

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA

CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL
CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA (MODALIDADE: INTEGRADO)

**ESTUDO DO TEOR DE ÁCIDO ASCÓRBICO E DE AÇÚCAR NA BANANA QUANTO
AO SEU AMADURECIMENTO NATURAL E ARTIFICIAL**

BRUNA RAFAELA KRUEGER

EDUARDA DE AGUIAR DA ROSA

EDUARDO VICTOR BASSANI

GUSTAVO FELIPE BROCK

LIV GABRIELLE MENGUE SALERNO FERREIRA

MILENA MARTINS MACHADO

JARAGUÁ DO SUL

2014

BRUNA RAFAELA KRUEGER
EDUARDA DE AGUIAR DA ROSA
EDUARDO VICTOR BASSANI
GUSTAVO FELIPE BROCK
LIV GABRIELLE MENGUE SALERNO FERREIRA
MILENA MARTINS MACHADO

**ESTUDO DO TEOR DE ÁCIDO ASCÓRBICO E DE AÇÚCAR NA BANANA QUANTO
AO SEU AMADURECIMENTO NATURAL E ARTIFICIAL**

Projeto de Pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando Saberes” do curso Técnico em Química (Modalidade Integrado) do Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Jaraguá do Sul.

Coordenadora: Prof.^a MSc. Lenita Bianchetti Spliter.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Augusto Dias.

JARAGUÁ DO SUL

2014

SUMÁRIO

1. TEMA.....	4
2. DELIMITAÇÃO DO TEMA	4
3. PROBLEMA	4
4. HIPÓTESES	4
5. OBJETIVOS	4
5.1 Objetivo Geral.....	4
5.2 Objetivos específicos.....	5
6. JUSTIFICATIVA	5
7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
7.1 Bananicultura: Produção e consumo de banana no mundo	6
7.2 O hormônio do amadurecimento	9
7.2.1 Histórico do gás etileno	9
7.2.2 Propriedades do eteno	10
7.2.3 Biossíntese e o amadurecimento dos frutos climatéricos	10
7.3 O processo de amadurecimento.....	11
7.4 Ácido Ascórbico.....	13
7.5 Açúcares redutores	15
7.5.1 Monossacarídeos	16
7.5.2 Frutose	17
7.5.3 Glicose.....	18
8.METODOLOGIA.....	19
9.CRONOGRAMA	20
REFERÊNCIAS	21
ANEXOS.....	28

1. TEMA

Estudo do teor de ácido ascórbico e de açúcar na banana quanto ao seu amadurecimento natural e artificial.

2. DELIMITAÇÃO DO TEMA

Estudo do teor de ácido ascórbico e de açúcar na banana quanto ao seu amadurecimento natural e artificial pela exposição ao gás etileno no município de Corupá, Santa Catarina.

3. PROBLEMA

A banana é uma das mais significativas fontes de renda e geração de emprego no município de Corupá (Santa Catarina), um dos alimentos mais consumidos pela população mundial e um fruto rico em valores nutricionais. Nesse sentido, existe alteração na quantidade de ácido ascórbico e no teor de açúcar entre a banana amadurecida naturalmente e a banana que sofreu amadurecimento artificial?

4. HIPÓTESES

4.1.1 O teor de ácido ascórbico na banana que sofre amadurecimento artificial é menor do que na banana que amadurece naturalmente;

4.1.2 O teor de açúcar na banana que passa pelo a amadurecimento natural é maior se em relação à banana exposta ao gás etileno;

4.1.3 O teor de ácido ascórbico e de açúcar não sofrem influência alguma no amadurecimento artificial.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo Geral

Estudar o teor de ácido ascórbico e de açúcar na banana que passa por maturação natural e o fruto que passa pelo amadurecimento artificial pela exposição ao gás etileno.

5.2 Objetivos específicos

5.2.1 Analisar o teor de ácido ascórbico da banana em seu amadurecimento natural bem como no artificial;

5.2.2. Analisar o teor de açúcar encontrado na banana em seu amadurecimento natural e artificial;

5.2.3 Comparar os valores obtidos com os da literatura.

6. JUSTIFICATIVA

Uma vez que a banana (*Musa spp.*) é um alimento consumido diariamente por grande parte da população mundial, a fruta é também uma das mais importantes fontes de renda e geração de empregos para diversos países (PIMENTEL, 2006). No Brasil, a segunda fruta mais cultivada é a banana, estando sua produção presente em todos os estados brasileiros, dentre os quais o estado de Santa Catarina ocupa o terceiro lugar no ranking nacional de produção, com cerca de 10,0% do volume total produzido (EMBRAPA, 2009).

Isso se dá devido ao rápido processo de amadurecimento da banana, fruta altamente perecível, realizado pela liberação de um hidrocarboneto, o etileno (C_2H_4). A maturação da fruta é marcada por mudanças físicas e químicas em sua estrutura, como a alteração da cor da casca e a mudança no sabor da fruta, que a deixam mais vulnerável ao ambiente externo (LIMA *et al.*; VILAS BOAS, 1995). Desse modo, após tais mudanças provocadas pela ação do etileno, caso não sejam adotadas medidas para estender sua vida, o tempo adequado de consumo restringe-se a poucos dias.

O ácido ascórbico está presente em todas as plantas, mas em quantidades muito variáveis. O homem, o macaco, a cobaia, alguns pássaros e alguns peixes, diferentemente da maioria dos animais, não sintetizam a vitamina C, por não possuírem a enzima gulonolactona oxidase, envolvida na biossíntese do ácido ascórbico a partir da glicose, sendo essa substância obtida através da alimentação (LEHNINGER *et al.*, 1993). A sua administração diária é um cofator que previne a oxidação do ferro protegendo as enzimas contra a auto-inativação. Assim, torna-se vital para o funcionamento das células.

Além do ácido ascórbico, também são encontrados na banana três tipos de açúcares: sacarose, frutose e glicose. Durante o processo de amadurecimento, o amido é degradado, formando esses açúcares e alterando suas concentrações na fruta.

Sabe-se que para o organismo humano, é fundamental o consumo diário de açúcar, pois ele se constitui como fonte de carboidratos, não sendo prejudicial ao organismo. Dessa forma, tanto o ácido ascórbico quanto o açúcar têm uma importante função nutricional em nosso organismo, e seu uso indevido pode causar doenças, ocasionando problemas relacionados à sua carência e seu excesso.

Diante disso, questiona-se a possível existência de alteração no teor de ácido ascórbico e de açúcar entre a banana amadurecida naturalmente e a banana que sofreu amadurecimento artificial.

Nesse sentido, este trabalho visa contribuir para a discussão acerca da análise da quantidade de ácido ascórbico e o teor de açúcar na banana, que passa por maturação natural e também pelo fruto que passa pela maturação artificial pela exposição ao gás etileno, e as possíveis alterações quanto a concentração de ácido ascórbico e os açúcares totais.

Por fim, os fatores nutricionais e sua necessidade para o bom funcionamento do organismo humano ainda reforçam a importância da pesquisa, uma vez se que tratam de dois elementos essenciais em uma banana de considerável qualidade nutricional.

7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

7.1 Bananicultura: Produção e consumo de banana no mundo

Historicamente, com origem do continente asiático, a bananeira (*Musa spp.*) é encontrada nos dias de hoje ao redor do mundo, especialmente em regiões tropicais. Existem, aproximadamente, cerca de cento e oitenta variedades de banana no globo terrestre, sendo que no Brasil encontram-se por volta de trinta e cinco variedades que são, respectivamente, distribuídas em bananeiras ornamentais, industriais e comestíveis. Uma vez que o centro da origem da maior parte do germoplasma¹ de banana estar localizado na Ásia, existem centros secundários na África Oriental, bem como em algumas ilhas do Pacífico e uma abrangente diversidade genética na África Ocidental e em regiões com clima tropical quente e úmido (FAO, 2011).

¹ Germoplasma pode ser definido como o conjunto de genótipos de uma espécie, considerada como um todo. De uma forma mais simples, germoplasma é o conjunto de genótipos que podem doar genes para determinada espécie. Portanto, germoplasma é a fonte de variabilidade genética disponível para o melhoramento de plantas (BESPALHOK; GUERRA; OLIVEIRA, 2014).

