicious apples with reference to bitter pit. **Deciduous Fruit Grower**, v.29, p.76-79, 1979.