



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

“DESARROLLO DE UN AROMA IDÉNTICO AL NATURAL  
DE MANGO MANILA PARA LA APLICACIÓN EN BEBIDAS”

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN INGENIERA EN ALIMENTOS

**P R E S E N T A:**

CORANGUEZ REYES GABRIEL

**ASESOR:**

ING. FRANCO RODRIGUEZ GUADALUPE

**COASESOR:**

ING. TUEME JUAN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

U. N. de FES  
**ASUNTO: VOTO APROBATORIO**  
C. de Exámenes Profesionales

**DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO**  
**DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN**  
**PRESENTE**



**ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ**  
**Jefa del Departamento de Exámenes**  
**Profesionales de la FES Cuautitlán**

Con base en el Art. 28 del Reglamento de Exámenes Profesionales nos permitimos comunicar a usted que revisamos la **Tesis**:

Desarrollo de un aroma idéntico al natural de mango manila para la aplicación en bebidas

Que presenta el pasante: Gabriel Coranguez Reyes

Con número de cuenta: 406005304 para obtener el Título de: Ingeniero en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

**ATENTAMENTE**

**“POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU”**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 18 de octubre de 2011.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

|                     | <b>NOMBRE</b>                      | <b>FIRMA</b> |
|---------------------|------------------------------------|--------------|
| <b>PRESIDENTE</b>   | Dr. Juan Manuel Aceves Hernández   |              |
| <b>VOCAL</b>        | I.Q. Guadalupe Franco Rodríguez    |              |
| <b>SECRETARIO</b>   | I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal |              |
| <b>1er SUPLENTE</b> | M. en C. Ma. Olivia Noguez Cordova |              |
| <b>2do SUPLENTE</b> | I.A. Alberto Solís Díaz            |              |

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 120).  
11:11A/pm

## *Agradecimientos*

Al término de esta etapa de mi vida, quiero expresar un profundo agradecimiento a quienes con su ayuda, apoyo y comprensión me alentaron a lograr esta tesis

### *A mi padre Miguel Adrian y madre Ma. Del Carmen*

Por ser un aparte fundamental en mi vida, por apoyarme en los errores y aciertos que he tenido, por todo lo que hacen y han hecho por mí, por esa tenacidad para hacer de mí la persona que soy, por estar siempre conmigo en todos los momentos de mi vida. Quien mejor que ustedes que son el ejemplo de lucha y superación. Esto también es un logro suyo.

### *A mis hermanos, Uriel, Rafael y Clara*

Sabiendo que no existiera una forma de agradecer, quiero que sepan que el objetivo logrado también es de ustedes y parte de la fuerza que me ayudó a conseguirlo fue su apoyo.

### *Al Ingeniero Juan Tueme*

Debo agradecer de manera especial y sincera al ingeniero Juan Tueme, por su apoyo y confianza en mí, siendo una parte fundamental en este trabajo, su capacidad para guiar mis ideas han sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación en la industria de los sabores. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos realizado juntos, el cual no se puede concebir sin su siempre oportuna participación. Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todos los objetivos propuestos durante el desarrollo de esta tesis.

### *Profesora Ing. Franco Rodríguez Guadalupe*

Gracias, por su paciencia, por su apoyo que me ha brindado durante la elaboración de este trabajo y por dedicarme el tiempo suficiente para que se finalizara la tesis.

*A mis amigos de la universidad Jorge Iván, Said de Jesús, Oscar Alejandro, Pepe y Claudia.*

Por brindarme su amistad y por a ver hecho de la universidad una etapa inolvidable de mi vida

a **Jorge Iván** por brindarme su amistad, a ayudarme a ser una mejor persona, al compartir todos los momentos buenos y malos que hemos vivido, soy muy afortunado por tener tu amistad.

El olfato es el menos considerado de los sentidos pero el que más nos acerca a nuestras propias emociones dejando marcas sin tiempo. Hay aromas que nos llevan a los momentos más importantes de nuestras vidas, a los deseos mas fuertes, asentir y redescubrir sabores, colores y sonidos más significativos, como ningún otro de nuestros sentidos nos permite hacerlo.

| <b>CONTENIDO</b>   | <b>PAGINA</b> |
|--|---------------|
| I. Índice  | I             |
| II. Resumen  | VIII          |
| III. Introducción  | IX            |
| <br>   |               |
| <b>1. CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO</b>   |               |
| <br>   |               |
| <b>1.1 GENERALIDADES DEL MANGO</b>   | <b>1</b>      |
| 1.1.1 Historia   | 1             |
| 1.1.2 Clasificación botánica   | 3             |
| 1.1.3 Cultivares de mango  | 3             |
| 1.1.4 Composición química  | 5             |
| 1.1.5 Aporte nutricional   | 5             |
| 1.1.6 Variedades de mango en México  | 7             |
| 1.1.7 Estado de madurez  | 9             |
| 1.1.7.1 Cambios post cosecha   | 9             |
| 1.1.7.2 Cambios bioquímicos durante la maduración                              | 9             |
| 1.1.8 Producción de etileno  | 12            |
| <br>   |               |
| <b>1.2 GENERALIDADES DEL AROMA</b>   | <b>13</b>     |
| 1.2.1 Definición del aroma   | 13            |
| 1.2.2 Clasificación de los aromas  | 13            |
| 1.2.3 Compuesto del aroma  | 14            |
| 1.2.4 Descripción de los aromas  | 16            |
| 1.2.4.1 Características de las notas principales y contributivas de los aromas | 18            |
| 1.2.4.2 Umbral de olor   | 19            |
| 1.2.4.3 Valor aromático  | 20            |
| 1.2.5 Formación de los sabores y aromas de frutas                              | 21            |
| 1.2.5.1 Biogénesis de los aromas de los frutas                                 | 21            |
| 1.2.5.2 Compuestos volátiles formados a partir del metabolismo lipídico        | 22            |
| 1.2.5.3 $\beta$ - Oxidación  | 24            |

|                |   |           |
|----------------|---|-----------|
| <b>1.2.5.4</b> | Formación de lactonas   | <b>25</b> |
| <b>1.2.5.5</b> | Compuestos formado a partir del metabolismo de los carbohidratos          | <b>26</b> |
| <b>1.2.5.6</b> | Derivados del furano  | <b>26</b> |
| <b>1.2.5.7</b> | Terpenos  | <b>27</b> |
| <b>1.2.5.8</b> | Compuestos formado a partir del metabolismo de los aminoácidos            | <b>29</b> |
| <b>1.2.5.9</b> | Formación de esteres volátiles  | <b>31</b> |
| <b>1.2.6</b>   | Aroma y maduración organoléptica de los frutos                            | <b>32</b> |
| <b>1.2.6.1</b> | Factores que modifican el aroma de un fruto                               | <b>33</b> |
| <b>1.2.7</b>   | Aroma de mango  | <b>33</b> |
| <b>1.2.7.1</b> | Principales características de sabor y aroma de mango                     | <b>34</b> |
| <b>1.2.8</b>   | Compuestos del sabor y aroma de diferentes variedades de mango            | <b>36</b> |
| <b>1.2.8.1</b> | Mango de la Florida   | <b>36</b> |
| <b>1.2.8.2</b> | Mango Australiano   | <b>37</b> |
| <b>1.3</b>     | <b>MÉTODOS DE EXTRACCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS DEL AROMA</b> | <b>39</b> |
| <b>1.3.1</b>   | Métodos de extracción de los compuestos volátiles                         | <b>39</b> |
| <b>1.3.2</b>   | Separación de aromas por destilación                                      | <b>39</b> |
| <b>1.3.2.1</b> | Destilación por arrastre de vapor   | <b>39</b> |
| <b>1.3.2.2</b> | Destilación molecular   | <b>40</b> |
| <b>1.3.2.3</b> | Destilación por arrastre de vapor y extracción simultanea                 | <b>41</b> |
| <b>1.3.3</b>   | Métodos de extracción por solvente  | <b>41</b> |
| <b>1.3.3.1</b> | Extracción líquido - líquido  | <b>41</b> |
| <b>1.3.3.2</b> | Extracción sólido - líquido   | <b>42</b> |
| <b>1.3.4</b>   | Técnicas para la medición del aroma                                       | <b>42</b> |
| <b>1.3.4.1</b> | Cromatografía de gases  | <b>43</b> |
| <b>1.3.4.2</b> | Espectrometría de masas   | <b>45</b> |

|                                |  |           |
|--------------------------------|--|-----------|
| 1.3.4.3                        | Cromatografía de gases/espectrometría de masas (GC/EM).  | 46        |
| <b>1.4. ANÁLISIS SENSORIAL</b> |  | <b>48</b> |
| 1.4.1                          | Definición del análisis sensorial  | 48        |
| 1.4.2                          | Percepción sensorial   | 48        |
| 1.4.3                          | Métodos de evaluación sensorial  | 50        |
| 1.4.4                          | Olfato   | 51        |
| 1.5                            | Desarrollo y formulación de aromas   | 53        |
| <b>CAPÍTULO II</b>             | <b>METODOLOGÍA EXPERIMENTAL</b>  |           |
|                                |  | <b>55</b> |
| 2.1                            | Objetivos  | 56        |
| 2.2                            | Cuadro metodológico  | 57        |
| 2.3                            | Materiales y Métodos   | 57        |
|                                | Obtención del mango de la variedad manila de acuerdo a la norma NMX-FF-058-SCFI-2006                                       | 57        |
| 2.3.1                          |  |           |
| 2.3.2                          | Determinación de los parámetros fisicoquímicos   | 57        |
| 2.3.2.1                        | PH (Método AOAC 981.12)  | 57        |
| 2.3.2.3                        | Acidez titulable ( Método AOAC 942.15)   | 58        |
| 2.3.4                          | Sólidos solubles ( Método AOAC 932.14)   | 58        |
| 2.3.5                          | Recopilación bibliográfica de los compuestos volátiles presentes en el análisis de la pulpa de mango de la variedad Manila | 58        |
| 2.3.5.1                        | Identificación de los compuestos volátiles del aroma de mango de la variedad Manila  | 58        |
| 2.3.5.2                        | Clasificación de los compuestos volátiles presentes en el análisis por GC de acuerdo a su grupo funcional                  | 59        |
| 2.3.5.3                        | Clasificación de los compuestos volátiles presentes en el mango de la variedad Manila de acuerdo a su aroma característico | 60        |
| 2.3.6.1                        | Descripción del perfil aromático de la pulpa de mango de la variedad Manila  | 60        |

---

|  |  |           |
|--|--|-----------|
| <b>2.3.6.2</b>                             | Establecimiento de las notas principales y contributivas del aroma global de mango de acuerdo a su valor aromático | <b>61</b> |
| <b>2.3.7.1</b>                             | Desarrollo del aroma idéntico al natural de mango de la variedad manila  | <b>61</b> |
| <b>2.3.7.2</b>                             | Elaboración del perfil aromático del aroma idéntico al natural de mango de la variedad Manila                      | <b>63</b> |
| <b>2.3.7.3</b>                             | Elaboración del néctar de mango del variedad Manila con la aplicación del aroma idéntico al natural                | <b>64</b> |
| <b>2.3.7.4</b>                             | Caracterización del néctar de mango de la variedad Manila con aplicación del aroma idéntico al natural             | <b>69</b> |
| <b>2.3.7.5</b>                             | Análisis sensorial (prueba de agrado)  | <b>70</b> |
| <b>CAPITULO III. ANÁLISIS Y RESULTADOS</b> |  | <b>71</b> |
| <b>3.1</b>                                 | Determinación de los parámetros fisicoquímicos del mango   | <b>71</b> |
| <b>3.2</b>                                 | Identificación y clasificación de los compuestos volátiles de acuerdo a su grupo funcional                         | <b>72</b> |
| <b>3.3</b>                                 | Clasificación de la nota aromática individual de cada compuesto presente en el mango de la variedad Manila         | <b>79</b> |
| <b>3.4</b>                                 | Descripción del perfil aromático de la pulpa de mango Manila   | <b>86</b> |
| <b>3.5</b>                                 | Principales compuestos volátiles y contributivos del mango del aroma de mango de la variedad Manila                | <b>87</b> |
| <b>3.6</b>                                 | Formulaciones del aroma idéntico natural de mango Manila   | <b>91</b> |
| <b>3.7</b>                                 | Perfil aromático del aroma idéntico al natural de mango Manila   | <b>93</b> |
| <b>3.8</b>                                 | Determinación de las propiedades fisicoquímicas del néctar de mango Manila   | <b>94</b> |
| <b>3.9</b>                                 | Análisis sensorial (prueba de agrado)  | <b>95</b> |

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> | <b>96</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                   | <b>98</b> |
| <b>ANEXO</b>                          |           |

**ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS** **PAGINAS**

**TABLAS**

|                  |   |           |
|------------------|---|-----------|
| <b>TABLA 1.</b>  | Clasificación botánica del mango  | <b>3</b>  |
| <b>TABLA 2.</b>  | Cultivares de mango más importantes   | <b>4</b>  |
| <b>TABLA 3.</b>  | Composición química del mango Manila  | <b>5</b>  |
| <b>TABLA 4.</b>  | Valor nutricional del mango Manila  | <b>6</b>  |
| <b>TABLA 5.</b>  | Características de las variedades cultivadas en México  | <b>8</b>  |
| <b>TABLA 6.</b>  | Cambios en algunos de los principales componentes químicos durante la maduración del mango                            | <b>11</b> |
| <b>TABLA 7.</b>  | Compuestos que conforman el aroma de diferentes variedades de mango   | <b>14</b> |
| <b>TABLA 8.</b>  | Descripción de las notas aromáticas   | <b>16</b> |
| <b>TABLA 10.</b> | Compuestos volátiles de mango de Tommy Atkins   | <b>36</b> |
| <b>TABLA 11.</b> | Compuestos del aroma de mango Kensington  | <b>37</b> |
| <b>TABLA 12.</b> | Ventajas e inconvenientes en el uso de CG para la medida del aroma  | <b>45</b> |
| <b>TABLA 13.</b> | Ventajas e inconvenientes en el uso del EM para la medida del aroma   | <b>46</b> |
| <b>TABLA 14.</b> | Ventajas e inconvenientes en el uso del CG/EM para la medida del aroma  | <b>47</b> |
| <b>TABLA 15.</b> | Ventajas e inconvenientes en el uso de la técnica de análisis sensorial de alimentos                                  | <b>53</b> |
| <b>TABLA 16.</b> | Prueba de nivel de grado con una escala hedónica  | <b>71</b> |
| <b>TABLA 17.</b> | Parámetros fisicoquímicos del mango de la variedad Manila procedente de Veracruz en estado maduro                     | <b>69</b> |
| <b>TABLA 18.</b> | Clasificación de los compuestos volátiles presentes en el mango de la variedad Manila de acuerdo a su grupo funcional | <b>72</b> |

|                  |  |           |
|------------------|--|-----------|
| <b>TABLA 19.</b> | % de área total de los compuestos volátiles presentes en la pulpa de mango encontradas por CG en la pulpa de mango de la variedad Manila | <b>76</b> |
| <b>TABLA 20.</b> | Clasificación de los compuestos volátiles de acuerdo las series aromáticas presentes en el mango de la variedad Manila                   | <b>79</b> |
| <b>TABLA 21.</b> | Principales compuestos volátiles y contributivos del mango del aroma de mango de la variedad Manila                                      | <b>87</b> |
| <b>TABLA 22.</b> | Compuestos utilizados para la elaboración de un aroma idéntico al natural de mango Manila  | <b>91</b> |
| <b>TABLA 23.</b> | Caracterización del néctar de mango  | <b>94</b> |
| <b>TABLA 24.</b> | Resultados del análisis sensorial ( prueba de aceptación )   | <b>95</b> |

### FIGURAS

|                   |   |           |
|-------------------|---|-----------|
| <b>FIGURA. 1</b>  | Frutos de mango de la variedad Manila   | <b>3</b>  |
| <b>FIGURA. 2</b>  | Frutos de mango Manila  | <b>5</b>  |
| <b>FIGURA. 3</b>  | Diferentes variedades de mango que se cultivan en México  | <b>7</b>  |
| <b>FIGURA. 4</b>  | Posibles rutas bioquímicas implicadas en la biogénesis del aroma en frutos                                | <b>21</b> |
| <b>FIGURA. 5</b>  | Formación de alcoholes, aldehídos y ésteres volátiles a partir de la ruta lipoxigenasa                    | <b>24</b> |
| <b>FIGURA. 6</b>  | Estructura del furaneol y mesifuraneol  | <b>26</b> |
| <b>FIGURA. 7</b>  | Ruta de los principales compuestos aromáticos de naturaleza terpénica                                     | <b>28</b> |
| <b>FIGURA. 8</b>  | Ruta de biosíntesis derivada de la leucina  | <b>30</b> |
| <b>FIGURA. 9</b>  | Sensograma  | <b>51</b> |
| <b>FIGURA. 10</b> | Organigrama explicativo de los distintos métodos existentes para la evaluación sensorial de los alimentos | <b>52</b> |
| <b>FIGURA. 11</b> | Esquema de la cavidad nasal   | <b>54</b> |
| <b>FIGURA. 12</b> | Diagrama de bloques en la elaboración de néctar de mango con aplicación del aroma idéntico al natural     | <b>68</b> |

|                   |   |           |
|-------------------|---|-----------|
| <b>FIGURA. 13</b> | Perfil aromático del aroma idéntico al natural de mango Manila                          | <b>86</b> |
| <b>FIGURA. 14</b> | Perfil aromático del aroma idéntico al natural de mango Manila                          | <b>93</b> |
| <b>FIGURA. 15</b> | Nivel de grado general del néctar de mango con aplicación del aroma idéntico al natural | <b>95</b> |

**RESUMEN.**

El aroma del mango Mexicano de la variedad Manila en estado maduro es una mezcla compleja de compuestos volátiles principalmente de terpenos, ácidos y ésteres, teniendo como compuestos en mayor proporción el  $\alpha$ -terpineol, 3-careno, mirceno, terpinoleno, ácido oleico, ácido hexanoico, palmitato de etilo, linoleato de etilo, hexadecanoato de etilo y ácido octanoico. De acuerdo a la clasificación de la nota aromática individual de cada compuesto presente en el análisis por CG, se estableció que la serie frutal, floral y hueso son las series más predominantes, en el aroma de mango de la variedad Manila. Estableciéndose como compuestos principales de acuerdo a los valores establecidos por medio de la relación de concentración y el valor umbral de olor de cada compuesto (OAV) a 19 compuestos volátiles teniendo en mayor proporción los compuestos terpénicos ( $\alpha$ -terpineol, 3-careno, terpinoleno, limoneno), ésteres (Butirato de etilo, acetato de etilo, butanoato de etilo) y en menor proporción compuestos aldehídicos (hexanal), alcoholes (linalol), furanonas (furneol,  $\delta$ -octalactona), y ácidos (ácidos octanoico).

En el análisis sensorial descriptivo (perfil aromático) del aroma de la pulpa de mango de la variedad Manila, se observó que la serie aldehídica, cremoso, dulce, floral, lácteo son las series aromáticas que tienen mayor presencia en el aroma global de esta variedad en estado maduro.