Em conformidade com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, (EPAGRI) no ano de 2013 mais de cento e vinte e cinco países se dedicaram ao cultivo da fruta. Em alguns desses países a banana destaca-se como uma das principais fontes de arrecadação e geração de empregos (EPAGRI, 2013). A atividade referente à bananicultura encontra-se presente em todos os continentes, sendo que o continente asiático contribui com cerca de 58%, o americano com 27% e o africano com 13% do volume total produzido.

Atualmente, a banana se destaca na primeira posição no ranking mundial das frutas, conquistando uma produção de 106,5 milhões de toneladas. A cultura do plantio de banana tem se expandido consideravelmente na maioria dos países nos últimos trinta anos, passando de 35 milhões de toneladas na safra 1978 para 7,3 milhões de toneladas na safra 2013 (FAO, 2013). Um dos motivos que causaram tal realidade é o uso mais intensivo de tecnologia, proporcionando melhores produtividades (VIEIRA, 2013).

Sendo um fruto de grande importância mundial, a banana é o quarto alimento vegetal mais consumido no mundo (BORGES, 2009). De acordo com dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), no ano de 2002 a produção mundial de banana foi de, aproximadamente, sessenta e cinco milhões de toneladas, enquanto a área plantada se aproximou dos quatro milhões de hectares. O Brasil foi considerado o terceiro maior produtor mundial de banana, com respectivamente 6,5 milhões de toneladas, sendo superado pelo Equador (7,5 milhões) e a Índia (16 milhões). Por outro lado, a produtividade brasileira média ainda é consideravelmente baixa (12,5 t/há), uma vez que a produtividade média mundial encontra-se ao redor de 16 t/há (BORGES, 2009).

De acordo com Borges (2009), no Brasil, a cultura da banana ocupa o segundo lugar em volume de frutas produzidas e a primeira em consumo. A população brasileira consome a fruta não só como fonte de sais minerais e vitaminas, mas também como uma fonte adicional de complementação calórica na dieta alimentar. Pode-se dizer que o cultivo da bananeira no país distribui-se por todo o território nacional, onde a região Nordeste é considerada a maior produtora. São Paulo é o maior estado produtor da fruta, seguido pela Bahia e pelo estado de Santa Catarina (BORGES, 2009).

O consumo de banana cresce mundialmente a cada ano devido ao empenho do setor produtivo que vem atuado fortemente na qualificação e ampliação da produção do fruto, envolvendo a estética, a embalagem bem como a divulgação dos benefícios gerados para quem o consome (VIEIRA, 2011). Ainda, conforme a FAO (2011), a

população da América do Sul é a maior consumidora de banana, seguida pela América Central e Oceania.

No Brasil, depois da laranja, a banana é a segunda fruteira mais cultivada no país. O seu consumo per capita tem aumentado significativamente nos últimos anos, atingindo cerca de 31/kg/hab/ano (FAO, 2011). A produção nacional, além de suprir o consumo interno, gera um excedente que se comercializa para alguns países do Mercosul e da Europa. Isso se dá porque o clima brasileiro favorece que a produção nacional da banana possa ser ofertada no mercado interno durante todo o ano, com maiores variações nas estações mais quentes (VIEIRA, 2011). Existe uma série de motivos que podem interferir de maneira direta em uma safra, uma vez que as condições de clima (temperatura, umidade relativa, precipitação e insolação) podem favorecer ou interferir significativa na produção da fruta.

Uma peculiaridade das vendas brasileiras para o mercado externo é que os estados produtores das regiões Sul e Sudeste vendem a maior parte das produções para os países do Mercosul, principalmente para a Argentina e Uruguai, enquanto os estados do Nordeste, principalmente o Rio Grande do Norte e o Ceará, comercializam a fruta para os mercados da Europa, deslocando-se para o Reino Unido, a Holanda, a Alemanha e a Itália. Esses mercados, além de mais seguros, garantem ao setor melhores resultados financeiros. Em 2010, Santa Catarina continuou liderando as exportações nacionais, com 52,0% do volume vendido, seguido pelo Rio Grande do Norte, com 28,9% e Ceará, com 18,2% (VIEIRA, 2011).

O país vem passando por um ciclo de crescimento econômico e social, que é marcado pela distribuição de renda e inclusão social. Uma das bases desse crescimento é a agricultura familiar que, com mais de 4,3 milhões de unidades produtivas, impulsiona o desenvolvimento sustentável no meio rural brasileiro. Importante para a segurança alimentar e a economia do país, a agricultura familiar produz 70% dos alimentos que chegam às casas dos consumidores brasileiros e responde a aproximadamente 74% do espaço ocupado na área rural, também tendo participação intensa (10%) no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (BORTOLÁS; RICKLI; RODRIGUES, 2012).

De acordo com Bortolás, Rickli e Rodrigues (2012), as cidades de maior importância quanto a produção da banana no estado de Santa Catarina são, respectivamente, Corupá, Schroeder, Luiz Alves, Massaranduba, Guaramirim e Jaraguá do Sul. Os produtores dos municípios citados são de pequeno porte, com considerável

pouca infra-estrutura de produção e de pós colheita. O clima na região não é ideal para a produção de banana, tendo em vista que é uma região afetada pelas baixas temperaturas de inverno. Além disso, nos meses quentes, devido à maior umidade, os produtores do norte catarinense obrigam-se a gastar mais com o controle de doenças, aumentando os custos de produção dessa banana. Sendo assim, seria muito significativo para os bananicultores locais que os incentivos públicos fossem direcionados para a aquisição de maior tecnologia de produção e de pós-colheita, para que o mercado seja marcadamente dominado pela banana brasileira (MATTHIESEN; BOTEON, 2003).

7.2 O hormônio do amadurecimento

O etileno é um fitohormônio naturalmente encontrado no estado gasoso, responsável pelo processo de amadurecimento de diversos frutos (BLANKENSHIP, 2000). Este alceno é administrado pelo homem na agricultura, tomando assim importância tanto comercial como biológica.

7.2.1 Histórico do gás etileno

A queima incompleta de compostos orgânicos ricos em carbono resulta na liberação de etileno. Os próprios chineses queimavam incensos em salas fechadas para acelerar o amadurecimento de peras. Os fazendeiros russos, na década de 1860, também fizeram bom proveito, usando a fumaça da madeira sobre as plantações de chuchu (ABELES, MORGAN, Jr., 1992) adiantando, assim, a época de colheita devido ao efeito do etileno sobre o amadurecimento do chuchu.

São inúmeros os relatos de acontecimentos devido à indução do etileno ao amadurecimento, no decorrer da história. Na Alemanha em meados do século XIX e em vários outros países, era muito comum o uso de eteno para iluminação de ruas (SLEMBARSKI, 2012).

“No século XIX (1864), quando o gás produzido pelo carvão era utilizado para a iluminação das ruas, foi observado que as árvores que se encontravam próximas aos postes de iluminação perdiam mais folhas que as demais.” (CHAVES & MELLO-FARIAS, 2012).

Em 1901, Dimitry Neljubov publicou um artigo em que, após vários testes, comprovou que o único componente ativo utilizado na iluminação das ruas era o gás etileno (ROBERTS, 2007). Neljubov observou que o crescimento horizontal das sementes

de ervilha era resultado da ação do gás etileno. Somente em 1934, foi confirmada a denominação oficial de hormônio vegetal para o eteno.

Constatou-se ainda que o etileno age em conjunto a outros fitohormônios, no processo da maturação dos frutos climatéricos, como exemplo a auxina, citocinina, giberelinas e o ácido abscísico (ABELES, 1973), sendo o etileno responsável pela abscisão das folhas e o crescimento horizontal das células (POMPELLI, 2008).

7.2.2 Propriedades do eteno

O eteno, comumente conhecido como etileno, é um hidrocarboneto de molécula simétrica muito simples, insaturada, de peso molecular igual a 28,05 g/mol¹. É um gás incolor e de odor adocicado suave. Solidifica-se à -181°C, sendo seu ponto de fusão igual à -169°C e o ponto de ebulição -103°C (ABELES, 1973). É inflamável com limite de explosão de 2,25 - 28% no ar. Seu volume específico a 21°C é 861,5 mL/g, o mesmo do nitrogênio, e consideravelmente maior que o volume específico do gás carbônico (547 mL/g) e do oxigênio (755,4 mL/g). A solubilidade de etileno em água diminui pela metade entre 0° e 25°C, sendo à temperatura de 17°C igual a 3,5 mg/100mL (ABELES, MORGAN, Jr., 1992).

