

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

2015

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. Giovani Pakuszewski.

Coorientador: Prof. Dr. Bruno Augusto Dias.

JARAGUÁ DO SUL

2015

RESUMO

A bananicultura no município de Corupá (Santa Catarina) vem se desenvolvendo nas últimas décadas de forma pioneira, com o aumento significativo do volume total produzido a cada ano. Para melhor conservação do fruto, na logística do campo até a mesa do consumidor, é necessário que haja a intervenção no processo de amadurecimento. Uma vez que a banana é perecível, atinge com rapidez o estágio de senescência, fazendo com que o aspecto estético do fruto seja prejudicado no mercado. Por isso, as bananas saem do campo ainda em estágio imaturo de maturação e passam pelo amadurecimento artificial – pela exposição ao gás etileno – que controla esse processo. Nesse sentido, a presente pesquisa teve por objetivo estudar o teor de dois redutores, o ácido ascórbico e os açúcares, ambos presentes em bananas amadurecidas de forma artificial e natural através do método DNS (*ácido 3,5-dinitrosalicílico*) – para a determinação dos açúcares redutores – e titulação iodométrica – para a determinação do ácido ascórbico –. A comparação dos valores obtidos, ainda que os frutos estivessem em estágio de amadurecimento diferentes, contribuiu para a discussão acerca do amadurecimento dos frutos climatéricos e seus respectivos valores nutricionais, demonstrando a importância do estudo para o consumidor final dos frutos.

Palavras-Chave: Banana. Amadurecimento. Açúcares redutores. Ácido ascórbico.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 Bananicultura: Produção e consumo de banana.....	7
2.2 O processo de amadurecimento	9
2.3 O hormônio do amadurecimento.....	11
2.4 Ácido Ascórbico	13
2.5 Açúcares redutores	16
2.5.1 Monossacarídeos.....	16
2.5.2 Frutose.....	18
2.5.3 Glicose.....	19
3. METODOLOGIA	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
4.1 Caracterização da amostra	21
4.2 Contextualização dos resultados	22
4.2.1 Banana amadurecida artificialmente.....	22
4.2.2 Banana amadurecida naturalmente.....	27
4.3 Comparação com a literatura.....	30
4.3.1 Ácido ascórbico.....	30
4.3.2 Açúcares redutores.....	32
4.4 Possíveis fontes de erro.....	34
4.5 Tratamento dos Resíduos.....	36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
ANEXOS	48
ANEXO A.....	49
ANEXO B.....	52

1. INTRODUÇÃO

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). Em conformidade com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), no ano de 2014 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.

No Brasil, a segunda fruta mais cultivada é a banana, estando sua produção presente em todos os estados brasileiros. Porém, devido a principalmente fatores climáticos, a exploração da banana está concentrada no Estado de São Paulo, que detém 16,5% da produção, seguido pela Bahia, com 13,0%, Santa Catarina com 10,0%, Minas Gerais com 8,4% e o estado do Pará, com 8,1%. Sobre a produtividade, o destaque nacional é o estado do Rio Grande do Norte com a expressiva marca de 31,4 toneladas/ha, sendo 135% maior que a média do país (13,4t/ha). Em segundo lugar, aparecem Santa Catarina com produtividade superior à média brasileira em 64% e São Paulo, em 54,7% (EMBRAPA, 2014).

A alta produtividade se dá devido ao rápido processo de amadurecimento da banana, fruta altamente perecível, realizado pela liberação de um hidrocarboneto, o etileno (C₂H₄). 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 (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. Deste modo, elencou-se como objetivo geral da pesquisa 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, analisando os teores de ácido ascórbico e os açúcares redutores da banana em seu amadurecimento natural bem como no artificial bem como comparando valores obtidos com os da literatura.

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.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 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 germoplasma 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).

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 7,3 milhões de toneladas na safra 1978 para 35 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/ha), 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.

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 produtoras, 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 infraestrutura 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).

2.2 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 se apresenta 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).

2.3 O hormônio do amadurecimento

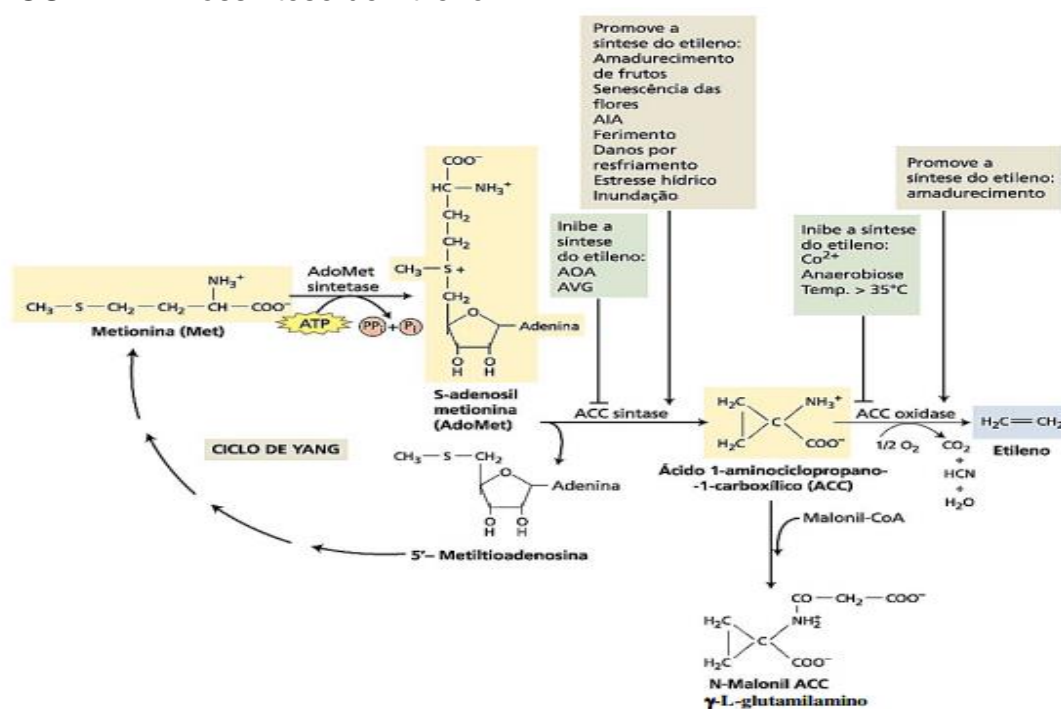
O eteno, comumente conhecido como etileno, é um hidrocarboneto de molécula simétrica muito simples, insaturada, de peso molecular igual a 28,05 g/mol⁻¹, o qual também pode ser considerado um gás incolor e de odor adocicado

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

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. Por sua vez, na Figura 1 pode-se observar a biossíntese do 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, a qual é catalisada pela enzima ACC síntese. Por fim, tem-se a conversão 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.

