

1. INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é originário da América Tropical e disseminado por todas as regiões do mundo. É cultivado em todo o território brasileiro, concentrando-se nos Estados da Bahia e Espírito Santo e mais recentemente no Rio Grande do Norte e Paraíba (BRAPEX, 2006). Em razão da alta tecnologia utilizada em sua exploração, a cultura do mamão alcança produtividades elevadas e produz frutos de excelente qualidade, com boa aceitação nos mercados interno e externo. O Brasil ocupa posição de destaque como produtor, respondendo por 25% da produção mundial de mamão e se situa entre os três maiores exportadores da fruta (MARTINS, 2005).

Existem dois grandes grupos de mamão: Solo e Formosa. Ambos estão sendo usados no Programa de Melhoramento Genético do Mamoeiro da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Este programa, em parceria com a Empresa CALIMAN Agrícola S/A tem o objetivo de atender aos produtores nacionais visando o desenvolvimento de híbridos provenientes de cruzamento entre genótipos do grupo Solo e Formosa (PEREIRA, 2003; PEREIRA et al., 2004), que podem vir a ser uma alternativa para a fruticultura regional e nacional (FERREGUETTI, 2003).

As características bioquímicas que conferem sabor e aroma ao mamão apresentam similaridades entre os híbridos, mas também peculiaridades que os

diferenciam. Dentre os mamões comercializados atualmente no país, pode-se observar variações muito pequenas ou significativas nesses atributos de qualidade, as quais podem constituir no principal diferencial para aceitação do produto pelo mercado consumidor (SOUZA, 2005). O padrão dos principais constituintes do sabor e aroma dos frutos consumidos pelo mercado brasileiro ou aqueles exportados, ainda não está bem estabelecido, apesar de já se conhecer os principais atributos de qualidade do mamão.

A caracterização das substâncias (carboidratos, ácidos orgânicos, ésteres, álcoois, pigmentos, vitaminas, alcalóides, dentre outros) que compõem os frutos de mamão é de fundamental importância em programas de melhoramento. Da mesma forma, a identificação de substâncias que não são relacionadas ao paladar poderá abrir caminhos para posteriores estudos da rota de biossíntese e biodegradação destes compostos no sentido de relacioná-los com compostos envolvidos não somente com o paladar, mas também na longevidade do fruto, resistência contra doenças dentre outros fatores. Outra grande vantagem na caracterização dessas substâncias é o estabelecimento do perfil metabólico dos híbridos que os identifica do ponto de vista de qualidade.

Os açúcares têm um papel importante na constituição do sabor característico do mamão e também na avaliação comercial da qualidade de frutos frescos. A quantidade de sólidos solúveis totais, expresso em gramas ou °Brix corresponde a escala de percentagem de matéria seca nas soluções de sacarose quimicamente puras (LEME e BORGES, 1965), sendo geralmente utilizada como indicador de qualidade e maturidade de frutos como por exemplo em frutas cítricas (CHAN, 1979). O fruto do mamão é bastante dependente, em termos de qualidade, das condições ambientais durante seu desenvolvimento, bem como do estágio de maturação em que se encontram, tornando-se necessário para a avaliação, o uso de métodos de análise mais precisos capazes de discriminar os principais açúcares constituintes destes frutos em épocas distintas do ano, assim como em diferentes estádios de amadurecimento.

A composição do aroma do fruto do mamão tem sido investigada em frutos em vários estádios de amadurecimento (ALMORA et al., 2004). Segundo

FRANCO e RODRIGUEZ-AMAYA (2004), a variabilidade dos componentes voláteis encontrados em mamão pode estar relacionada à colheita de frutos de diferentes produtores em diferentes áreas de cultivo, em diferentes épocas de colheita e, ainda, em grande parte pode estar correlacionada, diretamente, com as diferenças nas condições metodológicas de isolamento dos voláteis.

Neste trabalho será empregado um método enzimático para a determinação da constituição dos principais açúcares solúveis e Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas para qualificar e quantificar os principais constituintes químicos, voláteis e ácidos graxos, da polpa de frutos de três híbridos de mamão do Programa de Melhoramento Genético do Mamoeiro da UENF, além de outras duas cultivares (Golden e Tainung 01), colhidos em três épocas do ano e armazenados ao longo de 8 dias à temperatura ambiente.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos Gerais

- Caracterizar quanto ao teor dos açúcares solúveis (glicose, frutose e sacarose) os híbridos UENF/CALIMAN 01 (UC01), UC02 e os genótipos comerciais Tainung 01 e Golden;
- Caracterizar os principais constituintes químicos, voláteis e ácidos graxos, os híbridos UC01, UC02, UC07 e os genótipos comerciais Tainung 01 e Golden;

2.2. Objetivos Específicos

- Verificar a variação sazonal e em relação ao estágio de maturação no teor dos açúcares solúveis da polpa dos híbridos: UC01 e UC02;
- Confrontar a variação no teor dos açúcares solúveis da polpa dos híbridos UC com o dos genótipos já estabelecidos no mercado, Golden e Tainung 01;

- Verificar a variação em relação ao estágio de maturação nos principais constituintes químicos, voláteis e ácidos graxos, na polpa dos híbridos: UC01, UC02, e UC07;
- Confrontar a variação na composição dos principais constituintes químicos, voláteis e ácidos graxos da polpa dos híbridos UC com aqueles dos materiais já estabelecidos no mercado, Golden e Tainung 01;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Mamão (*Carica papaya* L.)

O mamoeiro cultivado comercialmente (*Carica papaya* L.) insere-se na classe Magnoliophyta, sub-classe Dilleniidae, ordem Violales, família Caricaceae e gênero *Carica* (WOODLAND, 2000). Seu centro de origem é, muito provavelmente, o Noroeste da América do Sul - vertente oriental dos Andes, ou mais precisamente, a Bacia Amazônica Superior - onde a diversidade genética é máxima, o que caracteriza o mamoeiro como uma planta tipicamente tropical (DANTAS, 2001).

A produção mundial de mamão é de 6,3 milhões de toneladas, sendo o Brasil, seguido do México, da Nigéria e da Índia, um dos maiores produtores dessa fruta (Tabela 1). A cultura ocupa uma área de 382 mil ha, tendo a Nigéria e a Índia as maiores áreas, porém menor produtividade. O Brasil, com 36 mil hectares, possui a maior produtividade com 44,4 t/ha (COSTA et al., 2005).

Tabela 1 – Produção mundial de mamão e volume de produção dos principais países produtores, em toneladas. Período: 1996/2003

| Países | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Brasil | 932.960 | 1.301.367 | 1.378.143 | 1.402.142 | 1.439.712 | 1.489.324 | 1.597.700 | 1.600.000 |
| México | 496.849 | 594.134 | 575.558 | 569.230 | 672.376 | 873.457 | 876.150 | 955.694 |
| Nigéria | 662.000 | 675.000 | 751.000 | 748.000 | 748.000 | 748.000 | 755.000 | 755.000 |
| Índia | 539.736 | 620.000 | 582.000 | 660.000 | 700.000 | 700.000 | 700.000 | 700.000 |
| Indonésia | 381.964 | 360.503 | 489.948 | 449.918 | 429.207 | 500.571 | 491.389 | 491.389 |
| Outros | 1.283.417 | 1.331.456 | 1.345.916 | 1.474.407 | 1.688.959 | 1.764.830 | 1.771.224 | 1.840.035 |
| Total | 4.296.926 | 4.882.460 | 5.122.565 | 5.303.697 | 5.678.254 | 6.076.182 | 6.191.463 | 6.342.118 |

Fonte: FAO

Durante o processo de amadurecimento dos frutos, inúmeras transformações na sua composição se realizam, principalmente, considerando-se a enorme variedade de compostos químicos que os mesmos contêm. As mais importantes são aquelas de significância para o consumidor. No caso do mamão, estas alterações podem ser facilmente identificadas por serem as responsáveis pelas evidentes mudanças na coloração, aroma, sabor e textura destes frutos. Tais alterações correspondem às principais transformações bioquímicas de interesse comercial, que ocorrem com os pigmentos, compostos voláteis, ácidos orgânicos, ácidos graxos e carboidratos desses frutos (ALMORA et al., 2004; SANTANA et al., 2004).

De acordo com ARRIOLA et al. (1980), citados por SANTANA et al. (2004), após a colheita a maioria das mudanças bioquímicas que ocorrem nos mamões, quantitativamente, envolve carboidratos. Uma das mais importantes alterações que ocorre durante a fase de maturação é o drástico aumento no conteúdo dos açúcares. Mesmo entre frutos do mesmo tipo, pode haver uma certa variação em função da variedade, condições climáticas, fertilidade do solo, época do ano, estágio de desenvolvimento e maturação, porção da fruta, dentre outros.

DRAETTA et al. (1975) relataram que os frutos de mamão podem ser colhidos logo que aparecem os primeiros sinais amarelos na casca, tornando-se maduros totalmente, 4 a 5 dias após a colheita. Este momento é caracterizado pelo aparecimento de um odor típico agradável. A passagem da cor verde para a

amarela se deve à degradação da clorofila nos tecidos da casca e ao desenvolvimento dos carotenóides. Durante este período, a taxa de respiração da fruta aumenta rapidamente, atingindo um máximo em plena maturação. Daí em diante, segundo observação desses autores, ocorre um aumento da acidez, principalmente na parte superior da polpa do fruto, com uma diminuição gradativa do pH, possivelmente devido à formação de ácido galacturônico, em consequência da hidrólise da pectina pelas enzimas pectinohidrolíticas.

O fruto do papaya é conhecido por conter altos índices de vitaminas A e C (GIOVANNINI et al., 2004; WALL, 2006). A casca é verde quando imatura e amarela quando madura. A polpa quando madura pode variar do amarelo ao vermelho, apresentando sabor agradável, suave e doce, com propriedades laxativas e calmantes (MANICA, 1982).

Os produtos que podem ser obtidos da industrialização do mamão incluem purê (congelado ou pasteurizado), néctar, sucos, mamão em calda, cristalizado, geléias e, principalmente, como ingrediente para salada de frutas tropicais (GRIZOTTO et al., 2005). Outras partes da planta bem como os frutos jovens são ricos em enzima proteolítica, a papaína. A papaína é utilizada nas indústrias de processamento e de manufaturados como clarificantes de bebidas alcoólicas, produtos farmacêuticos, amaciante de carne e limpeza de roupa (ALI e LAZAN, 1998).

3.1.1. Grupos e Variedades de Mamão

Segundo MARIN et al. (1995) citados por OLIVEIRA (2002), a cultura do mamoeiro, no Brasil, teve grande impulso a partir de 1977, com a introdução do mamoeiro do grupo Solo, cujos frutos são pequenos, de polpa firme, cor vermelha e sabor agradável. Vale ressaltar que a simples introdução de cultivares do grupo Solo provocou uma significativa expansão da comercialização do fruto, devido à sua grande aceitação tanto no mercado interno quanto para exportação (DANTAS e LIMA, 2001).

Nas plantas hermafroditas, os frutos têm formato periforme e são os preferidos pelos consumidores e exportadores. As cultivares do grupo Solo que se destacam são: 'Sunrise Solo', Improved Sunrise Solo Line 72/12' e 'Baixinho de Santa Amália' e mais recentemente, a seleção 'Golden' originária de uma mutação natural de plantas 'Sunrise Solo'. As vantagens dos frutos produzidos pela seleção 'Golden' e que a torna preferida para exportação são a sua menor susceptibilidade a mancha fisiológica, amarelecimento da casca mais uniforme e maior brilho da casca, resultando numa melhor aparência do fruto.

Os mamões do grupo 'Formosa', apesar de muito bem aceitos pelos consumidores, devido à qualidade de sua polpa, é pouco conveniente para uso individual, pois seus frutos são grandes e exigem preparo, como o descasque e a eliminação das sementes, antes do consumo (TEIXEIRA et al., 2001).

O grupo Formosa abrange híbridos F1, tais como o Tainung 01, que é resultante do cruzamento de um tipo de mamão de polpa vermelha, da Costa Rica, com o "Sunrise Solo" (LUNA, 1986). Este híbrido é bastante produtivo, porém susceptível a Mancha Fisiológica do Mamão, apresentando casca de coloração verde -clara e polpa laranja-avermelhada de ótimo sabor, com cheiro forte, boa resistência para o transporte e pouca resistência ao frio. Sua produtividade é de aproximadamente 60 t/ha/ano (FARIAS et al., 1998).

3.1.2. Projeto Frutimamão

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF a partir 1996, iniciou um programa de melhoramento genético do mamoeiro, com o objetivo de desenvolver genótipos superiores, capazes de contribuir expressivamente com o agronegócio do mamão. Com a parceria de empresas como a CALIMAN Agrícola e a PESAGRO-Rio e o apoio financeiro da FAPERJ e FINEP, excelentes resultados têm sido obtidos (PEREIRA, 2003).

O primeiro projeto denominado "Mamão de Qualidade: um estudo para otimização da cadeia de produção visando atender as exigências do mercado interno e externo" – FRUTIMAMÃO I, foi aprovado em 2001 e executado no

período de janeiro de 2002 a dezembro de 2004. Tratava-se de um projeto amplo, envolvendo as áreas de melhoramento, tecnologia de sementes, fisiologia vegetal, tecnologia pós-colheita e monitoramento avançado de gases. O FRUTIMAMÃO I resultou na geração de nove híbridos de mamão, registrados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento no ano de 2004. Os principais resultados deste projeto foram divulgados num encontro realizado na UENF, além de publicações, Teses e monografias. O segundo projeto denominado “FRUTIMAMÃO: Aprimoramento do Mamão Brasileiro na Busca de Maior Qualidade e Divisas para o País” – FRUTIMAMÃO II, também em parceria com a Caliman, foi aprovado pela FINEP em 2004, com previsão de execução de janeiro de 2005 a dezembro de 2006. Este segundo projeto é mais abrangente que o primeiro. Além das áreas mencionadas no anterior, contempla também o estudo do manejo da cultura, do controle biológico e da metabólica. Vale ressaltar ainda que neste trabalho de pesquisa estão envolvidos 30 professores da UENF, além de estudantes de graduação e de pós-graduação e de técnicos da Caliman, perfazendo um total de mais de 90 pessoas envolvidas com a pesquisa do mamão (PEREIRA, 2005).

As pesquisas com a cultura do mamão na UENF já produziram uma série de resultados com impactos bastante expressivos nesta cultura. O primeiro híbrido de mamão brasileiro – UENF/CALIMAN 01, UC01 – já é cultivado por produtores do Espírito Santo, Bahia e Rio Grande do Norte, seus frutos têm tido boa aceitação nos mercados nacional e internacional, sendo que o estado do Rio Grande do Norte, exportou as primeiras 18 toneladas em julho de 2006, inaugurando a zona livre para exportação nesta região do país.

3.2. Caracterização Bioquímica dos Principais Constituintes do Sabor e Aroma

De forma geral, os frutos de mamão quando maduros apresentam sabor adocicado e coloração amarelo-alaranjada. Durante o período de amadurecimento dos frutos, a síntese e a degradação de compostos que alteram a coloração,

sabor, textura e aroma dos mesmos pode ser observada (PRABHA e BHAGYALAKSHMI, 1998; GOMEZ et al., 1999).

Segundo SANKAT e MAHARAJ (1997), o mamão é uma boa fonte de cálcio e uma excelente fonte das vitaminas A, B₁, B₂ e C. O conteúdo de proteínas é de aproximadamente 0,5%. O valor nutricional do fruto depende da cultivar, das condições ambientais durante o crescimento e da fase de maturação do fruto quando do consumo.

Com relação aos carboidratos não estruturais, CHAN et al. (1979) mostram que os mais abundantes no fruto de mamão são glicose, sacarose e frutose (Figura 1), sendo o primeiro acumulado principalmente nos estádios iniciais de desenvolvimento, e os dois últimos mais abundantes no período do amadurecimento do fruto quando a porcentagem de açúcares varia entre 10 e 13%.

O aumento nos teores de sacarose, frutose e glicose é considerado, segundo SELVARAJ et al. (1982), como uma das características do amadurecimento do mamão, correlacionando positivamente com a maior palatibilidade da fruta (PAL et al., 1980; PAULL et al., 1997 e SOUZA, 1998).

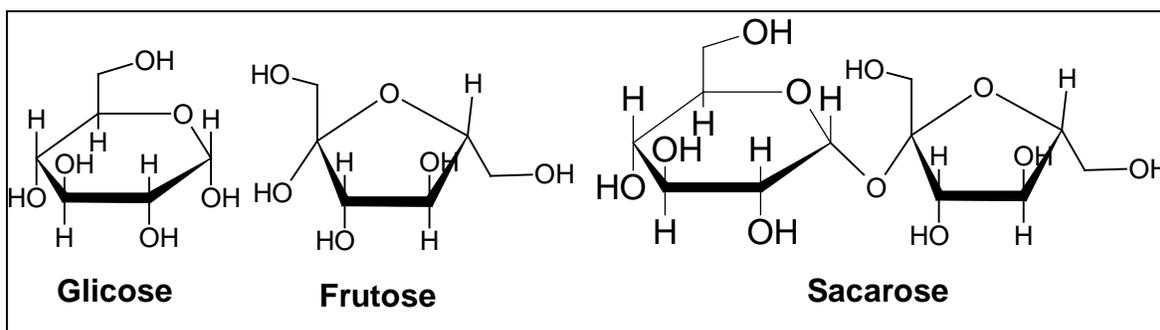


Figura 1 – Representação esquemática dos principais açúcares solúveis presentes na polpa do mamão

Algumas características sensoriais, como sabor e aroma, envolvem, na grande maioria dos casos, compostos voláteis (hidrocarbonetos, ésteres, aldeídos, cetonas, álcoois e ácidos). Têm sido identificados quase 200 compostos voláteis em frutos de mamão, incluindo mais de 130 ésteres (SANKAT e MAHARAJ, 1997). A maioria destes componentes está presente em baixas concentrações.

Utilizando várias técnicas de destilação para o isolamento dos voláteis, FLATH e FORREY (1977), citados por FRANCO e RODRIGUEZ-AMAYA (2004), realizaram o primeiro estudo detalhado sobre componentes voláteis do mamão. O linalol foi sempre o maior componente, seguido por isotiocianato de benzila. Os teores dos dois óxidos de linalol e de fenilacetoneitrila foram bem variáveis (Figura 2). Os autores deduziram que embora alguma dessa variabilidade pudesse ser causada pela própria amostra, por ter sido obtida de diferentes produtores e áreas de cultivo, em tempos diferentes, uma grande parte da variação poderia estar correlacionada com as diferenças nas condições de isolamento dos voláteis. A extração dos compostos utilizando o aquecimento do extrato do fruto com água, até a fervura em presença de ar atmosférico, resultou em um considerável aumento na concentração de fenilacetoneitrila, quando comparado com os resultados obtidos da destilação sob vácuo (FLATH e FORREY, 1977).