O hidrogênio bicarburetado (etileno) não é radioativo. O eteno também não é reativo com a água e materiais comuns. Ficou conhecido por seu potencial anestésico, (CETESB, 2014), entretanto, hoje é pouco utilizado devido à sua inflamabilidade sendo substituído por outras substâncias de mesmo potencial e não inflamáveis.

Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), para 25 diferentes espécies de organismos vegetais testados a concentrações de 0,001 a 40 ppm de eteno (1-1720 h), também se observou o retardamento e a redução do crescimento e queda de folhas e flores. O gás eteno pode, ainda, ser tóxico a diversos organismos aquáticos como peixes, causando a morte, por exemplo, da espécie *Lepomis Humilis* a 22 mg/mL (1 h) em água continental. Em casos de intoxicação humana, a inalação do vapor causará dor de cabeça e possível perda de consciência, e se o tipo de contato for líquido causará congelamento.

7.2.3 Biossíntese e o amadurecimento dos frutos climatéricos

De acordo com Abeles e Morgan (1992), a síntese não biológica de etileno é proveniente de reações químicas, por exemplo, as substâncias orgânicas que irão

produzir etileno quando sujeitas a calor, oxidação, ou radiação. A síntese biológica ocorre em bactérias, fungos e vegetais. Nas bactérias e fungos o etileno não parece ter efeito algum sobre o crescimento e desenvolvimento de suas estruturas, o mesmo não acontece com o grupo dos vegetais em que há indução de crescimento realizada pelo etileno.

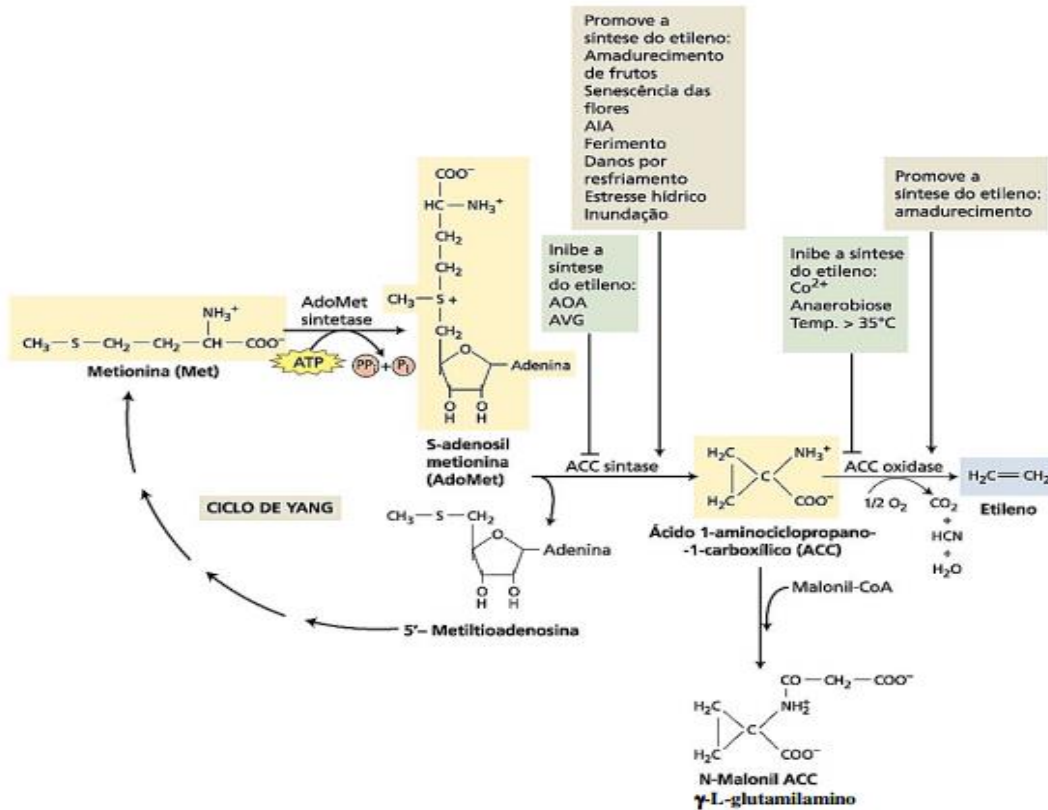


FIGURA 1: Biossíntese de Etileno.
Fonte: ZUFFELLATO-RIBAS, Katia Christina. **Etileno.** UFPR. Acesso em 20 de out. 2014.

A etapa limitante da rota biossintética do etileno é a conversão de AdoMet em ACC, à qual é catalisada pela enzima ACC sintase. Por fim, tem-se a converção de ACC em etileno, que necessita de oxigênio e é catalisada pela enzima ACC oxidase. Segundo Ribas, (2012) o CH₃-S da metionina é reciclado e mantido para a continuação da biossíntese.

7.3 O processo de amadurecimento

O padrão respiratório dos frutos climatéricos é dividido em três estágios: o “mínimo pré-climatérico” ou período de baixa intensidade respiratória, o “máximo climatérico” no pico de respiração e o “pós-climatérico” que corresponde ao período de declínio na atividade. A fase que ocorre entre o período do mínimo e o máximo climatérico é conhecida por maturação plena ou amadurecimento, em que o fruto apresenta-se totalmente desenvolvido e com qualidade comestível. Depois do máximo climatérico dá-se

início ao processo de senescência dos frutos no qual o crescimento diminui e os processos bioquímicos de envelhecimento prevalecem em transformações que tendem para degradações (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Os frutos apresentam três fases fisiológicas, sendo elas o crescimento, a maturação e a senescência. O amadurecimento corresponde à fase final da maturação, na qual os frutos são transformados em produtos atrativos e aptos para consumo, sendo um processo normal e irreversível (RYALL e LIPTON, 1979).

Dentre os frutos climatéricos, a banana possui larga faixa de maturidade fisiológica podendo ser colhida e induzida a amadurecer com excelente qualidade. Isso permite que a maturação comercial seja uma operação de rotina na obtenção de frutos em estágio de cor específica, de acordo com o esquema pré-determinado (MEDINA *et al.*, 1996; ALVES, 2000).

De acordo com DESAI & DESHPANDE (1978), o amadurecimento de bananas pode ser controlado, dentro de certos limites, por regulação de temperatura, aplicação de etileno e modificação do oxigênio e dióxido de carbono no ambiente de armazenamento.

Segundo CHITARRA & CHITARRA (1990), o amadurecimento é tido como a fase que se estende do estágio final da maturação caracterizando-se por acentuadas mudanças nos fatores sensoriais de sabor, odor, cor e aparência que tornam o fruto aceitável para o consumo.

Durante o amadurecimento da banana, ocorrem inúmeras transformações químicas. O teor de sólidos solúveis aumenta, atingindo valores de até 27%, e a acidez aumenta até atingir um máximo, quando a casca está totalmente amarela, para depois decrescer, predominando o ácido málico. O pH do fruto verde varia de 5,0 a 5,6 e o fruto maduro de 4,2 a 4,7 (BLEINROTH, 1993).

Ainda no processo de amadurecimento, o amido é degradado de maneira rápida, com o acúmulo de sacarose, glicose e frutose, no qual se nota também pequenas quantidades de maltose. A adstringência é representada pela presença de taninos e decresce à medida que o fruto vai amadurecendo, podendo também variar com a época de colheita do fruto. A firmeza normalmente diminui, acompanhada por uma mudança na coloração da casca e da polpa devido à degradação da clorofila e à síntese de carotenóides. (HULME, 1970; KADER, 1992; LICHTENBERG, 1999).

A perda da cor verde depende de um ou vários fatores agindo em sequência para destruir a estrutura da clorofila. Os principais agentes responsáveis por esta degradação

são a variação de pH (devido à quebra de ácidos orgânicos do vacúolo), sistemas oxidativos e clorofilases (WILLS *et al.*, 1998).