De acordo com Abeles (1973), no ano de 1934, foi confirmada a denominação oficial de hormônio vegetal para o eteno. Constatou-se que o etileno age em conjunto a outros fitohormônios, no processo de maturação dos frutos climatéricos, como exemplo a auxina, citocinina, giberelinas e o ácido abscísico, sendo o etileno responsável pela abscisão das folhas e o crescimento horizontal das células (POMPELLI, 2008).

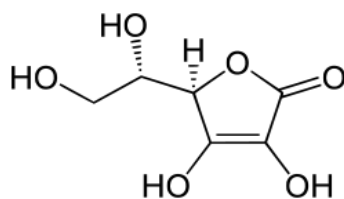
2.4 Ácido Ascórbico

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 AA (Ácido Ascórbico) 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.

O nome "ascórbico" provêm do prefixo a – (que significa "não") e da palavra latina scorbuticus (escorbuto), uma doença causada pela deficiência de vitamina C (FIORUCCI *et al.*, 2003).

As moléculas do ácido ascórbico (vitamina C) sofrem oxidação antes que outras moléculas se oxidem, impedindo e protegendo essas outras moléculas da oxidação. Ela funciona como agente preservativo em alimentos. Para evitar a ação do tempo nos alimentos, as indústrias se valem de agentes que preservam a integridade do produto, aumentando a sua vida útil. Nos alimentos o controle do processo oxidativo é feito através do emprego de substâncias que apresentam a propriedade de retardar a oxidação lipídica, denominadas antioxidantes, e são normalmente utilizadas no processamento de óleos e gorduras e em alimentos que os contêm (PEREIRA, 2008).

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.

De acordo com Lehninger (1993) o ácido ascórbico (Vitamina C) é um sólido cristalino de cor branca, inodoro, hidrossolúvel e pouco solúvel em solventes orgânicos. O ácido ascórbico presente em frutas e legumes é destruído por temperaturas altas por um período prolongado. Sofre oxidação irreversível, perdendo a sua atividade biológica, em alimentos frescos guardados por longos períodos.

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 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).

Segundo a Tabela TACO (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos) uma banana da espécie *Musa spp.* contém 5,9 mg de ácido ascórbico (AA), sendo que essa quantidade é considerada segundo estudos do Institute of Medicine (IOM) 0,1 mg do que se é necessário para a ingestão diária.

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.

2.5 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).

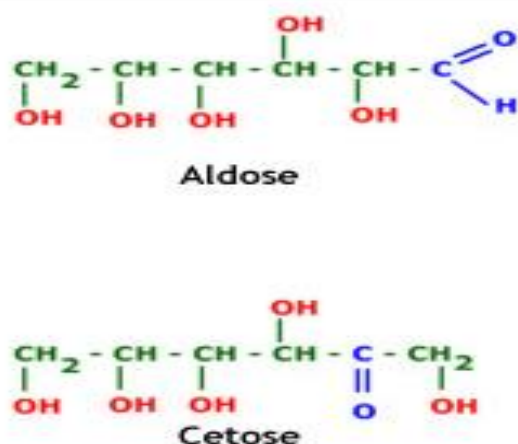
De acordo com Silva *et al.* (2001), os monossacarídeos, glicose e frutose são açúcares redutores por possuírem grupo carbonílico e cetônico livres, capazes de se oxidarem na presença de agentes oxidantes em soluções alcalinas. Os dissacarídeos que não possuem essa característica sem sofrerem hidrólise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

2.5.1 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 monossacarídeos 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).

2.5.2 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 Varella (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 – (VARELLA, 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).

2.5.3 Glicose

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

TABELA 1 – Teor de Glicose, Frutose, Sacarose e Açúcares Solúveis em diferentes cultivares de banana

Cultivar	Glicose (%)	Frutose (%)	Sacarose (%)	Açúcares Solúveis (%)
Nanica	2,7	2,7	15,2	20,6
Nanicão	3,2	2,9	14,0	20,1
Ouro colatina	3,3	3,4	12,0	18,7
Prata anã	2,4	2,4	9,1	13,9
Mysore	2,3	2,1	5,3	9,7
Prata comum	1,8	1,7	16,0	19,5
Ouro da mata	3,0	2,7	10,7	16,4

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.

3. METODOLOGIA

A partir de uma parceria realizada com a ASBANCO (Associação de Bananicultores de Corupá) a presente pesquisa teve início em agosto de 2014, com a definição do tema e elaboração do projeto, finalizando esta etapa no mês

de dezembro do mesmo ano. A partir de fevereiro de 2015, iniciou-se o desenvolvimento e a coleta de dados, concluindo essa em junho deste ano. Para cumprir os objetivos desta pesquisa, utilizou-se a seguinte metodologia.

Sobre a coleta de amostras, foram fornecidas bananas (banana-caturra) em forma de dois buquês provenientes do mesmo cacho de bananas. Os buquês foram destinados cada qual para um modo de maturação, dos quais utilizou-se uma banana oriunda de cada buquê para o preparo de soluções (uma solução para a banana amadurecida artificialmente e outra solução para o fruto que passou por maturação natural).

Em um primeiro momento, com as amostras já disponíveis para o estudo, dois métodos foram realizados afim de verificar o teor de açúcar e ácido ascórbico em uma porção de bananas amadurecidas do pé de bananeira e outra mesma porção de frutos que passaram por maturação artificial. Os métodos utilizados foram o DNS (*3,5-dinitrosalicílico*) – referente o teor de açúcares redutores – e a técnica de titulação iodométrica – pertencente ao teor ácido ascórbico –. Em ambos os métodos foram preparadas soluções de banana em meio aquoso, com concentração igual à 5 g/L.