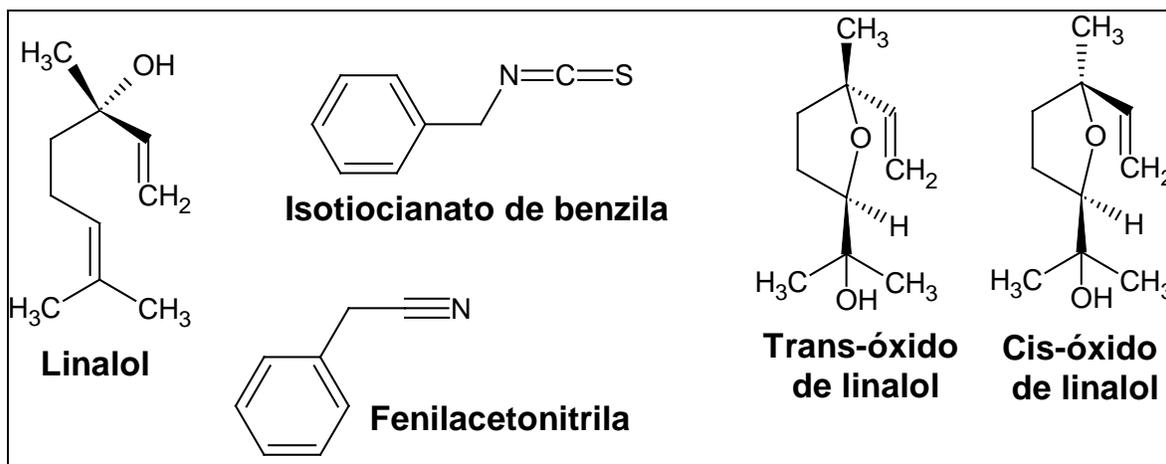


Figura 2 - Principais voláteis presentes na polpa do mamão

FLATH et al. (1990) ao examinarem a emissão de voláteis em mamão Solo colhido no Havaí, em quatro estádios diferentes de amadurecimento da fruta, por uma técnica de *headspace*, com adsorção em tenax e desorção de voláteis com éter etílico, detectaram a presença de numerosos ésteres e monoterpenos na fruta madura, a maioria em quantidades traços. Mircenos e os dois ocimenos, cis e trans, foram os mais abundantes entre os hidrocarbonetos monoterpênicos. O linalol foi encontrado em todos os estádios, embora tenha sido detectado em

maior teor na transição de quase maduro a maduro. O isotiocianato de benzila foi encontrado em todos os estádios, com uma concentração maior no estágio maduro, enquanto o teor de fenilacetoneitrila não exibiu nenhuma correlação com o amadurecimento da fruta.

HEIDLAS et al. (1984) inativando o sistema enzimático do mamão com cloreto de mercúrio II antes do preparo dos concentrados de voláteis, demonstraram que muito pouco linalol e isotiocianato de benzila livres estavam presentes no mamão intacto. Partindo deste princípio, os autores consideraram que o número muito menor de compostos detectados, em relação a outros trabalhos foi devido ao fato de a fruta ter sido estudada intacta, portanto, liberando menos voláteis por unidade de tempo e também porque alguns voláteis são formados de precursores não voláteis, induzidos quando o tecido da fruta é rompido.

De acordo com FRANCO e RODRIGUEZ-AMAYA (2004), frutos de mamão do grupo Formosa, procedente da Bahia, mostraram uma grande variabilidade na composição de voláteis, assim como diferenças marcantes em relação aos frutos do grupo Solo, procedente da mesma região geográfica. Nos frutos do grupo Formosa, o óxido cis excedeu o óxido trans de linalol e foi o maior componente em algumas amostras. O linalol foi o segundo componente principal nestas amostras.

De acordo com FRANCO e RODRIGUEZ-AMAYA (1993), o mamão é um dos frutos com maior variedade de ésteres. Existem variações na composição e na proporção dos ésteres entre diferentes espécies e cultivares de *Carica* e a depender da região de origem de produção do fruto. Ésteres de baixo peso molecular têm um importante papel na composição do aroma e sabor do mamão. Embora exista esta variação entre espécies e cultivares, os materiais vegetais ainda apresentam características de aroma e sabor similares.

3.3. Biossíntese dos Principais Constituintes Químicos Presentes no Mamão

3.3.1. Glicosídeos Cianogênicos e Glicosinolatos

Existem duas classes de constituintes vegetais contendo enxofre de importância biológica. Uma dessas classes é caracterizada por tio-glicosídeos, também denominados glicosinolatos, que apresentam uma unidade de açúcar ligada a uma aglicona. Por hidrólise, através da enzima mirosinase, os glicosinolatos originam β -D-Glicose e uma aglicona instável, que sofre rearranjo espontâneo com a perda de sulfato, originando um isotiocianato como produto majoritário (Figura 3), sendo esta a substância responsável por grande número de atividades biológicas (BOTTI et al., 1995; HEINZMANN, 2003). Glicosinolatos também podem dar origem a nitrilas, tiocianatos e aminas, sendo as quantidades relativas, dependentes do glicosinolato específico e do sistema de enzimas presente (ROBINSON, 1980; FLATH et al., 1990; BENNETT et al., 1997) como mostrado na figura 3.

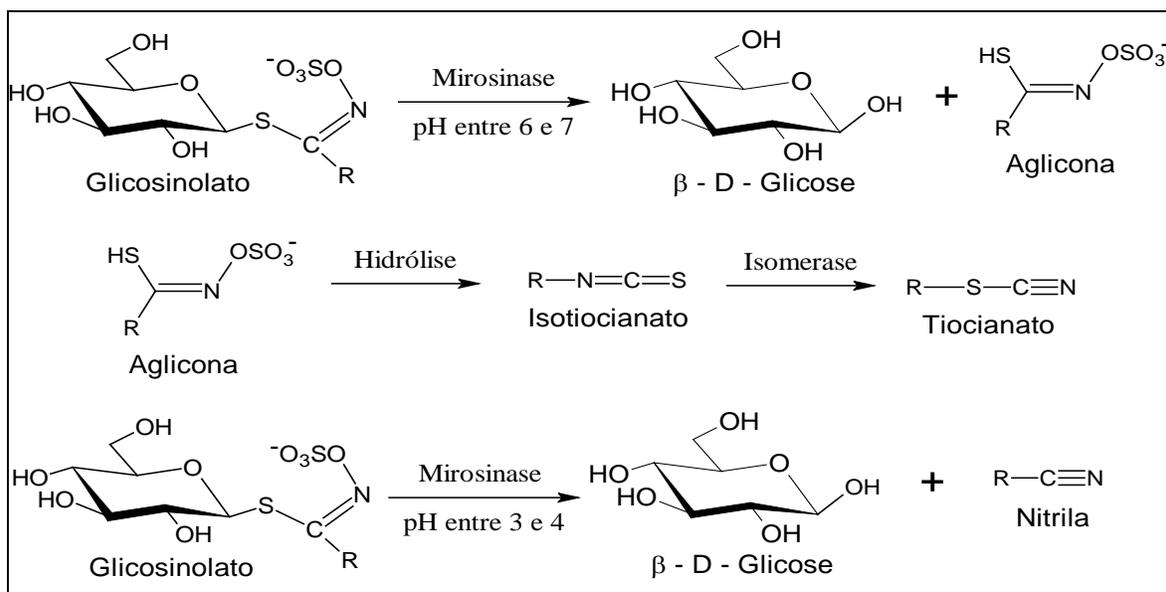


Figura 3 – Metabolismo de glicosinolatos catalisado pela enzima mirosinase

Em mamão, o isotiocianato de benzila é formado a partir do rompimento do tecido do fruto, quando se dá a quebra das paredes celulares, e então ocorre a hidrólise do glicosinolato de benzila pela enzima mirosinase (FRANCO e RODRIGUEZ-AMAYA, 2004).

A partir de estudos realizados em folhas secas de mamão, BENNETT et al., (1997) descrevem uma rota biossintética para a produção de metabólitos secundários derivados do aminoácido L – fenilalanina, para a formação da prunasina, um glicosídeo cianogênico, e do glicosinolato de benzila (Figura 4).

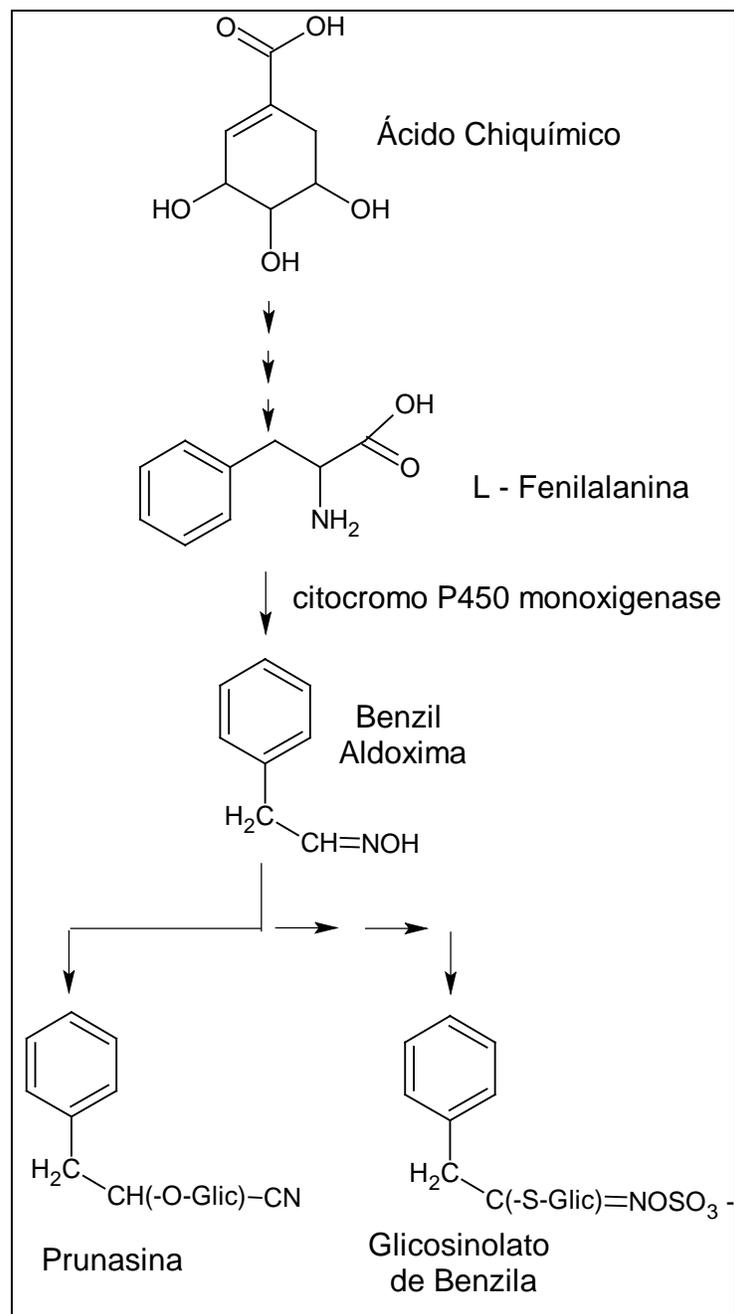


Figura 4 – Biossíntese da prunasina (glicosídeo cianogênico) e glicosinolato de benzila a partir do ácido chiquímico, segundo BENNETT et al. (1997).

3.3.2. Produtos da Via Mevalonato (Terpenóides)

O mevalonato é formado da condensação de uma unidade da acetoacetyl-CoA com uma molécula da acetyl-CoA. Após a condensação aldólica, ocorre uma hidrólise originando a 3-hidroxi-3-metilglutaril-CoA (HMGCoA) que é reduzida a mevalonato, numa reação irreversível. O mevalonato é então convertido em isopentenil-pirofosfato (IPP), ou isopreno ativo, a unidade básica na formação dos terpenos e esteróides. A polimerização do mevalonato vai originar moléculas de cadeias carbonadas crescentes de cinco em cinco átomos de carbono. A molécula de isopentenil-pirofosfato e seu isômero dimetilalil-pirofosfato (DMAPP) formam trans-geranil-pirofosfato (GPP), a partir do qual formam-se os demais terpenos (Figura 5). Novas ligações cabeça-cauda entre trans-geranil-pirofosfato e isopentenil-pirofosfato resultarão em sesqui (C15) e diterpenos (C20). Já a ligação cabeça-cabeça entre duas moléculas de farnesil-pirofosfato (C15) dará origem ao esqualeno, o precursor da maioria dos triterpenos e esteróides (SANTOS, 2003).

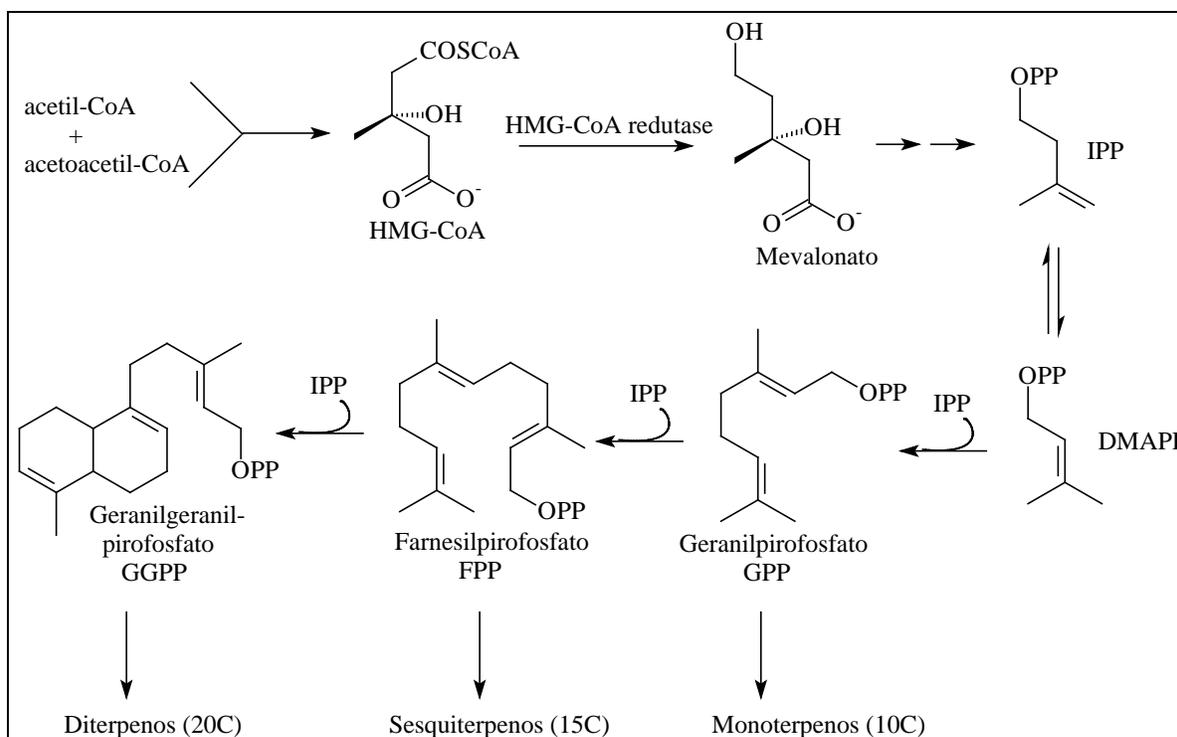


Figura 5 – Biossíntese dos terpenos

Dentre os compostos voláteis encontrados no mamão, principalmente na polpa, além do isotiocianato de benzila, também estão presentes muitos terpenóides como cis e trans-ocimeno, limoneno, sabineno, cis neoalocimeno, linalol, nerol, α -terpineol, geraniol, bem como os óxidos cis e trans de linalol (HEIDLAS et al., 1984).

3.3.3. Ácidos Graxos

A biossíntese dos ácidos graxos é realizada por um complexo enzimático chamado ácido graxo sintase. Esta reação adiciona seqüencialmente unidades de dois átomos de carbono a uma cadeia linear crescente, que sofre uma série de processos de óxido-redução e transesterificação que culminam na formação de uma cadeia saturada (Figura 6). Basicamente, estes intermediários se unem através de uma ligação tioéster à proteína carreadora acila (PCA) que transporta o radical hidrocarbonado das diferentes enzimas do complexo para realizar uma reação específica por vez (TAIZ e ZEIGER, 1998).

O acetato, que provém da degradação de glicose via piruvato, é transformado em malonilCoA mediante a adição de CO_2 , antes de entrar no complexo ácido graxo sintase. Esta reação necessita da biotina como cofator e da biotina-carboxilase para obter o carboxil ativado que se adiciona rapidamente a um acetilCoA produzindo malonilCoA. O grupo metileno ativo correspondente ao CH_3 original do acetato, é o nucleófilo que se adicionará a cadeia crescente hidrocarbonada. O CO_2 que se adiciona a reação é o que se desprende durante a condensação (MOYNA e HEINZEN, 2003)

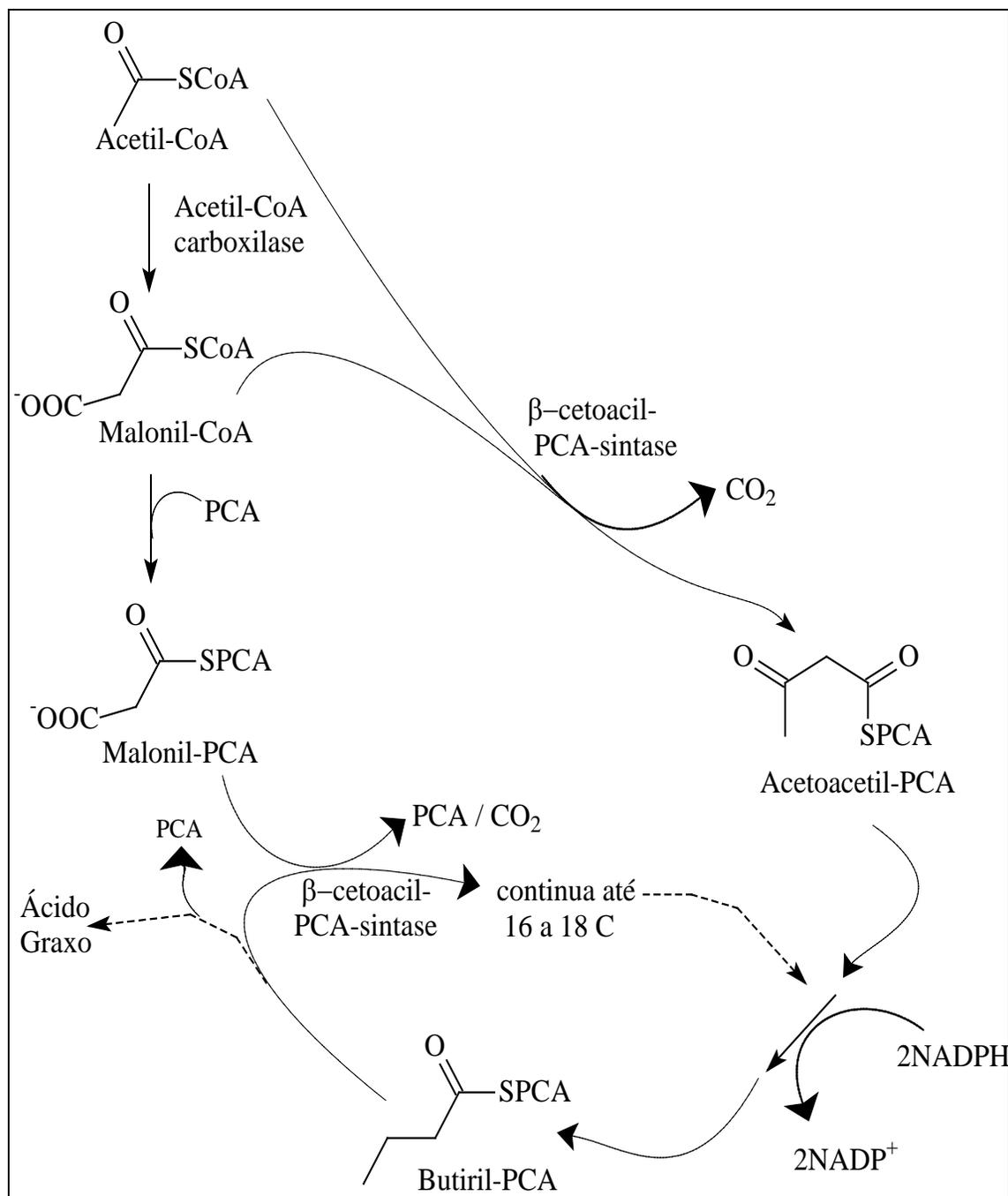


Figura 6 – Biossíntese dos ácidos graxos.