Normalmente, a primeira avaliação que se faz dos alimentos é por meio das cores e isso influencia muito o consumidor na decisão da escolha de um produto. A cor, além da associação preestabelecida, afeta as características sensoriais e a aceitabilidade do alimento (WILLS *et al.*, 1998; CHAUCA, 2000), sendo que a transição de coloração da casca de verde para amarelo é utilizada como um guia aproximativo do estágio de amadurecimento no caso de bananas (VILAS BOAS, 1995).

Importantes pesquisas com cultivares de banana utilizados em escala internacional destacam que o período de vida útil dos frutos, principalmente climatéricos, depende dentre outros fatores da concentração de etileno e tempo de exposição ao tratamento. Pesquisas como as de John & Marchal (1995) e Wills *et al.* (1999), apontam que quanto maior a concentração de etileno utilizada menor a vida de prateleira dos frutos. Por sua vez, Peacock (1972) observou que a exposição de bananas ao etileno por um curto tempo, mesmo que insuficiente para iniciar o amadurecimento, diminuiu a vida de prateleira em 32% comparada com frutos não tratados, sendo este considerado um valor altamente significativo. Além disso, exposições prolongadas de bananas ao etileno durante o armazenamento podem aumentar a “desgranação” (despencamento prematuro dos frutos da penca) por tornar os pedicelos mais fracos (SEMPLE & TOMPSON, 1988), também estudado para banana prata por Paul (1996).

7.4 Ácido Ascórbico

A banana é uma excelente fonte de vitaminas, sais minerais e outras substâncias. Segundo o Instituto de Pesquisa de Alimento e Nutrição (FNRI) é recomendado a ingestão de duas ou três bananas por dia, ressaltando que a banana contém altos níveis de vitaminas A, C, K e B6.

A United States Departamento of Agriculture (USDA) estima que haja em média 32 compostos em uma banana fresca. Um de seus compostos mais importantes é a vitamina C também conhecida como ácido ascórbico, L-ácido ascórbico, ácido deidroascórbico, ascorbato e vitamina antiescorbútica.

De acordo com Vannucchi (2012), o ácido ascórbico (AA) é um composto hidrossolúvel que corresponde a uma forma oxidada da glicose, sendo uma alfacetolactona de seis átomos de carbono, formando um anel lactona com cinco

membros e um grupo enadiol bifuncional com um grupo carbonilo adjacente como se pode observar em seguida na Figura 2.

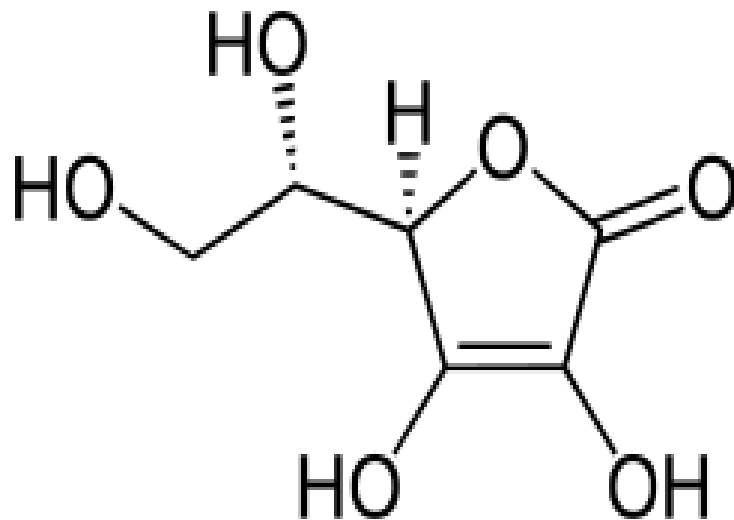


FIGURA 2: Estrutura química do ácido ascórbico.

Fonte: ILSI Brasil, jul. de 2012. Acesso em 27 de out. 2014.

A palavra *ascórbico* representa seu valor biológico na proteção contra o escorbuto — do latim *scorbutus*² — (FIORUCCI *et al.*, 2003).

É considerado um ácido, apesar de não fazer parte da classe dos ácidos carboxílicos (DAVIES *et al.*, 1991). Segundo Vannucchi, (2012) a falta de AA causa o escorbuto, uma doença descrita em 500 a.C. por Hipócrates.

Lopes (2009) diz que o escorbuto é uma doença que resulta do baixo consumo de alimentos que contêm vitamina C. Seus sintomas são sangramento e inflamação gengival. Foi comum no século XVIII entre os marinheiros, pois eles não ingeriam frutas e verduras pelo motivo da longa duração das viagens.

Vannucchi (2012) ressalta que a incidência de escorbuto diminuiu no século XIX devido à obtenção de alimentos frescos e viagens mais rápidas com o aumento da tecnologia na fabricação de navios.

O homem, o macaco, a cobaia, alguns pássaros e alguns peixes, diferentemente da maioria dos animais, não sintetizam a vitamina C, por não possuírem a enzima

² A designar o mal-estar geral, vindo da falta de vitamina C, que resultava em extrema fraqueza, hemorragias diversas, sangria das gengivas e mau hálito (SILVA, D 2014).

gulonolactona oxidase, envolvida na biossíntese do ácido ascórbico a partir de glicose, sendo a mesma obtida através da ingestão dos alimentos (LEHNINGER *et al.*, 1993).

Segundo Azulay (2003), o ácido ascórbico participa dos processos celulares de oxirredução, como também é importante na biossíntese das catecolaminas - compostos químicos derivados do aminoácido tirosina, sendo as mais abundantes: adrenalina, noradrenalina e dopamina.

Azulay (2003), também ressalta que a dose recomendada para manutenção de nível de saturação da vitamina C no organismo é de cerca de 100 mg por dia. É importante a sua administração diária, além de ser um cofator, que previne a oxidação do ferro e, portanto, protege as enzimas contra a auto-inativação (AZULAY, 2003). Uma banana não repõe o tanto de AA que necessitamos em um dia, é inevitável uma dieta saudável e rica em vitaminas. Em situações diversas, tais como infecções, gravidez e amamentação, e em tabagistas, doses ainda mais elevadas são necessárias.

7.5 Açúcares redutores

Em alimentos, os carboidratos atuam basicamente como agentes de sabor (doçura) agentes de escurecimento (reações das carbonilas provenientes dos carboidratos) e agentes formadores de goma, influenciando na textura dos alimentos. As propriedades dos açúcares estão diretamente relacionadas com a sua estrutura química e, portanto, é com base nelas que é possível escolher qual açúcar ou carboidrato será utilizado para a fabricação de um determinado alimento (OETTERER, 2003).

De acordo com Silva *et al.* (2001), os monossacarídeos, glicose e frutose são açúcares redutores por possuírem grupo carbonílico e cetônico livres, capazes de se oxidarem na presença de agentes oxidantes em soluções alcalinas. Os dissacarídeos que não possuem essa característica sem sofrerem hidrólise da ligação glicosídica, são denominados de açúcares não redutores.

Segundo Oetterer, (2003) as propriedades do açúcar na forma redutora são diferentes das do açúcar na forma não redutora o que fará com que a utilização destes açúcares nos alimentos seja feita em função dessas propriedades.

7.5.1 Monossacarídeos

Os monossacarídeos são os glícidos mais simples. São constituídos por cadeias de carbono e hidrogênios, com a presença de grupos carbonila. A posição do grupo carbonila na cadeia permite distinguir duas famílias de monossacarídeos: as aldoses e as cetoses. As aldoses possuem o grupo carbonila na extremidade da cadeia de carbono (sendo então um grupo aldeído) e as cetoses possuem o grupo carbonila num outro carbono, que não numa extremidade – sendo então um grupo cetona – (RECIFE, 2010). A seguir, na Figura 3, pode-se visualizar a cadeia em conjunto com os grupos carbonila.