Con base en los resultados obtenido del estudio realizado por CG, la descripción individual de cada compuesto, establecimiento de las notas principales y contributivas y el perfil aromático del aroma global del mango de la variedad Manila, se realizó una formulación para el desarrollo de un aroma idéntico al natural de mango de la variedad Manila con las concentraciones encontradas en el estudio de CG y permitidas normativamente por la Asociación de Fabricación de Extractos (FEMA); Organización Internacional de las Industrias del Sabor (IOFI); Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA). La formulación se evaluó por medio de un análisis sensorial descriptivo (perfil aromático) y aplicado un néctar de mango de la variedad Manila, para conocer por medio de un análisis sensorial de aceptación (agrado del consumidor).

## **INTRODUCCIÓN**

El mango es una de las frutas más populares y deliciosas de todas las frutas tropicales, es probablemente, también la fruta más cultivada para el mercado fresco. (Andrew y Taylor, 2004). Aunque se cultivan cientos de variedades de esta fruta en el mundo, solo unas pocas tienen importancia comercial. Entre las variedades que existen en México como Ataulfo, Haden, Kent, Keitt, llama la atención la del mango de Manila, cultivada en Veracruz y diseminada en el país, por su excelente aroma y sabor. (Lizt, 2009). Sin embargo, las frutas frescas tienen una vida útil muy corta debido a las dificultades en la preservación de su calidad. (Askar y Treptow, 1993). Algunos estudios han reportado cambios en la calidad, que se producen en las frutas frescas cortadas, como las alteraciones fisiológicas y físico-químicas. (Duque y Morales, 2005). También el procesamiento industrial de las frutas puede dañar el perfil del aroma y el sabor típicos de las frutas. Por tanto el sabor de muchas bebidas y productos de frutas se puede optimizar nuevamente con aromas. (Andrew y Taylor, 2004). En la mayoría de los alimentos, y en especial en las bebidas, uno de los factores preponderantes para aceptar o rechazar el producto es el aroma. Un aroma, es un ingrediente que al ser adicionado a un producto crea una sensación en el paladar y la nariz. El aroma es apreciado por los sentidos del olfato y el gusto. (Ashurt, 1999). Los aromas pueden ser clasificados como naturales, idénticos al natural o artificiales. En la industria de alimentos cada vez se usan menos los aromas artificiales y se emplean más los idénticos al natural, o naturales. Los aromas idénticos al natural son aromas que contienen compuestos químicos iguales a los compuestos encontrados en la naturaleza, pero son producidos por medios no naturales. Estos compuestos químicos son estructuralmente y químicamente idénticos a los naturales. En un amplio número de bebidas se usan aromas naturales o idénticos al natural. (Bauer y Surburg, 2001). Sin embargo los aromas que se obtienen sólo de frutas, o de jugos, raramente proporcionan el impacto del aroma y por ello se refuerzan con compuestos químicos que permitan un mejor desarrollo del aroma. (Ashurst, 1999). El aroma de mango está principalmente constituido por una mezcla compleja de compuestos como ésteres, terpenos, lactonas, furanonas y alcoholes. Pero algunos autores consideran que los terpenos, en

especial 3-careno, (Z)- $\beta$ -ocimeno y mirceno, como los componentes mas importantes del aroma, debido al alto porcentaje de la fracción volátil (50-60) %. Los hidrocarburos de terpenos son considerados como contribuyentes importantes del sabor y aroma de las variedades de mango como Paulista, Tommy, Keith y Haden. (Andrade y Graias, 2000). Sin embargo, hasta nuestro conocimiento no se han publicado trabajos sobre el aroma de la variedad Manila procedente de Veracruz, cuya importancia comercial en nuestro país es innegable. Por otro lado en la mayoría de los estudios que se han realizado, utilizaron mangos cultivados en la India, África, Venezuela, Brasil, Colombia, Australia, Estados Unidos y Sri Lanka. Las variedades que más han sido estudiadas son venezolanos, Alfonso, Bowen, África, Jalna, Willard, Parrot, Kensington, Langra, Bombay, Desi y Tommy Atkins. Así como otras metodologías de trabajo para la extracción e identificación del aroma. (Macleod y Pieris, 1994). Donde los resultados obtenidos por la mayoría de los autores muestran que hay diferencias considerables entre estas variedades en estado de madurez. Por estas razones, se decidió analizar los compuestos volátiles y el perfil aromático que conforma el aroma global del mango de la variedad Manila procedente de Veracruz en estado de madurez, para el desarrollo de un aroma idéntico natural.

# CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

---

## 1.1 GENERALIDADES DEL MANGO

### 1.1.1 HISTORIA

El mango, cuyo nombre científico es *Mangifera indica* L., de la familia de las anacardiáceas, es indígena de la India y el sureste asiático. Se cultiva en tierras bajas tropicales y subtropicales en casi todo el mundo. Altamente sensible al frío, las temperaturas invernales son una consideración importante en su cultivo, dado que las hojas y ramas pequeñas, particularmente en árboles jóvenes, se pueden dañar a temperaturas inferiores a los 30°F.

Sus flores y fruta se pueden dañar seriamente en temperaturas inferiores a los 40°F durante la etapa de florecimiento. No existe una diferencia aparente en el daño ocasionado por el frío entre las diferentes variedades. El mango se ha cultivado en la India por más de 4,000 años. (Correa, 2005). A partir del siglo XVI, el mango se comenzó a distribuir alrededor del mundo, alcanzando el continente Americano en el siglo XVIII.

Por otra parte, se dice que el nombre del fruto, así como el del árbol, deriva del portugués "manga" que se refiere a un término malayo que se pronuncia "mangga" o "mangka", asonancias que se encuentran sobre los pendientes del Himalaya y como consecuencia, la transposición en las diferentes lenguas modernas conserva la radical portuguesa "mango" en español o en italiano, siendo llamado en alemán "mango baum" y en Holanda "mangga boom".

El mango está distribuido por todo el sureste de Asia y el archipiélago Malayo desde épocas antiguas. Se le ha descrito en la literatura China del siglo VII como un cultivo frutal bien conocido en las partes más cálidas de China e Indochina. Dice la historia que en el siglo X fue introducido a África por los Árabes. La temprana prominencia del mango en su tierra nativa sale a la luz por el hecho de que el emperador Akbar del Reino de Darbhanga en el este de la India, el gran Miguel de la India del siglo XVI, estableció la primera plantación comercial que en el mundo se conoce, en el año 1556, con 100,000 árboles. Esta plantación ya incluía variedades mejoradas que hizo que tuviera un

impacto significativo de este cultivo. (Correa, 2005) El mundo occidental se relacionó con el mango e inició su actual distribución mundial con la apertura, por los portugueses, de las rutas marítimas hacia el Lejano Oriente, al principio del siglo XVI. También se le llevó de Indochina a la isla de Mindanao y a Sulus por el siglo XIII, no siendo sino hasta fines del siglo XIV y principio del siglo XV que los viajeros españoles llevaron la fruta desde la India hasta Manila, en Luzón. Mientras tanto, los portugueses en Goa, cerca de Bombay, transportaron fruta de mango al sur de África, de ahí hacia Brasil, alrededor del siglo XVI y unos 40 años después a la Isla de Barbados, desde donde se extendió perfectamente entre los trópicos de Cáncer y Capricornio. Del mismo modo, los españoles introdujeron este cultivo a sus colonias tropicales del Continente Americano, por medio del tráfico entre las Filipinas y la costa oeste de México por los siglos XV y XVI. Jamaica importó sus primeros mangos de Barbados hacia 1782 y las otras islas de las Indias Occidentales, al principio del siglo XVII. (Correa, 2005).

Los mangos fueron llevados de México a Hawái, en 1809, y a California, alrededor de 1880, mientras que la primera plantación permanente en Florida data de 1861. En 1960 los mangos eran poco conocidos entre los consumidores fuera de la zona tropical y prácticamente no había comercio internacional de fruta fresca. En años recientes los mangos se establecieron como una fruta fresca y como productos procesados en el mercado global. India todavía sigue siendo el mayor productor del mundo, sin embargo, su participación relativa ha ido en decadencia. El aumento en producción del mango en las áreas no productoras tradicionales ha sido notable, se incluyen las partes de Asia, África del oeste, Australia, Sudamérica y México. El comercio internacional del mango está denominado por variedades como "Keitt" y "Tommy Atkins". (Salunkhe and Desai, 2000).

En México fue introducido de tres importantes maneras:

- A fines del siglo XVII cuando el mango manila fue traído por los españoles en la Nao de China desde Manila al Puerto de Acapulco, sin embargo se dispersó y cultivó en la Costa del Golfo de México, sobre todo en el estado de Veracruz.
- La segunda ocurrió a principios del siglo XIX, desde las Antillas a la Costa del Golfo de México, los que al propagarse por semilla originaron los mangos criollos.

- En el año de 1950, la tercera introducción del mango la hicieron veristas particulares de Florida, E.U., al estado de Guerrero. Se propagaron por injertos y se diseminaron en el centro y norte del pacífico. Ejemplo: Haden, Kent, Keitt e Irwing, "mejor conocidos como mangos petacones aquí en el país".

### 1.1.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

*Mangifera indica* L., es el miembro más importante de la Anacardiácea o familia del marañón. La mayoría de todas las especies de la familia se caracterizan por los canales de resina y muchos son famosos por su savia irritante y venenosa, que puede ocasionar dermatitis severa.

El género *Mangifera* comprende más o menos 50 especies nativas del sureste de Asia o las islas circundantes. Sólo 3 ó 4 especies del grupo producen frutas comestibles; sin embargo, muchas de las otras especies pueden ser de un valor potencial para fines de mejoramiento, puesto que poseen flores con 5 estambres fértiles. (Mukherjee, 2000; Salunkhe and Desai, 2000). En la tabla 1 se describe la clasificación botánica del mango.

**TABLA 1.** Clasificación botánica del Mango

| NOMBRE CIENTIFICO | MANGIFERA INDICA LINNAEUS |
|-------------------|---------------------------|
| División          | Phanerogamae              |
| Subdivisión       | Angiopermae               |
| Clase             | Dicotyledonae             |
| Subclase          | Rosidae                   |
| Orden             | Sapindales                |
| Suborden          | Anacardiinae              |
| Familia           | Anacardiinae              |
| Genero            | <i>Mangifera</i>          |
| Especie           | <i>Indica</i>             |

Fuente: Shaw et al., (1998).



**FIGURA 1.** Frutos de mango variedad Manila

### 1.1.3 CULTIVARES DE MANGO

Una lista parcial de los cultivares de mango se enlistaron en la Tabla 4. Esta lista incluye muchas variedades que se identificaron en un estudio de la producción mundial de mango elaborado por Watson y Winston, (1984). La distribución de los cultivares de mango fuera de sus centros de domesticación se puede atribuir principalmente a tres acontecimientos históricos: (1) el

movimiento de las variedades indígenas (monoembriónicas) a lo largo de las rutas comerciales de los portugueses a África y América del Sur, (2) la propagación del Sur-este variedades asiáticas (poliembriónicas) a través del Océano Pacífico de América Central y del Sur por los españoles, y (3) la identificación de cultivares de mango una mejora inicial en la Florida y más tarde en otras zonas productoras de mango y nuevas, como resultado de abierto y controlado polinización entre germoplasma local e introducido de mango de la India y Asia Sudoriental. (Nar, 2007).

**TABLA 2.** Cultivares de mango más importante

| CONTINENTE                    | PAÍS          | CULTIVAR  |
|-------------------------------|---------------|---|
| <b>África</b>                 | Egipto        | Amelie, Alphonso, Bullook, Hindi, Langra, Mabroullos, Pairie, Taimour; Zedba;   |
|                               | Kenia         | Boubo, Ngomo, Batawi  |
|                               | Mali          | Amelie, Kent  |
|                               | Sudáfrica     | Fascell, Haden, Keitt, Kent, Sensation, Tommy Atkins.   |
| <b>Asia</b>                   | Bangladesh    | Aswin, Fazli, Gopal Bhong, Himsagar, Khirsapati, langra   |
|                               | China         | Gui Fai, Tainong No. 1, Keitt, Sensation, Zill, Zihua, Jin.   |
|                               | India         | Alphonso, Banganapali, Bombay, Bombay verde, Chausa, Dashehan, Fazli, Femandian, Hisnsagar, Kesar, Kishen Bhog, Langra, Malika, |
|                               | Indonesia     | Dodol, Gedong, Golek, Mandu, Manalagi,  |
|                               | Israel        | Haden, Tommy Atkins, Koitt, Maya, Nimrod, Kont, Palmer  |
|                               | Malaysia      | Apple Rumani, Galek, Kuala, Selanger 2, Malgoa  |
|                               | Myanmar       | Aug Din, Me Chit Su, Sein Ta Lone, Shwe Hin Tha   |
|                               | Pakistan      | Anwer Ratol, Bengan Pali, Chausa, Dashehari, Langra, Siroli, Zafran.  |
|                               | Filipinas     | Carabao, Manila Super, Pico.  |
|                               | Taiwan        | Irwin, Keitt, Tommy Atkins, Taimong No. 1, Tsar-awain.  |
|                               | Tailandia     | Nam Doc Mai, Ngar Cham, CK Rong, Keow Savoey, Pimsen Mun  |
| <b>Norte y centro América</b> | Costa Rica    | Haden, Irwin, Keitt, Tommy Atkins   |
|                               | USA           | Keitt, Kent, Tommy Atkins   |
|                               | R. Dominicana | Haden, Keitt, Kent, Tommy Atkins  |
|                               | Guatemala     | Haden, Keitt, Kent, Tommy Atkins  |
|                               | Haití         | Francine, Madame Francis  |
|                               | México        | Ataulfo, Haden, keitt, kent, Manila, Palmer, Sensation, Tommy Atkins, Van Dyke.   |
| <b>Sur América</b>            | Argentina     | Vellensato  |
|                               | Brazil        | Bourbon, Coite, Coquinho, Carabao, Espada, Haden, Keitt, Manao, Palmer, Rosa, Tommy Atkins,                                     |
|                               | Colombia      | Azúcar, Vellensato.   |
|                               | Ecuador       | Haden, Keitt, Kent, Tommy Atkins  |
|                               | Peru          | Haden, Keitt, Kent, Tommy Atkins  |
|                               | Venezuela     | Haden, Keitt, Kent, Tommy Atkins  |

FUENTE: Nar, (2007)

### 1.1.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA

En la Tabla 2 se muestra la composición química del mango. El mango es una buena fuente de vitaminas A, C y E. El contenido de vitamina C en la cáscara es alto, mientras que en la pulpa disminuye conforme avanza la maduración. Z- $\beta$ -caroteno (pro vitamina A) representa alrededor del 60% del contenido total de carotenoides. Algunos de los aminoácidos esenciales presentes incluyen lisina, leucina, valina, arginina y fenilalanina. El almidón en la pulpa aumenta constantemente a partir de la cuarta semana aproximadamente. La acidez titulable aumenta hasta la mitad del desarrollo del fruto para luego disminuir abruptamente en las etapas finales del desarrollo. La relación de azúcares no reductores (sacarosa) a reductores (glucosa y fructuosa) se incrementa durante la maduración de la fruta. (Ornelas y Araiza, 2006).

Hallazgos recientes demuestran que tiene alto contenido en antioxidantes anti cancerígenos y fenoles. Históricamente, han sido relatados los empleos médicos de la savia (látex), flores, semillas y hojas para el empleo como astringentes, tratando la diarrea, hemorragias debido a fiebre, hipertensión y hemorroides. (Janinck y Paull, 2008).

**TABLA 3.** Composición química del mango 'manila'

| COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MANGO |        |
|-------------------------------|--------|
| Componente                    | g/100g |
| Agua                          | 82     |
| Proteína                      | 0.60   |
| Grasa                         | 0.45   |
| Carbohidratos                 | 12.5   |
| Fibra Bruta                   | 1.70   |
| Minerales                     | 0.60   |

Fuente: Janick y Paull, (2008)



**FIGURA 2.** Frutos de mangos manila

### 1.1.5 APORTE NUTRICIONAL

El mango se consume tanto como fruta fresca o jugos, helados, dulces, mermeladas, conservas. Industrialmente se procesa en pulpa, encurtidos y productos congelados. Es considerado como una fruta altamente saludable, su

elevado contenido de agua permite una agradable forma de hidratarse. Su alto contenido en vitaminas A y C, son cualidades adicionales que convierten a esta fruta en imprescindible en toda dieta bien balanceada.

Es de las frutas más recomendables para combatir el escorbuto y para curar las afecciones bronquiales, se pueden hacer purés en casa, que es preparado a base de pulpa de mango y miel para combatir la bronquitis. El mango es un excelente depurativo del organismo, es recomendable para las personas nerviosas, para combatir el insomnio, para aliviar la fatiga cerebral, la depresión mental y como laxante, y es de gran ayuda para controlar la acidez estomacal. Produce excelentes resultados en la eliminación de arenillas de los riñones y como auxiliar en la digestión. Durante el proceso de maduración, el mango es inicialmente ácido, astringente y rico en ácido ascórbico (vitamina C). Mangos maduros contienen niveles moderados de vitamina C, pero son ricos en vitamina A, B1, B2. Los ácidos orgánicos presentes son principalmente el ácido málico y el cítrico. También se encuentran en cantidades pequeñas el ácido tartárico, oxálico y glicólico. (Mukherjee, 2000; Salunkhe and Desai, 2000).

**TABLA 4.** Valor nutricional del mango 'manila'

| valor nutricional     | (mg/100g) |
|-----------------------|-----------|
| Calcio                | 9,0-25,0  |
| Potasio               | 156       |
| Fosforo               | 10,0-15,0 |
| Hierro                | 0,10-15,0 |
| Tiamina               | 0,058     |
| Carotenos totales     | 900-9000  |
| $\beta$ -caroteno     | 270-4700  |
| Rifloflamina          | 0,057     |
| Niacina               | 0,584     |
| Vitamina C            | 14,0-62,  |
| Vitamina E            | 1,12      |
| Vitamina A ( UI/100g) | 765       |

Fuente: Janick y Paull, (2008).

### 1.1.6 VARIEDADES DE MANGO EN MÉXICO

Las principales variedades cultivadas de mango en México se muestran en la figura 3.

**Familia indostano:** Haden, Irwin, Kent, Keitt, Palamer, Sensation, Tommy atkins, van Dyke, entre otra

**Familias Mulgovas:** Manila, Ataulfo, diplomático, panameño y otras variedades del fenotipo

**FIGURA 3.** Diferentes variedades de mango que se cultivan en México.



**Fuente:** Jasons et al., (2005)

Actualmente el mango se cultiva por lo menos en 87 países de los cinco continentes y se logra una producción estimada de 23 millones de toneladas anuales. Los principales países productores son China, México, Indonesia y Tailandia, entre otros. México ocupa el primer lugar por volumen de exportación en el mundo. (Galván, 1985). La mayor parte de la superficie cultivada se ubica en los estados de Veracruz, Michoacán, Nayarit, Guerrero, Sinaloa y Chiapas. Las principales variedades que se cultivan en México se enlistaron en la tabla 5, esta lista incluye las características de las variedades más importantes cultivadas en México.