Os ácidos graxos encontrados com mais frequência na composição do aroma dos frutos de mamão foram: ácido hexanóico, ácido octanóico, ácido decanóico, ácido dodecanóico. Seus ésteres, em grande variedade, porém em baixas concentrações, também surgem nas análises dos voláteis, dentre os quais

pode-se citar: dodecanoato de metila, decanoato de metila, tetradecanoato de metila, octanoato de metila, furoato de metila, hexanoato de metila, benzoato de metila (MACLEOD e PIERIS, 1983; IDSTEIN et al., 1985)

3.4. Isolamento de Voláteis

O isolamento dos compostos voláteis daqueles não voláteis é uma etapa necessária, realizada antes da introdução da mostra em um instrumento analítico. Este procedimento visa basicamente, a eliminação de interferentes e o ajuste da concentração acima do limite detectável. Esta é uma etapa crítica pois qualquer modificação causada na composição de voláteis da amostra nesta fase inicial não mais poderá ser corrigida, por mais sofisticados que sejam os instrumentos utilizados nas etapas subseqüentes (FRANCO e JANZANTTI, 2004).

Existem duas abordagens para o isolamento dos compostos voláteis, a “Análise Total” e a “Análise do *Headspace*”. A primeira delas compreende uma análise de todos os compostos voláteis presentes na amostra. Geralmente, utiliza a propriedade comum destes compostos para separá-los dos compostos não voláteis: a sua volatilidade. Dessa maneira, geralmente é utilizada alguma forma de destilação para isolar os compostos voláteis. A destilação pode ser feita à pressão atmosférica ou reduzida, ou ainda por arraste de vapor, mas sempre envolve o aquecimento da amostra. Portanto, perdas ou modificações significativas podem ocorrer na composição dos voláteis, assim como impurezas presentes no solvente podem contaminar o isolado, gerando artefatos. Como a mistura consiste principalmente de água, a etapa subseqüente do processo é a aplicação de extração por algum solvente para concentrar os compostos voláteis. A segunda é uma técnica excelente e sensível utilizada para analisar compostos em baixas concentrações. Nestas técnicas, o analito sendo necessariamente mais volátil que a matriz, volatiliza-se, preferencialmente, podendo ser determinado sem os interferentes dos outros componentes da amostra, através da análise do vapor desprendido do analito (GOBATO e LANCAS, 2001).

Freqüentemente tem sido aplicado o isolamento dos voláteis pelo método de destilação-extração simultânea desenvolvido por LIKENS e NICKERSON (1964), inclusive em estudos sobre voláteis de mamão (FLATH e FORREY, 1977; MACLEOD e PIERIS, 1983). Nesse sistema, o isolamento e a concentração dos voláteis são feitos simultaneamente, ou seja, a amostra e o solvente são colocados cada um deles em um balão volumétrico inserido nas duas extremidades do sistema. Então os vapores gerados a partir da amostra e do solvente puro entram em contato acima do condensador; após a condensação escoam para o sifão, posicionado no sistema logo abaixo do condensador. Como o solvente é imiscível com a água, cada um deles flui novamente para os respectivos balões, gerando um processo contínuo. Este sistema visa minimizar a degradação dos compostos voláteis de interesse e a introdução de interferentes através de precauções simples, tais como a redução do tempo de análise e o uso de pouca quantidade de solvente orgânico (FRANCO e JANZANTTI, 2004).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Genótipos e Épocas de Amostragem

Neste trabalho foram utilizados 3 híbridos de mamão (UC01, UC02 e UC07) desenvolvidos pela UENF em parceria com a Empresa Caliman Agrícola S/A. Estes materiais foram comparados com dois outros genótipos já estabelecidos no mercado, considerados aqui neste trabalho, como genótipos - Tainung 01, também um híbrido do grupo Formosa e o Golden, uma variedade do grupo Solo. Estes frutos, colhidos de plantas em plena produção, foram acondicionados em caixas térmicas e transportados para o Setor de Fisiologia Vegetal (SFV) do Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal – Centro de Ciências e Tecnológicas Agropecuárias da UENF, onde foram armazenados.

Os genótipos acima foram coletados na área de produção da Empresa Caliman Agrícola S/A, em Linhares, ES. As plantas foram mantidas no campo sem controle de ambiente com luz natural e manutenção da umidade do solo e nutrição das plantas através de irrigações e adubações periódicas, conforme manejo da empresa.

Os frutos foram colhidos nos meses de janeiro, agosto e outubro, correspondentes a três regimes de temperatura no desenvolvimento dos mesmos,

quais sejam: verão (amostragem de janeiro), inverno (amostragem de agosto) e transição inverno – verão (amostragem de outubro).

As amostragens foram efetuadas nos anos de 2003 e 2004. No ano de 2004 a incidência severa de meleira nas plantas dos híbridos UC, resultou na eliminação de todas as plantas desses pomares. Na falta de plantas dos híbridos UC, em produção, foram amostradas apenas os frutos Tainung 01 e Golden, no ano de 2004, com intuito de confrontá-los com o material, correspondente, amostrado no ano de 2003.

4.2. Armazenamento dos Frutos

Os frutos foram armazenados, a temperatura ambiente, no SFV com o monitoramento da temperatura e UR ($25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ e $65\% \pm 5\%$, respectivamente), por cerca de 8 dias ou até a perda da qualidade que desqualifique seu consumo. As leituras de temperatura e umidade relativa foram feitas com o uso de sensores *Watch Dog/Data Logger* durante todo o tempo de armazenamento. As amostragens iniciaram no momento da chegada dos frutos no SFV e prosseguiram com intervalo de dois dias entre as mesmas.

4.3. Quantificação dos Açúcares Solúveis da Polpa

4.3.1. Extração dos Açúcares Solúveis

Foram utilizados cinco frutos de cada cultivar correspondente a cinco repetições. Inicialmente, de cada repetição foi retirada uma amostra de 1 g da polpa, que após pré-tratamento em micro-ondas (CHAN et al., 1979), foi imediatamente congelada em N_2 líquido e armazenada a -70°C para posterior análise do teor de açúcares solúveis.

A extração dos açúcares solúveis foi feita a partir das polpas congeladas e pré-tratadas para a extração de açúcares. As amostras foram maceradas em almofariz (resfriado) até a consistência de pó fino com N_2 líquido, sendo pesado

aproximadamente 0,1 g da polpa e adicionados 1,0 mL de etanol 80%. O macerado foi homogeneizado em vortex por inversão de tubos e levados para banho a 70° C por 90 minutos. Decorrido esse tempo, as amostras foram centrifugadas a 13.600 RPM por 10 minutos e o sobrenadante foi isolado e para a determinação enzimática do teor dos açúcares solúveis.

4.3.2. Determinação Enzimática de Açúcares Solúveis

O teor dos açúcares solúveis foi determinado por redução do NAD⁺ através do monitoramento do acréscimo da absorvância a 340 nm de acordo com o método enzimático (Figura 7) usado por STITT et al (1989), com algumas modificações. Assim, foram preparados 265 µL de meio de reação em uma placa de ELISA contendo: 5 µL de extrato, 127 µL de água e 133 µL de tampão (100mM de Imidazole pH 7,4, 5mM MgCl₂, 2mM NAD⁺, 1mM ATP, 2U de glicose-6P-desidrogenase - G6PDH - EC 1.1.1.49).

A reação foi iniciada com a adição de 5 µL de hexoquinase (EC 2.7.1.1) para a mensuração do teor de glicose até a estabilização da absorvância. Após a estabilização da reação, 5 µL de fosfoglicose isomerase, (PGI: EC 5.3.1.9) foram adicionadas ao meio para a determinação do teor de frutose, novamente até que se estabilizasse a reação. Finalmente a sacarose foi determinada adicionando-se 5 µL de β-fructosidase (EC 3.2.1.26). O teor de cada açúcar foi dado em µMol x g peso fresco da amostra⁻¹ utilizando-se a equação:

$$C = \frac{\Delta \text{Abs.}}{\varepsilon \text{ NAD}^+} \times \frac{1000}{\text{Vol. poço}} \times \frac{\text{Vol. extração}}{\text{Vol. real}} \times \frac{1}{\text{PF}}$$

Onde:

- C : teor de açúcar, em µMol x g PFamostra⁻¹;
- ΔAbs. : variação da absorvância entre o início da reação e a estabilização da mesma;
- ε NAD⁺ : coeficiente de absorvidade molar do NAD⁺, em l x mol⁻¹ x cm⁻¹;
- Vol. poço : volume total do poço da placa de Elisa , em µL;
- Vol. extração : volume total de extração das amostras, em µL;

- Vol. real : volume do extrato utilizado na reação, em μL ;
- PF : peso fresco da amostra, em gramas.

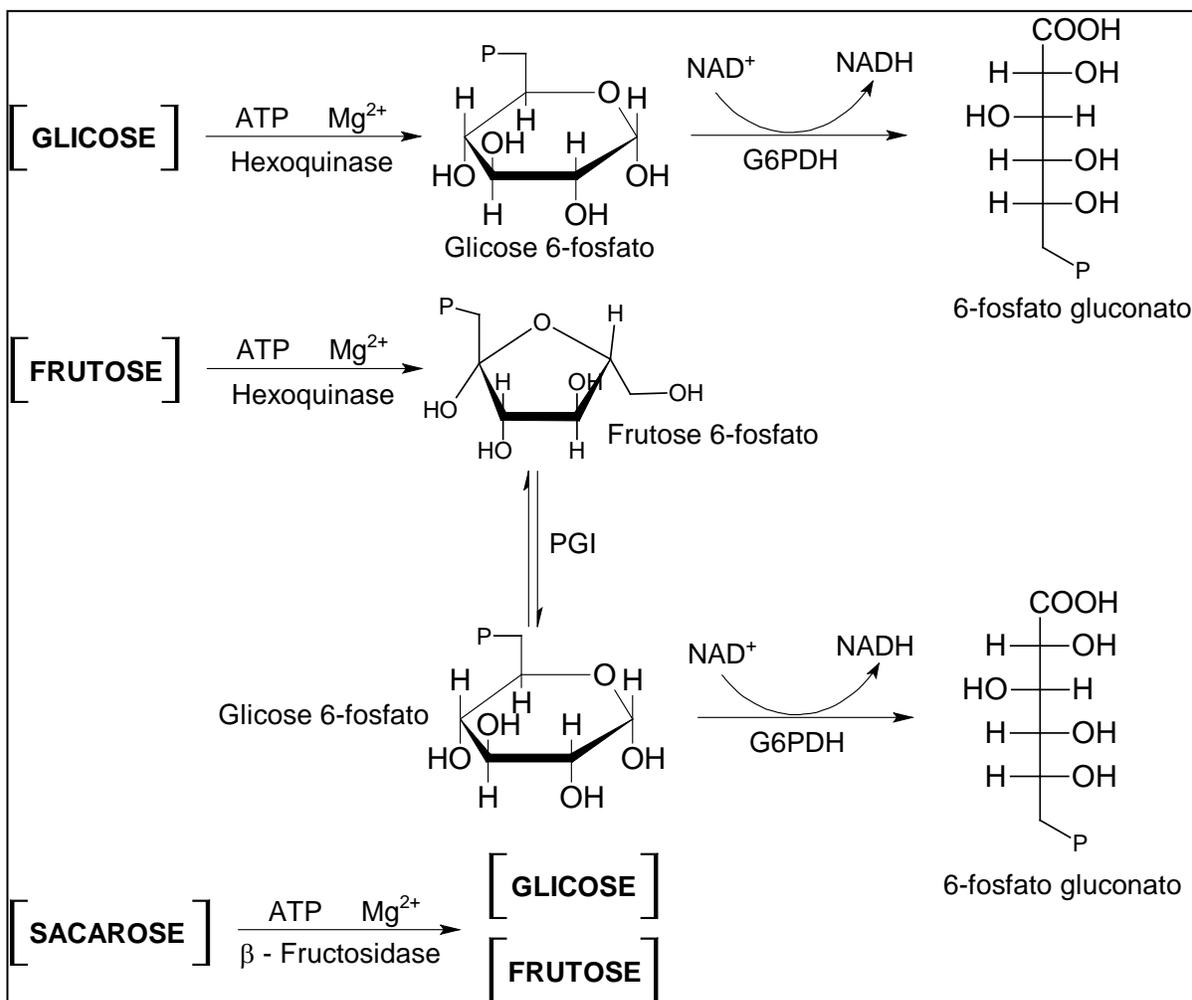


Figura 7 – Principais reações nas quais baseiam-se o método enzimático para a análise dos açúcares solúveis da polpa do mamão.

4.4. Qualificação e Quantificação dos Compostos Voláteis

4.4.1. Extração dos Compostos Voláteis

Amostras de 50 gramas de polpa foram homogeneizadas separadamente em liquidificador doméstico, congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas a -70°C em biofreezer. As análises dos compostos voláteis da polpa do mamão congelados foram feitas por codestilação. Após o descongelamento, foram adicionadas às amostras 500 mL de água. Esta mistura foi acondicionada em

balão de fundo redondo (1000 mL) e aquecida a 100°C por 90 minutos. Ao balão foi acoplado um condensador, o qual foi mantido a temperatura ambiente (Figura 8). O condensado, recolhido em banho de gelo, foi então extraído em 20 mL de éter etílico e seco com sulfato de sódio anidro. O extrato obtido foi mantido em refrigerador até a análise.

4.4.2. Análise dos Compostos Voláteis

Imediatamente antes da análise das amostras, o extrato teve seu solvente evaporado, e a esse, foi adicionado 0,1 mL da solução padrão (N-isopropildecanamida) a 0,03 mg/mL em metanol, sendo então retirada uma alíquota de 1 µL para injetar no cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massa (CG/EM) modelo QP5050A da marca Shimadzu fornecendo os cromatogramas (Fig. 8 a Fig. 22). Estas análises foram feitas no Laboratório de Ciências Químicas (LCQUI) do CCT.

Condições programadas no aparelho:

1. Coluna: capilar de DB-1-dimetil-polisiloxane com 30 m de comprimento e 0,25 mm de diâmetro interno;
2. Gás de arraste: Hélio (1 mL/min);
3. Programa: 50-200°C a 15°C/ min;
4. Temperatura do injetor: 200°C;
5. Os espectros de massas foram produzidos por impacto eletrônico (70eV).

Os espectros de massas (Fig. 23 a Fig. 40) obtidos dos constituintes foram comparados com os padrões existentes na biblioteca do computador no aparelho: *NIST-library* (*National Institute of Standards and Technology*) contendo a biblioteca geral NIST107 (com espectros de 107.886 compostos) e a sub-biblioteca NIST21 (com 21.250 espectros de 13.205 compostos).

Em seguida foram feitas comparações visuais com os espectros de substâncias encontrados na literatura e observação da similaridade dos tempos de retenção.

4.5. Análise Estatística

Os experimentos realizados para as análises dos açúcares solúveis, do ano de 2003, seguiram o delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições num arranjo fatorial 4 x 3 x 2, sendo quatro genótipos (UC01, UC02, Golden e Tainung), três épocas de colheita (verão, inverno e verão-inverno) e de dois períodos de armazenamento (inicial e final) .

Já para as amostras do ano de 2004, seguiram o delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições num arranjo fatorial 2 x 3 x 5, sendo dois genótipos (Golden e Tainung), três épocas de colheita (verão, inverno e verão-inverno) e cinco períodos de armazenamento (T0, T1, T2, T3 e T4) .

Os dados foram submetidos a análise de variância, com o teste F aplicado a 5% de significância, com auxílio do programa Genes (CRUZ, 2001) e os graus de liberdade dos fatores isolados, suas interações foram desdobrados via teste de comparação de médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Quantificação dos Açúcares Solúveis da Polpa de Mamão

Houve efeito significativo pelo teste F na análise de variância, no ano de 2003 para a variável glicose, para efeito de genótipo, época de amostragem e estágio de maturação. As interações genótipo x época, genótipo x estágio de maturação, estágio de maturação x época de amostragem e assim como sua interação tripla foram significativas a 5% de probabilidade pelo teste F. Para as variáveis frutose, sacarose e açúcares totais um padrão semelhante foi observado, somente o fator estágio de maturação não apresentou diferença significativa no ano de 2003. Os valores de coeficiente de variação estão dentro dos padrões experimentais indicando precisão e acurácia nos procedimentos adotados na condução dos ensaios.

Tabela 2 – Resumo da ANOVA para as variáveis: glicose, frutose, sacarose e açúcares totais, em função dos genótipos estudados (Golden, Tainung 01, UC01 e UC02), épocas de colheita (janeiro, agosto e outubro) e estádios de maturação (inicial e final), para o ano de 2003.

| FV | GL | QUADRADOS MÉDIOS | | | |
|---------------------------|-----|------------------|---------------------|----------------------|------------|
| | | GLICOSE | FRUTOSE | SACAROSE | AÇ. TOTAIS |
| Genótipo (G) | 3 | 5498,68* | 9616,18* | 7395,75* | 2410,95* |
| Época (E) | 2 | 27901,96* | 11397,34* | 12259,23* | 1615,48* |
| Estádio de Maturação (EM) | 1 | 55421,79* | 15,24 ^{ns} | 134,85 ^{ns} | 843,95* |
| G x E | 6 | 10201,03* | 8292,89* | 8423,46* | 1523,59* |
| G x EM | 3 | 8706,28* | 3873,21* | 5786,41* | 1167,72* |
| E x EM | 2 | 60779,12* | 5020,03* | 2549,98* | 1784,48* |
| G x E x EM | 6 | 12364,34* | 2776,53* | 4851,66* | 1500,50* |
| Erro | 120 | 516,56 | 260,30 | 64,53 | 28,81 |
| CV | | 14,66 | 14,12 | 34,63 | 9,15 |
| Média | | 155,02 | 114,23 | 23,20 | 57,64 |

* Significativo a 5% pelo Teste F

^{ns} Não significativo a 5% pelo teste F

Tabela 3 – Resumo da ANOVA para as variáveis: glicose, frutose, sacarose e açúcares totais, em função dos genótipos estudados (Golden e Tainung 01), épocas de colheita (janeiro, agosto e outubro) e estádios de maturação (T0, T1, T2, T3 e T4), para o ano de 2004.

| FV | GL | QUADRADOS MÉDIOS | | | |
|---------------------------|-----|------------------|-----------|---------------------|------------|
| | | GLICOSE | FRUTOSE | SACAROSE | AÇ. TOTAIS |
| Genótipo (G) | 1 | 6772,91* | 43151,80* | 43,25 ^{ns} | 2864,20* |
| Época (E) | 2 | 22269,70* | 11908,07* | 2445,34* | 590,38* |
| Estádio de Maturação (EM) | 4 | 18869,33* | 10194,27* | 3402,29* | 476,90* |
| G x E | 2 | 19810,80* | 17491,27* | 2841,29* | 2088,75* |
| G x EM | 4 | 4690,49* | 3906,93* | 1832,68* | 792,32* |
| E x EM | 7 | 1716,97* | 2419,86* | 2503,67* | 585,72* |
| G x E x EM | 7 | 6461,98* | 2689,23* | 3570,09* | 391,04* |
| Erro | 140 | 248,20 | 162,79 | 37,97 | 21,10 |
| CV | | 11,51 | 12,85 | 29,59 | 8,54 |
| Média | | 136,89 | 99,33 | 20,82 | 49,87 |

* Significativo a 5% pelo Teste F

^{ns} Não significativo a 5% pelo teste F

Com relação à concentração de glicose na polpa dos frutos, os resultados mostram que em geral a concentração de glicose foi maior ($P>0,05$) no final do amadurecimento em comparação ao início do amadurecimento (Tabela 4). Considerando apenas o estágio final de amadurecimento, aquele em que o fruto estará apto a ser consumido, os resultados mostram que, de modo geral, os frutos colhidos em janeiro apresentavam maior ($P>0,05$) concentração de glicose que os frutos colhidos em agosto e outubro (Tabela 4).