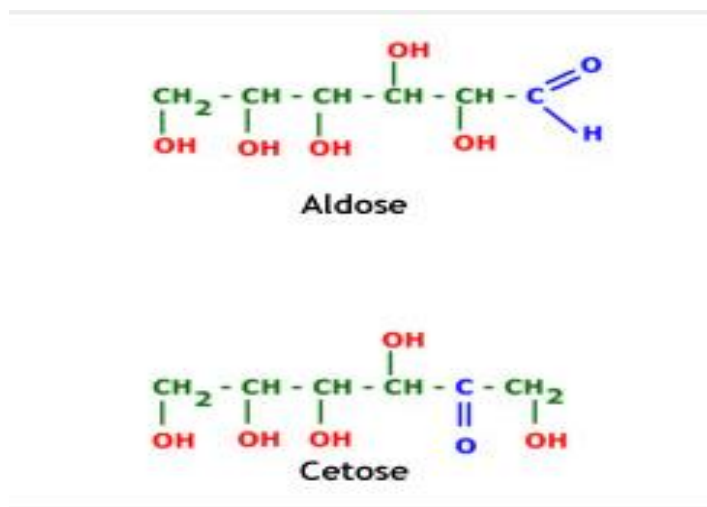


FIGURA 3: Aldose e cetose.

Fonte: BRONDANI, Adriana. Acesso em 08 de out. 2014.

Segundo Oetterer (2003), os monossacarídeos possuem fórmula geral $C_m(H_2O)_n$ onde $m=n$. Podem apresentar 3, 4, 5 ou 6 átomos de carbono. Se $m = 3$ são trioses como o gliceraldeído, o ácido acético e os metabólitos intermediários da glicólise como os componentes fosforilados.

Os monossacarídios podem ser oxidados por agentes oxidantes relativamente suaves tais como os íons férricos (Fe^3) e cúprico (Cu^2) (SILVA *et al.*, 2001).

Os monossacarídeos mais comuns possuem de três a sete carbonos na sua cadeia principal, havendo uma proporção entre esses átomos e os átomos de hidrogênio, obedecendo a uma fórmula geral, em que há um carbono para cada dois hidrogênios e um oxigênio. Se um monossacarídeo tiver 4 átomos de carbono, ele terá 8 átomos de hidrogênio e 4 átomos de oxigênio. Os monossacarídeos recebem o sufixo – ose, precedida pelo número de carbonos que contém em sua fórmula. Em solução aquosa, os

monossacarídeos com cinco ou seis átomos de carbono tendem a formar estruturas cíclicas (RECIFE, 2010).

Monossacarídeos que apresentam 5 e 6 átomos de carbono (pentoses e as hexoses) são os mais importantes e os mais comuns dentre os seres vivos (PAULINO, 1998).

Pentoses são monossacarídeos de 5 carbonos. Para os seres vivos, as pentoses mais importantes são a ribose e a desoxirribose, que entram na composição química dos ácidos nucleicos, os quais comandam e coordenam as funções celulares (PAULINO, 1998). As hexoses são monossacarídeos de 6 carbonos, que obedecem à fórmula geral – $C_nH_{2n}O_n$ ($n = 6$). As hexoses mais importantes são a glicose, a frutose e a galactose, principais fontes de energia para os seres vivos. Ricas em energia, as hexoses constituem os principais combustíveis das células (PAULINO, 1998).

7.5.2 Frutose

Segundo Rodrigo Crespo Barreiro (2005), frutose é um importante carboidrato encontrado no organismo humano e na maioria das plantas. Essa substância foi isolada pela primeira vez em 1847 a partir da cana-de-açúcar. Seu nome é originário da palavra latina *fructus*, já que as frutas são uma importante fonte de frutose. Como componente de frutas e outros vegetais, é ingerida regularmente com a dieta, sendo também sintetizada no organismo a partir da glicose, via sorbitol, e esse processo está relacionado com a manutenção do equilíbrio óxido-redutivo.

Ainda, segundo Barreiro, (2005) além de ser encontrada sob forma isolada na natureza, a frutose é parte da sacarose e de outros polímeros denominados *fructans* ou inulina. Esta é um monossacarídeo predominante em inúmeras frutas, entre elas maçãs, laranjas e melões. Os vegetais também possuem frutose, podendo ter de 1% a 2% de seu peso na forma de frutose livre e mais 3% de frutose sob a forma de sacarose.

Por meio de Drauzio (2014), médico especialista em endocrinologia, que integra o corpo clínico do Hospital Sírio-Libanês:

Estudos mostram que a ingestão excessiva de frutose tem impacto no desenvolvimento da síndrome metabólica, porém o mecanismo de ação da frutose no processo não está completamente elucidado. A produção de radicais livres de oxigênio, conhecido por estresse oxidativo, e a resposta inflamatória são sugeridas como de particular importância. Exemplificando: a frutose estimula diretamente o processo inflamatório endotelial e reduz o nível de óxido nítrico (proteção para os vasos) no mesmo endotélio –endotélio é a membrana que

reveste os vasos sanguíneos e liga-se ao colesterol na formação das placas de aterosclerose, principalmente diante de um processo inflamatório – (DRAUZIO, 2014).

A frutose vem sendo incorporada com grande eficácia em fórmulas ligadas ao preparo de frutas enlatadas, doces em pasta, geleias, bolos, pudins, pó para bebidas, tabletes, refrigerantes etc., uma vez que ela é mais doce do que a sacarose. O custo desse monossacarídeo vem sendo reduzido gradualmente, e o resultado da melhora nos processos envolvidos em sua obtenção, no qual a sua utilização em produtos que não tenham aplicação alimentar é reduzida (GAINO E SILVA, 2011).

7.5.3 Glicose

Segundo Kenneth J. et al (2013) a maior parte da glicose é originada através da digestão da sacarosa ou amidos (forma mais comum de açúcar de mesa) presente nos alimentos, conforme a Tabela 1.

Cultivar	Glicose		Frutose		Sacarose			Açúcares Solúveis	
	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	mg/g	%	mg/g	%
nanica	27,50	2,7	27,40	2,7	152,12	152,12	15,2	207,02	20,6
nanicão	31,64	3,2	29,29	2,9	140,51	140,51	14,0	201,43	20,1
ouro colatina	32,69	3,3	34,46	3,4	120,10	120,10	12,0	187,35	18,7
prata anã	23,77	2,4	23,62	2,4	91,20	91,20	9,1	138,60	13,9
mysore	22,75	2,3	21,47	2,1	53,10	53,10	5,3	97,32	9,7
prata comum	18,12	1,8	17,07	1,7	159,75	159,75	16,0	194,94	19,5
ouro da mata	29,60	3,0	27,29	2,7	107,62	107,62	10,7	164,51	16,4

Tabela 1: Teor de Glicose, Frutose, Sacarose, e Açúcares Solúveis em diferentes cultivares.

Fonte: Mota et. al., 1997; Composição em carboidratos de alguns cultivares de banana durante o amadurecimento.

O Teor de glicose da banana nanica é igual à 27,50 mg/g, perdendo apenas para as cultivares nanicão, ouro colatina e ouro da mata com respectivamente 31,62 mg/g, 32,60 mg/g e 29,60 mg/mg. Apesar disso, a banana nanica é a cultivar que mais contém açúcares redutores com concentração de 207, 02 g/mg.

8.METODOLOGIA

A execução da pesquisa ocorrerá durante o primeiro semestre de 2015. A partir da parceria do Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Jaraguá do Sul e a Associação dos Bananicultores de Santa Catarina (ASBANCO) uma bananeira foi cedida, a qual será de uso exclusivo durante a realização do estudo, ou seja, as bananas coletadas provirão de uma única fonte. Feito isso, pretende-se analisar quantitativamente as possíveis variações no teor de ácido ascórbico e açúcar no fruto amadurecido natural e artificialmente.

Em relação à coleta de amostras, serão recolhidas 10 bananas, provenientes da mesma bananeira, em que três destas serão utilizadas para fazer três amostras de soluções de bananas amadurecidas naturalmente e outras três unidades maduras artificialmente.

Em um segundo momento, com as amostras já disponíveis para o estudo, dois métodos serão seguidos a fim de verificar o teor de açúcar e ácido ascórbico em uma porção de bananas amadurecidas do pé de bananeira em período de colheita, e outra mesma porção de frutos que passaram por maturação artificial, sendo estes o método DNS (para o teor de açúcares redutores) e a técnica de titulação ácido-base (para o teor ácido ascórbico). Em ambos os métodos serão preparadas soluções de banana em meio aquoso, com concentração igual à 100 g/L. Caso necessário, diluições poderão ser feitas para o método do DNS.