**TABLA 5.** Características de las variedades cultivadas de mango en México

| VARIEDAD            | CARACTERÍSTICAS  |
|---------------------|--|
| <b>Tommy Atkins</b> | <p>Lugar de origen: México, Ecuador, Brasil, Perú, Temporada todo el año, Temperatura de almacenamiento 15-20°C. Humedad relativa 85-90%, Rendimiento del árbol: 150 a 265 Kg. Fruto de excelente calidad, predomina el color rojo, de forma redonda y tamaño mediano (350 a 450 g.) La pulpa es jugosa con poco contenido de fibra.</p> <p>Tiene la desventaja de que si no se corta en su madurez óptima presenta problemas en el manejo pos cosecha.</p>  |
| <b>Haden</b>        | <p>Lugar de origen: México, Ecuador, Perú, Temporada octubre a diciembre marzo a mayo, Temperatura de almacenamiento 15-20°C. Humedad relativa 85-90%, Fruto que presenta una base de color amarillo en chapeo rojo, que lo hace muy atractivo tanto para el mercado nacional como para el de exportación. Los frutos registran un peso de 300 a 400 g. Su pulpa es jugosa con poca fibra y de buen sabor.</p>   |
| <b>Manila</b>       | <p>Los árboles son vigorosos, productivos, y ligeramente alternantes, su producción es temprana ya que se cosecha entre abril y mayo; producen alrededor de 150 a 200 kilogramos por árbol; los frutos son de tamaño medio con peso de 200 a 275 gramos, son de forma elíptica y color amarillo, con cáscara, pulpa amarilla, firme, dulce, y sabrosa, con alto contenido de fibra. Esta variedad es ampliamente aceptada en el mercado nacional, destinándose al consumo fresco y a la industria.</p> |
| <b>Kent</b>         | <p>Lugar de origen: México, Ecuador, Perú, Temporada enero a marzo mayo a agosto, Temperatura de almacenamiento 15-20°C. Humedad relativa 85-90%, Rendimiento del árbol: 100 a 300 Kg Los frutos pesan de 500 a 700 gr. La base es de color verde amarillento con chapeo rojo. Presenta la desventaja de ser muy susceptible a la antracnosis, debido a que la época de cosecha coincide en la temporada de lluvias.</p>   |
| <b>Keitt:</b>       | <p>Fruto grande, con un peso que varía de 600 a 800 gr. es una variedad de porte mediano, altamente productiva, poco alternante, de fruto grande, de forma ovalada, color de la cáscara amarillo verdoso con algo de rojo al sol, de época de recolección tardía, con poca fibra y semilla pequeña, buena calidad de pulpa, con problemas de maduración, algo tolerante a la antracnosis y no presenta problemas de pudrición interna del fruto ni bacteriosis del tronco.</p>                         |

|                |  |
|----------------|--|
| <b>Ataulfo</b> | Lugar de origen México, Ecuador, Perú, Temporada febrero a agosto<br>Temperatura de almacenamiento, Temperatura de almacenamiento 5-20°C. Humedad relativa 85-90%, Rendimiento del árbol 130 a 250 Kg. Su fruto ha tenido gran aceptación por su excelente calidad. Es de color amarillo, resistente al manejo y con un peso promedio que varía de 200 a 370 gr. El color de la pulpa es amarillo y no tiene fibras. |
|----------------|--|

**Fuente:** Galván, (1985)

## 1.1.7 ESTADO DE MADUREZ

### 1.1.7.1 CAMBIOS POST COSECHA

La mayoría de los frutos pueden madurar sobre la planta o una vez que son recolectados, en este período se producen cambios metabólicos importantes que determinan las características finales de color, sabor, aroma y textura. Es por ello, que el proceso de maduración es de suma importancia para determinar el manejo que debe darse al fruto con el objeto de prevenir en el mayor grado pérdidas post cosecha y controlar su vida útil después que ha sido recolectado. (Cheftel, 1992).

### 1.1.7.2 CAMBIOS QUÍMICOS Y BIOQUÍMICOS DURANTE LA MADURACIÓN

Los alimentos, tanto por sus características físicas y químicas, son sistemas muy complejos y altamente inestables. (Lamua, 2000). Los principales cambios producidos durante la maduración en la mayoría de los frutas incluyen cambios en el sabor, aroma, textura y color además en cambios en la composición química y el metabolismo de los frutos. (Lamua, 2000),

- **Pigmentos.** Los principales mecanismos de síntesis o degradación de compuestos coloreadas durante la maduración está relacionada directamente con la clorofila, antocianinas y carotinoides. En la mayoría de los frutos la primera señal del inicio de la maduración es la desaparición del color verde, producido por la degradación de la clorofila. (Lamua, 2000). Muchos autores han estudiado cambios cuantitativos y cualitativos en los pigmentos de los carotinoides en los mangos. (Juangalwala et al., 1980; Cama et al., 1963; John et al., 1970; Medicott et al., 1986). Durante la maduración ocurren

pérdidas sustanciales del contenido de clorofila en la piel después de que la fruta comienza a ponerse suave. (Medlicott y Thompson, 1985).

- **Azúcares.** En la mayoría de las especies la hidrólisis del almidón (polisacáridos de reserva) es el primer paso en el metabolismo de los azúcares. Inmediatamente después de la recolección las enzimas responsables de la hidrólisis del almidón ( $\alpha$  y  $\beta$ -amilasa) se activan posiblemente por un efecto de estrés de recolección, lo que se supone un rápido incremento de sustratos respiratorios (azúcares y ácidos) (Bruinsma y Paull et al., 1984). Sin embargo, la actividad de amilasas según avanzan el proceso de maduración depende de la síntesis. (Lamua, 2000).

La acumulación o descenso de los azúcares solubles (glucosa, fructosa y sacarosa), en combinación con otros constituyentes, incide sobre la calidad sensorial: sabor (relación Azúcar/ácidos), color (derivados anticianidinas), y firmeza (combinación con polisacáridos estructurales de la pared celular). El contenido de sacarosa (azúcar no reductor), glucosa (azúcares reductores), así como azúcares totales, son índice eficaces tanto para analizar la evolución metabólica como calidad de los frutos. (Lamua, 2000).

- **Compuestos volátiles.** Los compuestos volátiles más comúnmente sintetizados durante la maduración de frutos son los ésteres alifáticos y ácidos de cadena corta. El perfil de compuesto volátiles responsables del aroma en el mango es muy complejo. Sin embargo, en estudios realizados sugieren que algunos hidrocarburos de terpenos cíclicos son responsables del sabor y aroma del mango, junto con ésteres, lactonas y ácidos grasos. (Andrade et al., 2000; Bauver et al., 2000; Engel y Snyder et al., 1985; Wilson et al., 1990). Algunos mangos poseen sabor y aroma a durazno, que puede estar relacionado a la presencia de lactonas, los cuales son los principales constituyentes al aroma y sabor de los duraznos. (Lakshminarayana, 1980; Wilson et al., 1990).

- **Ácidos orgánicos.** En el mango el contenido de ácidos orgánicos aumentan alcanzado un máximo en plena madurez. Es por tanto evidente que el balance entre la síntesis y consumo de ácidos orgánicos durante la maduración depende directamente de las características metabólicas de la

especie. Los principales ácidos orgánicos presentes en el mango son: el cítrico y el málico. (Matoo et al., 1975).

La modificación del contenido de los ácidos orgánicos es de gran importancia a nivel bioquímico, ya que condiciona la actividad de un gran número de enzimas responsables de los sucesos claves (ablandamiento, color, etc.), asociados a la maduración. Así mismo, el contenido de los ácidos orgánicos determina la acidez (sabor), y la sensibilidad del fruto al ataque fúngico. (Lamua, 2000). En general, los niveles de citrato y succinato disminuyen gradualmente durante la maduración, mientras que el malato muestra cambios diferentes dependiendo de la variedad. (Lizada, 1993).

- **Lípidos.** El contenido total de lípidos en mangos aumenta durante la maduración. (Bandyopadhyay y Ghalap et al, 1973a; Bandyopadhyay y Gholap, et al.1973b; Selvaraj et al., 19869). Hay aumento en la actividad de la ATP: citrato oxaloacético liasa (enzima que rompe el citrato) durante la maduración y se cree que el acetil-CoA y ácido oxaloacético (OAA) formado por la acción de las enzimas sobre el citrato, puede contribuir con los procesos de síntesis que se lleva a cabo durante la maduración, como se muestra en la tabla 6. Los productos degradados de los lípidos naturales pueden regular la actividad de la enzima. (Mattoo y Modi, 1970).

**Tabla 6.** Cambio en algunos de los principales componente químicos durante la maduración del mango

CAMBIOS EN ALGUNOS DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES QUÍMICOS DURANTE LA MADURACIÓN DEL MANGO

| Componente                     | inmaduro | parcialmente maduro | maduro |
|--------------------------------|----------|---------------------|--------|
| <b>Almidón</b>                 | 10,7     | N.D                 | 0,43   |
| <b>Celulosa</b>                | 4,92     | 2                   | 1,12   |
| <b>Pectina</b>                 | 0,81     | 0,65                | 0,35   |
| <b>Sacarosa</b>                | 3,8      | 4,03                | 7,07   |
| <b>Glucosa</b>                 | 1,03     | 0,41                | 0,39   |
| <b>Fructosa</b>                | 1,83     | 2,97                | 3,27   |
| <b>Acidez</b>                  | 2,71     | 1,4                 | 0,41   |
| <b>Acido málico (mEq/100g)</b> | 0,86     | 0,76                | 0,91   |

|                                   |            |      |           |
|-----------------------------------|------------|------|-----------|
| <b>Acido cítrico (mEq/100g)</b>   | 5,51       | 6,52 | 0,44      |
| <b>Acido ascórbico (mEq/100g)</b> | 1,97       | 1,25 | 1,22      |
| <b>Lípidos totales</b>            | 0,2 - 0,26 | N.D  | 0,6-0,8   |
| <b>Ácidos grasos</b>              | 0,096-0,14 | N.D  | 0,432-057 |
| <b>Carotenos</b>                  | 0,04       | 0,15 | 0,31      |
| <b>Taninos</b>                    | 11,38      | 8,64 | 6,56      |

Fuente: Villatorio, (2005).

### 1.1.8 PRODUCCIÓN DE ETILENO

Los principales mecanismo asociados a la maduración son dependientes de la síntesis del etileno como las siguientes reacciones: degradación de la clorofila por clorofilasa, metabolismo de azúcares y ácidos orgánicos por la invertasa y malato deshidrogenasa y degradación de la pared celular por la celulosa, poligalacturonasas, entre otras. (Lamua, 2000).

El etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) es una fitohormona naturalmente producida por las plantas, juegan un papel muy importante, afecta su crecimiento, desarrollo, maduración y senescencia, a concentraciones tan bajas como 0.01 ppm.

Se creen que todo los tejidos vegetales siguen una ruta común para la producción de etileno, el proceso inicia con la conversión de metionina a S-adenosil metionina (SAM) por la acción de la enzima ACC (acido-1-aminociclopropano-1-carboxílico) sintetasa. Finalmente actúa la enzima ACC oxidasa y se convierte en etileno (Mc. Murchie, 1972; Mizuno et al., 1985).

Las enzimas involucradas en la biosíntesis del etileno así como la producción de etileno disminuye durante la maduración, mientras que el ACC, que es el productor del etileno, aumenta en los diferentes tejidos ( piel, mesocarpio externo e interno) ( Tucker et al., 1987).

## 1.2 GENERALIDADES DEL AROMA

### 1.2.1 DEFINICIÓN DEL AROMA

**AROMA:** El aroma es la impresión combinada de olor y sabor sobre los órganos sensoriales, al consumir un alimento. (Belitz y Grosch et al., 1987).

**EL AROMA DEL FRUTO:** es la sensación subjetiva producida por el olor de las sustancias volátiles que lo constituyen. La formación de los compuestos responsables del aroma de los frutos está condicionada por un número de factores externos como internos. (Pérez, 1993).

### 1.2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS AROMAS

**NATURAL.** Los aromas naturales son obtenidos mediante procedimientos físicos, químicos, enzimáticos, microbianos, a partir de materias primas o vegetales. No pueden contener una sustancia aromática de naturaleza idéntica o artificial. (Reineccius, 2006).

**IDÉNTICO AL NATURAL:** La industria de los aromas aprendió a analizar las moléculas que configuran un aroma. Si se conoce la estructura química de un determinado aroma y se utiliza el material apropiado, puede ser obtenida por síntesis química o aislada por procesos químicos. De esta manera, se obtiene exactamente la estructura química de la molécula y se puede sintetizar de forma industrial en una planta química. El resultado es un compuesto idéntico a la sustancia natural, ya sea de origen vegetal o animal, por lo que es imposible distinguir un aroma “natural” de uno “idéntico al natural” en lo que respecta al aroma y sabor y la estructura química. No pueden contener ni una sustancia artificial. (Ziegler, 2007).

**ARTIFICIAL:** Tras analizar las moléculas que definen un sabor determinado, es posible modificar dichas moléculas a fin de reforzar y mejorar el sabor. Así, se obtiene de forma química una molécula que no es químicamente idéntica a la natural pero que exhibe el aroma deseado.

### 1.2.3 COMPUESTOS DEL AROMA

La sensación del aroma, proviene de mezclas muy complejas de moléculas orgánicas pequeñas y volátiles de naturaleza química diversa, que están presentes en concentraciones muy bajas en el alimento. (Tyrrell, et al., 1990). Los grupos funcionales orgánicos más importantes que están presentes entre los compuestos del aroma, son: ésteres, lactonas, terpenos, alcoholes, cetonas y aldehídos. A modo de ejemplo, se enlistaron en la tabla 7. Los compuestos que intervienen en el aroma de diferentes frutos. Actualmente se sabe que 350 componentes forman el aroma de fresa, 56 el del aceite de oliva (Morales et al., 1994) y 175 del tequila. (Benn y Peppard, et al., 1996).

**TABLA 7.** Compuestos que forman el aroma de diferentes frutos.

| <b>Autor</b>           | <b>Shaw,<br/>1979</b> | <b>Wilson,<br/>1980</b> | <b>shaw,<br/>1979</b> | <b>Shaw,<br/>1979</b> | <b>Tress,<br/>1983</b> |
|------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| <b>COMPUESTO</b>       | <b>NARANJA</b>        | <b>TORONJA</b>          | <b>LIMON</b>          | <b>MANDARINA</b>      | <b>MANGO</b>           |
| Hidrocarburos          | 0                     | 0                       | 1                     | 2                     | 6                      |
| Terpenos               | 3                     | 23                      | 19                    | 26                    | 16                     |
| Aldehídos y<br>Cetonas | 7                     | 4                       | 14                    | 18                    | 15                     |
| Ésteres                | 5                     | 1                       | 7                     | 14                    | 36                     |
| Alcoholes              | 11                    | 1                       | 7                     | 18                    | 19                     |
| Lactonas               | 0                     | 0                       | 0                     | 0                     | 8                      |
| Ác. carboxílicos       | 0                     | 0                       | 0                     | 7                     | 0                      |
| Total                  | 26                    | 29                      | 48                    | 85                    | 100                    |

**Fuente:** (Ziegler, 2007).

La presencia de una cierta sustancia en un alimento no significa que participa de su aroma o de su sabor, esto solamente sucede si está en concentraciones más altas a su valor de umbral del aroma (concentración mínima a la que se detecta su aroma) el cual además se modifica por la presencia de otras sustancias. (Erickson, 1979).

Los terpenos son responsables de los aromas de los aceites esenciales de muchos frutos, biosintéticamente provienen del ácido mevalónico. (Turner y Aldridge et al., 1983). Las lactonas son ésteres cíclicos principalmente, se encuentran presentes en muchos alimentos, ejemplos de ello son las lactonas

con aroma de coco y la de durazno que se pueden formar a partir de cetoácidos después de la reducción del grupo carbonilo a alcohol y finalmente una esterificación interna. (Lactonización) (Welsh, et al., 1989). Los esteres de cadena lineal y ramificada contribuyen al aroma de casi todas las frutas y de muchos otros alimentos.

Las cetonas como saborizantes son reconocidas primordialmente por su contribución al aroma de los quesos, particularmente de los quesos madurados por hongos. Estos compuestos junto con los ácidos grasos libres y los alcoholes secundarios, dan a los quesos madurados por *Penicillium* su aroma característico. (Kinsella y Hwang, 1976).

Muchos aldehídos, alifáticos, aromáticos y terpenoides, exhiben cualidades organolépticas distintas de alto valor en la industria de los alimentos. Generalmente los aldehídos de C2 a C7 alifáticos son volátiles y se caracterizan por olores desagradables e irritantes, mientras que los aldehídos grasos (C8-C13) son menos penetrantes más florales y atractivos cuando aumenta su peso molecular. (Horst and Paten, 2006).

Los alcoholes juegan un papel modesto e indirecto en los aromas. En el vino, en bebidas destiladas, los alcoholes superiores, son cuantitativamente el grupo mayor de los compuestos volátiles y su presencia es esencial para la calidad total del aroma. Los alcoholes también tienen roles indirectos como precursores para la preparación de otros aromas. Por ejemplo, los alcoholes se pueden oxidar a aldehídos o usarse para la producción de esteres. Después del etanol muchos alcoholes superiores son los principales metabolitos de la fermentación por levaduras. En la cerveza, se han identificado 45 alcoholes y el que predomina es el etanol. (Ziegler, 2007).

Los ácidos grasos de cadena corta se caracterizan por su olor desagradable, fuertemente pungente e irritante en concentraciones altas. Conforme aumenta el peso molecular, este olor se va reemplazando por un aroma a mantequilla, con algunas notas de queso. Los ácidos grasos con más de 14 carbonos, son sólidos cerosos con olor ligero a sebo. El bajo impacto del aroma de los ácidos grasos, ha disminuido su valor como saborizantes, aunque contribuyen a la

formación de aromas complejos y acentúan ciertas características del aroma. Por ejemplo los ácidos grasos de C3 a C6 acentúan las notas frutales mientras que los C4 y de C6-C10 aumentan el sabor a queso. (Ziegler, 2007).

#### 1.2.4 DESCRIPCION DE LOS AROMAS

Los olores de compuestos químicos individuales son extremadamente difíciles de describir sin equivocarse. Los olores de mezclas complejas son a menudo imposibles de describir a menos que uno de los componentes sea muy característico que determina en gran medida el aroma o el sabor de la composición. Aunque una clasificación objetiva no es posible, el aroma puede ser descrito por adjetivos tales como flores, frutas, madera. (Kurt, and Garber, 2001).