Para determinar o teor dos açúcares redutores o método utilizado foi o DNS (ANEXO B). Fez-se necessário o preparo de soluções do fruto exposto ao gás etileno em sua maturação (artificial) e do fruto retirado do pé já maduro, ou seja, que não passou por maturação artificial. O primeiro processo foi o corte da banana, que por sua vez acabou sendo utilizada inteira, fato que se deu para que não houvesse variação quanto a valores nutricionais da mesma. Feito isto, a banana foi amassada utilizando-se um pistilo e um almofariz de porcelana, já que a utilização de peças de metais aceleraria o processo de oxidação da fruta. Após amassada, foram pesadas cerca de 5 g de banana para a preparação de uma solução. Assim feito, foi pipetada cerca de 0,0005 L da solução e misturado em micro-tubos de ensaio, com 0,0005 L de DNS, estes micro-tubos foram levados ao banho maria, para que fossem fervidos e assim ocorresse a mudança de cor. Neste processo foram realizadas três triplicatas e a cada triplicada uma branca, e essa não era levada ao fogo para que fosse utilizada para calibrar o espectrofotômetro.

Já na determinação da concentração de AA, foi utilizada a titulação iodométrica (ANEXO A). Este 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). Assim como nos outros métodos, foram preparadas duas soluções de banana – uma amadurecida naturalmente e a outra artificialmente. Nesta o titulante é o Iodo (I_2) e além desta, a outra diferença entre estas titulações é que o ponto final da reação (ponto de viragem) é visualizado usando uma solução de amido, que adquire coloração azul-escuro após todo ácido ascórbico ter reagido (HARRIS, 2001).

Diante destas análises, foram feitas tabelas com o intuito de facilitar a visualização, bem como a comparação com os valores da literatura, possibilitando a discussão destes resultados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização da amostra

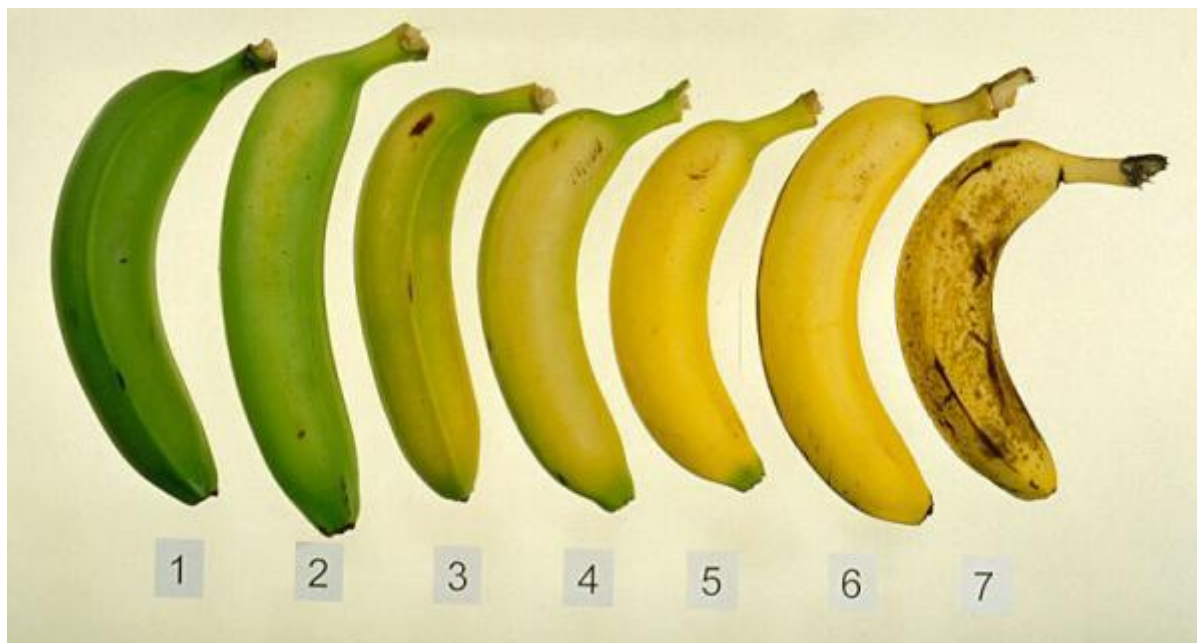
Os frutos utilizados, tanto o amadurecido naturalmente quanto o artificialmente, apresentavam características que indicavam que a banana se encontrava no estado maduro. Uma característica perceptível era o odor despreendido do fruto, sendo que o aroma da fruta, intensificado quando maduro, é um ótimo indicador de qualidade e influencia a aceitabilidade do consumidor (NASCIMENTO JUNIOR *et al*, 2007).

Segundo Nascimento Junior (2007), a banana produz durante o amadurecimento substâncias voláteis importantes para o aroma, tais como: ésteres, álcoois, aldeídos, cetonas, amins e fenóis; sendo principalmente os ésteres o grupo de substâncias voláteis mais importantes que contribuem para o odor característico da fruta.

Outro fator que influenciou a identificação da fruta como madura foi a cor da casca e da polpa da fruta quando amassada. A fruta amadurecida artificialmente se encontrava no sexto estágio de maturação, no qual este estágio tem como principal característica a casca totalmente amarela, tendo apenas pontos escuros. Já a fruta amadurecida naturalmente estava no quarto estágio

de maturação, em que a principal característica para este estágio é casca totalmente amarela tendo somente as pontas verdes, bem como alguns pontos verdosos pela fruta, como indica a Figura 4.

FIGURA 4 – Classificação de bananas de acordo com seu grau de amadurecimento



Fonte: LEITE, Ricardo. Disponível em: <cienciadeagricultor.blogspot.com.br/p/integrantes-do-grupo.html>. Acessado em: 12 de jun. 2015.

Já a polpa amassada apresentava uma cor amarelada característica da fruta madura, porém após algum tempo ao ar livre, se não fosse adequadamente armazenada, a polpa amassada adquiriria uma coloração escura.

O escurecimento da banana como em muitas outras frutas, como por exemplo, a maçã e a pêra, são iniciados poucos minutos após seu descascamento e corte. Na banana a enzima polifenoloxidase catalisa a oxidação dos fenóis existentes na sua polpa, dando origem a quininas, que se condensam (polimerizam) formando melanina que são os pigmentos escuros, sendo preciso durante seu processamento, inibir este escurecimento para evitar a degradação do produto (VIANA JÚNIOR, 2010).