O híbrido UC01 apresentou um acréscimo médio de 52% nos teores de glicose, em relação aos períodos compreendidos de janeiro a outubro. Já quanto ao estágio de maturação, para o genótipo UC01, no mês de janeiro, houve um acréscimo de 200% nos teores de glicose do estágio inicial ao final de amadurecimento. No mês de outubro, um acréscimo de 20% nos teores avaliados.

Os frutos que foram colhidos em janeiro iniciaram o seu desenvolvimento, aproximadamente, quatro meses antes, isto é, em setembro do ano anterior, 2002. Logo, esses frutos passaram a maior parte do tempo de seu desenvolvimento sob condições de alta luminosidade e altas temperaturas (Tabela 5), o que poderia favorecer a atividade fotossintética, resultando em maior acúmulo de açúcares (GIOVANNINI et al., 2004). Como a glicose é um açúcar precursor do ácido ascórbico (COULTATE, 2004), espera-se que os frutos colhidos nos períodos de maior acúmulo de glicose devam apresentar, também, um maior teor de vitamina C. Isso já foi verificado por GIOVANNINI et al. (2004) que observaram maior acúmulo de ácido ascórbico nos frutos de mamão 'Golden', 'Tainung 01', 'UC01', 'UC02' e 'UC07' em janeiro, em comparação aos frutos colhidos em agosto e em outubro.

Sabendo que a necessidade diária de vitamina C é de 90 mg/dia para homens e 75 mg/dia para mulheres, baseado na ingestão necessária afim de garantir a manutenção quase máxima da concentração dos neutrófilos com o mínimo de excreção urinária de ascorbato, e que o mamão fornece cerca de 61,8 mg de vitamina C/ 100 g do fruto fresco (BANA, 2006). Os híbridos de mamão UENF/CALIMAN forneceram uma quantidade de glicose na polpa maior que o

híbrido Tainung 01, pertencente ao mesmo grupo, formosa, podendo portanto vir a ser uma provável fonte desta vitamina.

Tabela 4 - Concentração de glicose ($\mu\text{Mol} \times \text{g}$ peso fresco da amostra⁻¹) da polpa de frutos de mamão UC01, UC02, Golden e Tainung 01, em função do tempo inicial e final de amadurecimento e da época de colheita dos frutos (janeiro, agosto e outubro) no ano de 2003.

| GENÓTIPO | TEMPO | GLICOSE | | |
|------------|---------|----------------|----------------|---------------|
| | | JANEIRO | AGOSTO | OUTUBRO |
| UC01 | Inicial | 86,9 Cb | 131 Ba | 209 Ab |
| | Final | 183 Ba | 115 Ca | 259 Aa |
| UC02 | Inicial | 113 Bb | 133 ABb | 145 Aa |
| | Final | 221 Aa | 220 Aa | 168 Ba |
| Golden | Inicial | 55,5 Cb | 107 Bb | 215 Aa |
| | Final | 201 Aa | 174 Aa | 133 Bb |
| Tainung 01 | Inicial | 56,4 Bb | 185 Aa | 187 Aa |
| | Final | 188 Aa | 89,3 Cb | 144 Bb |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 5 – Histórico mensal de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) da região de Linhares -ES, latitude $19^{\circ}24'$ S, longitude $40^{\circ} 04'$ O e altitude de 28m no período de 2002 a 2005.

| Ano | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | MÉDIA |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| 2002 | 26,1 | 26,0 | 26,4 | 25,4 | 24,8 | 22,8 | 22,1 | 22,5 | 21,9 | 24,8 | 24,9 | 26,4 | 24,5 |
| 2003 | 26,8 | 27,0 | 27,0 | 25,4 | 23,2 | 22,3 | 21,5 | 21,3 | 22,8 | 23,6 | 25,6 | 26,2 | 24,4 |
| 2004 | 25,4 | 25,8 | 25,2 | 24,6 | 23,3 | 21,5 | 20,8 | 21,4 | 22,7 | 23,8 | 24,8 | 25,8 | 23,8 |
| 2005 | 26,5 | 26,0 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 26,3** |

Fonte: Incaper-ES

* Sem informação

** média dos dados obtidos em janeiro e fevereiro

A concentração de frutose na polpa dos frutos dos híbridos UC01 e UC02 (Tabela 6) mostrou-se constante em praticamente todas as épocas do ano, no decorrer do amadurecimento dos frutos. Já as cultivares Golden e Tainung 01 apresentaram, no geral, um crescimento nos teores de frutose da polpa ao final do amadurecimento. Vale ressaltar que o genótipo UC01, no período de agosto, em relação ao estágio inicial e final de amadurecimento, apresentou o mesmo padrão

de acréscimo do teor de frutose, 60%, quando comparado ao híbrido Tainung 01, também pertencente ao grupo formosa.

Tabela 6 - Concentração de frutose ($\mu\text{Mol} \times \text{g}$ peso fresco da amostra⁻¹) da polpa de frutos de mamão UC01, UC02, Golden e Tainung 01, em função do tempo inicial e final de amadurecimento e da época de colheita dos frutos (janeiro, agosto e outubro) no ano de 2003.

| GENÓTIPO | TEMPO | FRUTOSE | | |
|------------|---------|----------------|-----------------|-----------------|
| | | JANEIRO | AGOSTO | OUTUBRO |
| UC01 | Inicial | 132 Aa | 129 Aa | 104 Ba |
| | Final | 129 Aa | 81,8 Bb | 87,8 Ba |
| UC02 | Inicial | 83,8 Ba | 98,0 Ba | 181,4 Aa |
| | Final | 84,8 Ba | 99,7 Ba | 158 Ab |
| Golden | Inicial | 120 Bb | 81,7 Cb | 160 Aa |
| | Final | 175 Aa | 144 Ba | 124 Bb |
| Tainung 01 | Inicial | 81,2 Bb | 96,4 ABa | 110 Aa |
| | Final | 114 Aa | 67,1 Bb | 109 Aa |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Com relação à concentração de sacarose da polpa (Tabela 7), os resultados observados mostram uma tendência, no geral, de pouca alteração, ou seja, não foi encontrada diferença significativa ($P < 0,05$) na concentração de sacarose da polpa dos frutos colhidos nas três épocas da maioria dos genótipos analisados. Resultados semelhantes relativos a concentração de sacarose, também foram encontrados por GOMEZ et al. (2002), quando analisados os estádios inicial e final de amadurecimento de frutos de mamão do grupo Solo.

Analisando os resultados relativos ao híbrido UC01, colhidos em janeiro, observa-se que a concentração de sacarose reduziu em aproximadamente 72% entre o início e o final do amadurecimento dos frutos, uma diferença bastante expressiva. A redução na concentração de sacarose na polpa dos frutos está relacionada à conversão dessa nos seus monossacarídeos (glicose e frutose) ou por oxidação através do processo respiratório.

O teor de açúcar em frutos de mamão, no ponto de colheita, é uma importante característica associada ao seu padrão de qualidade. O fruto de

mamão acumula baixos teores de amido (menos que 1%) durante o seu amadurecimento, quando comparados a frutos como a banana (MOTA et al., 1997) que podem apresentar normalmente acima de 20% de amido durante o seu desenvolvimento. Como o mamão não possui quantidade significativa de amido para ser hidrolisado durante o seu climatério (VIEGAS, 1992), é de fundamental importância o acúmulo de açúcares durante o desenvolvimento do fruto (SELVARAJ et al., 1982). Segundo GOMEZ et al. (2002), a fonte de carbono para a síntese de sacarose em frutos de mamão pode vir a partir da parede celular, que contém cerca de 30% de celulose, 30 % de hemicelulose, 35% de pectina e 5% de proteínas.

Tabela 7 - Concentração de sacarose ($\mu\text{Mol} \times \text{g}$ peso fresco da amostra⁻¹) da polpa de frutos de mamão UC01, UC02, Golden e Tainung 01, em função do tempo inicial e final de amadurecimento e da época de colheita dos frutos (janeiro, agosto e outubro) no ano de 2003.

| GENÓTIPO | TEMPO | SACAROSE | | |
|------------|---------|----------------|----------------|----------------|
| | | JANEIRO | AGOSTO | OUTUBRO |
| UC01 | Inicial | 170 Aa | 15,7 Ba | 6,53 Bb |
| | Final | 46,9 Ab | 12,7 Ba | 16,2 Ba |
| UC02 | Inicial | 12,8 Aa | 13,5 Aa | 18,1 Aa |
| | Final | 18,8 Aa | 20,2 Aa | 18,3 Aa |
| Golden | Inicial | 14,7 Aa | 9,34 Ab | 8,24 Aa |
| | Final | 19,9 Aa | 19,2 Aa | 15,3 Aa |
| Tainung 01 | Inicial | 6,23 Ab | 7,49 Aa | 7,57 Ab |
| | Final | 43,9 Aa | 8,53 Ca | 26,8 Ba |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Durante o amadurecimento do mamão foi observado, de modo geral, um aumento no teor de açúcares solúveis totais (glicose, frutose e sacarose) da polpa (Tabela 8). O padrão de resposta dos híbridos UC01 e UC02 e dos genótipos Tainung 01 e Golden mostrou-se um pouco diferente ao longo do período de amadurecimento dos frutos. Os híbridos UC01 e UC02 apresentaram valores médios mais altos de açúcares solúveis totais da polpa, independentemente da época de colheita dos frutos, em relação ao genótipo Tainung 01. Estes resultados

evidenciam o padrão de qualidade e sabor desses híbridos competindo, assim, com o Tainung 01, um híbrido, também do grupo formosa, muito comercializado nos mercados Europeu e Americano (SOUZA, 2005).

Tabela 8 – Concentração dos açúcares totais (mg x g peso fresco da amostra⁻¹) da polpa de frutos de mamão UC01, UC02, Golden e Tainung 01, em função do tempo inicial e final de amadurecimento e da época de colheita dos frutos (janeiro, agosto e outubro) no ano de 2003.

| GENÓTIPO | TEMPO | AÇÚCARES TOTAIS | | |
|------------|---------|-----------------|----------------|----------------|
| | | JANEIRO | AGOSTO | OUTUBRO |
| UC01 | Inicial | 100 Aa | 58,8 Ba | 58,7 Bb |
| | Final | 73,0 Ab | 40,0 Bb | 68,3 Aa |
| UC02 | Inicial | 40,1 Cb | 54,4 Bb | 65,2 Aa |
| | Final | 61,9 Aa | 64,8 Aa | 65,3 Aa |
| Golden | Inicial | 36,8 Cb | 53,9 Bb | 70,5 Aa |
| | Final | 74,9 Aa | 64,0 Ba | 51,8 Cb |
| Tainung 01 | Inicial | 27,0 Cb | 40,4 Ba | 56,2 Aa |
| | Final | 70,7 Aa | 31,2 Cb | 55,2 Ba |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Os dados dos açúcares solúveis da polpa dos híbridos UC01 e UC02 não são contínuos, visto que as análises foram realizadas apenas no ano de 2003 em função de problemas fitopatológicos na área do plantio que culminou na perda das plantas desses híbridos. O ideal seria uma seqüência de tomada de dados em anos consecutivos para que se pudesse comparar com mais exatidão a qualidade dos híbridos UC com os genótipos Tainung 01 e Golden, já que o teor de açúcares solúveis é uma das características importantes no que se refere à qualidade e sabor do fruto (ZHOU e PAULL, 2001; GOMEZ et al., 2002).

Na colheita realizada no ano de 2004, devido aos problemas já mencionados anteriormente, não foi possível proceder com as análises dos híbridos UC, mas continuou-se analisando o padrão de resposta das variedades Tainung 01 e Golden.

A cultivar Tainung 01 apresentou, de modo geral, teores de glicose da polpa crescentes durante o amadurecimento dos frutos colhidos em janeiro e

outubro (Tabela 9). Já a cv. Golden, não alterou ($P>0,05$) o teor de glicose nos frutos colhidos em janeiro e agosto, mas apresentou uma redução ($P>0,05$) no teor deste açúcar, quando comparados os estádios inicial e final de amadurecimento dos frutos colhidos em outubro do presente ano (Tabela 9).

Tabela 9 - Concentração de glicose ($\mu\text{Mol} \times \text{g}$ peso fresco da amostra⁻¹) da polpa de frutos de mamão Golden e Tainung 01, em função do tempo de amadurecimento (T0, T1, T2, T3 e T4) e da época de colheita dos frutos (janeiro, agosto e outubro) no ano de 2004.

| GENÓTIPO | TEMPO | GLICOSE | | |
|------------|-------|---------|--------|---------|
| | | JANEIRO | AGOSTO | OUTUBRO |
| Golden | T0 | 157Aa | 122Bc | 148Ab |
| | T1 | 147Aa | 91,4Bd | 130Ab |
| | T2 | 136Ba | 181Ab | 147Bb |
| | T3 | 138Ca | 208Aa | 181Ba |
| | T4 | -- | 119Ac | 101Bc |
| Tainung 01 | T0 | 165Ab | 97,0Bb | 55,7Cc |
| | T1 | 135Ac | 116Aab | 69,6Bc |
| | T2 | 202Aa | 137Ba | 119Bb |
| | T3 | 218Aa | 122Cab | 153Ba |
| | T4 | -- | 104Bb | 135Aab |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 10, a concentração de frutose na polpa do mamão apresentou uma tendência geral de redução durante o amadurecimento do híbrido Tainung 01 em praticamente todas as épocas do ano. Essa mesma tendência de queda foi verificada também nos frutos da variedade Golden colhidos em janeiro.

Por conseguinte, os teores de frutose da polpa, no período de agosto (inverno), no ano de 2004, tanto para a cultivar Tainung 01 quanto para a cultivar Golden, tiveram pouca alteração, quando comparados com as médias do ano anterior (2003). Já no período de janeiro (verão) de 2004, houve uma redução do teor frutose até o fim do amadurecimento, dados esses contrários aos da mesma época do ano de 2003.

Tabela 10 - Concentração de frutose ($\mu\text{Mol} \times \text{g}$ peso fresco da amostra⁻¹) da polpa de frutos de mamão Golden e Tainung 01, em função do tempo de amadurecimento (T0, T1, T2, T3 e T4) e da época de colheita dos frutos (janeiro, agosto e outubro) no ano de 2004.

| GENÓTIPO | TEMPO | FRUTOSE | | |
|------------|-------|-----------------|-----------------|----------------|
| | | JANEIRO | AGOSTO | OUTUBRO |
| Golden | T0 | 144 Aa | 92,9 Bb | 106 Bab |
| | T1 | 113 Bbc | 160 Aa | 124 Ba |
| | T2 | 116 Ab | 72,0 Cc | 95,6 Bb |
| | T3 | 95,6 Ac | 104 Ab | 109 Aab |
| | T4 | -- | 159 Aa | 124 Ba |
| Tainung 01 | T0 | 69,3 Ca | 92,1 Ba | 174 Aa |
| | T1 | 56,9 Ba | 81,3 Aab | 93,3 Ac |
| | T2 | 50,3 Bab | 63,7 Bbc | 89,8 Ac |
| | T3 | 32,7 Cb | 55,0 Bc | 90,8 Ac |
| | T4 | -- | 83,1 Bab | 135 Ab |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Com relação aos valores de sacarose da polpa do mamão (Tabela 11), os dados revelaram um padrão de resposta distinto entre as cultivares analisadas. Enquanto que na cultivar Golden, a concentração deste dissacarídeo mostrou uma tendência de aumento no decorrer do amadurecimento, nas colheitas de agosto e outubro, o híbrido Tainung 01 revelou-se decrescente nesse mesmo período de colheita. Quando comparados aos resultados obtidos em janeiro de 2003, Golden e Tainung 01 revelaram a mesma tendência, ou seja, aumentaram os seus teores de sacarose no decorrer do amadurecimento. Sendo que, ao observar os dados obtidos no mês de outubro de 2004, tanto para Golden, como para Tainung 01, nota-se que os padrões de sacarose apresentaram um incremento em relação à mesma época no ano de 2003.

Tabela 11 - Concentração de sacarose ($\mu\text{Mol} \times \text{g}$ peso fresco da amostra⁻¹) da polpa de frutos de mamão Golden e Tainung 01, em função do tempo de amadurecimento (T0, T1, T2, T3 e T4) e da época de colheita dos frutos (janeiro, agosto e outubro) no ano de 2004.

| GENÓTIPO | TEMPO | SACAROSE | | |
|------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | JANEIRO | AGOSTO | OUTUBRO |
| Golden | T0 | 9,02 Bc | 4,90 Bc | 19,8 Aab |
| | T1 | 13,7 Bbc | 86,9 Aa | 15,5 Bb |
| | T2 | 19,2 Ab | 6,71 Bc | 17,8 Aab |
| | T3 | 23,4 Aa | 11,5 Bc | 20,9 Aab |
| | T4 | -- | 22,3 Ab | 25,7 Aa |
| Tainung 01 | T0 | 4,98 Cb | 19,0 Ba | 78,1 Aa |
| | T1 | 12,2 Ba | 17,6 Ba | 71,7 Aa |
| | T2 | 14,1 ABa | 17,5 Aa | 6,80 Bb |
| | T3 | 11,9 ABa | 15,2 Aab | 5,95 Bb |
| | T4 | -- | 6,30 Ab | 8,57 Ab |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Quando analisados os resultados da concentração de açúcares totais da polpa para as cultivares Golden e Tainung 01 no ano de 2004 (Tabela 12), a tendência geral que se observa é a pouca variação quando comparados os estádios inicial e final de armazenamento pelo teste de médias ($P < 5\%$) nas diversas épocas de colheita dos frutos. Ao confrontar o somatório dos açúcares, observou-se que na época de agosto (inverno), estes dados tiveram pouca alteração em relação aos analisados na mesma época do ano de 2003.