**TABLA 8.** Descripción de las notas aromáticas

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>ALDEHÍDICO</b>    | Aroma a grasa por ejemplo, grasas, sudor, ropa planchada, agua de mar.  |
| <b>ANIMAL</b>        | Notas típicas del reino animal, por ejemplo, el almizcle, castóreo, escatol, algalia, ámbar gris.   |
| <b>BALSÁMICO</b>     | Aroma fuertes, dulces, por ejemplo, el cacao, la vainilla, la canela, bálsamo del Perú  |
| <b>CAMPHORACEOUS</b> | Aroma que recuerda al alcanfor  |
| <b>CITRICO</b>       | Aroma referente a los cítricos como el limón o naranja  |
| <b>TERROSO</b>       | parecido al humus, que recuerda a tierra húmeda   |
| <b>GRASO</b>         | Aroma típico de las grasas animales y sebo  |
| <b>FRUTAL</b>        | Término usado para describir la característica de sabor y olor de las frutas, el cual puede estar asociado a una fruta en particular, por ejemplo manzana |
| <b>VERDE</b>         | Termino usado para describir la característica olfativa derivada de cortar hierba o macerar hojas.  |
| <b>HERBÁCEO</b>      | Aroma complejo de hierbas verdes, por ejemplo, la salvia, menta, como el eucalipto, o matices terrosos  |

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>MEDICAMENTOS</b> | Aroma que recuerda los desinfectantes, por ejemplo, el fenol.  |
| <b>METÁLICOS</b>    | Término usado para describir un aroma que recuerda percepciones metálicas, por ejemplo, latón o acero  |
| <b>MENTOL</b>       | Aroma como a menta   |
| <b>MUSGOSO</b>      | Aroma de los bosques y las algas marinas   |
| <b>EN POLVO</b>     | nota asociada con los polvos de tocador (talco)  |
| <b>RESINOSO</b>     | Aroma típico de los exudados de árboles  |
| <b>PICANTE</b>      | Aroma genérico para los olores de las especias   |
| <b>DE CERA</b>      | Aroma parecido al de la cera de la vela  |
| <b>LEÑOSO</b>       | Término genérico para el aroma de la madera, por ejemplo, madera de cedro, sándalo.  |
| <b>AZUFRADA</b>     | Término usado para describir la sensación percibida por el sentido del olfato como pungente e irritante asociado con el aroma del huevo, la coliflor o los espárragos. |
| <b>CARAMELO</b>     | Término usado para describir la característica olfativa derivada de la cocción del azúcar.   |
| <b>ESPECIADA</b>    | Término usado para describir la sensación olfativa de condimentos o especias.  |
| <b>VIOLETA</b>      | Término usado para describir la fragancia característica de las violetas   |
| <b>RANCIO-QUESO</b> | Término usado para describir la característica olfativa de los quesos maduros.   |
| <b>FRESCO</b>       | Término usado para describir productos que se encuentran en estado natural y que derivan connotaciones refrescantes asociadas al mentol.                               |

Fuente kurt, y Garber, (2001); Sinuco et al., (2009).

### 1.2.4.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES Y CONTRIBUTIVAS DE LOS AROMAS

Notas principales o de impacto son esenciales para el reconocimiento del aroma y sabor de destino, estas notas constituyen el esqueleto básico del aroma y sabor. Buenos ejemplos son 'violeta' ( $\alpha$ -ionona) en frambuesas y (eugenol) del plátano. Es imposible crear un sabor y aroma realista sin una cierta contribución de estas notas. (Pérez, et al., 1993).

Se puede encontrar que el aroma de un fruto está definido por un único compuesto impacto, como el citral en el limón, caracterizado generalmente por un umbral de olor muy bajo, este es el caso del aldehído nona-2,6 dienal que con un umbral de olor de 0.0001 ppm es el compuesto impacto del pepino. En otros frutos son varios los compuestos impacto del aroma, es el caso del plátano con los acetatos de etilo e isoamilo o el de la fresa con tres compuestos impacto el butanoato, 2-metil butanoato y hexanoato de etilo (Pérez et al. 1993). Incluso hay frutos en los que no se ha descrito ningún compuesto impacto, como por ejemplo el albaricoque. (Crouzet y Bayonove et al., 1990).

Las notas secundarios no son esenciales para el reconocimiento, sino que contribuyen una característica descriptiva opcional. Buenos ejemplos son "hoja verde" (cis-3-hexenol) en las fresas y "seca" (ácido 2-metilbutírico) de albaricoques. En ambos casos es perfectamente posible hacer buenos sabores, auténtica sin estas notas. Su efecto es simplemente para variar el tipo de sabor a fresas verdes y albaricoques secos, respectivamente. En rigor, las principales características también pueden ser consideradas, en algunos casos, con características secundarias. (Correa, 2003).

La fresa es un sabor más complejo, y una mezcla más compleja de las notas se requiere para lograr un aroma y sabor reconocible. En este ejemplo, "melocotón" ( $\gamma$ -decalactona), 'frutas' (butirato de etilo), 'guayabo' (cinamato de metilo) y 'caramelo' (Furaneol), mezclados en las proporciones correctas, serían los personajes principales del aroma a fresa. Otros pueden ser más complejos y puede ser representado por varios productos químicos. Un ejemplo es la nota de melocotón en sabores de frutas. Los principales contribuyentes

del aroma y sabor de las frutas son los compuestos  $\gamma$ -decalactona y  $\gamma$ -dodecalactona. (Correa, 2003).

Cuando varias sustancias químicas contribuyen, el equilibrio entre los distintos componentes puede ser necesario ajustar a la indicada por el análisis. Afortunadamente, esa tarea a menudo se puede aplazar hasta que el esqueleto básico del aroma se ha elaborado. Es fácil introducir una complicación innecesaria en esta etapa. En nuestro ejemplo del melocotón, encontraremos numerosas lactonas adicional de estructura similar en el análisis y es tentador pensar en ellos como parte de una característica básica muy complejo. En realidad, las lactonas adicionales que no son esenciales para el reconocimiento de melocotón y se toman como notas secundaria.

Por tanto, no hay que olvidar que la importancia relativa de cada compuesto individual en el aroma no puede ser juzgada exclusivamente a partir de los datos obtenidos sensorialmente y por su valor aromático, si no que es necesario valorar las complejas interacciones que tienen lugar entre los distintos componentes volátiles de una mezcla aromática, ya que no se puede considerar el aroma como una sensación puramente aditiva. Estas interacciones son las que explicarían, por ejemplo, la distinta incidencia sensorial del acetato de isoamilo en plátano y fresa. En el plátano este es un compuesto impacto cuya nota aromática es descrita como olor a plátano, sin embargo en la fresa, esta misma nota aromática parece diluirse en el resto de los componentes de la mezcla que ejercerían un efecto antagónico sobre él que reduciría su incidencia sensorial. (Pérez, et al., 1993).

#### **1.2.4.2 UMBRAL DE OLOR**

Umbral de olor de un compuesto, es la mínima concentración presente en el ambiente que el olfato es capaz de detectar. (Flath et al. 1967). Esto indica que puede haber compuestos que a pesar de encontrarse en altas concentraciones no son detectables por el olfato humano y viceversa. Los alcoholes son los que presentan umbrales de olor más altos, de forma que, por ejemplo, para detectar el etanol se necesita la presencia en el ambiente de cómo mínimo 100 ppm,

mientras que sólo 0.1 ppb. de butirato de etil-2metilo nos permiten detectar este compuesto, siendo así los esteres los que presentan umbrales de olor más bajos.

La determinación del umbral de olor para distintos compuestos se realiza utilizando paneles sensoriales. El umbral de olor de cada compuesto puede variar ligeramente en la bibliografía, ya que los métodos de estimación y la muestra de partida pueden diferir de unas fuentes a otras, en cualquier caso este parámetro sirve como indicador de la contribución relativa de cada compuesto en el aroma global de la fruta, de forma, que a menor umbral, mayor contribución al aroma. (Correa, 2003).

#### **1.2.4.3 VALOR AROMÁTICO**

El valor aromático de un compuesto se calcula como el cociente entre la concentración que de ese compuesto existe en el aroma del fruto y su umbral de olor; es por tanto, a dimensional. Así el valor aromático viene a complementar el parámetro umbral de olor al considerar la concentración para su estimación, de forma que a mayor valor aromático mayor será la importancia del compuesto en el aroma global del fruto.

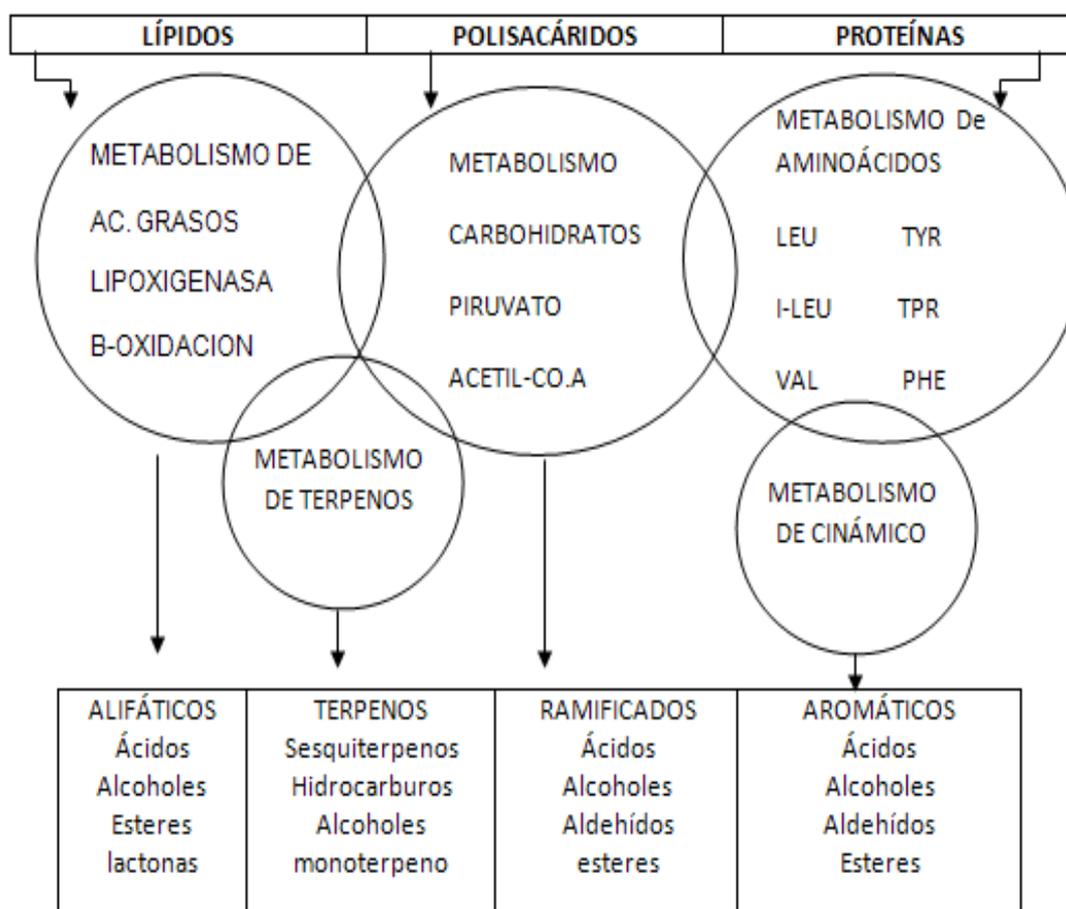
La forma en la que se calcula el valor aromático de un compuesto indica, que éste variará con la variedad de fruto en la que se esté estimando. Así mientras que ese valor para el hexanal es 44 en el albaricoque, en el caso del melocotón es de solo 19 unidades, indicando que la importancia del hexanal en cuanto a su concentración es mayor en la composición del aroma del albaricoque que en la del melocotón El valor aromático indica que no son los compuestos que se encuentran en mayor concentración los más importantes en el aroma del fruto si no que es la combinación concentración-umbral, la que realmente determina dicha contribución. En la pera asiática (*Pyrus serótina*) el 2 metil butanoato de etilo es el principal compuesto que determina el aroma del fruto, a pesar de encontrarse en una concentración 43 veces menor que el hexanoato de etilo, debido a su bajísimo umbral de olor. (Correa, 2003).

## 1.2.5 FORMACIÓN DE LOS SABORES Y AROMAS DE FRUTAS

### 1.2.5.1 Biogénesis de los aromas de frutos

La mayoría del estudio dedicado al aroma de los frutos va dirigido hacia la identificación del compuesto responsable del aroma característico de cada fruto. Sin embargo, el conocimiento sobre las rutas metabólicas y el mecanismo de control de la biogénesis de dichos compuestos son limitados y solo algunos de los precursores y sistemas enzimáticos implicados son bien conocidos. (Erikson, 1979; Schreir, 1984). Como se muestra en la figura 4.

**Figura 4.** Posibles rutas bioquímicas implicadas en la biogénesis del aroma en frutos



Fuente Gracia, (1994).

La producción de los compuestos volátiles que confieren al fruto maduro su aroma característico es controlada genéticamente. Cada especie sintetiza dichos compuestos volátiles a partir de sus principales constituyentes. Lípidos, carbohidratos y proteínas, como productos directos de una específica ruta metabólica, o como resultado de la interacción de varias rutas bioquímicas.

#### **1.2.5.2 COMPUESTOS VOLÁTILES FORMADOS A PARTIR DEL METABOLISMO LIPÍDICO**

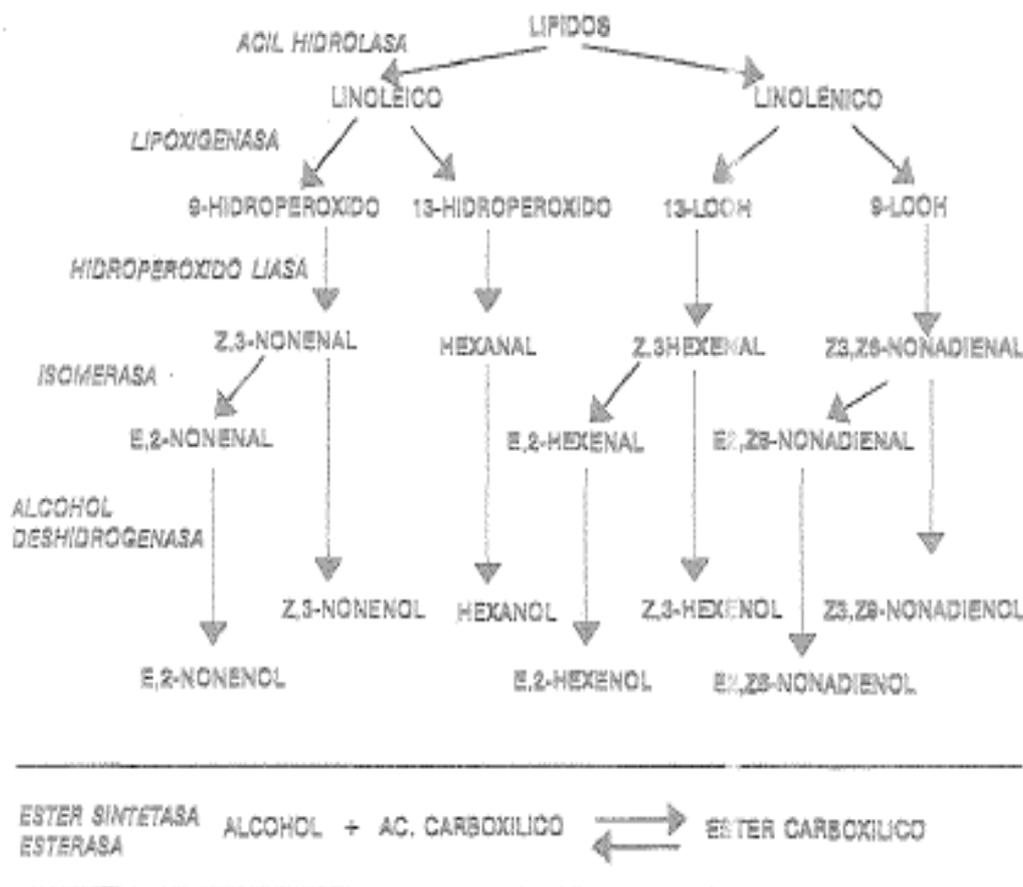
La fracción lipídica es probablemente la de mayor importancia cuantitativa en la biogénesis del aroma en frutos. Existen dos rutas principales que a partir de ácidos grasos conducen a la formación de compuestos volátiles, la ruta de la lipoxigenasa y la  $\beta$ -oxidación. Los productos inmediatos de estas rutas son aldehídos y cetonas que sometidos a posteriores oxidaciones, reducciones y esterificaciones conducen a la formación de ésteres volátiles. Ambas rutas son también fundamentales para la formación de lactonas.

La ruta de la lipoxigenasa es la ruta bioquímica que produce una mayor variedad de compuestos aromáticos. (Grosch y Spiteller, 1985). Muchos de los ésteres alifáticos, alcoholes y ácidos presentes en frutos derivan de la oxidación enzimática de los ácidos linoleico y linolénico. La principal enzima de esta ruta, responsable de la peroxidación de los ácidos grasos, es la lipoxigenasa, enzima con una alta especificidad por sustratos con estructura Z, -1,4-pentadieno. La importancia de esta enzima en el desarrollo del aroma ha sido señalados por distintos autores en frutos como plátano (Tressi y Alberch, 1986.), tomate. (Galliard y Matthew, 1977). manzana. (Schreier y Lorieriz et al., 1981a; 1982b); fresa (Gorsch, 1982). La ruta de la Lipoxigenasa se inicia con la liberación de ácidos grasos procedentes de la hidrólisis de fosfolípidos y triglicéridos llevada a cabo por distintas acilhidrolasas. En los frutos, estos ácidos grasos proceden fundamentalmente de los fosfolípidos de membranas, cuya alteración es uno de los hechos más significativos durante la maduración organoléptica. Por acción de la lipoxigenasa sobre los ácidos linoleico y linolénico se obtienen los correspondientes 3- y 9-hidroperóxidos. La proporción en que son formados cada uno de estos compuestos es

característica de cada especie vegetal. La Lipoxigenasa da tomate da lugar al  $\beta$ -Hidroperóxido en proporción 95:5, la lipoxigenasa da manzana forma como producto mayoritario el  $\beta$ -hidroperóxido y algo del  $\beta$ -hidroperóxido, que podría ser de origen no enzimático y formarse por auto oxidación. (Kim y Grosch, et al., 1979). Y la lipoxigenasa de pera forma solo 9-hidroperóxido. (Kim y Grosch et al., 1981).

Los hidroperóxidos son compuestos citotóxicos que afectan a las estructuras de membranas y proteínas, por lo que existen numerosas rutas en plantas para la metabolización de estos compuestos. (Galliard y Matthew, 1977). Entre estos sistemas enzimáticos la enzima hidroperoxidoliasa es el más importante desde el punto de vista de la biogénesis de compuestos volátiles. Por acción de la hidroperoxidoliasa sobre el  $\beta$ -hidroperóxido del ácido linoleico se forma Z,  $\beta$ -nonenal y el Z, Z-3,6 nonedienal es obtenido del mismo hidroperóxido del ácido linolénico. De forma análoga, a partir de  $\beta$ -hidroperóxidos del ácido linoleico y linoleico se forman hexanal y Z, 3-hexenal. Estos compuestos son responsables de las notas verdes del aroma de algunos frutos, y además son precursores de otros alcoholes, ácidos y ésteres volátiles (Figura 5). Igual que en el caso de la lipoxigenasa, la especificidad de la enzima hidroperoxidoliasa juega un papel determinante en la regulación de la biosíntesis de compuestos volátiles. De acuerdo con su especificidad de sustrato del hidroperóxido liasa es clasificada en tres grupos. (Hatanaka et al., 1986). El primer grupo cataliza exclusivamente la conversión de  $\beta$ -hidroperóxido en aldehídos  $C_9$  y oxácidos  $C_8$ , a este grupo pertenece la enzima de pera (Kim y Grosch et al., 1981). El segundo grupo es específico de  $\beta$ -hidroperóxidos y produce aldehídos  $C_6$  y oxoácidos  $C_{12}$ , este es el caso de la enzima de melón. (Viek y Zimmerman, et al., 1978), tomate y manzana. (Schreier y Lorenz et al., 1981). Por último, existe una tercera categoría que agrupe a enzimas no específicas como la de pepino. (Galliard y Matthew, 1977).