4.2 Contextualização dos resultados

4.2.1 Banana amadurecida artificialmente

- Método DNS

Para a execução deste método fez-se necessário a utilização dos seguintes itens (Tabela 2) para que, posteriormente a solução fosse levada a banho maria.

TABELA 2 – Reagentes utilizados para a preparação da solução

DNS (L)	Solução de banana (L)	Total (L)
0,0005	0,0005	0,001

Fonte: Tabela elaborada pelo grupo.

A execução desta etapa possibilitou que a solução (total) fosse levada para análise no espectrofotômetro, detectou no comprimento de onda de máxima absorção ($A_{\text{máx}}$ - absorbância). Os resultados obtidos podem ser vistos na tabela 3.

TABELA 3 – Resultados obtidos na análise do espectrofotômetro

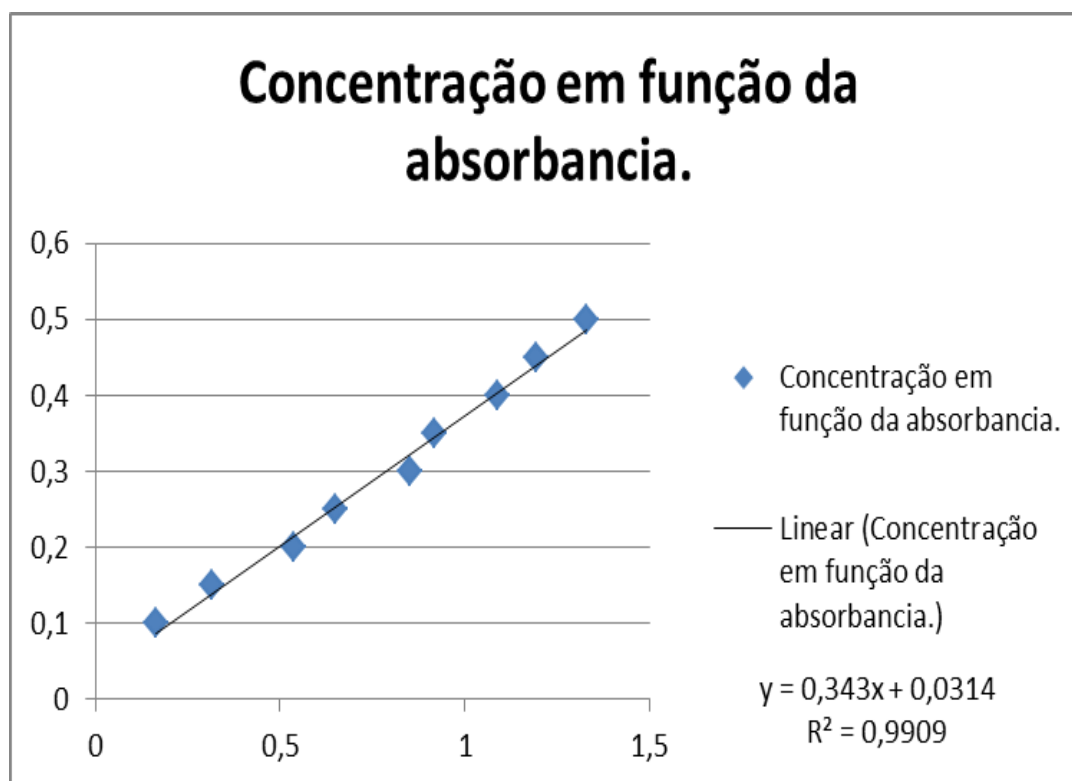
	1ª solução	2ª solução	3ª solução
Absorbância (A)	0,821	0,873	0,890
Média	0,860		

Fonte: Tabela elaborada pelo grupo.

- **Cálculos**

Para tornar viável a realização dos cálculos fez-se necessária a utilização do gráfico da curva de absorbância em função da concentração (Figura 5), do qual foi extraída a equação resultante da linha de tendência, afim de encontrar o teor de açúcares redutores na banana artificial. Uma vez que quanto maior a absorbância maior a concentração de açúcares redutores.

FIGURA 5 – Curva de padronização do DNS em glicose (Concentração da solução de glicose em função da absorbância medida)



Fonte: FACHINI *et al.* Ensaios de pré-tratamento e hidrólise ácida de biomassa de pseudocaule de *Musa cavendishi*. 2014.

O cálculo realizado com a equação pode ser visto a seguir.

$$y = 0,343x + 0,0314$$

$$y = 0,343 \cdot 0,860 + 0,0314$$

$$y = 0,3264 \text{ g/L}$$

O fato de as unidades já se encontrem em L elimina a necessidade de as converter. Portanto, em 100 g de banana foram encontrados aproximadamente 6528 mg de açúcares redutores – para uma melhor visualização foi realizada a transformação de 6,528 g para mg, uma vez que os resultados encontrados na literatura possuem esta unidade – resultado que se deu pela realização do cálculo disposto a seguir.

$$0,3264 \text{ g} \rightarrow 5 \text{ g}$$

$$x \text{ g} \rightarrow 100 \text{ g}$$

$$x \approx 6,528 \text{ g de açúcares redutores em } 100 \text{ g de banana}$$

ou

$x \approx 65,28$ mg de açúcares redutores em 1 g de banana

- **Titulação iodométrica**

Para a realização deste método foi pego inicialmente uma solução de I_2 (titulante) na concentração de 0,03 M, esta foi diluída duas vezes até chegar na concentração utilizada. As diluições realizadas podem ser vistas a seguir.

$$1^a \text{ 0,03 mol/L} \rightarrow \text{0,003 mol/L}$$

$$2^a \text{ 0,003 mol/L} \rightarrow \text{0,0003 mol/L}$$

$$3^a \text{ 0,0003 mol/L} \rightarrow \text{0,00003 mol/L}$$

Ou seja: $[I_2]_{\text{inicial}} \text{ 0,03 mol/L} \rightarrow [I_2]_{\text{final}} \text{ 0,00003 mol/L}$

O cumprimento desta etapa possibilitou a execução das titulações, as quais se basearam-se na montagem do sistema e preparação do titulado (banana), que estava na concentração de 5 g/L. As titulações foram feitas em triplicata e o valor utilizado para calcular a concentração de ácido ascórbico foi a média dos volumes do titulante utilizado (I_2).