Para determinar a concentração de AA na solução de banana será usado o método de iodometria (ANEXO A). Esse método consiste em usar o poder redutor do ácido ascórbico para reduzir o iodo a iodeto. A reação entre iodo e AA é rápida e quantitativa, e é nesse fato que se baseia a titulação iodométrica para determinação de vitamina C (Wright, 2002).

O ponto final da reação é visualizado usando uma solução de amido, que adquire coloração azul-escuro após todo ácido ascórbico ter reagido (HARRIS, 2001). Irá se

preparar duas soluções de banana – uma amadurecida naturalmente e a outra artificialmente .

Por outro lado, utilizar-se-á o método DNS (ANEXO B) para a determinação do teor de açúcares redutores no fruto exposto ao gás etileno em sua maturação (artificial) e o fruto retirado do pé já maduro, ou seja, que não passou por maturação artificial. Este método consiste na determinação de açúcares redutores por meio do reagente DNS, o qual se dá do preparo de soluções de glicose e frutose. Depois disso, realizar-se-á a diluição e homogeneização de ambas as soluções.

De acordo com o método, é feita a montagem de uma curva padrão, obtida a partir das diferentes concentrações conhecidas de glicose que reagem com o DNS. Cada amostra será adicionada ao reagente DNS e após aquecimento por 5 min. a 100°C se observará a alteração na coloração da solução. Essa alteração significa maior ou menor concentração de açúcares, de acordo com a absorbância aferida em espectrofotômetro no comprimento de onda de 540nm.

A revisão bibliográfica ocorrerá durante todo o processo de execução da pesquisa.

Por fim, os dados das amostras já analisados serão tabulados, possibilitando comparar e discutir os valores obtidos na pesquisa com os valores encontrados na literatura.

9.CRONOGRAMA

Atividades a serem realizadas	Março	Abril	Mai	Junho
Revisão bibliográfica	X	X	X	X
Parte experimental	X	X	X	
Coleta de dados	X	X	X	
Análise e organização de dados		X	X	X
Elaboração do banner				X
Elaboração do relatório final				X
Apresentação do relatório final/ Entrega do banner				X

REFERÊNCIAS

ABELES, Frederick B.; MORGAN Page W., Jr.; Mikal E. Saltveit. 2ª edição. California, 1992. **ETHYLENE IN PLANT BIOLOGY**. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=D7tvAvWpSQC&oi=fnd&pg=PP1&dq=ethylene&ots=D_3uyMWOg&sig=Y3jScOp2B0oY5EjcmFKtiiJEp6E#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 26 de out. 2014.

ABELES, Frederick B. Nova Iorque, 1973. **ETHYLENE IN BIOLOGY**. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=dssS78DAH4wC&printsec=frontcover&hl=ptBR&source=gbse>>. Acesso em: 26 de out. 2014.

ALVES, E. J. **Colheita e manejo pós-colheita**. In: ALVES, E. J.; MEDINA, V. M.; OLIVEIRA, M. A. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. Brasília: Embrapa- SPI/Cruz das Almas; Embrapa-CNPMF, 2000. p. 453-485.

BARREIRO, Rodrigo. BOSSOLAN, Grasiela. TRINDADE, Cleide. **Fructose in humans: metabolic effects, clinical utilization, and associated inherent errors**. Rev. Nutr., Campinas, maio/jun., 2005.

BESPALHOK; GUERRA; OLIVEIRA. **Uso e conservação do germoplasma: Germoplasma**. Disponível em: <http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo_3.pdf>. Acesso em: 25 out. 2014.

BARBOSA, JOSE. **Métodos envolvendo o Iodo (I₂): Titulação Iodométrica**. ETET, 2011. Disponível em: <http://josebarbosa.yolasite.com/DETERMINAÇÃO_DE_CLORO_ATIVO_EM_ALVEJANTES.pdf>. Acesso em: 06 de nov. 2014.

BLANKENSHIP, Sylvia. North California State University. 2000. **ETHYLENE: THE RIPENING HORMONE**. Disponível em <<http://postharvest.tfrec.wsu.edu/pages/PC2000F>> acesso em: 25.10.2011.

BLEINROTH, E.G. **Matéria-prima**. In: ITAL. Banana. Campinas, 1993. 302p.

BORGES, Ana Lúcia et. al. **Sistema de Produção da Bananeira Irrigada: Importância econômica e alimentar**. 2009. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananeiraIrrigada/so cioeconomia.htm>>. Acesso em: 25 out. 2014.

BORTOLÁS, Carlos; RICKLI, Clarita; RODRIGUES, Chirliana. **Plano Safra da Agricultura Familiar: Agricultura familiar: alimenta o Brasil que cresce**. 2012. Disponível em: <http://www.asbraer.org.br/arquivos/bibl/78-plano_safra1112.pdf>. Acesso em: 10 de out. 2014.

BRONDANI, Adriana. **O QUE É ALDOSE E CETOSE**. Disponível em <<http://www.qued.com.br/site/index.php/quem-somos/>> Acessado em 27 de outubro de 2014.

CHAUCA, M. N. C. **Avaliação dos parâmetros de qualidade envolvidos na desidratação da banana (Musa spp. Nanica (AAA))**. 2000. 74 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CHAVES, Ana Lúcia Soares; MELLO_FARIAS, Paulo Celso de. Estados Unidos. 2006. **ETHYLENE AND FRUIT RIPENING: FROM ILLUMINATION GAS TO THE CONTROL OF GENE EXPRESSION, MORE THAN A CENTURY OF DISCOVERIES**. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/gmb/v29n3/30761.pdf>>. Acesso em: 27 de out. 2014.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. [s.n.]. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320 p.

COMPANHIA DE CENTRO DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **FICHA DE INFORMAÇÃO DE PRODUTO QUÍMICO, ETILENO**. Disponível em <http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=ETILENO>. Acesso em: 27 de out. 2014.

DAVIES, M.B.; AUSTIN, J. e PARTRIDGE, D.A. **Vitamin C: in chemistry and biochemistry**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1991. p. 7-25 e 74-82.

Drauzio Varella. **Frutose**. Disponível em: <<http://drauziovarella.com.br/diabetes/frutose-%E2%80%93-o-doce-vilao-ii/>>. Acesso em: 27 de out. 2014.

DESAI, B. B.; DESHPANDE, P. B. **Chemical control of ripening in banana**. *Physiologia Plantarum*, v. 44, p. 238-240, 1978.

EMBRAPA. **Caracterização dos principais pólos de produção de banana no Brasil**. 2009. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananeiraIrrigada/mmercado.htm>>. Acesso em: 26 set. de 2014.

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. (EPAGRI). **Banana**. 2010. Disponível em: <http://www.epagri.sc.gov.br/?page_id=1349>. Acesso em: 26 set. de 2014.

FIORUCCI, A. R. et al. **A Importância da Vitamina C na Sociedade através dos Tempos**. Disponível em: <<http://qnint.sbq.org.br/qni/visualizarTema.php?idTema=11>>. Acesso em: 24 out. 2014.

Food And Agricultura Organization Of The United Nations. **Banana Market Review and Banana Statistics 2012-2013**. Rome, 2013. Disponível em: <www.fao.org/docrep/019/i3627e/i3627e.pdf>. Acesso em: 15 de out. 2014.

Food And Agricultura Organization Of The United Nations. (FAO). **Banana Statistics 2011**. 2011. Disponível em: <www.fao.org/docrep/meeting/022/AM480T.pdf>. Acesso em: 25 de out. 2014.

FAO. FAOSTAT. **Produção**. 2007. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 26 set. de 2014.

GAINO E SILVA. **Consumo de frutose e saúde. Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, 18(2): 88-98, 2011.

HARRIS, D. C. **Análise Química Quantitativa**. 5a edição. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos S.A., 2001, p. 362-371.

HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, v.1, 1970. 620p.

Instituto de Pesquisa de Alimento e Nutrição (**FNRI**). Fruits (Adult). Disponível em: <http://www.fnri.dost.gov.ph/index.php?option=com_content&task=view&id=1723>. Acesso em: 6 nov. 2014.