**Figura 5.** Formación de alcoholes, aldehídos y ésteres volátiles a partir de la ruta lipoxigenasa



Fuente Gracia, (1994).

### 1.2.5.3 $\beta$ -OXIDACIÓN

Numerosos compuestos volátiles pesantes en frutos se originan por  $\beta$  - oxidación de ácidos grasos. Los dacadienoatos, generalmente considerados los componentes principales del aroma de pera se originan por esta ruta bioquímica. La oxidación del ácido linoleico, por pérdida sucesiva de los carbonos, da lugar a los derivados acil-CoA correspondientes, que por reacción con distintos alcoholes dan lugar a los ésteres presentes en el aroma de pera. (Jennings y Tressl, et al., 1974). Esta ruta es también operativa en manzana, donde Paillard, (1979), probó la formación de alcoholas a partir de ácidos grasos de igual o superior número de átomos de carbono. Estudios similares en plátano demostraron la biosíntesis de ácido capríco y butírico por

$\beta$ -oxidación de octanoato, comprobándose así mismo la producción de ácido heptanóico por Oxidación.

Los productos procedentes de la  $\beta$ -oxidación pueden sufrir una posterior elongación que en el caso del Z, 3-hexenoil-CoA, primer producto obtenido por  $\beta$ -oxidación del octanoato, permitirá explicar la formación de los compuestos Z-4-hepten-2-ona y el Z, 5-octeno, identificados en plátano. (Tress y Albrecht, 1986). Estos mismos autores, probaron la intervención de la ruta de  $\beta$ -oxidación en la biogénesis de volátiles en fresa, conteniendo ácido caproico y butírico, 2-pentanona y 2-heptanona a partir de ácido caprílico.

#### **1.2.5. 4 FORMACION DE LACTONAS**

La formación de lactonas es la tercera gran ruta de biosíntesis de compuestos volátiles derivada del metabolismo de ácidos grasos. Las gamma y delta lactonas son conocidos componentes del aroma de frutos como el melocotón, mango o coco sin embargo, a pesar de que existen numerosas teorías sobre su biosíntesis, no existe un conocimiento preciso de su metabolismo dentro del fruto. Numerosos investigadores ha propuesto rutas oxidativas como responsables de la formación de estos compuestos. (Galliard and Matthew, 1977). En la mayoría de los casos, estas teorías incluyen la ruta de la lipoxigenasa con una posterior  $\beta$ -oxidación de alguno de los productos originados. Según. (Tressl y Albrecht, 1986). Las lactonas podrían tener su origen en la reducción de los 4-oxoácidos formados por elongación de acil-ACP con succinil-CoA. La biogénesis de delta-lactonas en mango y coco podría explicarse por elongación del 3-oxocacil-ACP con malonil-ACP. Recientemente, a partir de estudios realizados utilizando la levadura *Sporobolomyces odorosus* como sistema modelo, se ha propuesto una ruta biocinética para la gamma-decalactona a partir de ácido linoleico, por un primer paso de  $\beta$ -oxidación que daría E, 3-decenil-CoA, seguido de la formación del epóxido correspondiente, y sucesivos pasos de deshidratación, reducción y ciclación. (Albrecht et al, 1992). Según estas mismas autoras, la biosíntesis de 6-decalactona se explicaría a través de la  $\beta$ -oxidación del  $\beta$ -hidroperóxido del ácido linoleico.

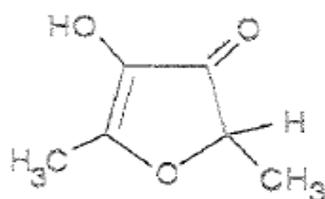
### 1.2.5.5 COMPUESTOS FORMADOS A PARTIR DEL METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

Desde un punto de vista general podría considerarse que de forma indirecta, todos los compuestos volátiles tienen su origen en el metabolismo de los carbohidratos, ya que todos los constituyentes de la planta se originan a partir de los azúcares procedentes de la fotosíntesis. No obstante existen compuestos volátiles que tienen a los carbohidratos como precursores directos, siendo los derivados del furano los más significativos dentro de este grupo. Se encuadran también los derivados terpénicos, cuyo origen se explica desde el metabolismo de carbohidratos a través de la glucólisis. Aunque se trate de compuestos de naturaleza lipídica. (Gracia, 1994).

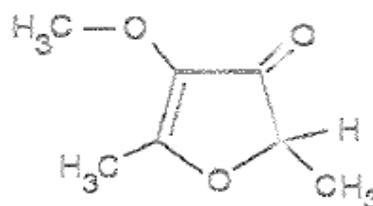
### 1.2.5.6 DERIVADOS DEL FURANO

El estudio de los derivados del furano con características aromáticas ha despertado especial interés en los últimos años, concentrándose la atención en dos compuestos: 2,5-dimetil-4-hidroxi-2H-furanona (furaneol) y su metoxi derivado 2,5-dimetil-4-metoxi-2H-furanona (mesifurano) (Figura 6).

**Figura 6.** Estructuras del furaneol y Mesifuraneol



Furaneol



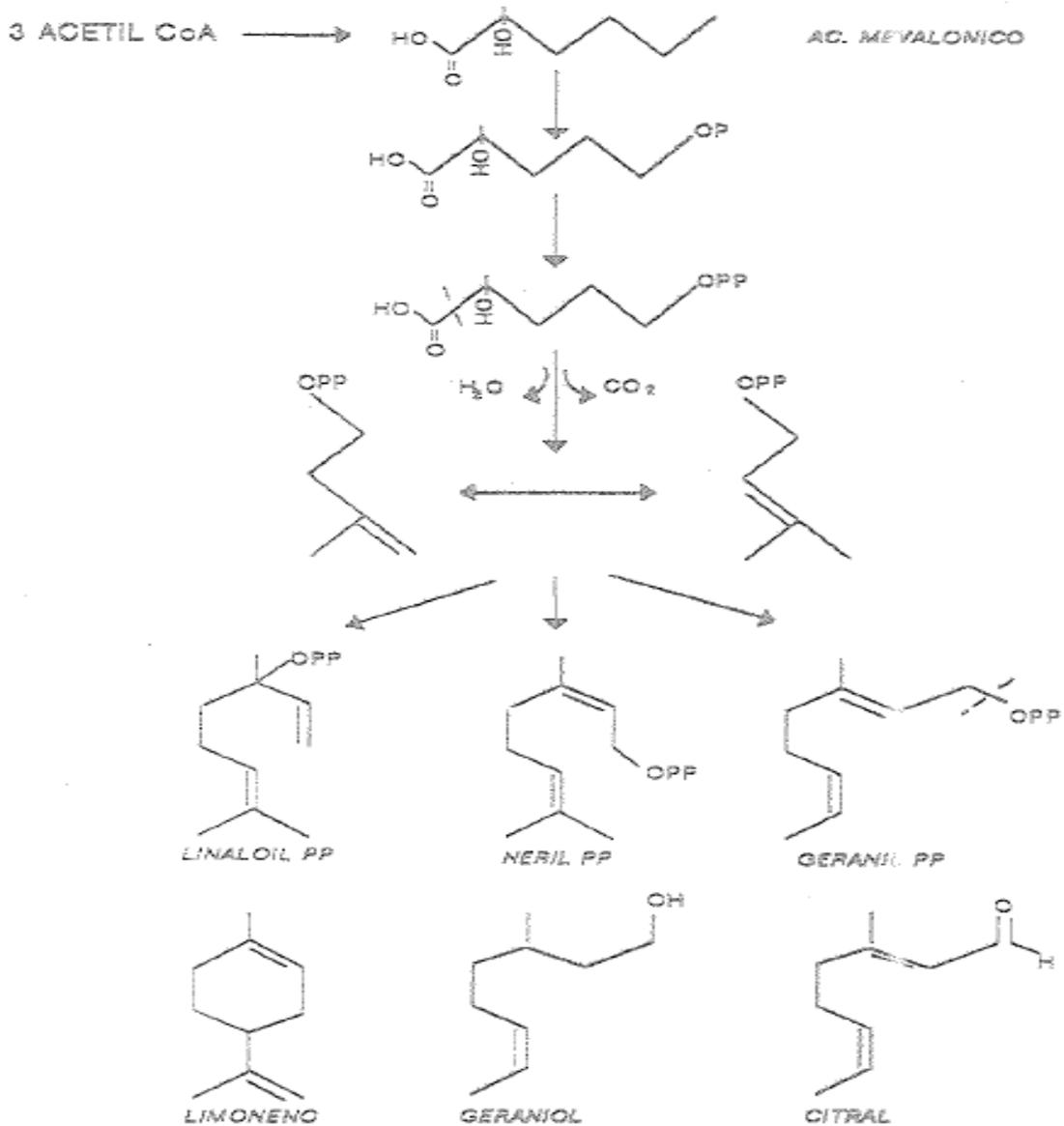
Mesifuraneol

Estos compuestos se forman en la mayoría de los casos en productos vegetales tratados térmicamente, aunque más recientemente han sido identificados en el aroma de varios frutos. (Pickenhagen et al., 1981; Lee y Nagy, et al., 1987). La biosíntesis de estos compuestos no ha sido estudiada con detalle, pero la hipótesis mas aceptada apunta a la formación del furaneol a partir de fructosa por transferencia de un hidrógeno y pérdida de agua. (Kallio et al., 1975). Existen ciertas evidencias de esta ruta, ya que los extractos crudos de frutas de *Rubus arcticus*, fruto silvestre semejante a la mora que contiene un 20% de mesifurano entre sus volátiles, son capaces de convertir fructosa marcada radioactivamente en furaneol radiactivo. (Kallio et al., 1975), explicándose la formación del mesifurano por posterior metilación del furaneol.

#### **1.2.5.7 TERPENOS**

Los compuestos de naturaleza terpenica son especialmente importantes en el aroma de los cítricos. El limoneno, un hidrocarburo terpénico representa aproximadamente el 90% en el aceite esencial de la mayoría de los cítricos, y el citral, un terpeno oxidado, es considerado componente de impacto en el aceite esencial de limón. (Mussinan et al., 1981). La biosíntesis de los terpenos en frutos es sólo parcialmente conocida, en parte debido a que se trata de compuestos poco estables que nunca pueden considerarse como productos finales del metabolismo secundario, ya que se interconvierten siguiendo distintas rutas, pudiendo incluir reciclados e incorporados al metabolismo primario. (Croteau y Martinkus, 1979). La teoría mas aceptada para la biosíntesis de terpenos comprende cinco etapas. (Erman, 1985). Como se muestra en la tabla Figura 7.

**FIGURA 7.** Ruta de los principales compuestos aromáticos de naturaleza terpénica



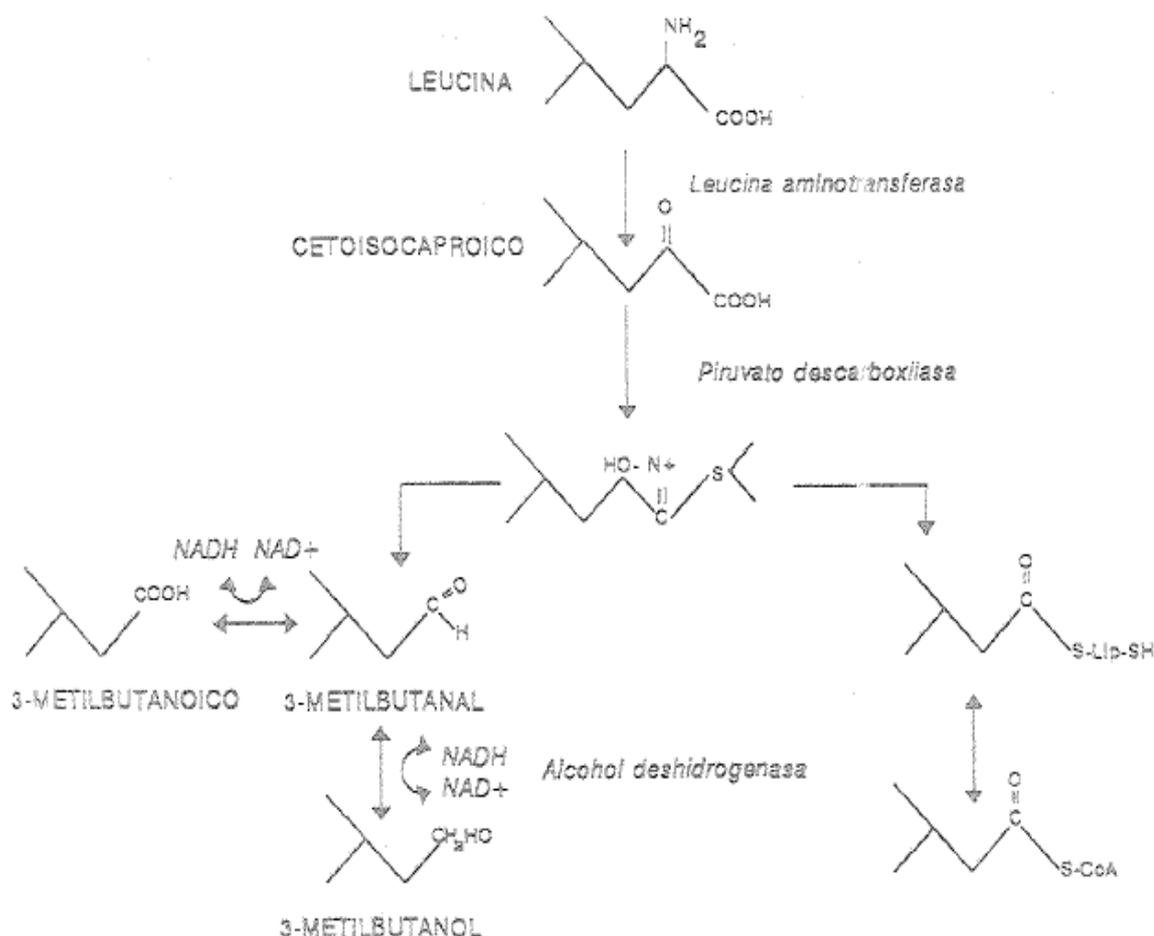
Fuente Erman, (1985).

La primera etapa, compone la formación de ácido mevalónico a partir de tres unidades de acetato. Es comúnmente aceptado que la reacción se inicia por combinación de dos moléculas de acetil-CoA, pero no se ha probado la existencia del sistema enzimático responsable de esta primera conversión en frutos. (Potty, 1969). En una segunda etapa, el mevalónico es convertido en unidades primarias de isopreno, A y A<sup>2</sup>-Isopentenil pirofosfato, que en una

tercera etapa se condensan con sus isómeros dimetilalilpirofosfato para dar ésteres pirofosfatados de alcoholes monoterpénicos. Estos esterios, por hidrólisis dan lugar a terpenos a cíclicos, o por ciclación a monoterpénos cíclicos (cuarta etapa), En una etapa final los alcoholes o hidrocarburos terpénicos son convertidos por oxidación, hidrogenación, hidroxilación o deshidrogenación en los correspondientes derivados terpénicos. Estudios llevados a cabo con vesículas de zumo da naranja, utilizando mevalonato radiactivo, mostraron la formación de (linalool como compuesto mayoritario, sin que fueran detectados nerol ni geraniol. (Potty y Bruemrner, 1970). Cantidades significativas de estos dos compuestos, fueron sin embargo detectadas cuando el ácido mevelónico fue incubado con un extracto libre de células procedentes del flavedo de naranja. (George y Cori et al., 1971). Así mismo, estudios realizados en papaya parecen probar la interconversión del linalool en derivados hidroxilados por w-hidroxilación enzimática. (Menterhelter et al, 1986). Los compuestos originados, polialcoholes monoterpénicos han sido identificados en varios frutos. (Engel y Tressl, 1983), sin embargo los datos existentes acerca da terpenos oxidados y otros derivados terpénicos, no son suficientes para establecer rutas generales del metabolismo de los terpenos en frutos.

#### **1.2.5.8 COMPUESTOS FORMADOS A PARTIR DEL METABOLISMO DE LOS AMINOÁCIDOS**

Michos de los compuestos volátiles presentes en frutos, compuestos sulfurados, alcoholes y ácidos de cadena ramificada, tienen su origen en el metabolismo de los aminoácidos. (Myers et. Al., 1970), trabajando con discos de plátano y aminoácidos marcados radioactivamente, demostrando la transformación de L-leucina en 3- metilbutanol y 3,3-metilbuitanoato.

**FIGURA 8.** Ruta de biosíntesis derivada de la leucina

Fuente Erman, (1985).

La ruta biocinética comprende un primer paso de transaminación que conduce a la formación de 2-cetolisocaproato y una posterior decarboxilación que da lugar a 3-metilbutiriloil-CoA. Este compuesto puede ser utilizado en la biosíntesis de 3-metilbutanoatos, o ser reducido a 3-metilbutanol (alcohol isoamilico) y dar lugar a 2-metilbutilésteres (ésteres de isoamilico) (Figura 8). La ruta degradativa de la leucina continuara hasta dar acetoacetato y acetil•CoA que entraran en el ciclo de los ácidos tricarboxílicos. (Tressl et al., 1970). De forma análoga la L-valina sería convertida en 2-cetoisovalerico, 2-metilpropiónico y 2-metilpropanol.

Un estudio posterior demostró que los niveles de L-leucina y L-valina libres en plátano se incrementaban después del climaterio, de 5 mg a 15 mg/100g fruto. Coincidiendo con una máxima producción de volátiles. (Traesl y Drawert,

1973). La valina, por reacción con cisteína, es también precursor del ácido asparragúsico, compuesto sulfurado presente en el aroma de algunos vegetales. (Tressl et al., 1977).

En otro aminoácido, como la fenilalanina, por reacciones análogas a las descritas para leucina y valina da lugar a 2-fenilacetil-CoA y este a los correspondientes alcoholes y ácidos. (Tressl y Alberch, 1986). Por acción de la enzima fenilalanina-amonio-liasa este aminoácido es transformado en ácido cinámico, compuesto que sirve de intermediarios en la biosíntesis de numerosos compuestos aromáticos presentes en alimentos. (Schreier, 1984). El ácido cinámico se ha encontrado formando etil y metil ésteres en fresa. (Drawert et al., 1973) y guayaba. (Torline y Baischnie et al., 1973). Otros derivados como el ácido cafeico, ferulico o p-cumárico son conocidas precursoras de compuestos aromáticos en vegetales. La conversión de cafeico en eugenol, su derivado metoxilado, y elimicina; es una ruta bioquímica probada en plátano. (Tressl y Albrech, 1986). A partir de los ácidos cinámicos y por una secuencia enzimática semejante a la  $\beta$ -oxidación, se producirá la formación de los ácidos benzoicos. (Zenk, 1997).