Média do ponto de viragem: 18,4 mL.

O cálculo a seguir foi realizado para que se descobrisse o número de mols de I_2 .

$$n_{I_2} = V_{I_2} \times [I_2]$$

$$n_{I_2} = 0,0184 \text{ L} \times 3 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$n_{I_2} = 5,52 \times 10^{-5} \text{ mols}$$

A seguir (Figura 6) pode-se visualizar a estequiometria existente.

$$176 \text{ g} \rightarrow 1 \text{ mol AA}$$

$$x \text{ g} \rightarrow 3,68 \times 10^{-4} \text{ mols AA}$$

$$x = 0,0648 \text{ g de AA}$$

$$1 \text{ g} \rightarrow 1000 \text{ mg}$$

$$0,0648 \text{ g} \rightarrow x \text{ mg}$$

$$x = 64,8 \text{ mg}$$

Portanto, o teor de ácido ascórbico encontrado em 100 g de banana artificial equivale a 64,8 mg, isso pode ser justificado pela titulação imediata, ou seja, a banana não teve tempo de oxidar naturalmente.

4.2.2 Banana amadurecida naturalmente

- **Método DNS**

Assim como na banana amadurecida artificialmente, fez-se necessária a utilização dos seguintes itens (Tabela 4). O reagente DNS e a solução de banana foram pipetados e colocados em micro-tubos de ensaio para que pudessem ser levados ao banho maria.

TABELA 4 – Reagentes utilizados para a realização do método DNS

DNS (L)	Solução de banana (L)	Total (L)
0,0005	0,0005	0,001

Fonte: Tabela elaborada pelo grupo.

Assim que o banho maria foi finalizado a solução total foi levada ao espectrofotômetro, o qual detectou no comprimento de onda de máxima absorção os resultados dispostos na tabela 5.

TABELA 5 – Resultados obtidos com a análise do espectrofotômetro.

	1ª solução	2ª solução	3ª solução
Absorbância (A)	0,636	0,642	0,646
Média	0,641		

Fonte: Tabela elaborada pelo grupo.

- **Cálculos**

Em prol da determinação do teor de açúcares redutores na banana amadurecida naturalmente foi utilizado o gráfico da curva de absorbância – este pode ser visto na Figura 5 – do qual foi extraído a equação resultante da linha de tendência, afim de encontrar o teor de açúcares redutores. A equação e o cálculo realizado a partir desta podem ser visualizados a seguir. A discussão dos mesmos, por sua vez, será realizada posteriormente.

$$y = 0,343 x + 0,0314$$

$$y = 0,343 x 0,641 + 0,0314$$

$$y = 0,25313 \text{ g/L}$$

Uma vez que as unidades já se encontram em litro, não há então a necessidade de as converter. Com isto, o resultado é de:

$$0,2513 \text{ g} \rightarrow 5 \text{ g}$$

$$x \text{ g} \rightarrow 100 \text{ g}$$

$$x \approx 5,0253 \text{ g de açúcares redutores em } 100 \text{ g de banana}$$

ou

$$x \approx 50,253 \text{ mg de açúcares redutores em } 1 \text{ g de banana.}$$

- **Titulação Iodométrica**

O seguinte método foi realizado afim de encontrar o teor de ácido ascórbico na banana amadurecida naturalmente. Com base nisso, foi realizada uma triplicada em prol da determinação de Iodo e a determinação desse valor se deu pela média dos volumes do titulante (I_2).

Média de viragem: 15,56 mL.

- **Cálculos**

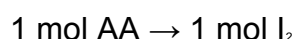
O cálculo a seguir tem como objetivo determinar o número de mols de I_2 .

$$n_{I_2} = V_{I_2} \times [I_2]$$

$$n_{I_2} = 0,01556 \text{ L} \times 3 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$n_{I_2} = 4,67 \times 10^{-7} \text{ mols}$$

A reação abaixo visa facilitar a compreensão da estequiometria entre AA e I_2 , evitando o surgimento de dúvidas em relação aos cálculos posteriores.



Assim como na banana artificial foram realizadas quatro regras de três afim de chegar na concentração de AA em 100 g de banana. Estas podem ser vistas a seguir:

$$1000 \text{ mL} \rightarrow 5 \text{ g}$$

$$20 \text{ mL} \rightarrow x \text{ g}$$

$$x = 0,1 \text{ g de banana}$$

$$0,1 \text{ g} \rightarrow 4,67 \times 10^{-7} \text{ mols AA}$$

$$100 \text{ g} \rightarrow x \text{ mols AA}$$

$$x = 4,67 \times 10^{-4} \text{ mols AA em 100 g de banana}$$

$$176 \text{ g} \rightarrow 1 \text{ mol AA}$$

$$x \text{ g} \rightarrow 4,67 \times 10^{-4} \text{ mols AA}$$

$$x = 0,0822 \text{ g de AA}$$

$$1 \text{ g} \rightarrow 1000 \text{ mg}$$

$$0,0822 \text{ g} \rightarrow x \text{ mg}$$

$$x = 82,2 \text{ mg de AA}$$

Por fim, o teor de ácido ascórbico encontrado em 100 g de banana amadurecida naturalmente é de 82,2 mg, sendo ainda maior que o valor de AA encontrado na banana artificial.

4.3 Comparação com a literatura

4.3.1 Ácido ascórbico

Com relação ao parâmetro usado para a comparação dos valores obtidos referente a concentração de ácido ascórbico existente nos frutos estudados, pode-se dizer que a Tabela TACO é o resultado de uma pesquisa de campo que envolveu as principais regiões metropolitanas, as quais possuem diferentes realidades edafoclimáticas bem como modos de manuseio que traz uma média questionável de bananas nanicas amadurecidas artificialmente.