Tabela 12 - Concentração de açúcares totais (mg x g peso fresco da amostra⁻¹) da polpa de frutos de mamão Golden e Tainung 01, em função do tempo de amadurecimento (T0, T1, T2, T3 e T4) e das épocas de colheita dos frutos (janeiro, agosto e outubro) no ano de 2004.

| GENÓTIPO | TEMPO | AÇÚCARES TOTAIS | | |
|------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | JANEIRO | AGOSTO | OUTUBRO |
| Golden | T0 | 57,4 Aa | 40,4 Bd | 52,9 Ab |
| | T1 | 51,7 Ba | 76,6 Aa | 51,2 Bb |
| | T2 | 52,4 Aa | 47,9 Ac | 50,1 Ab |
| | T3 | 50,4 Ba | 60,3 Ab | 59,7 Aa |
| | T4 | -- | 58,1 Ab | 49,7 Bb |
| Tainung 01 | T0 | 43,9 Bab | 40,8 Bab | 69,4 Aa |
| | T1 | 39,0 Bb | 41,8 Bab | 55,1 Ab |
| | T2 | 50,5 Aa | 42,4 Ba | 40,0 Bd |
| | T3 | 49,5 Aa | 37,3 Bab | 46,0 Ac |
| | T4 | -- | 36,0 Bb | 51,5 Abc |

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

5.2. Principais Constituintes Químicos da Polpa de Mamão

Os principais constituintes químicos, presentes no extrato obtido por destilação, seguida de extração por solvente, a partir da polpa de mamão dos híbridos UC, assim como dos genótipos Golden e Tainung 01, em três estádios de amadurecimento estão listados na tabela 13. Esses valores revelam a razão do constituinte químico pelo padrão isopropildecenamida.

Os resultados da análise dos voláteis da polpa de mamão dos híbridos UC01 e Tainung 01 revelaram que o isoticianato de benzila teve sua concentração decrescida no decorrer do amadurecimento, resultado este que está de acordo com os dados relatados por ALMORA et al., (2004). Também pode-se notar que os ácidos graxos e seus ésteres quando não aparecem apenas ao final dos quatro dias de amadurecimento, como é no caso do ácido dodecanóico, ácido 9 tetradecenóico, ácido pentadecanóico, 9 hexadecenoato de metila, hexadecanoato de metila, linolenato de metila e ácido γ linolênico, têm suas concentrações detectadas mesmo que em quantidade traço no decorrer do amadurecimento.

Os dados sobre a constituição química da polpa do híbrido UC02 mostraram que o isotiocianato de benzila manteve-se constante durante os dois primeiros dias de amadurecimento tendo sua concentração decrescida a concentração traço após 96 horas de armazenamento dos frutos. Já os ácidos graxos e seus ésteres presentes na polpa do UC02 tiveram suas concentrações acrescidas até o fim do amadurecimento, salvo os constituintes miristato de isopropila e ácido 9 octadecenóico que revelaram uma tendência de redução contrária, a dos outros ácidos graxos.

Nas análises realizadas no híbrido UC07, observou-se a presença do álcool terpênico linalol, que não havia sido detectado nas amostras dos outros frutos UC e do híbrido Tainung 01, embora registrados em baixas concentrações. Já teve esta tendência relatada por ALMORA et al. (2004), quando analisados frutos do mesmo grupo, formosa. O isotiocianato de benzila presente na polpa do UC07 teve sua concentração praticamente constante, entre o início (0h) e o final (96h) do tempo de amostragem dos frutos, revelando assim, uma estabilidade desse constituinte durante o amadurecimento dos frutos desse híbrido. Os ácidos graxos e seus ésteres: ácido tetradecanóico, ácido 11 hexadecenóico, ácido hexadecanóico e ácido γ linolênico, presentes na polpa do híbrido UC07, variaram mostrando a tendência de maior acúmulo desses compostos no último tempo de análise dos frutos, T2.

A polpa da cultivar Golden, após análise, revelou em sua constituição química a presença de óxido de linalol, composto que aliás se mostrou ausente nas análises dos híbridos UENF CALIMAN e Tainung 01. Já o linalol detectado na polpa do Golden a partir do segundo dia de amadurecimento registrou um aumento de concentração até o 4º dia de amadurecimento de cerca de 8 vezes. Isotiocianato de benzila apresentou no quarto dia de amadurecimento maior concentração que nos dias anteriores. FLATH et al., (1990) ao realizarem análises com cultivares do mesmo grupo, solo, detectaram que este constituinte, isotiocianato de benzila, revelou a mesma tendência durante o amadurecimento. Já os ácidos graxos e seus ésteres tiveram um aumento de suas concentrações no decorrer do amadurecimento.

A composição química da polpa do híbrido Tainung 01, apresenta grande semelhança com aquela dos híbridos UC. Considerando que todos fazem parte do mesmo grupo, Formosa, tal resultado já era de se esperar e mostra a potencialidade dos materiais nacionais (UC01, UC02 e UC07) em competir com o híbrido importado (Tainung 01) no aspecto de sabor e aroma dos frutos.

Tabela 13 – Razão da área dos prováveis constituintes químicos voláteis e graxos, presentes na polpa de mamão dos híbridos UENF CALIMAN (UC01, UC02 e UC07) e das cultivares Golden e Tainung 01 em três estádios de amadurecimento: T0 (24Hs), T1 (48Hs) e T2 (96Hs). Foi utilizado com padrão 0,1mL de N-isopropildecanamida (0,03mg/mL metanol).

| Compostos | Razão Área (composto/padrão) | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|--------|------|-------|------------|------|-------|
| | UC01 | | | UC02 | | | UC07 | | | Golden | | | Tainung 01 | | |
| | T0 | T1 | T2 | T0 | T1 | T2 | T0 | T1 | T2 | T0 | T1 | T2 | T0 | T1 | T2 |
| Óxido de Linalol | nd* | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 1,50 | 0,28 | - | nd | nd | nd |
| Linalol | nd | nd | nd | nd | nd | nd | - | - | 0,63 | - | 0,19 | 1,61 | nd | nd | nd |
| Isotiocianato de Benzila | 2,14 | ** | - | 1,06 | 1,08 | - | 1,54 | - | 1,65 | - | 0,58 | 6,66 | 7,56 | 0,21 | 1,14 |
| Ácido Dodecanóico | - | - | 5,13 | - | - | 1,39 | - | 0,29 | 4,39 | - | - | 8,95 | - | - | 3,32 |
| Ácido 9 Tetradecenóico | - | - | 0,79 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | - | - | 1,44 | nd | nd | nd |
| Ácido Tetradecanóico | 0,27 | - | 34,77 | - | - | 11,82 | 4,04 | 2,59 | 14,62 | 4,10 | - | 49,56 | 1,78 | | 20,11 |
| Miristato de Isopropila | 1,50 | 0,15 | 3,36 | 4,19 | 3,44 | 2,02 | 3,10 | 0,79 | 2,40 | 1,21 | 1,26 | 2,93 | 3,09 | 0,64 | 1,87 |
| Ácido Pentadecanóico | - | - | 2,36 | nd | nd | nd | - | - | 0,65 | - | - | 2,24 | - | - | 1,11 |
| 9-Hexadecenoato de Metila | - | - | 2,69 | - | - | 1,28 | nd | nd | nd | - | - | 1,22 | nd | nd | nd |
| Hexadecanoato de Metila | - | - | 1,79 | - | - | 1,20 | nd | nd | nd | - | - | 1,22 | nd | nd | nd |
| Ácido 11 Hexadecenóico | 0,31 | - | 98,62 | - | - | 32,56 | 6,41 | 1,84 | 17,11 | 2,87 | - | 80,34 | - | 0,11 | 36,15 |
| Ácido Hexadecanóico | 0,43 | - | 66,41 | - | - | 21,62 | 6,51 | 4,35 | 17,04 | 5,71 | - | 60,73 | 1,48 | 0,57 | 26,26 |
| Linolenato de Metila | - | - | 3,31 | nd | nd | nd | - | - | 0,84 | - | - | 1,88 | nd | nd | nd |
| Ácido γ Linolênico | - | - | 36,20 | - | - | 13,62 | 2,83 | - | 8,80 | - | - | 24,10 | - | - | 17,74 |
| Ácido 9 Octadecenóico | nd | nd | nd | 0,52 | - | - | - | 0,79 | - | nd | nd | nd | - | 0,17 | - |

*não detectado

**quantidade traço

5.2.1. Cromatogramas dos principais constituintes químicos da polpa de mamão (*Carica papaya* L.)

UENF/CALIMAN 01 (UC01)

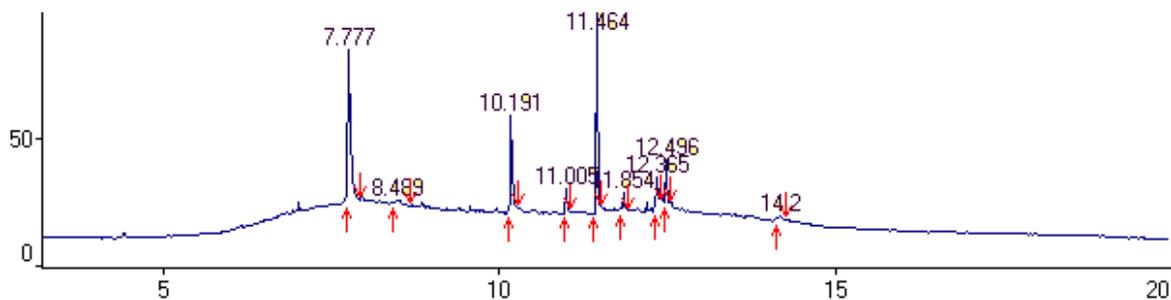


Figura 8: Cromatograma da análise do híbrido UC01 no tempo T0 (0h) de amadurecimento

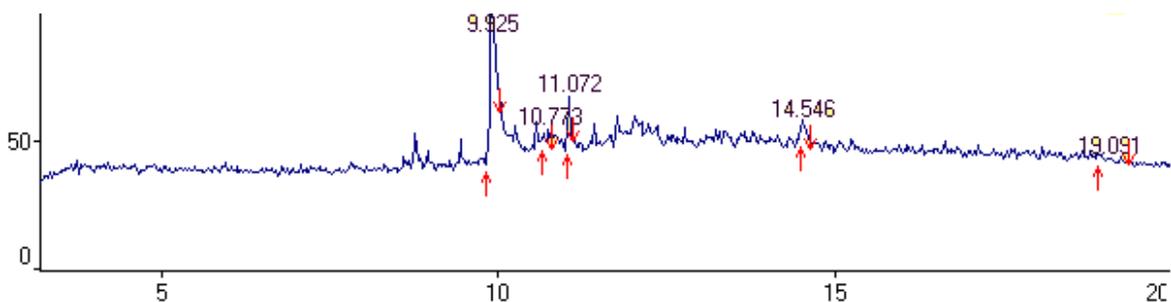


Figura 9: Cromatograma da análise do híbrido UC01 no tempo T1 (48h) de amadurecimento

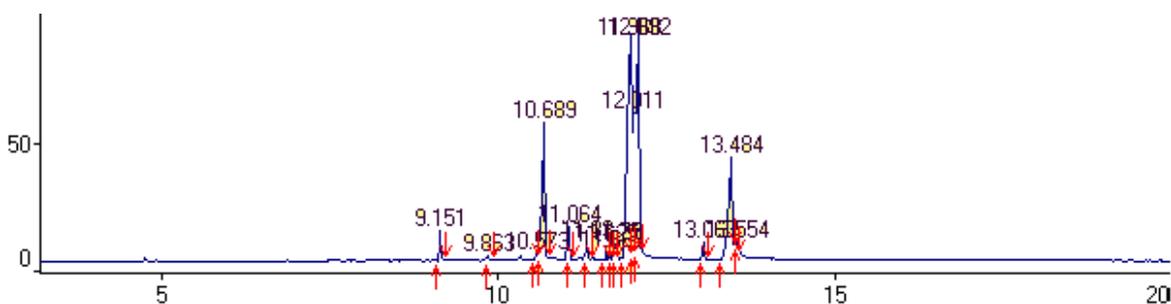


Figura 10: Cromatograma da análise do híbrido UC01 no tempo T2 (96h) de amadurecimento

UENF/CALIMAN 02 (UC02)

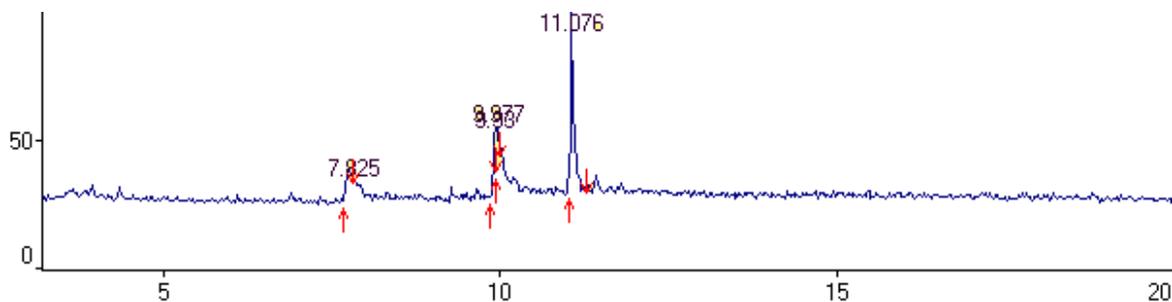


Figura 11 - Cromatograma da análise do híbrido UC02 no tempo T0 (0h) de amadurecimento

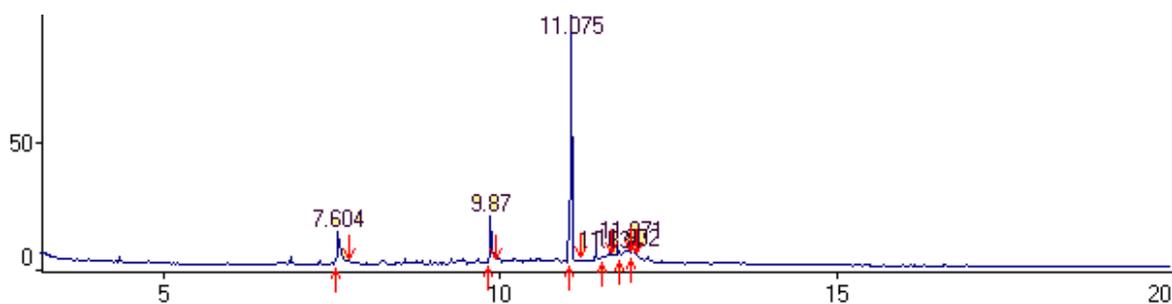


Figura 12 - Cromatograma da análise do híbrido UC02 no tempo T1 (48h) de amadurecimento

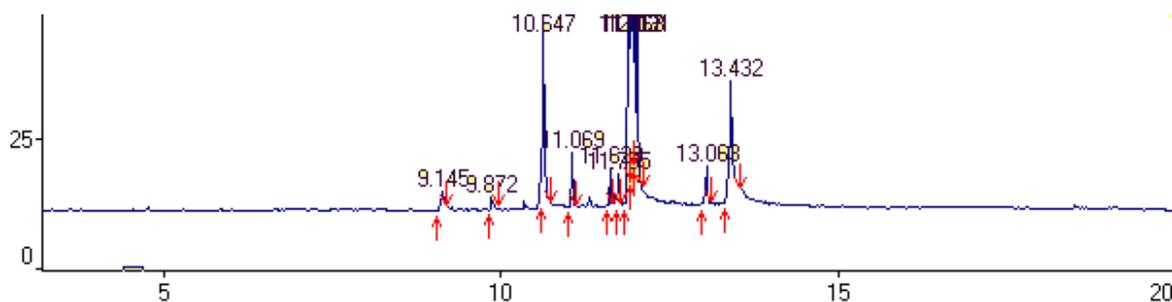


Figura 13 - Cromatograma da análise do híbrido UC02 no tempo T2 (96h) de amadurecimento

UENF/CALIMAN 07 (UC07)

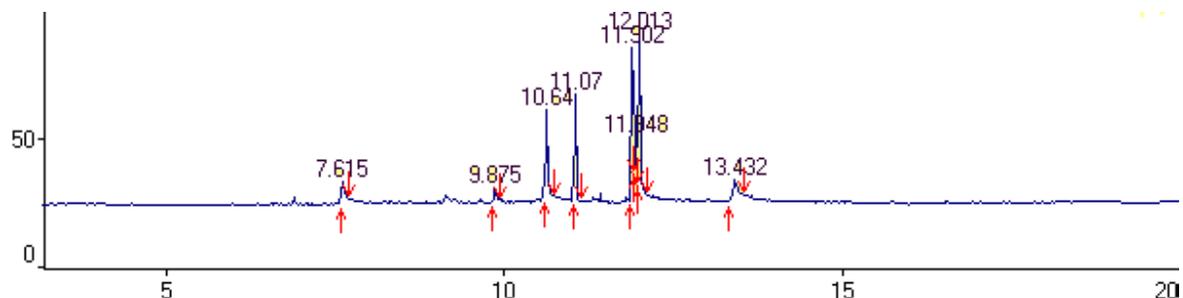


Figura 14 - Cromatograma da análise do híbrido UC07 no tempo T0 (0h) de amadurecimento

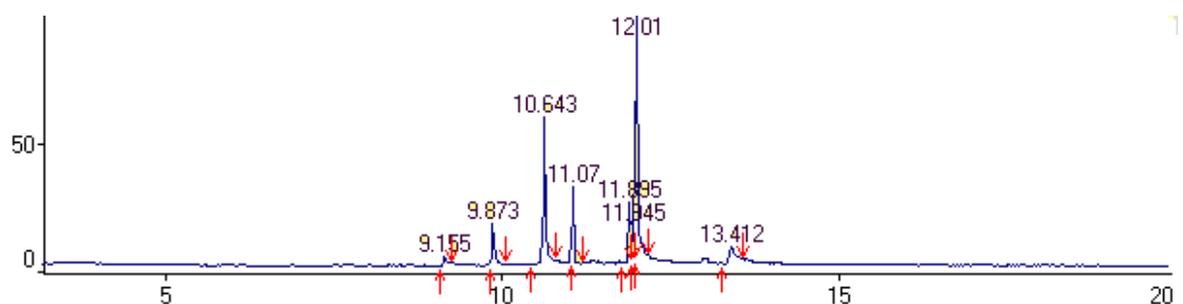


Figura 15 - Cromatograma da análise do híbrido UC07 no tempo T1 (48h) de amadurecimento