#### **1.2.5.9. FORMACIÓN DE ÉSTERES VOLÁTILES**

Los ésteres, especialmente los formados por ácidos y alcoholes de bajo peso molecular, son cuantitativa y cualitativamente uno de los grupos de compuestos más importantes en el aroma de los frutos. (Dirinck, et al., 1977; Macku y Jennings et al., 1987). El origen de los ácidos y alcoholes, que contribuyen los ésteres volátiles más comunes, pueden ser explicados a partir de las rutas biocinéticas derivadas del metabolismo de los lípidos y aminoácidos. Muchas de estas rutas, por ejemplo, la ruta de la lipoxigenasa, dan lugar a ácidos y aldehídos como productos inmediatos. La conversión de ácidos y alcoholes es posteriormente catalizada por la enzima alcohol deshidrogenasa (ADH), que ha sido descrita en varios frutos. (Bruemmer y Roe, 1971; Yamashita et al., 1980). La última etapa en la producción de los ésteres, la relación de esterificación entre el alcohol y el ácido.

Estudios iniciales realizados en el melón. (Yabumoto et. al., 1974), parecen indicar la existencias de cinco grupos de ésteres en estos frutos, de acuerdo con la en la que se encuentra su producción durante la ultima etapa de la maduración, sugiriendo la existencia de varios sistemas enzimáticos distintos o cantidades limitantes de los distintos precursores.

### **1.2.6 AROMA Y MADURACION ORGANOLEPTICA DE LOS FRUTOS**

El aroma típico de la mayoría de los frutos no está presente desde las primeras etapas del desarrollo. Si no que se originan durante un breve periodo de tiempo, que se conoce como maduración organoléptica, que está relacionado con el incremento de la tasa de respiratoria del fruto o fase climatérica. (Heath and Reinecelus et al., 1986). Mientras que el proceso de maduración tiene lugar siempre en la planta, esta maduración organoléptica en determinados frutos como mango, ocurre una vez que el fruto ha sido separado de la planta madre, en ambos casos , tanto si ocurre en la planta, como a si ocurre después de la recolección , el termino de madurez organoléptica es aceptable. (Correa, 2003).

La modificación que tiene lugar en esta etapa conlleva numerosos cambios metabólicos y afectan a distintas rutas metabólicas. (Tucker y Griergson et al., 1986). El metabolismo del fruto cambia hacia el catabolismo y dentro de este proceso de alteración metabólica, pequeñas cantidades de carbohidratos, lípidos y aminoácidos libres, son convertidas enzimáticamente en compuestos volátiles. Así los metabolitos como los ácidos grasos normalmente poco abundantes en forma libre aumenta su concentración de forma espectacular debido al catabolismo de los fosfolipidos. (Maziiak et al., 1967). O de la degradación de las clorofilas. (Paillard, 1985). Y son utilizados en la biosíntesis de alcoholes y ésteres volátiles. (Jenninga y Tessi et al., 1974). De igual forma. (Tressl y Drawert, 1973). Describieron el paralelismo entre el crecimiento en los niveles de precursores y la posterior biogénesis de compuestos volátiles, están determinados por el incremento prácticamente generalizado, de las actividades enzimáticas, del fruto durante la maduración organoléptica. (Hulem, 1971).

La relación entre el aroma y la madurez organoléptica es tan estrecha que distintos autores han propuesto la determinación y seguimiento de la producción de volátiles como índice para la maduración de un fruto. (Biala y Young et al., 1981). O predecir una fecha óptima de cosecha. (Dirinck et al, 1889). Se ha investigado incluso, la posible inducción de esta maduración organoléptica por tratamiento de los frutos con determinado compuestos volátiles como los ácidos carboxílicos, comparándose un incremento de la tasa respiratoria, de pérdida de color verde e incremento de la producción de aroma. (Potter et al, 1984).

#### **1.2.6.1 FACTORES QUE MODIFICAN EL AROMA DE UN FRUTO**

Los compuestos responsables del aroma de los frutos están condicionados por un número de factores que se pueden clasificar como externos e internos. (Paillard, 1985). Los primeros, están relacionados con el cultivo de la planta y la manipulación post-cosecha, y los segundos están asociados a la caracterización metabólica del fruto. (Correa, 2003).

- **FACTORES EXTERNOS**
  - Condiciones de cultivo
  - Fechas de recolección
  - Condiciones de almacenamiento
  - Tratamientos de post-recolección
  
- **FACTORES INTERNO**
  - Estructura del fruto
  - Control genético

### 1.2.7 AROMA DE MANGO

El describir el aroma de un mango es una tarea bastante difícil. El árbol de mango es uno de los árboles más antiguos de cultivo, muchos cultivares diferentes, con diferentes gustos y sabores existe. El sabor puede variar de muy dulce, pulpa madura como los melocotones en conserva a muy agria. La consistencia de la pulpa varía de un suave y cremoso, untuoso y muy fibroso. El sabor es característico, en general, dulces, frutas, crema, flores con un carácter de melocotón en conserva, rematado con una nota terpénica más o menos acentual, verde, resinoso. Esta nota terpénica es una diferencia característica de los cultivares: India Alfonso mangos tienen un carácter débil frescos de cítricos dulces terpénicos verde con un dulce total, sabor durazno general. Los mangos Carabao de Filipinas se caracterizan por sus frescos, verdes, herbáceas, terpenos perejil-como nota, combinada con una completa, albaricoque dulces con sabor a fruta exótica como el cuerpo. Los mangos de Sri Lanka y Malasia se caracterizan por su color verde, nota resinosa, de pino similar a una aguja y una más pulpa fibrosa. Debido a la buena aceptación excepcional sabor de mangos frescos y sus valor nutritivo como los alimentos frescos, las variedades se cruzan y se extendió por toda la zonas tropicales y subtropicales. (Berger et al., 2007).

#### 1.2.7.1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE AROMA Y SABOR MANGO

El mango se caracteriza por sabores exóticos, y la varianza entre los diferentes cultivares es significativo. Las prácticas de almacenamiento también influyen en el perfil de sabor de manera pronunciada. El sabor y el aroma del mango esta constituido por hidrocarburos de componentes saturados e insaturados. Los volátiles que contribuyen al sabor y aroma global incluyen los esterés, alcoholes, lactonas, ácidos carboxílicos, compuestos furanos, y los óxidos de linalol. Los esterés, acetatos y butiratos ocupan un lugar importante, y la elucidación estructural fue posible gracias a la espectroscopia de masas, con las normas establecidas a partir de esterés sintéticos para la validación contra los componentes derivados de la esencia de mango. (Beynon et al., 1961).

Los componentes volátiles con estructuras lactona fueron determinadas también por espectrometría de masas y las longitudes varían de 4 a 10 carbonos, y los isómeros geométricos dar una variedad de componentes de sabor. (McFadden et al., 1965). Los otros componentes importantes de sabor incluyen seis, inclusive alcoholes de  $\alpha$ -terpineol y linalol. Los cuatro cuerpos cetónicos en lista incluyen  $\beta$ -ionona. Los compuestos furanos, es decir, 2-5-dimetil-4-metoxi-2-H-furan-3-ona, son compuestos volátiles importantes en conserva de mango Alfonso, ya había sido reconocida en la piña procesada y fresas. (Willhalm y Thomas et al., 1969).

Otros cultivares de mango también fueron objeto de intensos estudios. Pattabhiraman y otros et al., (1969). Hicieron una relación detallada de los componentes volátiles de varias variedades de mango del sur de la India. Gholap y Bandyopadhyay et al., (1975a). Hizo una relación comparativa de los principios aromáticos de Alfonso y los mangos maduros Langra. La evaluación comparativa de Alfonso sabor y variedades Langra ha puesto de relieve algunas características interesantes. Sabor Alfonso se encontró que tenía matices de almendra y de coco, como componentes de aroma, mientras que Langra había alcanfor y el melocotón como las notas de aroma. Los componentes de sabor de ambos cultivares fueron dominados por carbonilos, esterres, alcoholes, terpenos y lactonas. Kapur e al., (1983). Dio un detallado perfil de sabor de los mangos Dashehari. El perfil de sabor se compone de 30 a 40 componentes y los componentes dominantes fueron ocimeno, linalol, furfural, (Z) y (E) alocimeno, mirceno, hexalactona y heptalactona. Existen informes en relación con perfiles de sabor de mango de diferentes zonas agro climáticas del mundo. Los perfiles de sabor difieren significativamente sobre la base de los cultivares, las estaciones, zonas agroclimáticas, y naturaleza mono / poliembriónicas y el origen de la variedad con especial referencia a los métodos de propagación. En conjunto, el sabor de mango en su mayoría se compone de terpenos y ésteres. Saby y otros et al., (1999) caracterizan los componentes de aroma de la savia de diferentes variedades de mango de la India. Los perfiles de sabor siguientes representan algunas importantes zonas agro - climáticas de de cultivo de mango.

## 1.2.8 COMPUESTOS VOLÁTILES IDENTIFICADOS DEL AROMA DE DIFERENTES CULTIVARES Y VARIEDADES DE MANGO

### 1.2.8.1. MANGO FLORIDA

Región de la Florida en los Estados Unidos es un área muy importante de cultivo. Variedades como Tommy Atkins y Keitt fueron analizadas para los perfiles del aroma, que fueron dominados en gran parte por hidrocarburos monoterpenos. (MacLeod y Snyder, 1985). Tommy Atkins y Keitt son variedades únicas en términos de abundancia, porcentaje relativo de ciertas clases de compuestos aromáticos. En estos cultivares predominan los hidrocarburos monoterpenos como el 3-careno y  $\alpha$ -pineno. La comparación de estas variedades con otras variedades, tales como Alfonso podrían destacarse por la menor presencia de compuestos como el mirceno en Tommy Atkins y Keitt en comparación con los cultivares de mango de Alfonso, que tiene un contenido de mirceno de 45,9% de los volátiles totales. (MacLeod y González, 1982).

**TABLA 10.** Compuestos volátiles de mango de Tommy Atkins

| Compuestos               | Nota aromática                           |
|--------------------------|--|
| $\alpha$ -Pineno         | madera de cedro                          |
| Etanol                   | Dulce, levadura                          |
| Z - metilpropan - 1 - ol | Picante                                  |
| Tolueno                  | Carmelo, disolvente                      |
| $\alpha$ – Fencheno      | Con sabor a fruta                        |
| Camfeno                  | Alcanfor, naftalina                      |
| Ciclohexano              | Con sabor a fruta, sudoroso, mantequilla |
| Ciclohexano de metilo    | Con sabor a fruta, sudoroso, mantequilla |
| Ciclohexano de dimetil   | Con sabor a fruta, sudoroso, mantequilla |
| Ciclohexano de etilo     | Con sabor a fruta, sudoroso, mantequilla |
| Hexanal                  | Hierba verde, hexanal                    |
| Butan - 1 – ol           | Dulce, verde                             |
| $\beta$ – Pineno         | Polonia, barniz                          |
| Sabineno                 | De flores fragantes                      |
| $\rho$ – Xileno          | Carne de la grasa                        |
| m – Xileno               | Verde, picante, hojas de mango           |
| Car - 3 - eno            | Fresca, hierba verde                     |
| Mirceno                  |  |

|                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| $\alpha$ – felladreno      | Sudoroso,                       |
| 3 - Metilbutan - 1 - ol    | Limón como                      |
| Limoneno                   | Plana, sin brillo               |
| $\gamma$ – Terpineno       | Grasos grasa                    |
| $\beta$ – felladreno       | A base de hierbas, menta        |
| $\rho$ - Cimeno            | Floral, fragante                |
| $\alpha$ – Terpinoleno     | Fría la carne, salsa de carne   |
| 2 – Furfural               | Hierba verde, con sabor a fruta |
| (Z)- Hex - 3 - en - 1 - ol | Un poco de nuez, de coco        |
| Octanoato de etilo         | Floral, fragante                |
| Decanoato de etilo         | Terrosos, mango                 |
| $\alpha$ – Copaeno         | Dulce, flores                   |
| $\beta$ – Cariofileno      | Verde fresco, floral            |
| $\alpha$ – Humuleno        | Mango                           |

Fuente: MacLeod and Snyder, (1985).

### 1.2.8.2 MANGOS DE AUSTRALIA

Australia es conocida por una serie de cultivares de mango, Kensington o Bowen, la variedad es muy popular en el comercio internacional. Los siguientes 58 componentes se informaron en el perfil del aroma de mangos de Kensington. Los  $\alpha$ -monoterpenos fueron los grupos principales de compuestos volátiles (49 % w / w de volátiles totales) con  $\alpha$  – terpinoleno (26%) como el componente más abundante seguido de ésteres (33%). La presencia significativamente de los ésteres con lactonas, podría ser una importante característica del aroma de mango Kensington. (Macleod; Macleod, and Snyder, 1988).

**TABLA 11.** Compuesto del aroma de mango Kensington

| COMPUESTO                    | Porcentaje (%) |
|------------------------------|----------------|
| $\beta$ -felladreno          | 0,17           |
| $\alpha$ -Copaeno            | 0,07           |
| $\beta$ -Cariofileno         | 0,021          |
| $\alpha$ -Terpinoleno        | 3,42           |
| $\alpha$ -Tujeno             | 0,34           |
| $\alpha$ -Turpineno          | 0,16           |
| $\gamma$ -turpineno          | 0,42           |
| 1,1-dietoxietano             | 0,08           |
| 2,6-Di-ten-butyl-4-etilfenol | 0,01           |

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| 2-Acetilfurano                   | tr   |
| 2-Metilbutan-1-ol                | tr   |
| 4-Isopropenil-1-metilbenzeno     | 0,01 |
| 4-metilacetofeneno               | tr   |
| 5-Butildihidro-3H-furan-2-ona    | 0,17 |
| 6-feniltetrahidro-2H-piran-2-ona | 0,01 |
| Acetaldehído                     | tr   |
| Butane-1-ol                      | tr   |
| Acetato de butilo                | 0,03 |
| Formato de butilo                | tr   |
| C6-allilbenzeno                  | 0,05 |
| Camfeno                          | 0,12 |
| 2-careno                         | 0,13 |
| 3-careno                         | 0,96 |
| Carvol                           | 0,04 |
| Z-Hex-3-en-1-ol                  | 0,17 |
| Ciclohexano                      | tr   |
| Dihidro-5-hexil-3H-furan-2-ona   | 0,04 |
| Dihidro-5-octil-3H-furan-2-ona   | 0,03 |
| Sulfuro de dimetilo              | 0,27 |
| Etanol                           | 0,05 |
| Acetato de etilo                 | 0,72 |
| Butanoato de etilo               | 0,61 |
| Decanoato de etilo               | 0,04 |
| Ester de etilo                   | tr   |
| Hexadecanoato de etilo           | 0,08 |
| Hexanoato de etilo               | 0,05 |
| Octanoato de etilo               | 0,12 |
| Propanato de etilo               | 0,04 |
| Tetradecanoato de etilo          | 0,16 |
| furfural                         | 0,04 |
| General                          | 0,04 |
| Hexadecanal                      | 0,07 |
| Acetato de hexadecilo            | 0,17 |
| Hexa-1-ol                        | 0,09 |
| Hexanal                          | 0,08 |
| Limoneno                         | 0,27 |
| Butanuato de metilo              | 0,03 |
| Mriceno                          | tr   |
| Octadecanal                      | 0,21 |
| p-Cymene-8-ol                    | 0,01 |
| p-Cimeno                         | 0,18 |
| Pentadecanal                     | 0,03 |

**Fuente:** (Macleod; Macleod and Snyder, 1988).

### **1.3 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS DEL AROMA.**

#### **1.3.1 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE LOS COMPUESTOS VOLÁTILES**

El primer objetivo en la investigación de aromas es lograr el aislamiento de los compuestos específicos responsables del aroma a partir de alimentos frescos y procesados o de los medios de fermentación. Los métodos de aislamiento que prevalecen son destilación, extracción y adsorción. Como los aromas de una muestra son una mezcla muy compleja de compuestos volátiles, el rango de concentración en el que pueden estar estos compuestos es generalmente muy amplio; la polaridad, la volatilidad y el tamaño molecular, son factores que deben tomarse en cuenta porque de ellos depende la efectividad de cualquier método. No todos los componentes del aroma, se pueden determinar usando el mismo método por que en muchos casos, los métodos carecen de sensibilidad hacia un determinado compuesto y/o a aquellos volátiles presentes en trazas. Es importante hacer una correcta selección de la técnica de aislamiento que se va a usar, o en ocasiones usar combinaciones de estas técnicas, de manera que se pueda poder detectar a los compuestos importantes del aroma. (Teranishi, 1981; Winterhalter y Schreier, 1993).

#### **1.3.2 SEPARACIÓN DE AROMAS POR DESTILACIÓN.**

Los métodos de destilación aprovechan la volatilidad de los compuestos del aroma y la no volatilidad de la mayor parte de los otros componentes de los alimentos o medios de fermentación. La destilación es un término muy amplio que abarca varias técnicas como la destilación por arrastre de vapor, la destilación fraccionada y la destilación molecular. (Teranishi, 1981; Winterhalter y Schreier, 1993).

##### **1.3.2.1 DESTILACIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR.**

El arrastre por vapor de agua a presión atmosférica, es uno de los procedimientos de extracción más antiguos que existen, es un método que

llevaron los árabes a Occidente en el siglo IX. Esta operación se lleva a cabo en un alambique. Las materias primas que hay que destilar pueden necesitar una “preparación física” como secado, centrifugado, picado, ajuste de pH, remojo con fermentación. El objetivo es arrastrar por medio del vapor de agua los constituyentes volátiles de los productos brutos. El vapor, cargado con la esencia de la materia prima destilada, se condensa en el serpentín del alambique antes de recuperarse en un esenciero (vaso de decantación para los aceites esenciales). La separación agua-esencia se realiza de forma automática por diferencia de densidad. El aroma debe separarse después de la solución acuosa con un disolvente orgánico como pentano, diclorometano o éter dietílico. El disolvente orgánico, se seca con la adición de un agente desecante como el sulfato de sodio o el de magnesio, se filtra y se concentra para el análisis instrumental. (García, 2004).

### **1.3.2.2 DESTILACIÓN MOLECULAR**

Se utiliza para aquellos compuestos químicos que se descomponen, se polimerizan, reaccionan o se destruyen por la destilación a baja presión convencional (destilación a vacío), la destilación molecular, es una destilación al alto vacío (de 1 a  $80 \times 10^{-3}$  Torr) en un rango de peso molecular de 150-4000. Se usa para compuestos del aroma, vitaminas, ácidos grasos y reactivos altamente sensibles al calentamiento prolongado a temperaturas arriba de 250 °C. Es un método mecánico con el que se crea una película uniforme de Movimiento rápido, la cual es el material de alimentación para el centro de un disco giratorio. Por fuerza centrífuga el material se esparce en una película a través del disco caliente, el cual tiene una gran superficie de condensación, el compuesto más ligero se evapora y condensa en una fracción de segundo. El residuo más pesado que no se evapora en un disco concéntrico y se descarga. Las únicas variables son la tasa de flujo (que gobierna el espesor de la película) y la temperatura del evaporador. Se ha logrado una buena recuperación de los hidrocarburos C9 a C19 del aceite de maíz mediante esta técnica (Nawar et al., 1969) y de los aldehídos de la mantequilla. (Bading y De Jong, 1983).