- **Artificial**

Como pode-se observar na Tabela TACO (Figura 7) o valor estimado para uma banana nanica amadurecida artificialmente é de 5,9 mg de ácido ascórbico em 100 g de banana. Entretanto, observou-se neste estudo que o fruto amadurecido artificialmente apresentou cerca de 64,8 mg de ácido ascórbico em 100 g de banana, número aproximadamente 10,8 vezes maior do que se estima

a literatura. Uma vez que o valor obtido nesse estudo é consideravelmente maior do que a média apresentada na literatura, esse número pode ser justificado pela particularidade de cada fruto, o que não é levado em consideração na bibliografia, pois esta é provinda de uma pesquisa com grande amplitude, buscando aferir resultados a nível das principais metrópoles brasileiras, e não da região a qual o município de Corupá pertence.

FIGURA 7 – Tabela brasileira de composição dos alimentos TACO.

Número do Alimento	Descrição dos alimentos	Umidade (%)	Energia		Proteína (g)	Lipídeos (g)	Colesterol (mg)	Carbo- idrato (g)	Fibra Alimentar (g)	Cinzas (g)	Cálcio (mg)
			(kcal)	(kJ)							
156	Banana, da terra, crua	63,9	128	536	1,4	0,2	NA	33,7	1,5	0,8	*
157	Banana, figo, crua	70,1	105	440	1,1	0,1	NA	27,8	2,8	0,8	6
158	Banana, maçã, crua	75,2	87	363	1,8	0,1	NA	22,3	2,6	0,6	3
159	Banana, nanica, crua	73,8	92	383	1,4	0,1	NA	23,8	1,9	0,8	3

Número do Alimento	Magnésio (mg)	Manganês (mg)	Fósforo (mg)	Ferro (mg)	Sódio (mg)	Potássio (mg)	Cobre (mg)	Zinco (mg)	Retinol (mcg)	Tiamina (mg)	Riboflavina (mg)	Piridoxina (mg)	Niacina (mg)	Vitamina C (mg)
														(mg)
156	24	0,16	26	0,3	Tr	328	0,05	0,2	NA	0,03	0,02	0,14	*	15,7
157	30	0,21	16	0,2	Tr	387	0,06	0,1	NA	0,09	Tr	0,03	Tr	17,5
158	24	0,60	29	0,2	Tr	264	0,11	0,1	NA	Tr	Tr	0,14	*	10,5
159	28	0,14	27	0,3	Tr	376	0,10	0,2	NA	Tr	0,02	0,14	*	5,9

Fonte: LIMA, Dag Mendonça *et al.* Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO Versão 2 – Segunda Edição, 2006.

- **Natural**

Uma vez que a literatura se refere a quantidade de ácido ascórbico em bananas artificiais – a qual demonstrou quantidade 10,8 vezes maior –, não se pode fazer uso da Tabela TACO para a comparação do fruto amadurecido naturalmente. Sendo assim, a discussão destes valores se dá com referência aos encontrados no amadurecimento artificial dos frutos.

Constatou-se neste estudo que o fruto amadurecido de forma natural apresentou cerca de 82,2 mg de ácido ascórbico em 100 g de banana, número aproximadamente 1,2 vezes maior do que os valores encontrados na banana amadurecida artificialmente. Tratando-se de um valor significativamente maior do que a média de ácido ascórbico na banana que passou pela maturação artificial, esse número pode ser justificado em um primeiro momento pelo modo de atuação do AA nos frutos.

De acordo com Pereira (2008), o ácido ascórbico é uma vitamina que, a nível molecular, sofre oxidação antes que outras moléculas se oxidem, impedindo e ao mesmo tempo protegendo essas outras moléculas da oxidação, funcionando como agente preservativo em alimentos.

Uma vez que o fruto amadurecido naturalmente encontrava-se em menor estágio de amadurecimento, isso – o comportamento do ácido ascórbico – justificaria o valor encontrado no estudo se comparado com a banana amadurecida artificialmente. Deste modo, o próprio estágio de amadurecimento pode justificar a presença de maior quantidade de AA no fruto amadurecido de maneira natural, pois sua maturação durou um tempo menor se em relação ao período de amadurecimento da banana artificial.

4.3.2 Açúcares redutores

A curva padrão foi utilizada na realização dos cálculos e foram obtidos os valores referentes a quantidade de açúcares redutores presentes tanto na banana artificial quanto natural. Não se pode, assim, fazer uso da mesma para comparar os valores finais encontrados com a literatura, pois o reagente DNS já não reagia de forma eficaz bem como o estágio de amadurecimento dos frutos analisados não estarem em conformidade. Por esses motivos, os dados apresentados a seguir serão discutidos entre si (um resultado comparado ao outro).

- **Comparação entre artificial e natural**

Constatou-se neste estudo que o fruto amadurecido de forma artificial apresentou cerca de 6528 mg de açúcares redutores em 100 g de banana enquanto o fruto que passou por maturação natural apresentou 5025,3 mg de açúcares redutores em 100 mg de banana. Com relação a banana amadurecida artificialmente, a quantidade de açúcares encontrado é aproximadamente 1,3 vezes maior do que os valores encontrados na banana amadurecida naturalmente.

Sabe-se que, de modo generalizado, a quantidade de açúcar no fruto depende diretamente de seu estágio de amadurecimento, pois no processo de amadurecimento o amido é degradado rapidamente com o acúmulo de sacarose, glicose e frutose (açúcares redutores). Logo, pode-se atribuir a maior quantidade de açúcar na banana amadurecida artificial ao seu estágio de amadurecimento estar mais avançado do que o fruto amadurecido naturalmente, onde o amido degradou-se em açúcares redutores com maior quantidade.

- **Implicações nutricionais dos valores obtidos**

A execução dos métodos, bem como a elaboração dos cálculos possibilitou a obtenção dos resultados, o que permitiu a constatação de que na banana amadurecida artificialmente existe cerca de 6528 mg de açúcares redutores. Já na banana amadurecida naturalmente apresenta cerca de 5025,3 mg de açúcares redutores, o que nos leva a conclusão de que uma banana amadurecida sob efeito do gás etileno apresenta mais açúcares redutores do que uma banana amadurecida de forma natural.