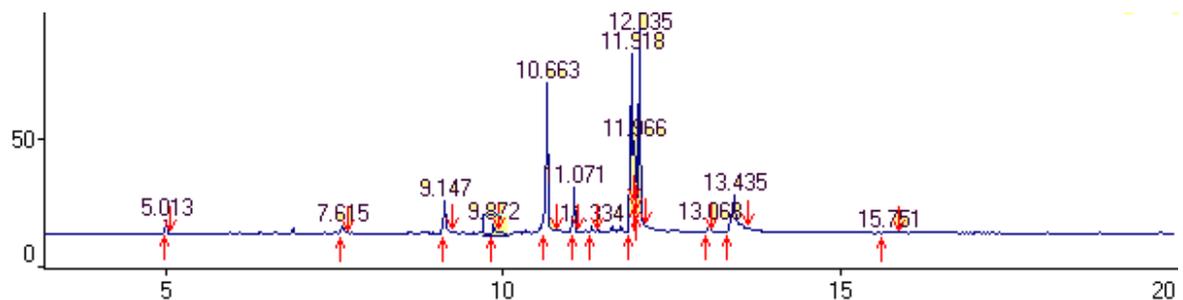


Figura 16 - Cromatograma da análise do híbrido UC07 no tempo T2 (96h) de amadurecimento

GOLDEN

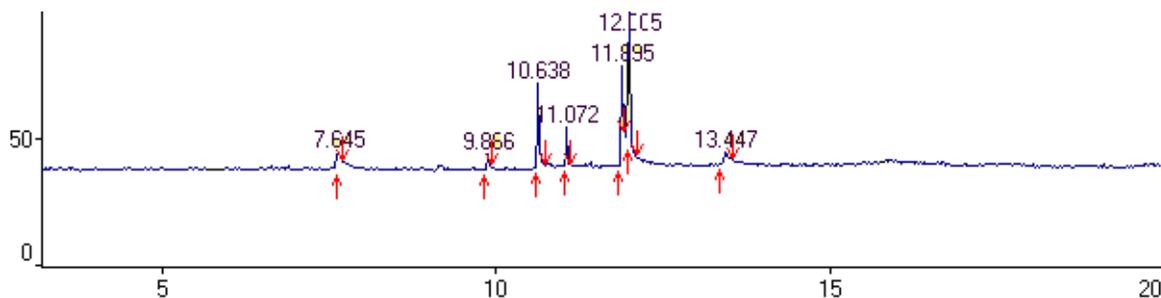


Figura 17 - Cromatograma da análise da cultivar Golden no tempo T0 (0h) de amadurecimento

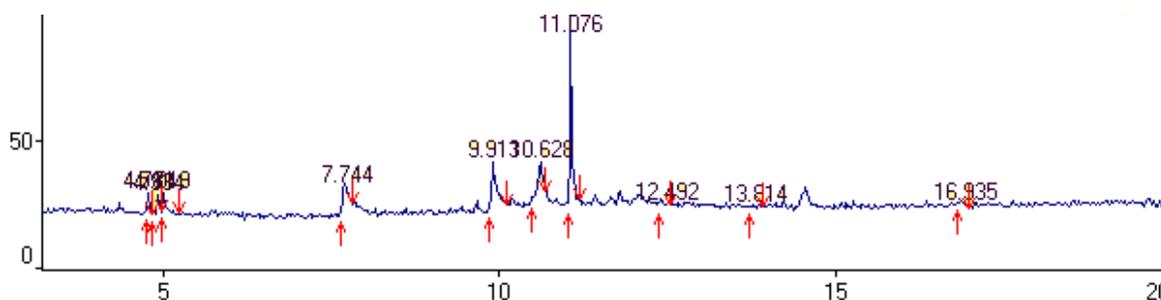


Figura 18 - Cromatograma da análise da cultivar Golden no tempo T1 (48h) de amadurecimento

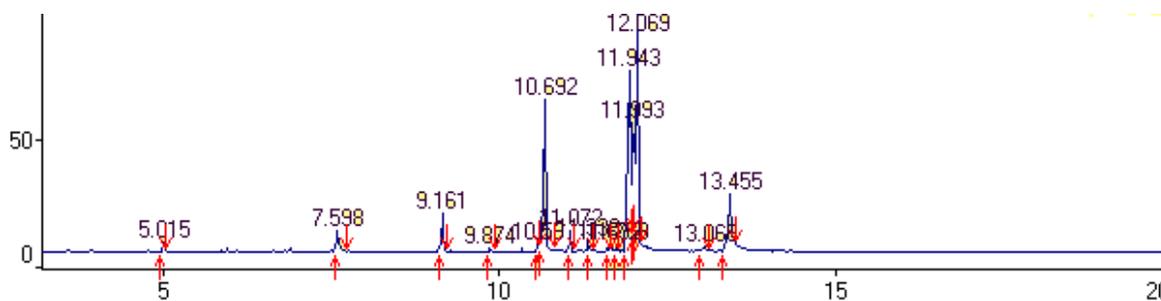


Figura 19 - Cromatograma da análise da cultivar Golden no tempo T2 (96h) de amadurecimento

TAINUNG 01

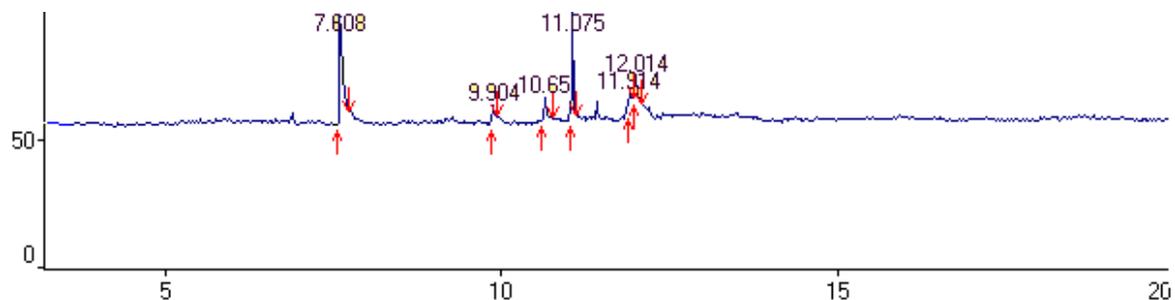


Figura 20 - Cromatograma da análise do híbrido Tainung 01 no tempo T0 (0h) de amadurecimento

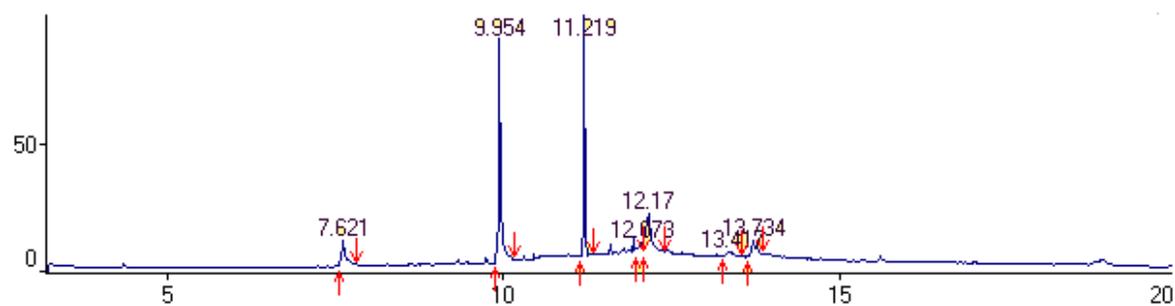


Figura 21 - Cromatograma da análise do híbrido Tainung 01 no tempo T1 (48h) de amadurecimento

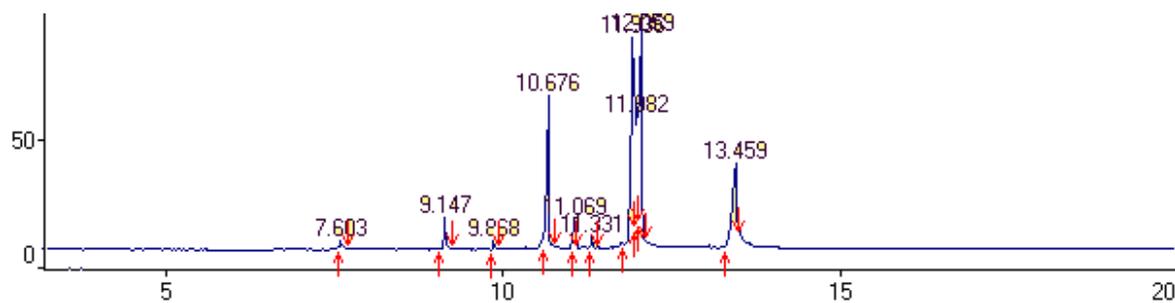


Figura 22 - Cromatograma da análise do híbrido Tainung 01 no tempo T2 (96h) de amadurecimento

5.2.2. Espectros de Massas dos Principais Constituintes Químicos da Polpa de Mamão (*Carica papaya* L.)

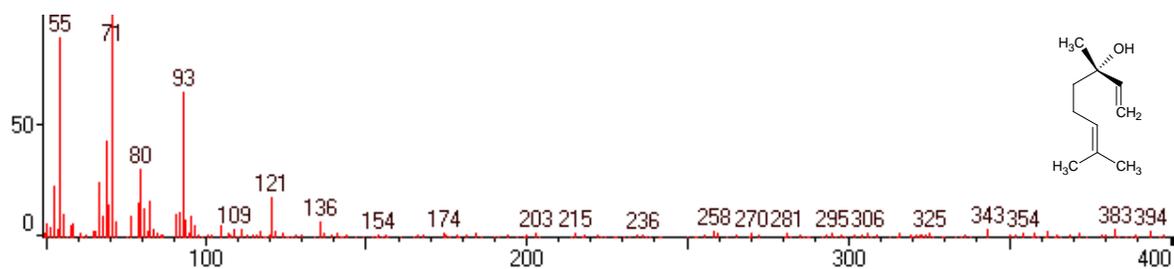


Figura 23 - Espectro de massas do linalol (TR = 5,015)

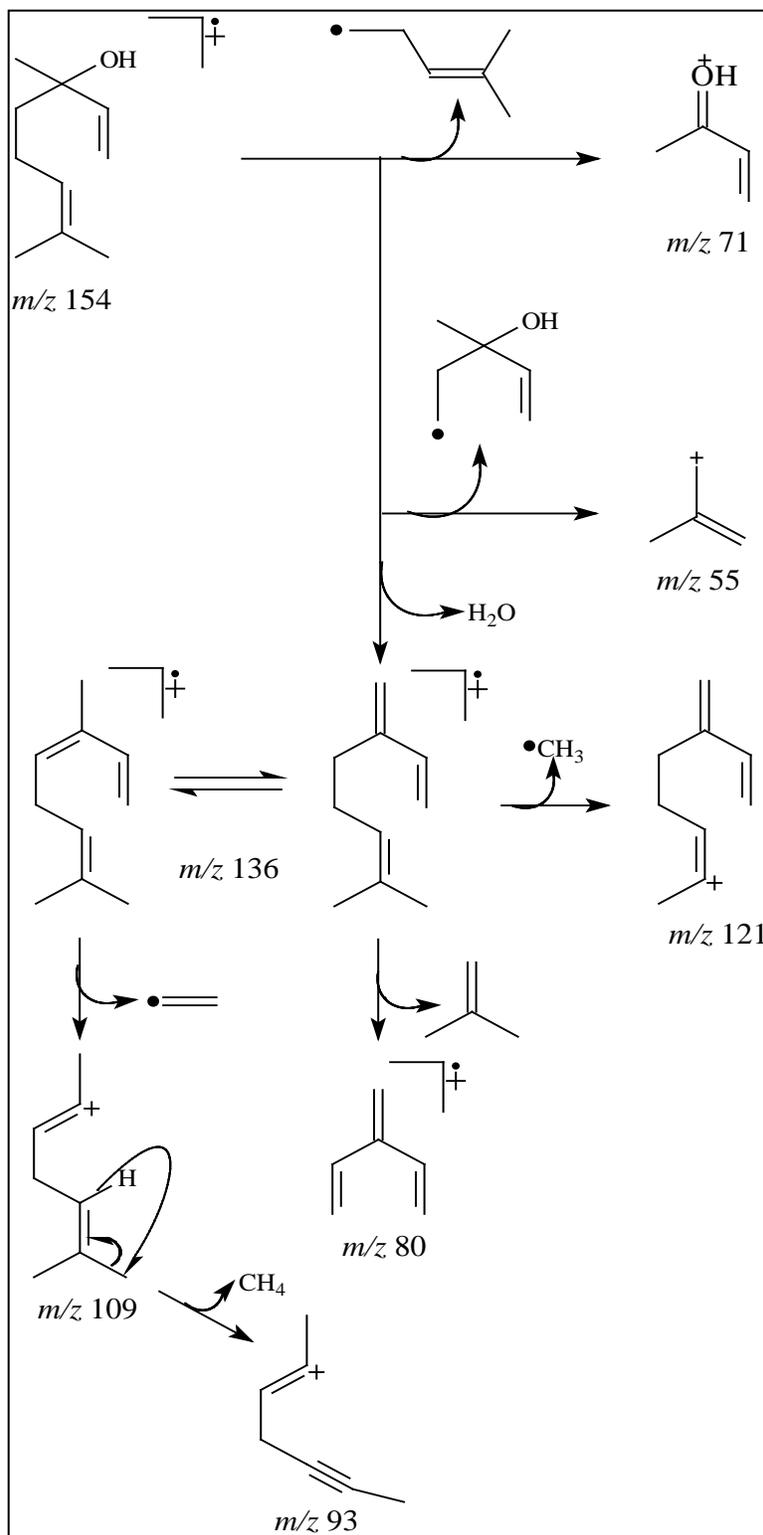


Figura 24 - Proposta mecânica de geração dos principais fragmentos no espectro de massas do linalol

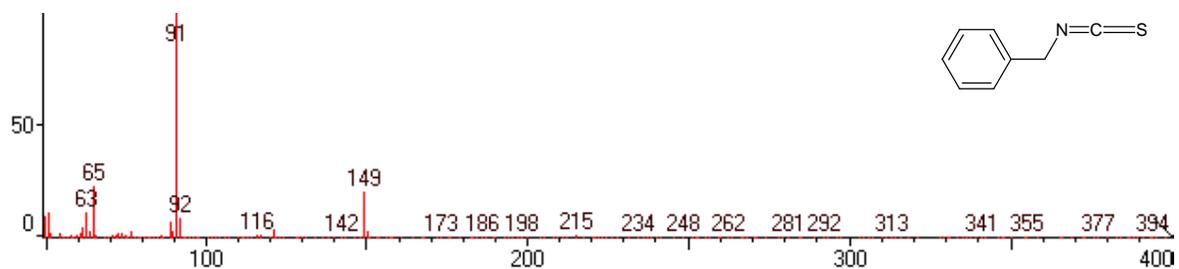


Figura 25 - Espectro de massas do isotiocianato de benzila (TR = 7,598)

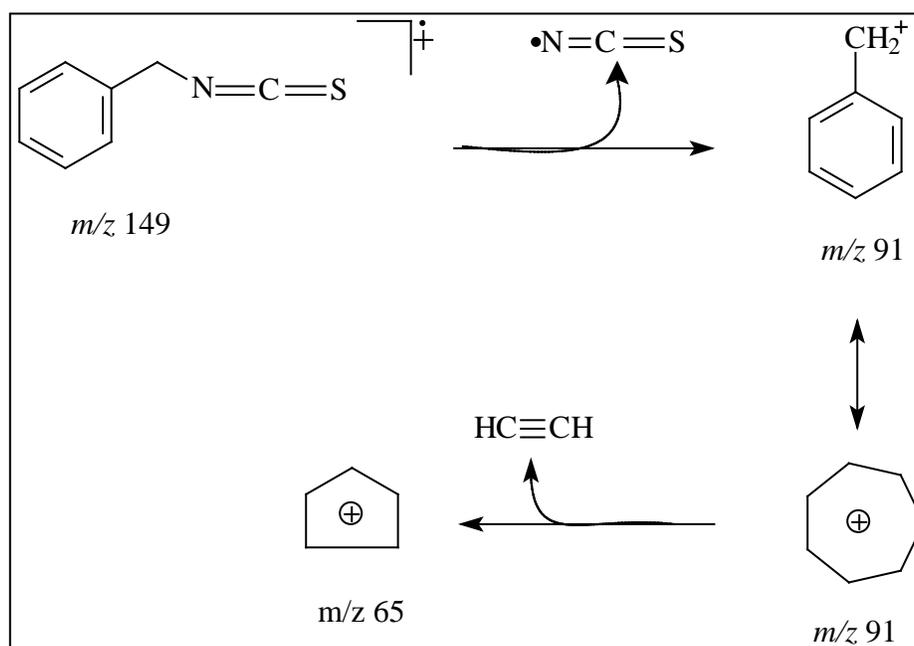


Figura 26 - Proposta mecânica de geração dos principais fragmentos no espectro de massas do isotiocianato de benzila

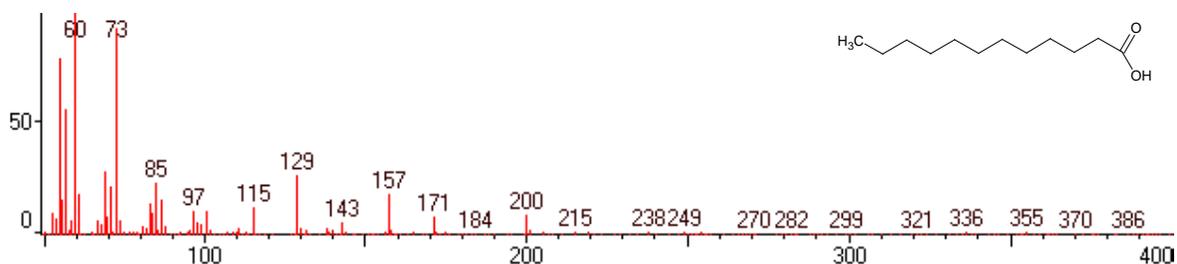


Figura 27 - Espectro de massas do Ácido Dodecanóico (TR = 9,161)

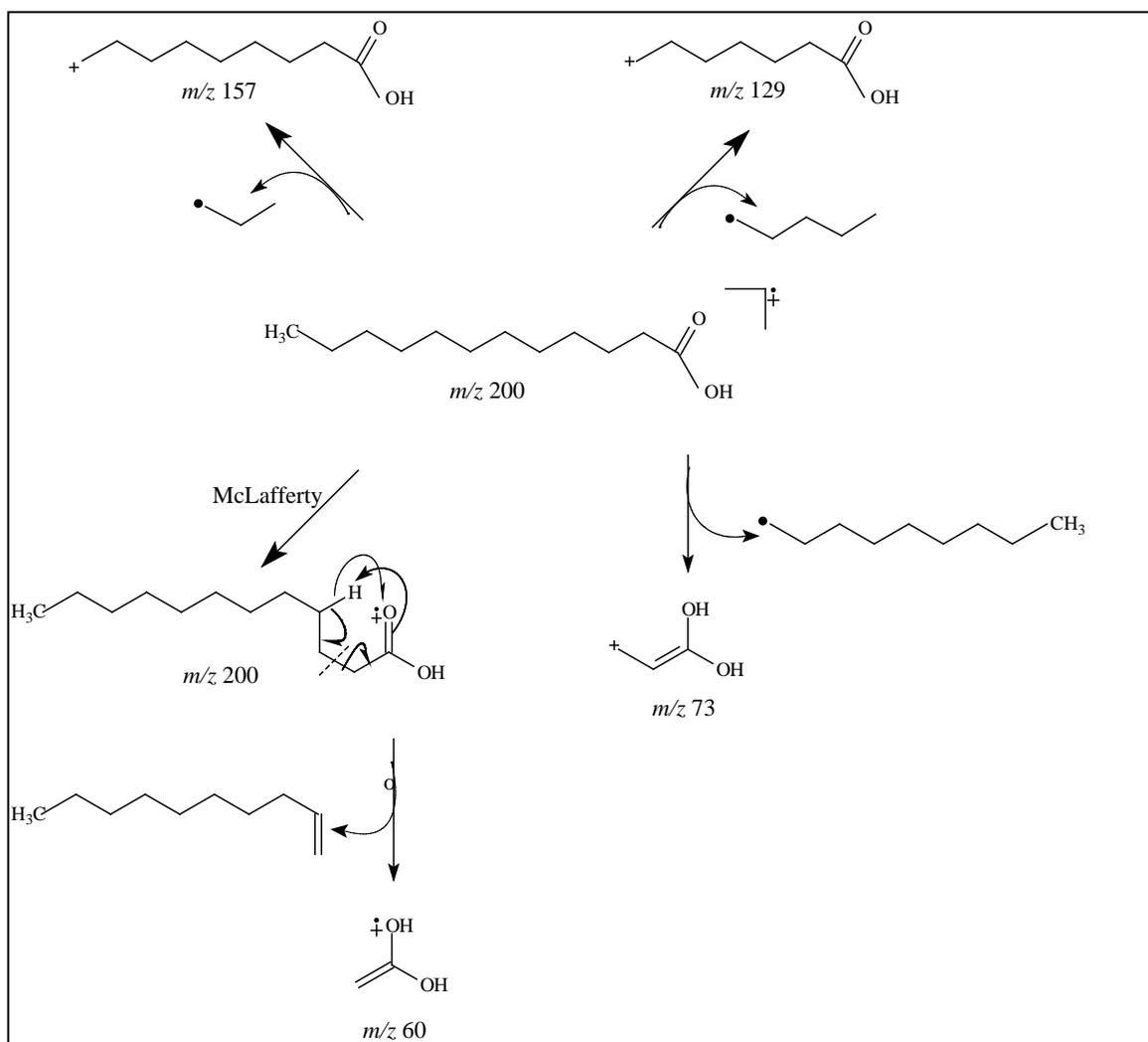


Figura 28 - Proposta mecânica dos principais fragmentos no espectro de massas do Ácido dodecanóico.