### **1.3.2.3 DESTILACIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR Y EXTRACCIÓN SIMULTÁNEAS.**

Probablemente el método mas usado para extracción de volátiles en la investigación es el que combina la destilación por arrastre de vapor con la extracción por disolventes simultánea, se ha utilizado en el estudio de la cerveza y frutas. En su diseño es un sistema compacto en el cual se pueden emplear pequeñas cantidades de diferentes disolventes extractores (Sánchez y Col., 1991) (Schultz y Colet al., 1977).

### **1.3.3 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN POR DISOLVENTES.**

En esta extracción se utiliza un disolvente orgánico de bajo punto de ebullición, se usa generalmente para obtener los volátiles de un destilado obtenido por arrastre de vapor, aunque su desventaja es el gran volumen de disolvente que es necesario eliminar después. Consiste en tratar la mezcla arrastrada por vapor de agua en un embudo de separación, utilizando un disolvente volátil como hexano, pentano, éter etílico o etanol; el cual cargado con los compuestos del aroma, pasa a un concentrador donde es destilado. (Teranishi, 1981, Benn y Peppard, 1996).

La extracción es una técnica de separación y purificación para aislar una sustancia de una mezcla sólida o líquida en la que se encuentra, mediante el uso de un disolvente.

La extracción puede clasificarse dependiendo del estado físico de los materiales: sólido-líquido o líquido-líquido. Por sus características, la extracción puede ser continua o discontinua.

#### **1.3.3.1 EXTRACCIÓN LÍQUIDO - LÍQUIDO**

En la extracción líquido- líquido, el compuesto se encuentra disuelto en un disolvente A y para extraerlo se usa un disolvente B, inmisible en el primero. Cuando se usa un embudo de separación, las dos fases A y B se agitan entre sí, con lo que el compuesto se distribuye entre las dos fases de acuerdo con sus solubilidades en cada uno de los dos líquidos.

Cuando las dos fases se separan en dos capas, se dará un equilibrio tal entre la concentración del soluto en cada capa, a una temperatura dada, que la razón de la concentración del soluto en cada capa viene dado por una constante, llamada *coeficiente de distribución o de partición*,  $K$ , que es entonces definido por:  $K = CA / CB$

Donde  $CA$  es la concentración en gramos por litro del compuesto en el disolvente A y  $CB$  es la concentración del mismo en el disolvente B (a una temperatura dada).

Los disolventes orgánicos utilizados en extracción deben tener baja solubilidad en agua, alta capacidad de solvatación hacia la sustancia que se va a extraer y bajo punto de ebullición para facilitar su eliminación posterior.

Cuando el coeficiente de reparto es muy pequeño y se necesita un número grande de extracciones para aislar el compuesto deseado, es preferible emplear un aparato de extracción continua líquido-líquido. Para esto existen dos tipos de aparatos: uno para cuando se usa un disolvente más ligero que el agua (por ejemplo. éter) y otro diferente cuando el disolvente es más pesado que el agua (por ejemplo. cloroformo o diclorometano) (Bading y Jong, 1983).

### **1.3.3.2 EXTRACCIÓN SÓLIDO – LÍQUIDO**

La extracción sólido-líquido, se emplea cuando la sustancia que se desea extraer está contenida en un material sólido, junto con otros componentes, los cuales deberán ser prácticamente insolubles en el disolvente utilizado. Es muy usada para aislar sustancias naturales de origen vegetal, o bien, de mezclas resinosas obtenidas por síntesis. Para esto, se suele emplear un aparato Soxhlet, que es un aparato de extracción continua. (García, 2004).

### **1.3.4 TÉCNICAS PARA LA MEDICIÓN DEL AROMA**

Para analizar los efluentes gaseosos (olores o aromas) emitidos por los frutos podemos considerar dos aproximaciones tradicionales, el análisis olfatométrico y el análisis físico-químico. Mientras que el primero se basa en el análisis

sensorial el segundo se basa en métodos analíticos clásicos. El análisis físico-químico permite identificar la composición de la mezcla olorosa, cuantitativa y cualitativamente, mientras que el análisis olfatométrico permite analizar el olor de una forma global puesto que tiene en cuenta las moléculas químicas en el origen del olor así como el sistema fisiológico sin el cual no habría percepción de ese olor. (Correa, 2003).

#### **1.3.4.1 CROMATOGRAFÍA DE GASES**

La definición oficial para la técnica de cromatografía de la International Unión of Puré and Applied Chemistry (IUPAC) es: "Cromatografía es un método físico de separación en el cual la muestra, es separada en sus distintos componentes, al distribuirse entre dos fases, una de las cuales es estacionaria (fase estacionaria) mientras que la otra (fase móvil) se mueve en una determinada dirección. La cromatografía de elución es un procedimiento en el cual la fase móvil está pasando continuamente a través de la fase estacionaria y en el que la muestra entra al sistema en forma de un fragmento estrecho". (McNair and Miller 1999) En la cromatografía de gases (CG) la fase móvil es un gas y el equipo que se emplea para realizar el análisis recibe el nombre de Cromatografía de gases. La cromatografía es un equipo versátil permitiendo obtener a través del análisis del cromatograma información de carácter cuantitativo y cualitativo. (Correa, 2003)

##### **- ANÁLISIS CUANTITATIVO**

La CG es una técnica eminentemente cuantitativa. El principio básico de la cuantificación es que el área de los picos registrados en el cromatograma es proporcional a la masa del compuesto inyectado. Así, es fundamental para la fiabilidad del análisis que el área de los picos sea medida de la forma más exacta y reproducible posible.

##### **- ANÁLISIS CUALITATIVO**

Aunque con limitaciones, el cromatógrafo de gases también puede utilizarse para realizar análisis cualitativos, basándose en los parámetros cromatográficos de volumen de retención (VR) O tiempo de retención (Tr) relacionados a través del parámetro del flujo del gas portador (Fc).

$$V_R = t_R \cdot F_c$$

Ecuación 1. Relación entre los parámetros de volumen y tiempo de retención

Así el VR para un soluto dado puede utilizarse para identificarlo en una muestra desconocida si las condiciones de trabajo de la columna se mantienen constantes: longitud, grosor y tipo de fase estacionaria, temperatura y presión. Así si por ejemplo se desea conocer que alcoholes se encuentran en la composición de una mezcla deberán inyectarse una serie de patrones de alcoholes en idénticas condiciones y obtener sus cromatogramas, de forma que aquellos picos que coincidan con los de los patrones podrán identificarse como el alcohol correspondiente.

Este procedimiento no es efectivo cuando el número de compuestos de la mezcla es grande, ya que distintos compuestos pueden presentar idénticos IR, parámetro éste que además es característico para una cromatografía de gases y unas condiciones de trabajo determinadas con lo que los t<sub>R</sub> para un mismo compuesto no son únicos. (Correa, 2003; García, 2004).

**TABLA 12.** Ventajas e inconvenientes en el uso del CG para la medida del aroma

| Ventajas  | Desventajas  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es la principal técnica analítica empleada para la separación de compuestos volátiles</li> <li>- Alta resolución</li> <li>- Resultados cuantitativos excelentes</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto consumo de tiempo para la preparación de la muestra</li> <li>- Alto consumo de tiempo en la separación de muestras complejas como olores o sabores</li> <li>- No puede confirmar la identidad de algunos picos, ni describir exactamente la composición de una muestra</li> <li>- Análisis individualizado de los componentes de la muestra</li> </ul> |

**Fuente:** Correa, (2003)

### 1.3.4.2. ESPECTROMETRÍA DE MASAS

La Espectrometría de Masas ó Espectroscopia de Masas (EM), es una técnica instrumental que permite la generación de iones en fase gaseosa además de su separación y detección.

Una vez ionizada la muestra, la separación se puede realizar por la aplicación de campos magnéticos, eléctricos, de radiofrecuencia, combinaciones de varios de ellos, o por medida del tiempo de desplazamiento de los iones a lo largo de una distancia fijada previamente. El sistema más tradicional se basa en el empleo de un campo magnético generado por un electroimán, en el cual iones de igual carga describen trayectorias de diferentes radios en función de sus masas. La ecuación fundamental de la EM (ver Ecuación 2) indica que la relación masa ( $m$ ) / carga ( $z$ ) depende, de la intensidad del campo magnético ( $B$ ), del radio de curvatura de los iones y del potencial de aceleración ( $U$ ) (Hesse and Zeeh, et al., 1997; McNair and Miller, et al., 1999).

Ecuación:

$$\frac{m}{z} = \frac{r_m^2 \cdot B^2}{2 \cdot U}$$

Ecuación 2. Ecuación  
Fundamental de la EM

Para que se pueda extraer un resultado importante e inequívoco del espectro de masas de una determinada sustancia, la muestra debe ser homogénea, es decir, estar pura. En estas condiciones es posible identificar y cuantificar la muestra problema. Frente a la CG técnica eminentemente cuantitativa la EM es eminentemente cualitativa. (García, 2004).

#### - **Análisis cualitativo**

La representación gráfica de la abundancia relativa de los distintos fragmentos de la molécula versus su relación  $m/z$  da como resultado el espectro de masas típico de la molécula original.

Los espectros de masas se pueden digitalizar (masas e intensidades) y almacenar en la memoria de un ordenador de forma que sea posible disponer de una biblioteca de espectros. Para muestras de estructura desconocida se procede a la identificación realizando, con ayuda del ordenador, una comparación del espectro problema con los espectros almacenados en la

biblioteca. Las bibliotecas con más de 10.000 espectros diferentes son comercialmente asequibles. (García, 2004).

**- Análisis cuantitativo**

El detector permite registrar la corriente iónica total (TIC) provocada por la muestra analizada. El valor total de la suma de las intensidades de todos los picos registrados en el espectro de masas, se identifica como el valor de TIC.

**TABLA 13.** La técnica de (EM) presenta las ventajas e inconvenientes que se indican a continuación

| Ventajas   | Desventajas   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Requiere sólo microgramos de muestra.</li> <li>- Permite realizar análisis cuantitativos de la muestra.</li> <li>- Permite realizar análisis cualitativos de la muestra aportando información sobre su estructura composición elemental y peso molecular.</li> <li>- Se conecta o acopla fácilmente con una cromatografía de gases</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para que el análisis cuantitativo y cualitativo pueda llevarse a cabo necesita emplear muestras puras                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- No es portátil</li> <li>- Requiere personal especializado</li> <li>- Uso específico en laboratorio</li> </ul> </li> </ul> |

**Fuente:** García, (2004).

**1.3.4.3. CROMATOGRAFÍA DE GASES/ESPECTROMETRÍA DE MASAS (CG/EM)**

El emparejamiento de estas dos técnicas trata de aprovechar las ventajas de cada método, eliminando los principales inconvenientes que cada uno de ellos individualmente presenta. Así el cromatógrafo de gases se emplea para separar los distintos componentes de la mezcla, sustituyéndose el típico detector de ionización de flama (FID) que sólo permite obtener datos cuantitativos, por un espectrómetro de masas de baja resolución al que acceden de forma separada (y por tanto pura) cada uno de los analitos de la muestra problema procediendo a su identificación (análisis cualitativo) y a su cuantificación. Este método presenta ocasionalmente ventajas para la resolución de problemas específicos como puede ser la identificación de los

componentes de un aroma. (Hesse, Meier, and Zeeh, et al., 1997; McNair and Miller et al., 1999).

La combinación CG/EM es actualmente un método rutinario de la química analítica orgánica puesto que su uso conjunto presenta las ventajas e inconvenientes que se enumeran a continuación. (García, 2004).

**TABLA 14.** Ventajas e inconvenientes en el uso y aplicación de la técnica de CG/EM

| <b>Ventajas</b>   | <b>Desventajas</b>   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es una técnica analítica real ya que permite la identificación y cuantificación de los distintos componentes de una mezcla</li> <li>- Amplio rango de aplicaciones</li> <li>- Alta fiabilidad</li> <li>- Arquitectura abierta que permite construir distintas soluciones para las aplicaciones posibles</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto coste de adquisición Altos requerimientos de mantenimiento</li> <li>- Manejo por operarios especializados y cualificados</li> <li>- La necesidad de un sistema de vacío limita o hace imposible la portabilidad del equipo.</li> </ul> |

Fuente: García, (2004).

## 1.4 ANALISIS SENSORIAL

### 1.4.1 DEFINICIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”. (Hernández, 2005).

El análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos.

Otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es el de la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo Principalmente.

También es considera simplemente como: el análisis de las propiedades sensoriales, se refiere a la medición y cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluados por medio de los cinco sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que significa sentido. Para obtener los resultados e interpretaciones, la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología entre otras. (Hernández, 2005).

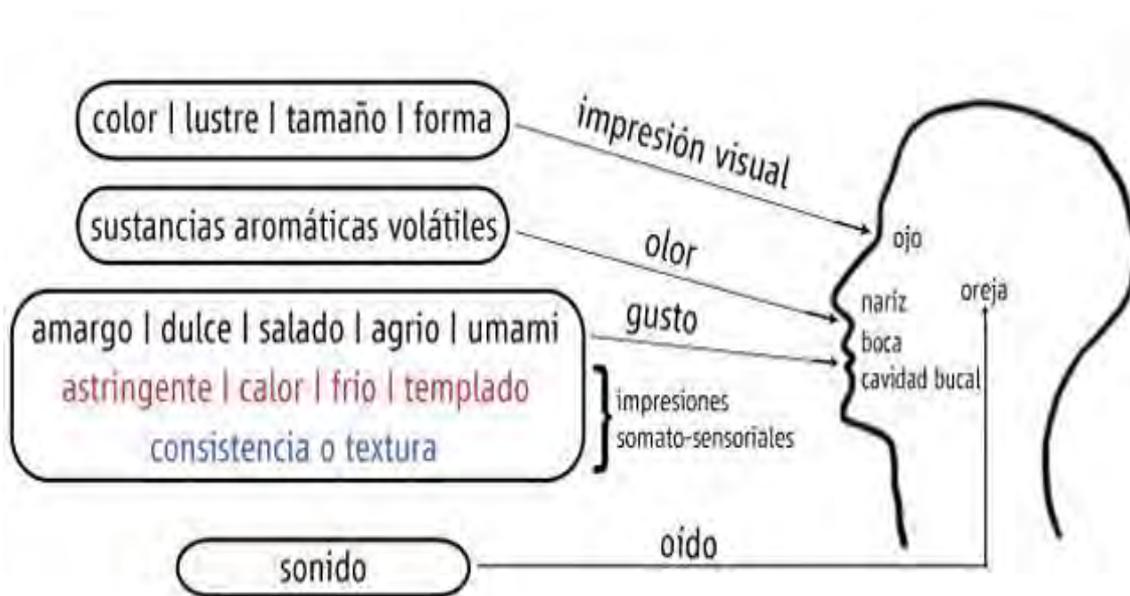
### 1.4.2 PERCEPCION SENSORIAL

La percepción se define como “la interpretación de la sensación, es decir la toma de conciencia sensorial”. La sensación se puede medir únicamente por métodos psicológicos y los estímulos por métodos físicos o químicos.

La percepción se define como: “La capacidad de la mente para atribuir información Sensorial a un objeto externo a medida que la produce”.

Entonces la valoración de un producto alimenticio se percibe a través de uno o de dos o más sentidos. La percepción de cualquier estímulo ya sea físico o químico, se debe principalmente a la relación de la información recibida por los sentidos, denominados también como órganos receptores periféricos, los cuales codifican la Información y dan respuesta o sensación, de acuerdo a la intensidad, duración y Calidad del estímulo, percibiéndose su aceptación o rechazo. (Hernández, 2005). El catador y/o el consumidor final, emite un juicio espontáneo de lo que siente Hacia una materia prima, producto en proceso o producto terminado, luego expresa la cualidad percibida y por último la intensidad. Entonces si la sensación percibida es buena de agrado o si por el contrario la sensación es mala, el producto no será aceptado, provocando una sensación de desagrado. Las diferentes percepciones de un producto alimenticio se presentan en la Figura 9.

Figura 9. SENSOGRAMA



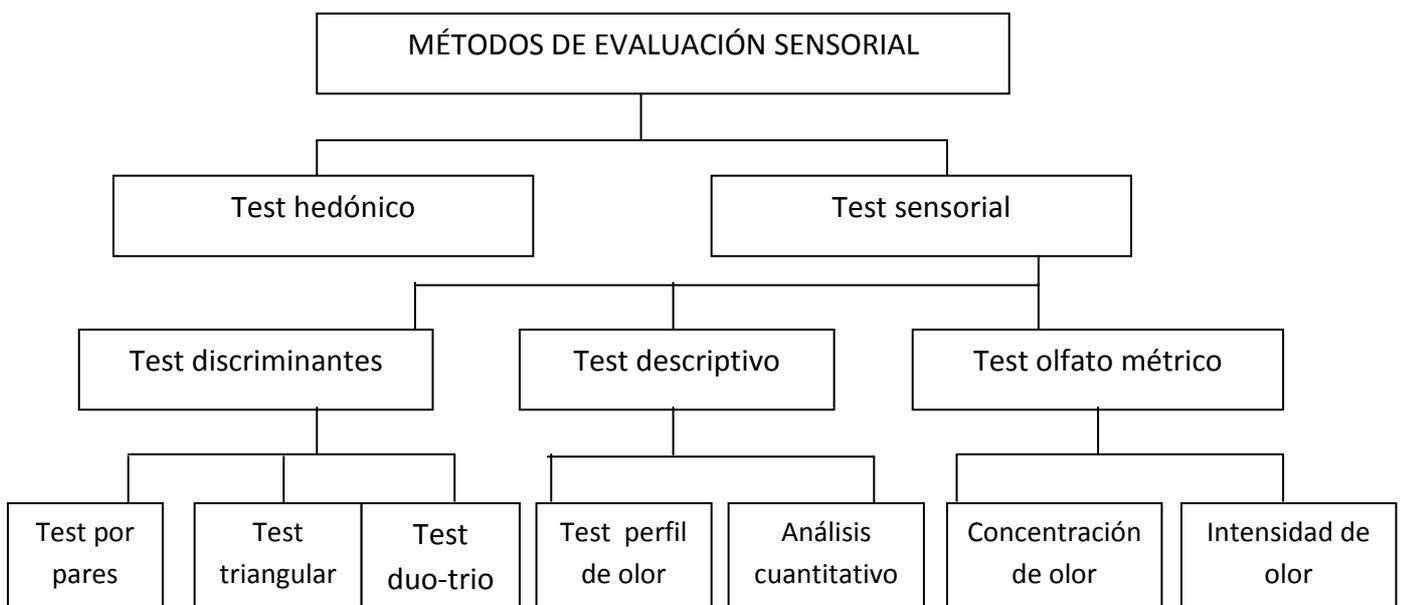
Fuente: Sancho, (2002).

### 1.4.3 MÉTODOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Existen distintos métodos de evaluación sensorial (ver Figura 10) en función del objetivo que se persiga. Los tests hedónicos miden impresiones subjetivas, mientras que los sensoriales determinan características objetivas midiendo diferencias entre productos similares o describiendo las características del producto. (Büking et al., 2000).