Segundo Neto *et al* (1998), isso se deve ao fato de que durante o amadurecimento dos frutos há uma diminuição do teor de polissacarídeos, com consequente aumento dos teores de açúcares redutores, decréscimo no teor de taninos, tornando os frutos menos adstringentes e com mais compostos voláteis responsáveis pelo odor e gosto característico do fruto maduro, assim devido ao fato de que a banana amadurecida artificialmente ficou em contato direto com o gás etileno em elevadas concentrações, seu estado de amadurecimento era mais avançado, assim após sair da câmara de gás, o fruto madurou imediatamente, em comparação a banana naturalmente amadurecida.

De acordo com Álvares (2003), o nível de açúcar redutor é importante em vários produtos na pós-colheita, pois quando sua concentração é alta pode aparecer à incidência de reações indesejáveis de escurecimento durante o processamento.

Carretta (2003) afirma que os açúcares ainda têm a propriedade de ser agente encorpador de alimentos, produzir fermentação de massas e bebidas, ser preservativo e antioxidante, ser umectante, anticoagulante, realçar o sabor dos alimentos, possuir viscosidade e favorecer o controle da pressão osmótica.

Já em relação ao ácido ascórbico, uma banana amadurecida artificialmente contém cerca de 64,8 mg, já uma banana amadurecida naturalmente apresentou cerca de 82,2 mg de ácido, assim foi constatado que uma banana amadurecida naturalmente apresenta mais vitamina C do que uma banana amadurecida artificialmente.

De acordo com Lopes *et al.* (2005) o ácido ascórbico age na síntese de colágeno que é uma proteína formadora das fibras que envolvem os tecidos do

corpo humano. A síntese do colágeno, proteína que aderem as células umas nas outras e que responde pela qualidade e resistência dos tecidos conjuntivos responsáveis pela estrutura. A carência de vitamina C é a principal responsável pela deficiência de colágeno e é a principal causa da ineficiência do processo de regeneração dos tecidos conjuntivos. Com a degeneração das fibras, ocorrem os afinamentos e os enfraquecimentos, correndo um risco de rompimento nos tecidos.

Estudos dizem que a falta de ácido ascórbico pode acarretar em doenças graves como o escorbuto. De acordo com Nogueira (2011) essa doença caracteriza-se por manifestações hemorrágicas (petéquias, equimoses, sangramento das gengivas), edema nas articulações, fadiga, lassidão, tonteiras, anorexia, alterações cutâneas, infecções e morte).

Os defensores da ingestão de altos teores de vitamina C argumentam que o escorbuto não é o primeiro sintoma desta deficiência e sim o colapso final, a síndrome pré-morte, e há uma grande diferença entre ausência de escorbuto e saúde completa (NOGUEIRA, 2011).

De uma maneira geral, a vitamina C ainda previne e/ou reage com compostos tóxicos incluindo nitrosaminas e aumenta a resposta imunológica de indivíduos (LOPES *et al*, 2005).

4.4 Possíveis fontes de erro

Ainda que todos os procedimentos tenham sido realizados com êxito ao final da pesquisa, é importante salientar que alguns agentes podem ter contribuído para uma margem de erro nos resultados obtidos.

Pode-se dizer que um dos principais fatores que possam ter contribuído para variações nos resultados encontrados são os edafoclimáticos que, por sua vez, de acordo com Viana (2007), referem-se às características que se definem através de fatores do meio tal como o clima, o relevo, a litologia, a temperatura, a umidade, a radiação, o tipo de solo, o vento, a composição atmosférica e a pluviosidade.

Ressalta-se que, o município de Corupá conta com um clima não propício para o cultivo de banana, uma vez que a cidade apresenta um inverno com temperaturas baixas e períodos de muita chuva, bem como tem seu relevo

caracterizado pela predominância de morros, o que faz com que as concentrações nutricionais do fruto alterem-se consideravelmente.

Sendo assim, fez-se o controle desta possível variação colhendo do mesmo pé bem como da mesma região do cacho de banana de um terreno argiloso. A precipitação pluvial também foi um agente que pode ter interferido nos resultados adquiridos, uma vez que durante todo o mês de maio houveram longos períodos de chuva que, por sua vez, culminaram em um amadurecimento mais lento das bananas, onde tanto o fruto amadurecido natural como artificialmente demonstraram amadurecer em um período maior do que se previa (respectivamente, de nove a onze dias para a banana maturada naturalmente e de quarenta e oito horas para o fruto amadurecido artificialmente).

Em razão do amadurecimento lento das bananas por conta do longo período de chuvas, pode-se dizer que o amadurecimento natural do fruto pode ter sido influenciado por agentes externos diante da necessidade de maturação em menor tempo, tendo ficado exposto a luz solar sobre bancadas durante um período de oito dias.

Por outro lado, de acordo com o estado de maturação das bananas amadurecidas artificialmente – visivelmente menos maduras do que se esperava –, apesar de os frutos terem sido submetidos a exposição ao gás etileno por cerca de quarenta e oito horas, existiu a necessidade de uma espera de vinte quatro horas para só então realizar os métodos envolvendo o fruto artificial.

O local, o colhimento, armazenamento e transporte dos frutos podem ter interferido direta ou indiretamente nos dados coletados, seja por choques mecânicos ou pelos diferentes locais de armazenamento.

Por fim, acredita-se que a discrepância entre dados obtidos na pesquisa e dados da tabela TACO podem ser explicados pelo fato de que a literatura abrange as regiões metropolitanas, o que não inclui os valores do município de Corupá e região.

4.5 Tratamento dos Resíduos

- **Titulação iodométrica**

Devido ao grande volume de resíduos formados (resultado da acumulação de resíduos de outros grupos) os resíduos ainda não foram tratados. Será adicionado amido ao iodo, dessa forma, complexando-o.

- **DNS**

Até o presente momento, não foi decidido a que tratamento serão destinados os resíduos provenientes do método DNS. Desse modo, o mesmo foi armazenado no estoque de resíduos e permanecerá no campus Jaraguá do Sul até que se determine o seu tratamento correto.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da elaboração deste trabalho pode-se concluir que a metodologia proposta possibilitou o cumprimento dos objetivos, bem como a refutação ou validação das hipóteses, além de ter-se alcançado o objetivo geral.

Quanto aos resultados, pode-se dizer que as principais conclusões são que uma banana amadurecida naturalmente apresenta maior teor de ácido ascórbico se comparada a uma banana amadurecida sob efeito do gás etileno. Entretanto, um fruto amadurecido artificialmente apresenta um teor de açúcares redutores maior em comparação a uma banana amadurecida naturalmente.