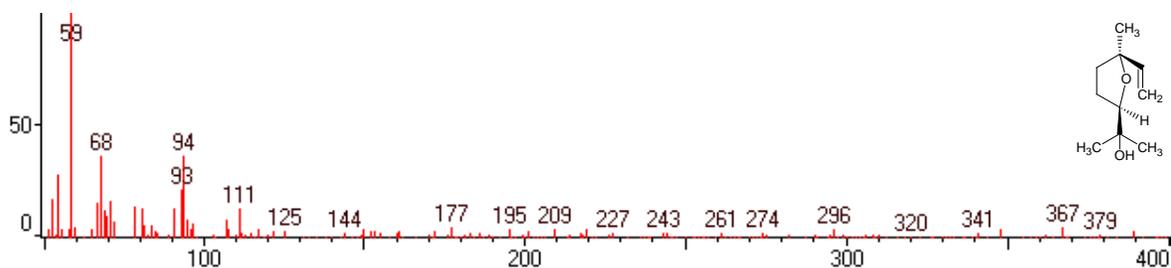


Figura 29 - Espectro de massas do Óxido de Linalol (TR = 4,781)

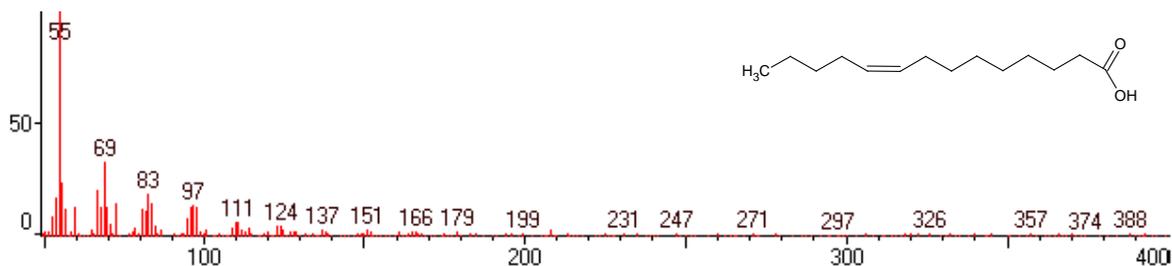


Figura 30 - Espectro de massas do Ácido 9 Tetradecenóico (TR = 10,580)

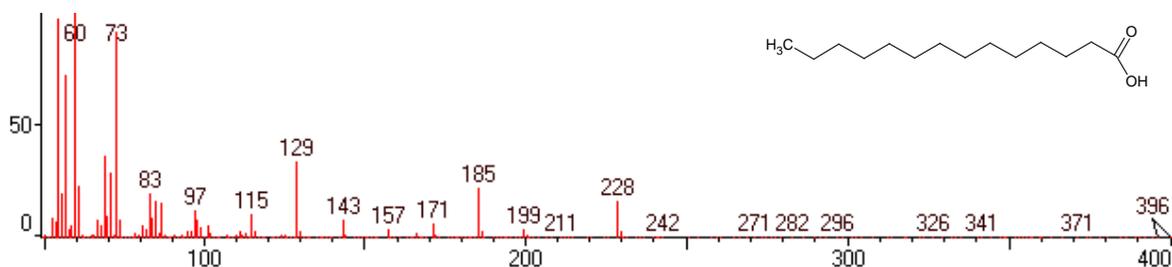


Figura 31 - Espectro de massas do Ácido Tetradecanóico (TR = 10,692)

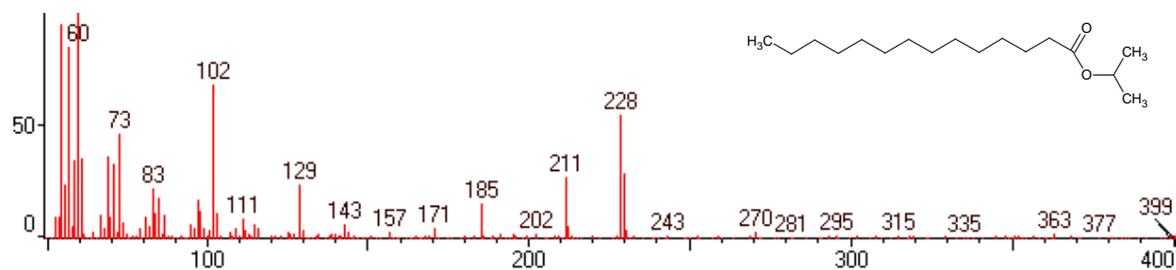


Figura 32 - Espectro de massas do Miristato de Isopropila (TR = 11,072)

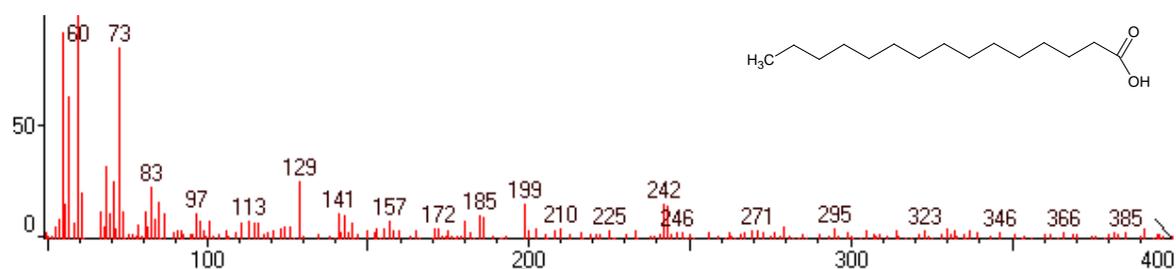


Figura 33 - Espectro de massas do Ácido Pentadecanóico (TR = 11,336)

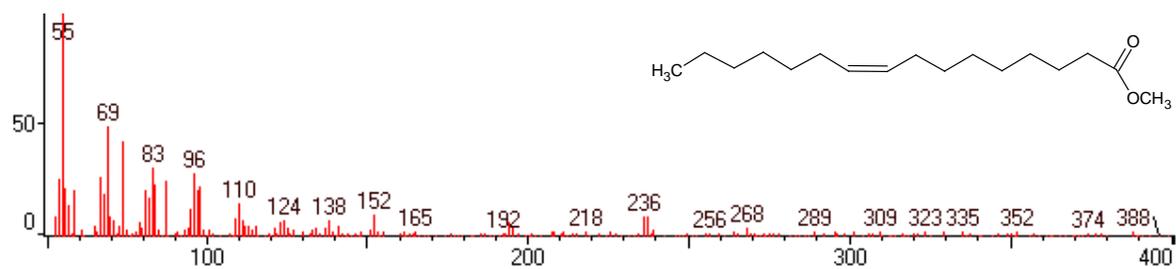


Figura 34 - Espectro de massas do 9 Hexadecenoato de Metila (TR = 11,632)

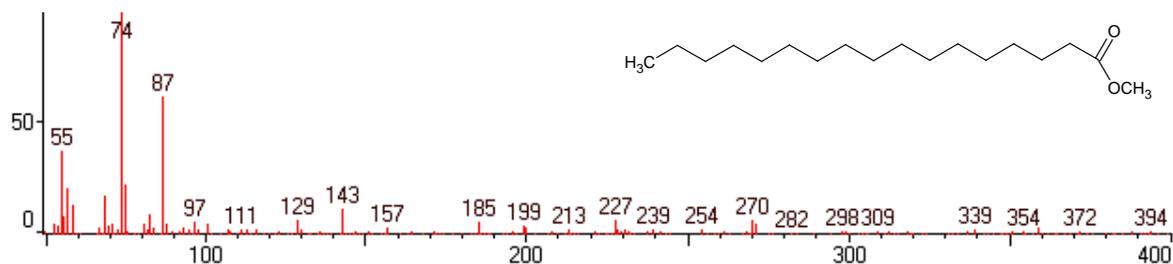


Figura 35 - Espectro de massas do Hexadecanoato de Metila (TR = 11,758)

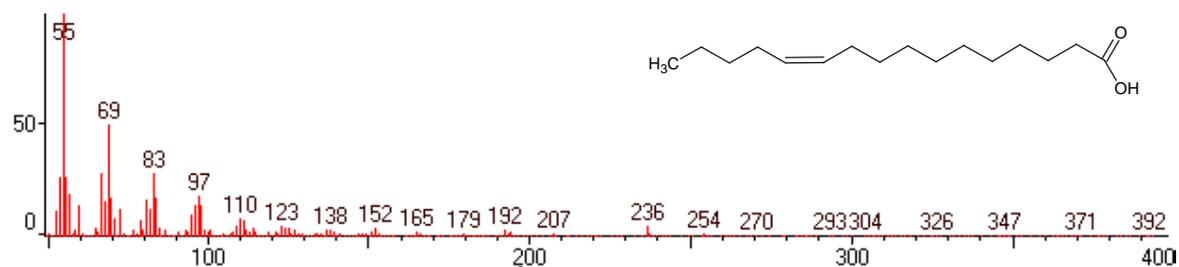


Figura 36 - Espectro de massas do Ácido 11 Hexadecenóico (TR = 11,943)

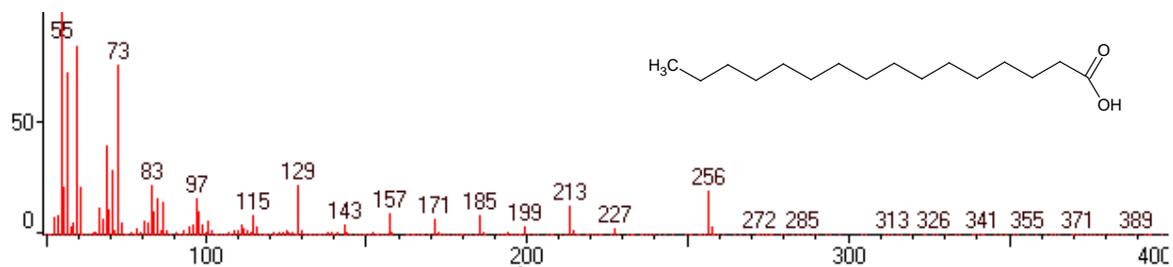


Figura 37 - Espectro de massas do Ácido Hexadecanóico (TR = 12,069)

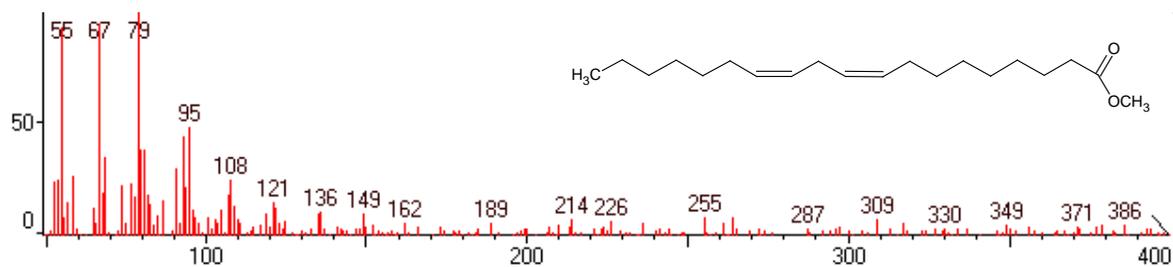


Figura 38 - Espectro de massas do Linolenato de Metila (TR = 13,063)

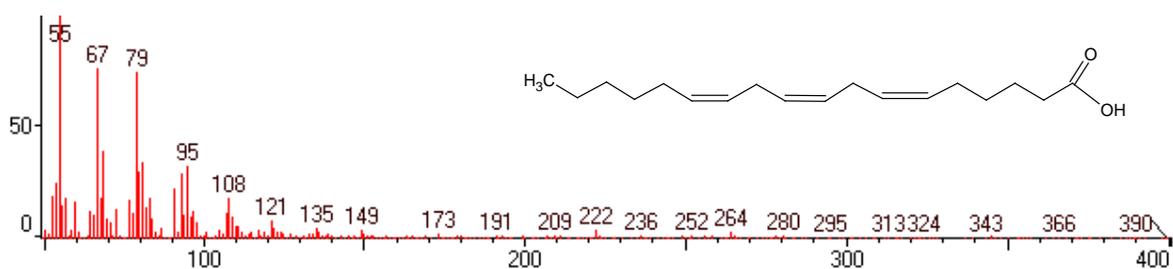
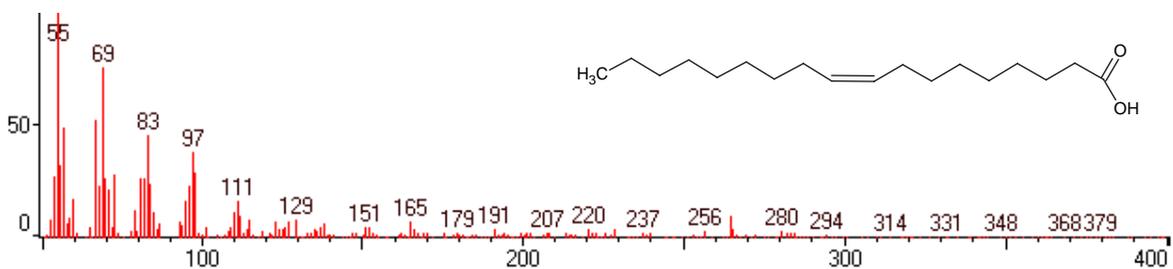
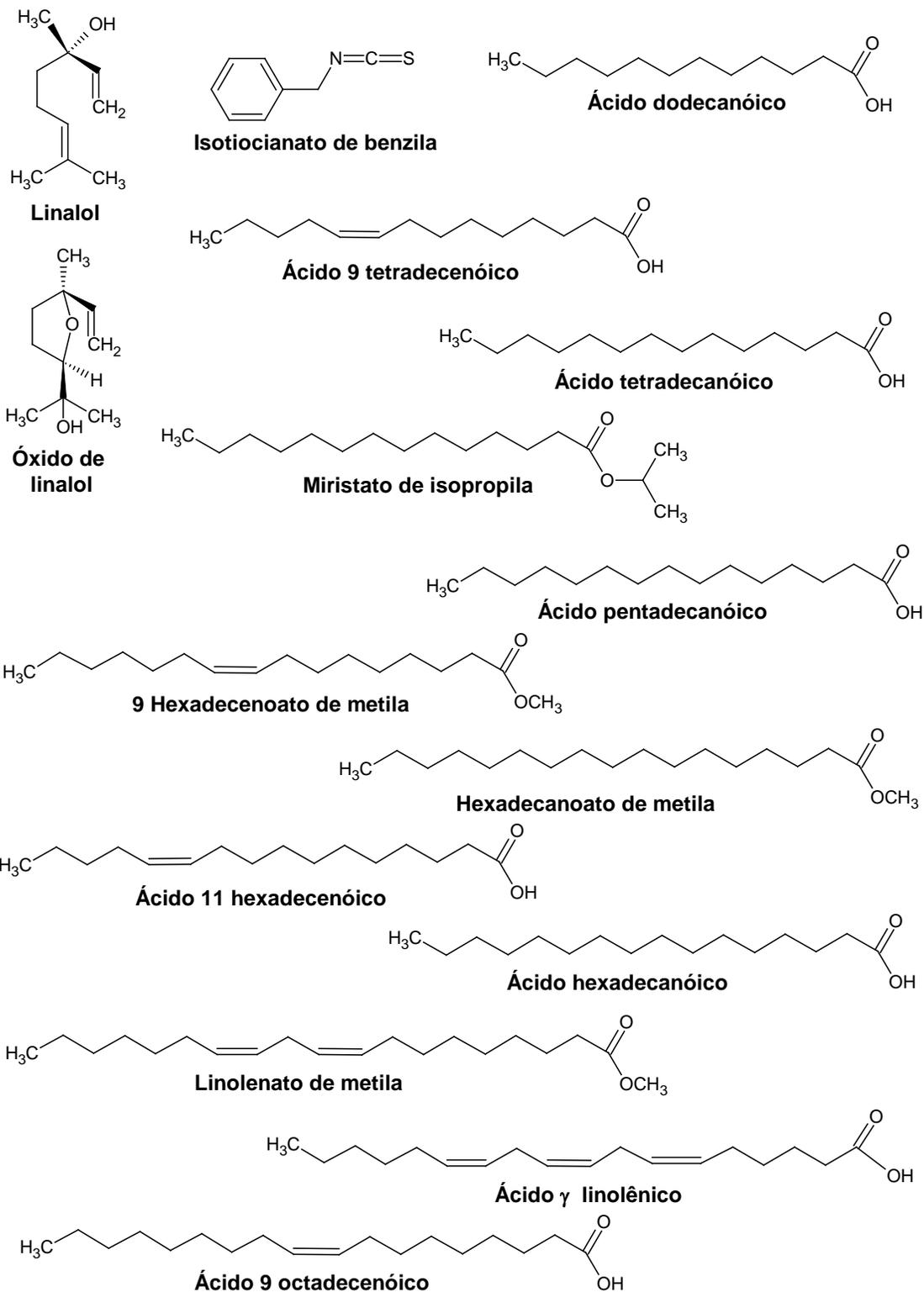
Figura 39 - Espectro de massas do Ácido γ Linolênico (TR = 13,445)

Figura 40 - Espectro de massas do Ácido 9 Octadecenóico (TR = 13,734)

5.2.3. Estruturas dos Principais Constituintes Químicos da Polpa de Mamão (*Carica papaya* L.)



6. CONCLUSÃO

De modo geral os resultados demonstram uma ação direta da época de colheita sobre as concentrações dos açúcares e dos voláteis, tanto para os híbridos UENF/CALIMAN, quanto para as cultivares Tainung 01 e Golden.