JOHN, P.; MARCHAL, J. **Ripening and biochemistry of the fruit**. In: **ROBINSON, J. C. Bananas and plantains**. London: Chapman and Hall, 1995. p. 434-467.

KADER, A.A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. California: University California, 1992. 296p.

Kenneth J *et al.* **Nutrição Contemporânea** - McGraw-Hill, 762, 8ª Ed. 2013.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L. e COX, M.M. **Princípios de Bioquímica**. Trad. A.A. Simões e W.R.N. Lodi. São Paulo: Sarvier, 1993. p. 195, 327-328 e 550-551.

LICHTEMBERG, L.A. ; **Colheita e Pós-Colheita da Banana**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.20, n.196, p.73-90, jan/fev., 1999.

LOPES, W. S. et al. **Escorbuto: uma deficiência nutricional**. Acesso em: 24 out. 2014.

Manuela-Azulay, Mônica, et al. "**Vitamin C.**" Anais brasileiros de dermatologia. 78.3 (2003): 265-272.

R Maldonade, I.R.; Carvalho, G.B.; Ferreira A. F. Embrapa. 2013. **PROTOCOLO PARA DETERMINAÇÃO DE AÇUCARES TOTAIS EM HORTALIÇAS PELO MÉTODO DNS**. Disponível em <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/serie_documentos/publicacoes2013/cot_85.pdf>. Acesso em: 03 de nov. 2014.

MATTHIESSEN, M. L. & BOTEON, M. **Análise dos principais pólos produtores de Banana no Brasil**. 2003. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/banana.pdf>>. Acesso em: 25 de out. 2014.

MEDINA, V. M.; MORAES, J. R. T.; BARBOSA, K. C.; SILVA, S. O. **Climatização de bananas com ethephon**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 18, n. 1, p. 43-54, 1996.

OETTERER, Marília. **MONO E DISSACARÍDEOS - propriedades dos açúcares.** Disponível em <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/Mono%20e%20Dissacarideos%20-%20Propriedades%20dos%20Acucares.pdf>> Acessado em 27 de outubro de 2014.

PAULL, R. E. **Ethylene, storage and ripening temperatures affect Dwarf Brazilian banana finger drop.** Postharvest Biology and Technology, v. 8, p. 65-74, 1996.

PAULINO, WR. **BIOLOGIA: Volume único.** 2^o edição. São Paulo. Editora Ática, 1998

PEACOCK, B. C. **Role of ethylene in the initiation of fruit ripening.** Queensland. Journal of Agricultural and Animal Sciences, v. 29, p. 137-145, 1972.

PIMENTEL, Rodrigo Viana. **UMA ANÁLISE DA COMPETITIVIDADE DA BANANICULTURA EM SANTA CATARINA.** 2006. Disponível em: <http://tcc.bu.ufsc.br/Economia293773>>. Acesso em: 26 set. 2014.

POMPELLI, Marcelo Francisco. UFPE. Out. de 2008. **GIBERILNAS, ETILENO e ACIDO ABSCISÍCO.** Disponível em http://www.ufpe.br/lev/images/downloads/ga_aba_etileno.pdf> acesso em: 27.10.2014.

RECIFE, Janaci Santos. **Carboidratos Monossacarídeos e Oligossacarídeos.** Disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAsc0AF/monossacarideos-oligossacarideos>> Acessado em 27 de outubro de 2014.

RYALL, A.L.; LIPTON, W.J. **Handling, transportation and storage of fruits and vegetables.** 2nd ed. Westport: Avi, 1979, v1 587p.

ROBERTS, Keith. **Handbook of Plant Science** Vol. 2. Página 388. Hardcover – 2007. Inglaterra.

SILVA; MELO. **Colheita e Pós-Colheita da Banana.** Disponível em: http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/pos_colheita.html.> Acesso em: 03 nov. 2014.

Silva, C. et al. **Amadurecimento da banana-prata climatizada em diferentes dias após a colheita**. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542006000100015> acessado em 24/09/2014.

SILVA, D. **De onde vem as palavras: origens e curiosidades da língua portuguesa** - 17ª edição. Rio de Janeiro: Lexiko, 2014.

SILVA, Lilian. **Química Analítica Avançada: Volumetria de Neutralização**. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/baccan/files/2011/07/Aula-4-PGVolumetria-de-Neutraliza%C3%A7%C3%A3o-2S-2011-vers%C3%A3o-alunos.pdf>>. Acesso em: 11 de out. 2014.

SILVA, R. et al. **Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel**. Ciênc. Tecnol. Aliment, v. 23, n. 3, p. 337-341, 2001.

SEMPLE, A. J.; THOMPSON, A. K. **Influence of the ripening environment on the development of finger drop in bananas**. Journal Science Food Agriculture, v. 46, p. 139-146, 1988.

SLEMBARSKI, Susiane. 2012. UEPG. **FITORMÔNIOS: ETILENO**. Disponível em <<https://www.passeidireto.com/arquivo/2592392/17-aula---fitormonios---etileno-zootecnia---2012>> acesso em: 26.10.2014.

UNITED STATES DEPARTAMENTO DE AGRICULTURE. (USDA) **National Nutrient Database for Standard Reference Release 27**. Acessado em: 5 nov. 2014.

VANNUCCHI, H.; ROCHA, M. M. **Ácido ascórbico (Vitamina C)**. Acessado em: 23 out. 2014.

VIEIRA, Luiz Marcelino. **Banana - Concentração da produção por microrregião geográfica**. Santa Catarina, 2011. Disponível em: <http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/Informativos/Banana/Banana_sintese_2011.pdf>. Acesso em: 25 de out. 2014.

VIEIRA, Luiz Marcelino. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina - 2012/2013**. Santa Catarina, 2013. Disponível em: <http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/sintese_2013.pdf>. Acesso em: 25 de out. 2014.

VILAS BOAS, E. V. B. **Modificações pós-colheita de banana 'Prata' (Musa acuminata x Musa balbisiana grupo AAB) γ -irradiada**. 1995. 73 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals**. 4. ed. New York: CAB international, 1998. 262p.

WILLS, R. B. H.; HARRIS, D. R.; SEBERRY, J. A. **Delayed ripening of bananas through minimization of ethylene**. Tropical Agriculture, v. 76, n. 4, p. 279-282, 1999.

WRIGHT, S. W. **The vitamin C clock reaction**. J. Chem. Edu., n.79, v.1: 41-43, 2002.

ZUFELLATO-RIBAS, Christina Katia. UFPR. **ETILENO**. Disponível em <<http://www.gepe.ufpr.br/pdfs/aulas/11%20ETILENO.pdf>> acesso em: 25.10.2014

ANEXOS

ANEXO A

(ARTIGO DO MÉTODO IODOMÉTRICO)

Conforme o artigo “Métodos envolvendo o Iodo (I₂): Titulação Iodométrica” de José Barbosa (2011) o método iodométrico dá-se:

As aplicações do iodo como reagente redox são bastante extensas, principalmente porque: (1) o potencial padrão de redução do par I₂/I⁻ é intermediário, e além disso, pode agir como um agente oxidante na forma de I₂, ou como agente redutor na forma de I₃⁻, e (2) o E⁰_{I₂/I⁻ é praticamente independente da acidez do meio até pH<8.}

O par redox iodo/iodeto pode ser caracterizado pela semi- reação:



Indicando que o iodo é um oxidante moderado e o iodeto é um redutor relativamente fraco. O iodo é quantitativamente reduzido a iodeto em meio neutro, por redutores moderadamente fortes, como Sn(II), H₂SO₃, SO₂, H₂S e o iodeto é quantitativamente oxidado a iodo por oxidantes moderados ou fortes, como H₂O₂, IO₃⁻, IO₄⁻, Cr₂O₇²⁻, MnO₄⁻ e ClO⁻.