Em relação ao teor de ácido ascórbico encontrado nas bananas, constatou-se que o fruto amadurecido de forma natural apresenta cerca de 82,2 mg de vitamina C em 100 g de banana, enquanto um fruto que passa por maturação sob efeito do gás etileno apresenta cerca de 64,8 mg de em 100 g de banana. Deste modo, pode-se concluir que uma banana naturalmente amadurecida apresenta níveis mais elevados de ácido ascórbico, resultado que pode ser justificado pelo estágio de amadurecimento do fruto e pelo tempo levado para a execução do método – uma vez que não se fez possível uma espera considerável para a realização dos processos da titulação, o que não possibilitou que houvesse a oxidação do AA, resultando na diminuição da perda desse valor –.

Assim, com estes valores torna-se possível validar a primeira hipótese referente ao teor de ácido ascórbico na banana que sofre amadurecimento artificial ser menor que o teor de ácido em uma banana amadurecida naturalmente, uma vez que a banana que amadurece naturalmente conserva mais a vitamina C.

Por sua vez, em comparação ao teor de açúcares redutores em uma banana, o fruto amadurecido artificialmente apresentou um teor mais elevado, cerca de 6528 mg de açúcar em 100 g de banana, contudo, o teor encontrado na banana amadurecida naturalmente equivale a 5025,3 mg de açúcar em 100 g de banana, indicando que o fruto que maturou sob efeito de gás etileno é mais rico em açúcar.

Esta análise possibilitou a refutação da segunda hipótese, a qual afirma que o teor de açúcar na banana que passa pelo amadurecimento natural seja maior se em relação à banana exposta ao gás etileno, o que não se mostrou verídico, uma vez banana que passa por maturação artificial possui um processo de amadurecimento mais ágil quando em relação a banana maturada naturalmente, fato que é justificado porque no processo de amadurecimento o amido é degradado rapidamente formando os açúcares redutores.

Através dos dados obtidos, além de poder validar a primeira hipótese e refutar a segunda, estes também possibilitaram a refutação da terceira hipótese, a qual alega que o teor de ácido ascórbico e de açúcar não sofrem influência alguma no amadurecimento artificial. Entretanto, constatou-se que ocorre sim uma influência significativa nos teores, visto que o fruto que passou pela câmara de gás etileno fica com teores baixos de ácido ascórbico e com valores elevados de açúcares no fruto. Deste modo, ressalta-se que com a realização desta pesquisa foi possível observar o cumprimento dos objetivos propostos.

Por fim, torna-se evidente a importância de estudos acerca da influência dos processos de amadurecimento em frutos climatéricos, pois as variações nutricionais encontradas no estudo podem implicar na dieta nutricional de seus consumidores. Sendo assim, faz-se necessário repensar em possíveis formas de controle para conciliar uma maturação que implique positivamente no produto nutricional final do fruto. Com isso, a pesquisa demonstra a necessidade de

estudos mais aprofundados, já que os resultados obtidos podem ser considerados preliminares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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.

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-CNPMPF, 2000. p. 453-485.

ANNA, Marco Sant; RUSSO, Alessandra. **Uso racional da vitamina C (ácido ascórbico)**. Acessado em: 23/03/2015.

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: 25.10.201.

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/socioeconomia.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/>>. Acesso 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.

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.

VARELLA, Drauzio. **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/mercado.htm>>. Acesso em: 26 set. de 2014.

EMBRAPA. **Colheita e pós-colheita.** 2009. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananeiraIrrigada/colheita.htm>>. Acesso em: 16 mai. de 2015.

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.sbg.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.

Institute of Medicine (IOM). **Dietary Reference Intakes: applications in dietary assessment**. Washington DC; 2000. 306p.

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.

LICHTENBERG, 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.

PEREIRA, Vinicius. **Ácido Ascórbico – características, mecanismos de atuação e aplicações na indústria de alimentos.** Acessado em: 23/03/2015.

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 <https://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.

SALAY, Elisabete et al. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO** - 4ª edição revisada e ampliada. Acessado em: 05/03/2015.

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.

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

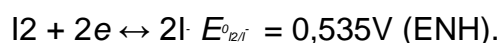
ANEXO A

(ARTIGO DO MÉTODO IODOMÉTRICO)

Conforme o artigo “Métodos envolvendo o Iodo (I_2): Titulação Iodométrica” de José Barbosa (2011) o método iodométrico dá-se:

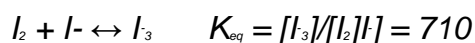
As aplicações do iodo como reagente redox são bastante extensas, principalmente porque: (1) o potencial padrão de redução do par I_2/I^- é intermediário, e além disso, pode agir como um agente oxidante na forma de I_2 , ou como agente redutor na forma de I_3^- , e (2) o $E^{\circ}_{I_2/I^-}$ é praticamente 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 $Sn(II)$, H_2SO_3 , SO_2 , H_2S e o iodeto é quantitativamente oxidado a iodo por oxidantes moderados ou fortes, como H_2O_2 , IO_3^- , IO_4^- , $Cr_2O_7^{2-}$, MnO_4^- e ClO^- .

Há dois modos analíticos na aplicação na química do iodo em titulações de oxi-redução. 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:



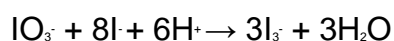
(b) no par redox triiodeto/iodeto

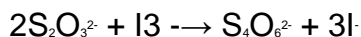


Pelo fato do potencial de redução ser relativamente baixo, poucas substâncias são oxidadas pelo iodo, daí a existência de poucos métodos iodimétricos. Por outro lado, muitas espécies são capazes de oxidar o iodeto a iodo, resultando numa ampla variedade de métodos indiretos ou iodométricos, onde a espécie 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, $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ (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 $S_2O_3^{2-}$ 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, $Na_2CO_3 > 0,1 \text{ g L}^{-1}$ e bórax, não devem ser adicionados, pois tendem a acelerar a decomposição sob ação do oxigênio atmosférico: $S_2O_3^{2-} + 2O_2 + H_2O \rightarrow 2SO_4^{2-} + 2H^+$. 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, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 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 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ com HCl $0,2 - 0,5\text{molL}^{-1}$ 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.