A variabilidade na concentração dos açúcares entre as cultivares durante os tempos de prateleira pode ter sido causado provavelmente pela variabilidade entre os materiais genéticos, bem como em função da variação intrínseca de cada fruto. Outros fatores também podem ter efeito na concentração de açúcares da polpa dos frutos como as condições climáticas e de manejo da cultura (irrigação e nutrição).

Os híbridos UC01 e UC02, revelaram uma concentração de glicose bem mais alta que a das cultivares Tainung 01 e Golden, nas épocas de janeiro e outubro do ano de 2003.

Com relação aos híbridos UENF/CALIMAN, os resultados mostram que os mesmos possuem um bom potencial de qualidade para os teores de açúcares, reafirmando os resultados de sólidos solúveis totais, já analisados em trabalhos anteriores por SOUZA (2005).

Os híbridos UENF CALIMAN revelaram na constituição química de suas polpas grande semelhança com o híbrido importado Tainung 01, confirmando assim, a potencialidade desses materiais para competir pelos mercados nacional e internacional dessa cultura, de grande importância econômica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, Z. M., LAZAN, H. (1998) Papaya. In: Shaw, P. E., Chan, H. T. JR., Nagy, S. (eds.) *Tropical and Subtropical Fruits*. AGSCIENCE, Inc. Florida, USA, 506p.
- ALMORA, K., PINO, J. A., HERNÁNDEZ, M., DUARTE, C., GONZÁLEZ, J., RONCAL, E. (2004) Evaluation of volatiles from ripening papaya (*Carica papaya* L., var. Maradol roja). *Food Chemistry*, 86: 127-130.
- ARRIOLA, M.C., CALZADA, J.F., ROLZ, C., GARCIA, R. (1980) Papaya. In: Nagy, S. e Shawn, P.E. (eds). *Tropical and subtropical fruits*. Westport, Connecticut: AVI publishing Co. Inc., p., 316-340.
- BANA, F. C. Necessidades, recomendações e conteúdo de Vitamina C em alguns alimentos; <http://www.nutricaoclinica.com.br> em 10/07/2006.
- BENNETT, R. N., KIDDLE, G., WALLSGROVE, R. M. (1997) Biosynthesis of Benzylglucosinolate, Cyanogenic Glucosides and Phenylpropanoids in *Carica papaya*. *Phytochemistry*, 45 (1), 59-66.
- BOTTI, M. G., TAYLOR, M. G., BOTTING, N. P. (1995) Studies on the mechanism of myrosinase. Investigation of the effect of glycosil acceptors on enzyme activity. *The Journal of Biological Chemistry*. 270 (35): 20530-20535.
- BRAPEX - Associação Brasileira dos Exportadores de Papaya. Os números do Mamão Papaya Brasileiro. http://www.brapex.net/index_1024.asp, em 15/08/2006.

- CHAN, H. T. JR, HIBBARD, K. L., GOO, T. AKAMINE, E. K. (1979) Sugar composition of papayas during fruit development. *HortScience*, 14 (2): 140-141.
- COSTA, A. F. S., MARTINS, D. S., COSTA, A. N., FASSIO, L. H. (2005). Evolução da Cultura e do Mercado Mundial de Mamão. In: MARTINS, D. S. (ed.) *Papaya Brasil: Mercado e inovações tecnológicas para o mamão*. Vitória, ES: Incaper, p. 647-652.
- COULTATE, T. P. (2004) Alimentos. A química de seus componentes. 3^a Ed. 368p.
- CRUZ, C. D. (2001) Programa Genes (versão Windows), aplicativo computacional em Genética e Estatística. Ed. UFV, Universidade Federal de Viçosa, 648p.
- DANTAS, J. L. L., LIMA, J. F. (2001) Seleção e Recomendação de Variedades do Mamoeiro – Avaliação de Linhagens e Híbridos. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 23(3): 617-621.
- DRAETTA, I. S., SHIMOKOMAKI, M., YOKOMIZO, Y., FUJITA, J. T., MENEZES, H. C., BLEINROTH, E. W. (1975) Transformações Bioquímicas do Mamão (*Carica papaya* L.) durante a Maturação. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*. 6(1): 395-408.
- FARIAS, A.R.N., OLIVEIRA, A.M.G., SANTOS FILHO, H.P.; OLIVEIRA, J.R.P., DANTAS, J.L.L., OLIVEIRA, M.A., SANCHES, N.F., MEDINA, V.M., CORDEIRO, Z.J.M. (1998) *A cultura do mamão*. 2. Ed., Brasília: Embrapa-SPI, 92p.(Coleção Plantar; 37).
- FERREGUETTI, G. A. (2003) Caliman 01 – O Primeiro Híbrido de Mamão Formosa Brasileiro. In: Martins, D. S. (ed.). *Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno*. Vitória-ES: Incaper, p. 211-218.
- FLATH, R. A., FORREY, R. R. (1977) Volatile components of papaya (*Carica papaya* L., Solo Variety). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 25: 103-109.
- FLATH, R. A., LIGHT, D. M., JANG, E. B., MON, T. R., JOHN, J. O. (1990) Headspace examination of volatile emissions from ripening papaya (*Carica papaya* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 38: 1060-1063.

- FRANCO, M. R. B., JANZATTI, N. S. (2004) Avanços na Metodologia Instrumental da Pesquisa do Sabor. In: Franco, M. R. B. (ed.) *Aroma e Sabor de Alimentos*, Temas Atuais. São Paulo : Livraria Varela, p. 17-27.
- FRANCO, M. R. B., RODRIGUES-AMAYA, D. B. (1993) Volatile components of two papaya cultivars. *Arquivos de Biologia e tecnologia*. 36: 613-632.
- FRANCO, M. R. B., RODRIGUES-AMAYA, D. B., DAMÁSIO, M.H., CARRILLO, J.L.L. (1994) Componentes Voláteis de Mamão: Uma Reavaliação. *Alimentos e Nutrição*. 5: 99-107.
- FRANCO, M. R. B., RODRIGUEZ-AMAYA, D. (2004). Aroma de Frutas Tropicais: I.Manga e Mamão. In: Franco, M. R. B. (ed.) *Aroma e Sabor de Alimentos*, Temas Atuais. São Paulo: Livraria Varela, p. 47-62.
- GIOVANNINI, K. F. R., SOUZA, M. S., PIMENTEL, D.C, GOMES FILHO, A., AGUIAR, K. P., SOUZA, M. C., PEREIRA, M. G., OLIVEIRA. J. G. (2004) Conteúdo de Vitamina C em frutos de mamão (*Carica papaya* L.). Influência do tempo de armazenamento e da época de colheita. In: Oliveira, J. G. (ed.) // *Reunião de Pesquisa do Frutimamão*. p. 173-179.
- GOBATO, E. A. A. F., LANCAS, F. M. (2001) Comparison between on-column injection and dynamic headspace in the determination of Benzene, Toluene and Xylene (BTX) in water. *Química Nova*, 24 (2): 176-179.
- GOMEZ, M. L. P. A., LAJOLO, F. M., CORDENUNSI, B. R. (1999) Metabolismo de Carboidratos durante o Amadurecimento do Mamão (*Carica papaya* L., cv. Solo): Influência da Radiação Gama. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 19 (2): 246-255.
- GOMEZ, M., LAJOLO, F., CORDENUNSI, B. (2002) Evolution of Solubles Sugars During Ripening of Papaya Fruit and its Relation to Sweet Taste. *Journal of Food Science*. 67 (1): 1-6.
- GRIZOTTO, R.K., BRUNS, R.E., AGUIRRE, J.M., BATISTA, G. (2005) Otimização via metodologia de superfície de respostas dos parâmetros tecnológicos para produção de fruta estruturada e desidratada a partir de polpa concentrada de mamão. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 25 (1): 158-164.

- HEIDLAS, J., LEHR, M., IDSTEIN, H., SCHREIER, P. (1984) Free and bound terpenes in Papaya (*Carica papaya* L.) fruit pulp. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 5: 99-107.
- HEINZMANN, B. M. (2003) Compostos com Enxofre. In: SIMÕES, C. M. O. (ed.) *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Edt. UFRGS / Edt. UFSC, 741-763.
- LEME, J.J., BORGES, J.M. (eds.) (1965) *Açúcar de cana*. Viçosa: Imprensa Universitária. 328p.
- LIKENS, S.T., NICKERSON, G.B. (1964) Detection of certain hop oil constituents in brewing products. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. 5-13.
- LUNA, J.V.U. (1986) *Variedades de mamoeiro*. *Informe Agropecuário*. 13 (134): 14 - 18.
- MACLEOD, A. J., PIERIS, N. M. (1983) Volatile Components of Papaya (*Carica papaya* L.) with particular reference to glucosinolates products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 31: 1005-1008.
- MANICA, I. (1982) *Fruticultura Tropical: 3. Mamão*. São Paulo: Agronômica Ceres, 256p.
- MARIN, S.L.D., GOMES, J.A., SALGADO, J.S., MARTINS, D.S., FULLIN, E.A. (1995) *Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no Estado de Espírito Santo*. 4ª Ed, Vitória: EMCAPA Circular Técnica, 57p.
- MARTINS, D. S. *Papaya Brasil: Mercado e inovações tecnológicas para o mamão*. Vitória, ES: Incaper, 666p.
- MOYNA, P., HEINZEN, H. (2003) Lípidios: Química y productos naturales que los contienen. In: SIMÕES, C. M. O. (ed.) *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Edt. UFRGS / Edt. UFSC, 435-466.
- MOTA, R.V., LAJOLO, F., CORDENUNSI, B. (1997) Composição em carboidratos de alguns cultivares de Banana (*Musa* spp.) durante o amadurecimento. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 17 (2): 94-97.

- OLIVEIRA, M.A.B. (2002) *Caracterização da cor do estágio de maturação e influenciado por 1MCP na pós-colheita do mamão (Carica papaya L.)*. Tese de Doutorado (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 117p.
- PAL, D.K., SUBRAMANYAM, M.D., DIVAKAR, N.G., LYER, C.P.A., SELVARAJ, Y. (1980) Studies on the physicochemical composition of fruits of twelve papaya varieties. *Journal of Food Science and Technology*, 17(6): 254-256.
- PAULL, R.E., NISHIJIMA, W., REYES, M., CAVALETTO, C. (1997) Postharvest handling and losses during marketing of papaya (*Carica papaya* L.). *Postharvest Biology and Technology*. 11: 165-179.
- PEREIRA, M. G. (2003) Melhoramento Genético do Mamoeiro (*Carica papaya* L.): Desenvolvimento e Recomendação de Híbridos. *I Semana Acadêmica de Horticultura do Espírito Santo – I SEAHORTES*. 1 (1): 61-65.
- PEREIRA, M. G., MARIN, S. L. D., VIANA, A. P., PEREIRA, T. N. S., FERREGUETTI, G. A., MARTELLETO, L. A. P., IDE, C. D., CATTANEO, L. F., SILVA, F. F., DAMASCENO, P. C., VITÓRIA, A. P., OLIVEIRA, J. G., DAHER, R. F. (2004) Melhoramento Genético do Mamoeiro (*Carica papaya* L.): Desenvolvimento e Recomendação de Híbridos. In: Oliveira, J. G. (ed.) *II Reunião de Pesquisa do Frutimamão*. p. 21-28.
- PEREIRA, M. G. (2005) Programa de Pesquisa da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF com a Cultura do Mamão. In: MARTINS, D. S. (ed.) *Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão*. Vitória-ES: Incaper, p. 199-202.
- PRABHA, T. N., BHAGYALAKSHMI, N. (1998) Carbohydrate metabolism in ripening banana fruit. *Phytochemistry*, 48 (6): 915-919.
- ROBINSON, T. (1980) *The Organic Constituents of Higher Plants*. 4^a ed. Cordus Press, NorthAmherst, Mass.
- SANKAT, C. K., MAHARAJ, R. (eds.) (1997) Papaya. In: *Postharvest Physiology and storage of tropical and subtropical fruits*. Ed. By S. K. Mitra. 423p.

- SANTANA, L. R. R., MATSUURA, F. C. A. U., CARDOSO, R. L. (2004) Genótipos melhorado de mamão (*Carica papaya* L.): Avaliação sensorial e físico-química dos frutos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 24(2): 217-222.
- SANTOS, R. I. (2003) Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: SIMÕES, C. M. O. (ed.) *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Edt. UFRGS / Edt. UFSC, 403-434.
- SELVARAJ, Y., PAL, D. K., SUBRAMANYANM, M.D., LYER, C.P.A. (1982) Changes in the chemical composition of four cultivars of papaya (*Carica papaya* L.) during growth and development. *Journal of Horticultural Science*. 57(1):135-143.
- SOUZA, G. (1998) *Características Físicas, químicas e sensoriais do fruto de cinco variedades de mamoeiro (Carica papaya L.) cultivadas em Macaé – RJ*. Tese de mestrado (Mestrado em Fitotecnia) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 94p.
- SOUZA, M. S. (2005) *Influencia da época de colheita e do período de prateleira sobre alguns atributos de qualidade de híbridos de mamão (Carica papaya L.) do programa de melhoramento do mamoeiro da UENF*. Monografia de Graduação (Curso de Agronomia) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 48p.
- STITT, M., LILLEY, R.M.C, GERHARDT, R, HELDT, H.W. (1989) Metabolite levels in specific cells and subcellular compartments of plant leaves. *Methods in Enzymology*. 174: 518–552.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. (1998) In.: *Plant Physiology*. 2nd ed., Sinauer Assoc., Sunderland, MA, 559p.
- TEIXEIRA, G. H. A., DURIGAN, J. F., MATTIUZ, B., ROSSI JÚNIOR, O. D. (2001) Processamento Mínimo de Mamão ‘Formosa’. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 21(1): 47-50.
- VIEGAS, P.R.A. (1992) *Características químicas e físicas do mamão (Carica papaya L.) cultivares Sunrise Solo e Formosa relacionados ao ponto de colheita*. Tese (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa , 82p.

- ZHOU, L., PAULL, R. (2001) Sucrose Metabolism During Papaya (*Carica papaya*) Fruit Growth and Ripening. *Journal of the American Society for Horticulture Science*. 126(3): 351-357.
- WALL, M. M. (2006) Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa sp.*) and papaya (*Carica papaya* L.) cultivars grown in Hawaii. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19: 434-445.
- WOODLAND, D. W. (2000) *Contemporary plant systematics*. 3^a ed. Andrews University Press, U.S.A., 570p.

APÊNDICES

Tabela 1A - Dados climatológicos obtidos da estação meteorológica de Linhares - ES, no período de maio a dezembro de 2002. Latitude: 19°24", Longitude: 40°04' e Altitude: 28m

| Meses | Temperatura do Ar (C°) | | Precipitação (mm) | Insolação total (horas) | Dias de chuva |
|-------|-------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|------------------|
| | Média das Máximas | Média das Mínimas | | | |
| MAI | 29,2 | 20,0 | 83,8 | 229,0 | 11 |
| JUN | 28,1 | 18,2 | 59,2 | 186,5 | 12 |
| JUL | 26,9 | 17,8 | 44,0 | 181,5 | 9 |
| AGO | 28,6 | 18,4 | 53,9 | 232,0 | 13 |
| SET | 26,5 | 18,5 | 162,8 | 100,6 | 19 |
| OUT | 30,1 | 20,8 | 24,1 | 216,1 | 7 |
| NOV | 29,7 | 21,6 | 106,7 | 148,9 | 13 |
| DEZ | 31,4 | 23,3 | 124,0 | 124,3 | 13 |
| ANO | 29,6 | 20,7 | 1024,7 | 2186,1 | 150 |

(Fonte: Incaper – ES)

Tabela 2A - Dados climatológicos obtidos da estação meteorológica de Linhares - ES, no ano de 2003. Latitude: 19°24', Longitude: 40°04' e Altitude: 28m

| Meses | Temperatura do Ar (C°) | | Precipitação (mm) | Insolação total (horas) | Dias de chuva |
|-------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------|
| | Média das Máximas | Média das Mínimas | | | |
| JAN | 32,3 | 23,4 | 149,2 | 149,8 | 12 |
| FEV | 33,2 | 22,2 | 40,1 | 232,0 | 6 |
| MAR | 33,5 | 22,6 | 27,6 | 240,6 | 5 |
| ABR | 31,6 | 21,3 | 98,3 | 206,5 | 9 |
| MAI | 29,3 | 19,2 | 18,8 | 224,1 | 11 |
| JUN | 30,3 | 16,9 | 6,1 | 257,3 | 2 |
| JUL | 27,9 | 16,9 | 76,7 | 205,2 | 13 |
| AGO | 27,1 | 17,1 | 36,9 | 164,7 | 10 |
| SET | 28,1 | 18,5 | 31,8 | 146,3 | 12 |
| OUT | 29,0 | 19,5 | 45,1 | 180,1 | 11 |
| NOV | 30,4 | 22,1 | 90,0 | 180,7 | 15 |
| DEZ | 31,3 | 22,6 | 234,9 | 176,2 | 17 |
| ANO | 30,3 | 20,2 | 885,5 | 2363,5 | 123 |

(Fonte: Incaper – ES)

Tabela 3A - Dados climatológicos obtidos da estação meteorológica de Linhares - ES, no ano de 2004. Latitude: 19°24', Longitude: 40°04' e Altitude: 28m (Fonte: Incaper – ES)

| Meses | Temperatura do Ar (C°) | | Precipitação (mm) | Insolação total (horas) | Dias de chuva |
|-------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------|
| | Média Das Máximas | Média Das Mínimas | | | |
| JAN | 29,7 | 22,5 | 282,3 | 112,2 | 22 |
| FEV | 30,8 | 22,4 | 126,2 | 153,2 | 19 |
| MAR | 30,0 | 21,8 | 298,3 | 151,6 | 22 |
| ABR | 29,3 | 21,3 | 305,8 | 164,4 | 19 |
| MAI | 28,4 | 20,0 | 52,7 | 158,4 | 9 |
| JUN | 27,1 | 17,6 | 90,1 | 171,9 | 10 |
| JUL | 25,9 | 17,5 | 99,0 | 161,6 | 14 |
| AGO | 27,3 | 17,8 | 17,9 | 242,9 | 8 |
| SET | 28,8 | 17,9 | 9,9 | 180,0 | 6 |
| OUT | 29,3 | 20,2 | 106,1 | 116,0 | 16 |
| NOV | 29,2 | 21,4 | 115,7 | 137,2 | 11 |
| DEZ | 30,7 | 22,7 | 139,5 | 173,6 | 14 |
| ANO | 28,9 | 20,3 | 1743,5 | 1923,0 | 170 |