Há dois modos analíticos na aplicação na química do iodo em titulações de oxirredução. O primeiro envolve o uso de solução padrão de iodo diretamente como titulante em meio levemente ácidos ou levemente básicos. Esta técnica é classificada de método iodimétrico, também denominada iodimetria. No segundo modo, o iodeto é utilizado como redutor, e o iodo liberado na reação associada, é titulado em meio neutro ou levemente ácido com um redutor, usualmente uma solução padronizada de tiosulfato de sódio. Tal técnica é classificada como método iodométrico ou denominada iodometria. Os dois grupos de métodos estão baseados (a) no fato de que o iodo na presença de iodeto produz o íon triiodeto:



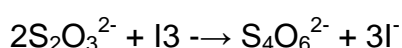
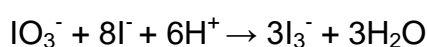
(b) no par redox triiodeto/iodeto



Pelo fato do potencial de redução ser relativamente baixo, poucas substâncias são oxidadas pelo iodo, daí a existência de poucos métodos iodimétricos. Por outro lado, muitas espécies são capazes de oxidar o iodeto a iodo, resultando numa ampla variedade de métodos indiretos ou iodométricos, onde a espécie de interesse é quantitativamente reduzida em excesso de solução de iodeto liberando o equivalente em iodo, e esse é dosado por titulação com uma solução padrão de um redutor. O método iodométrico é mais vantajoso porque o iodo é gerado in situ evitando perdas por volatilização, pois o iodo é facilmente sublimável.

O tiosulfato de sódio é o redutor mais empregado como titulante no iodo gerado nas metodologias iodométricas. Normalmente as soluções são preparadas a partir do sal pentahidratado, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (PF = 248,18g/mol), e devem ser posteriormente padronizadas, pois este sal não se enquadra como um padrão primário. Normalmente as soluções devem ser preparadas com água destilada previamente fervida para eliminar o CO_2 dissolvido e também prevenir a decomposição do tiosulfato por bactérias. É de praxe adicionar algumas gotas de clorofórmio que funciona como um eficiente preservativo. Além disso, cerca de no máximo 0,1g/L de Na_2CO_3 é adicionada para garantir uma leve alcalinidade na solução, pois íon $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ se decompõe em meio ácido, catalisado pela ação da luz, liberando enxofre coloidal e conferindo uma turbidez na solução. Por outro lado, hidróxidos de metais alcalinos, $\text{Na}_2\text{CO}_3 > 0,1 \text{ g L}^{-1}$ e bórax, não devem ser adicionados, pois tendem a acelerar a decomposição sob ação do oxigênio atmosférico: $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$. Assim, a solução deve ser armazenada em frasco escuro (âmbar) logo após a preparação.

Normalmente as soluções de tiosulfato são padronizadas pelo método iodométrico, utilizando como padrão primário bromato de potássio, KBrO_3 ou iodato de potássio KIO_3 . Estes sais, em meio moderadamente acidulado com ácido sulfúrico, oxidam quantitativamente o iodeto a triiodeto, e este é titulado com a solução de tiosulfato padronizada:



O dicromato de potássio, $K_2Cr_2O_7$ pode ser utilizado como padrão primário para a padronização indireta do tiosulfato, da mesma forma que o bromato e o iodato. Porém, em meios moderadamente ácidos a reação de geração de iodo (triiodeto) não é instantânea, sendo necessário um meio de elevada acidez, concomitantemente aumentando o risco da oxidação do iodo formado pelo oxigênio atmosférico. Resultados precisos e reprodutíveis podem ser obtidos ajustando a acidez de um volume conhecido de solução padrão $K_2Cr_2O_7$ com HCl $0,2 - 0,5 mol L^{-1}$ e adicionando KI a $2,0\%(m/v)$. Deixa-se a mistura em repouso por $5 - 10$ minutos no escuro para garantir a geração quantitativa de triiodeto, antes da titulação com o tiosulfato. Nas titulações iodimétricas e iodométricas, o amido é utilizado como indicador sensível, pois forma um complexo com I_2 de coloração azul intensa, e mesmo numa concentração de $10^{-5} mol L^{-1}$, o iodo pode ser detectado. O denominado amido solúvel é encontrado comercialmente e se dispersa facilmente em água. Por outro lado, o complexo amido- I_2 é relativamente pouco solúvel, e portanto, nas titulações iodométricas o indicador deve ser adicionado na solução do analito um pouco antes do ponto de equivalência, onde a concentração do iodo é baixa. Uma vez que o amido é susceptível ao ataque por microorganismos, é recomendável preparar a solução no dia da análise. Normalmente prepara-se solução de amido solúvel a $0,5 - 1,0\%(m/v)$ e adiciona-se ácido bórico como preservativo, para prolongar o tempo de vida útil.

ANEXO B

(PROTOCOLO DO MÉTODO DNS)

Conforme o protocolo “Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método DNS” de R. Maldonade, I.R.; Carvalho, G.B. e Ferreira A. F. (2013) o método DNS dá-se:

Os carboidratos, juntamente com as proteínas e lipídeos, são os constituintes principais dos organismos vivos e são classificados em mono, oligo e polissacarídeos além de serem fonte abundante de energia. Os monossacarídeos são compostos que não podem ser hidrolisados a compostos mais simples como, por exemplo, a glicose (aldose) e frutose (cetose). Os ligossacarídeos e os polissacarídeos são formados por moléculas de monossacarídeos unidas por ligações hemiacetálicas. Os testes de açúcares são baseados em reações de óxido–redução pelo grupo hidroxílico hemiacetálico do monossacarídeo, que pode reagir com íons e formar complexos coloridos (BOBBIO e BOBBIO, 2005) ou por reações coloridas provenientes da condensação de produtos de degradação dos açúcares em ácidos fortes com vários compostos orgânicos como fenol e antrona. Os monossacarídeos são açúcares redutores. O teste de DNS (ácido dinitrosalicílico) baseia-se na reação entre o açúcar redutor e o ácido 3,5-dinitrosalicílico (cor amarelo), que é reduzido a um composto colorido avermelhado, o ácido 3-amino-5-nitrosalicílico, oxidando o monossacarídeo reduto (Figura a seguir).

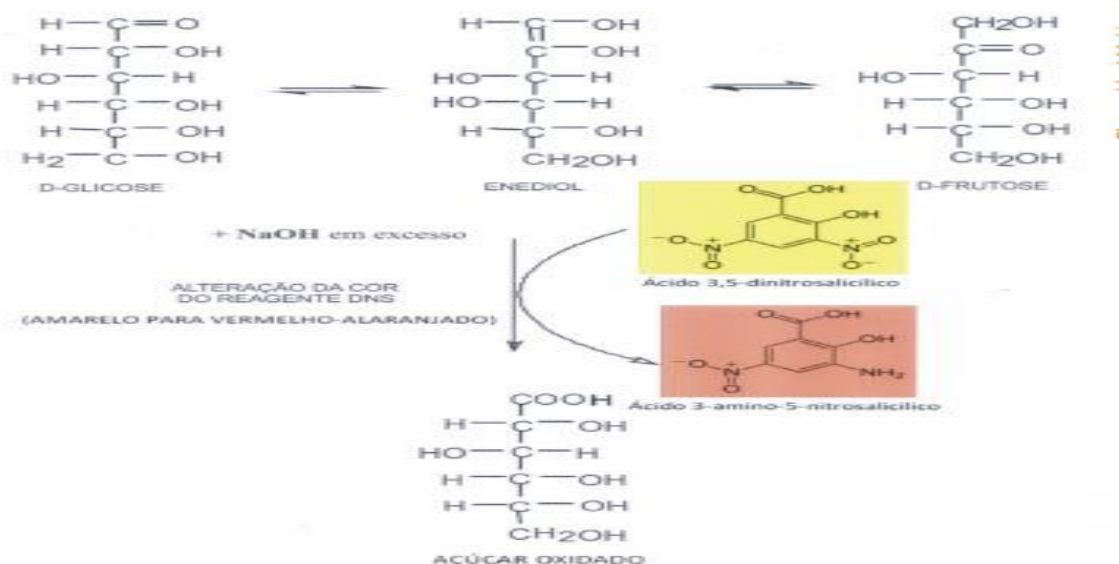


FIGURA 5: Esquema das reações envolvidas no método DNS.

Fonte: R Maldonade, I.R.; Carvalho, G.B.; Ferreira A. F. Embrapa. 2013. Disponível em <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/serie_documentos/publicacoes2013/cot_85.pdf>. Acesso em: 03 de nov. 2014.