Los ensayos sensoriales de carácter objetivo se desarrollan siguiendo métodos de ensayo científicos y exactos, de forma que los resultados que de ellos se obtienen son reproducibles y pueden ser analizados estadísticamente.

**Figura 10.** Organigrama explicativo de los distintos métodos existentes para la evaluación sensorial de los alimentos



**Fuente:** Hernández, (2005)

#### - Ventajas e inconvenientes de la evaluación sensorial

Las principales ventajas e inconvenientes de esta técnica se enumeran en la siguiente tabla:

**TABLA 15.** Ventajas e inconvenientes de la técnica de análisis sensorial de los alimentos.

| Ventajas   | Desventajas  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ahorra tiempo, esfuerzo y materiales en el desarrollo de nuevos productos.</li> <li>- Permite identificar las preferencias del consumidor y los nichos de mercado en etapas tempranas.</li> <li>- Ayuda a asegurar, que la calidad del producto producido está al día, conociendo la calidad establecida por los estándares y los requerimientos del consumidor.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevado coste de realización de los test debido a las necesidades de instalaciones específicas, a la necesidad de entrenamiento de los catadores y al tiempo requerido por los jueces para cada prueba.</li> <li>- Elevado consumo de tiempo por test. El director del panel sensorial debe invertir entre 1 y 2 horas por cada prueba. El resto de miembros del panel deben invertir entre 0 y 10 horas de entrenamiento y entre 10 y 60 minutos por cada test sensorial que realicen.</li> <li>- Fatiga de los jueces</li> <li>- No es posible la portabilidad a la fuente olorosa</li> </ul> |

Fuente Hernández, (2005)

#### 1.4.4 OLFATO

El olfato del ser humano es un sentido muy rudimentario en comparación con el de algunos animales. Es el sentido que alojado en la nariz, permite detectar la Presencia de sustancias gaseosas. Figura 11.

Los quimiorreceptores del olfato se hallan en la pituitaria amarilla, que ocupa la parte superior de las fosas nasales. La parte inferior se halla recubierta por la pituitaria roja, una mucosa con numerosos vasos sanguíneos que calientan el aire inspirado.

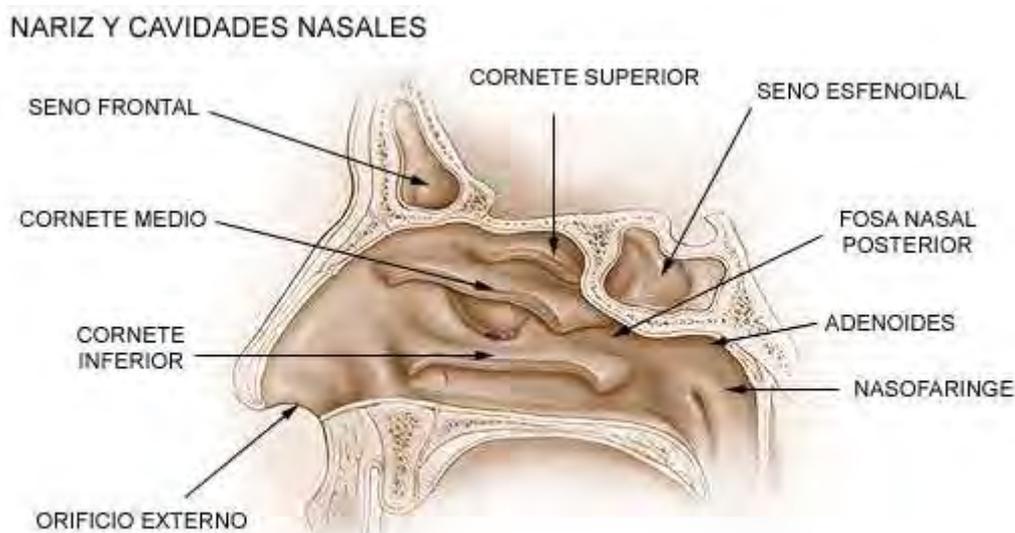
En la pituitaria amarilla o membrana olfatoria se distinguen tres capas de células: las células de sostén, las células olfatorias y las células basales. Las olfatorias son células nerviosas receptoras de los estímulos químicos provocados por los vapores. En la pituitaria amarilla también se hallan las glándulas mucosas de Bowman, que segregan un líquido que mantiene húmedo y limpio el epitelio olfatorio.

Para estimular las células olfatorias es necesario que las sustancias sean volátiles, es decir, han de desprender vapores que puedan penetrar por las fosas nasales, y que sean solubles en agua para que se disuelvan en el moco y lleguen a las células olfatorias. Estas transmiten un impulso nervioso al bulbo

olfatorio y, de este, a los centros olfatorios de la corteza cerebral, que es donde se aprecia e interpreta la sensación.

Se cree que existen unos siete tipos de células olfatorias, cada una de las cuales sólo es capaz de detectar un tipo de moléculas. Estos olores primarios son: alcanforado (olor a alcanfor), almizclado (olor a almizcle), floral, mentolado, etéreo (olor a éter), picante y pútrido - olor a podrido. (Hernández, 2005).

Figura 11. ESQUEMA DE LA CAVIDAD NASAL



Las células olfatorias llegan a fatigarse: tras un largo periodo percibiendo una misma sustancia, dejan de emitir impulsos nerviosos respecto a ella, pero siguen detectando todos los demás olores.

Los atributos que se perciben con el sentido del olfato son el olor y el aroma, el primer atributo tiene que ver con el producido por los alimentos por la volatilización de sustancias que se esparcen por el aire llegando hasta la nariz, y el segundo consiste en la percepción de sustancias aromáticas de un alimento después de colocarlo en la boca. Al igual que el sentido de la vista las sensaciones percibidas pueden ser agradables o desagradables de acuerdo a las experiencias del individuo. (Hernández, 2005).

## 1.5 DESARROLLO Y FORMULACIÓN DE AROMAS

Métodos para el desarrollo en la creación o reconstrucción de aromas

1. **TRADICIONAL:** se basa en la reconstrucción de la formación por el uso conocido de los principales compuestos del aroma o sabor de destino y la introducción de matices aromáticos por el uso de productos químicos con los perfiles que recuerden de los diversos atributos o notas detectadas en el perfil buscado. La selección de los compuestos aromático es en gran medida por la experiencia de una persona entrenada llamada saborista (Reineccius, 2006).
2. **ANALÍTICO.** Se basa en el análisis del sabor o aroma de destino por medio de técnicas instrumentales, principalmente la CG, CG-EM, CG-O y el uso de los resultados se usa para determinar la composición del aroma o sabor a desarrollar. (Reineccius, 2006).

Para el desarrollo de aromas, éste se componen de varias etapas que deben llevarse de manera sistemática estas etapas varían de cuerdo con el individuo, donde se proponen las siguientes:

1. Establecimiento del aroma y sabor de destino. El material de destino puede ser natural como frutas, verduras o un aromatizante conocido. Cualquiera que sea la fuente, debe ser examinada críticamente a fin de definir su perfil de aroma y sabor. Esta evaluación sensorial puede ser llevado acabo por un saborista o por un equipo de asesores entrenados que deben incluir al saborista.
2. Investigación de los componentes probables como que el individuo o saborista necesita para el desarrollo del aroma deseado. Esta información viene de muchas fuentes, incluyendo:
  - Existencia de formulas ya probadas en el expediente de la empresas.
  - Informes de investigación sobre los componentes aromatizantes.
  - Registros personales y la experiencia práctica de desarrollo de perfiles
  - Aromáticos de los aromatizantes permitidos.

- Conocimiento de la lista GRAS – básicamente se encuentran todo los compuestos aromáticos usados en los alimentos, deben figurar en esta lista (aunque, a veces estos compuestos se utilizan antes de que aparezcan en la lista publicada).
3. Preparación de un amuestra de ensayo: se prepara una primera muestra con los ingredientes para ello se realiza en dos partes.
- La primera es la parte principal o de impacto donde se forma el esqueleto del aroma.
  - La segunda parte es la de los compuestos contributivos.

En esta primer formulación es muy poco probable que se acerque lo suficiente al perfil del aroma que se esta desarrollando, donde este modelo se tiene que estar modificando continuamente por ensayo y error hasta que se llegue a lo deseado o los mas parecido del aroma deseado

Es recomendable que la mezcla de componentes tenga un reposo durante un periodo 5 – 10 minutos con el fin de que los componentes se mezclen, si la evaluación se lleva acabo demasiado pronto puede dar lugar a un juicio equivocado.)

4. Evaluación del aroma o sabor creado.

Las etapas anteriores se repiten tantas veces como sea necesario para lograr una composición aceptable.

5. Establecimiento de datos de aplicación. Después del periodo adecuado para permitir la mezcla madurar, es sometido a una evaluación, donde se probara la eficiencia del aroma desarrollado.
6. Exploración comercial del producto. En la realización del proceso creativo, el producto tiene que ser puesto a la venta, ya sea para un cliente en específico o para los fabricantes de un alimento en general.

## **CAPITULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

---

### **2.1.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaboración de un aroma idéntico al natural del mango Mexicano de la variedad manila en estado maduro de acuerdo al perfil aromático presente en esta variedad, para la aplicación en néctares.

### **2.1.2 OBJETIVOS PARTICULARES**

#### **OBJETIVO PARTICULAR 1**

Clasificación de los componentes aromáticos de acuerdo a su grupo funcional, así como la descripción de la nota aromática individual de cada compuesto presente en el estudio por cromatografía de gases (CG) de la pulpa de mango de la variedad Manila.

#### **OBJETIVO PARTICULAR 2**

Descripción de un perfil aromático de la pulpa de mango y establecimiento de las notas principales y contributivas que participan en el aroma global de la variedad Manila.

#### **OBJETIVO PARTICULAR 3**

Elaboración del aroma idéntico al natural de mango de acuerdo a los datos obtenidos de la CG, del establecimiento de las notas principales y contributivas y del perfil aromático del mango de la variedad Manila para la aplicación en néctar.

## OBJETIVOS GENERAL.

Elaboración de un aroma idéntico al natural del mango Mexicano de la variedad Manila

### ACTIVIDAD PRELIMINAR 1

Obtención y selección del mango de acuerdo a la norma NMX-FF-058-SCFI-2006

### ACTIVIDAD PRELIMINAR 2

Evaluar parámetros de calidad  
.- pH (Método AOAC 981.12)  
.- Acidez (Método AOAC 942.15)  
.- Sólidos Solubles (Método AOAC 932.14)

### ACTIVIDAD 3 PRELIMINAR

Identificación de los compuestos volátiles del aroma de mango de la variedad Manila

### ACTIVIDAD PRELIMINAR 4

Recopilación bibliográfica de los compuestos volátiles presentes en el análisis por CG.

### OBJETIVO PARTICULAR 1

Clasificación de los componentes volátiles de acuerdo a su grupo funcional, así como la descripción de la nota aromática individual de cada compuesto presente en el estudio por cromatografía de gases de la pulpa de mango de la variedad manila

#### Actividad 1.1

Clasificación de los componentes aromáticos de acuerdo a su grupo funcional

|              |              |
|--------------|--------------|
| .- ácidos    | .- alcoholes |
| .- cetonas   | .- furanonas |
| .- aldehídos | .- Terpenos  |

#### Actividad 1.2

Clasificación de la nota aromática individual de cada compuesto presente en el mango de la variedad Manila

## 2.3 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.3.1 Actividad 1. Obtención del mango de la variedad Manila de acuerdo a la norma NMX-FF-058-SCFI-2006

Se colectaron los mangos (*Mangifera indica*, variedad Manila) en estado maduro, en la Central de Abastos de Atizapan de Zaragoza, provenientes del estado de Veracruz. Los frutos se seleccionaron bajo las siguientes especificaciones según la Norma NMX-FF-058-SCFI-2006: de tamaño y forma uniforme, consistencia firme, libres de daño físico e infecciones fúngicas y con un color de la epidermis conocido como “rayado”, es decir, la piel del mango presenta tonalidades de amarillo pálido con zonas de color verde.

### 2.3.2 Actividad 2. Determinación de los parámetros fisicoquímicos

#### 2.3.2.1 PH (Método AOAC 981.12)

Se tomó una parte de la pulpa de mango de la zona ecuatorial, se homogenizó la pulpa, se pesaron 10 g y se añadieron 10 ml de agua destilada. Se determinó el valor de pH de la alícuota utilizando un potenciómetro Corning pH meter model 10. La prueba se realizó por triplicado.

#### 2.3.2.2 Acidez Titulable (Método AOAC 942.15)

La prueba se basa en la determinación de la acidez por neutralización del ácido con una base. Se tomó una parte de la pulpa de mango de la zona radial, se homogenizó la muestra, se pesaron 10 g de muestra, se añadieron 10 ml de agua destilada y 3 gotas de fenoftaleína como indicador. La muestra se valoró con una solución de hidróxido de sodio NaOH 0.1 N hasta que la solución viró a color rosa. Se midieron los mililitros de NaOH gastados, la medición se realizó por triplicado.

Cálculo % de Acidez en ac. Cítrico= [(ml NaOH X Normalidad del NaOH X meq de ácido) / 10 g de muestra] X 100      0.070 = meq de ácido cítrico.

### **2.3.2.3 Sólidos solubles (MÉTODO AOAC 932.14)**

La concentración de los sólidos solubles fue evaluada a partir de la extracción de unas gotas de zumo de la pulpa mangos proveniente de la zona ecuatorial. Las gotas se depositaron en el prisma del refractómetro BAUSH & LOMB, previamente ajustado con agua destilada a 20°C y se tomaron lecturas en grados Brix (°Brix) leídas a través del ocular. La prueba se realizó por triplicado.

### **2.3.4 Actividad 3. Recopilación bibliográfica de los compuestos volátiles presentes en el análisis la pulpa de mango de la variedad manila.**

Se realizo una investigación bibliográfica de los compuestos volátiles presentes en el análisis de la pulpa de mango, considerando los siguientes puntos.

- Sinónimos de los compuestos
- Especificaciones de los compuestos por la JECFA.
- Usos reportados de los compuestos (ppm) FEMA.
- Presencia natural en otros alimentos.
- Estado reglamentario de los compuestos.
- Valores de umbral del aroma (ppm y ppb).
- Descripción del sabor.
- Presencia natural en otros alimentos.
- Usos potenciales en otros alimentos.

### **2.3.5 OBJETIVO PARTICULAR 1**

#### **2.3.5.1 Actividad 1.1. Identificación de los compuestos volátiles del aroma de mango de la variedad Manila**

Es importante que la técnica usada en el aislamiento e identificación permita obtener el mayor número de compuestos volátiles responsables del aroma, debido a que el aroma proviene de una mezcla muy compleja de compuestos volátiles de naturaleza química diversa, que están presentes en concentraciones muy bajas en el alimento.

El aislamiento e identificación de los compuestos volátiles de la pulpa de mango de la variedad Manila se realizó en una empresa especializada de sabores y aromas. El procedimiento fue realizado por un Químico Analítico de grado Sénior utilizando el siguiente procedimiento:

a) Aislamiento de los compuestos volátiles

La extracción de los compuestos volátiles se realizó por el método extracción líquido-líquido utilizando 50 ml de pulpa de mango con 50 ml de aguada destilada y la extracción de los compuestos volátiles fue hecha con 200 ml de diclorometano y concentrados en un evaporador rotatorio.

b) Análisis por cromatografía de gases (GC).

Una vez concentrados los extractos aislados por el método de extracción líquido-líquido, se analizó la muestra en un cromatógrafo de gases HP-7092. Las condiciones en que se analizaron las muestras en el equipo fueron: una temperatura inicial del horno de 70 °C durante 5 min hasta llegar a una temperatura final de 220 °C, una velocidad de incremento de temperatura de 5 °C/min, el gas arrastre fue helio, grado cromatográfico con un flujo de 0.8 mL/min, una temperatura del inyector de 250 °C y una temperatura del detector de 250 °C.

### **2.3.5.2 Actividad 1.2. Clasificación de los compuestos volátiles presentes en el análisis CG de acuerdo a su grupo funcional**

Se clasificaron los componentes volátiles de acuerdo a su grupo funcional, presentes en la pulpa de mango de la variedad Manila identificados por cromatografía de gases.

| <b>Compuesto</b>    | <b>Compuestos</b> | <b>Compuestos</b> |
|---------------------|-------------------|-------------------|
| Ácidos carboxílicos | Cetonas           | Furanonas         |
| Alcoholes           | Ésteres           | Lactonas          |
| Aldehídos           | Fenoles           | Terpenos          |

### **2.3.5.3 Actividad 1.3. Clasificación de los compuestos volátiles presentes en el mango de la variedad Manila de acuerdo a su aroma característico.**

Para determinar la nota aromática característica de cada compuesto presente en el mango de la variedad Manila por cromatografía de gases, se adquirieron los compuestos orgánicos en diferentes empresas comercializadoras de sabores.

Los compuestos presentes en la CG fueron evaluados por medio de una prueba sensorial descriptiva con un panelista semi – entrenado y la ayuda de un saborista de grado Sénior, la prueba fue realizada en una cabina individual, inodora, temperatura ambiente, humedad natural y libre de ruido.

Las muestras se pesaron de acuerdo a cada compuesto en un rango de .05 a 5 gr y se diluyeron en 20 ml de disolvente de acuerdo a la solubilidad de cada compuesto (agua, alcohol y propilen glicol) y para evitar una sobre carga o fatiga olorosa. Las muestras fueron presentadas en tubos de 13 x 10 marca Pyrex y evaluadas por medio de tiras secantes, para el reconocimiento de la nota aromática característica de cada compuesto y los datos obtenidos fueron corroborados con la literatura especializada y con la ayuda de un saborista de grado Sénior.

## **2.3.6 OBJETIVO PARTICULAR 2**

### **2.3.6.1 Actividad 2.1. Descripción del perfil aromático de la pulpa de mango de la variedad Manila**

Para la evaluación sensorial del aroma de pulpa de mango natural, se aplicó una análisis sensorial descriptivo conocido como perfil aromático, con la ayuda de 10 panelistas entrenados y un saborista de gado Sénior, las muestras fueron presentadas en vasos con muestras 30 ml cada una, a un temperatura ambiente, donde se evaluaron las siguientes notas aromáticas: ácido, acuoso, aldehído, amargo, astringente, caramelo, carnosos, cremoso, dulce, éster, fermentado, fresco, floral, frutal, jugoso, lactónico, maduro, hueso, sobre

maduro y verde. A través de una escala de respuesta de 0 al 10, donde 0 es la ausencia de la nota aromática y 10 una percepción muy fuerte de la nota aromática.

### **2.3.6.2 Actividad 2.2. Establecimiento de las notas principales y contributivas del aroma global de mango de acuerdo a su valor aromático**

Para conocer la contribución individual de cada compuesto y establecer las notas principales y contributivas del aroma global del mango de la variedad Manila, se calculó el valor de la actividad odorífica (OAV), como el cociente entre los valores de concentración de cada compuesto presente en la CG y su umbral de percepción

Ecuación 
$$OAV = \frac{C}{A}$$

OAV = Actividad odorífica

A= Umbral de detección del compuesto aromático (ppm)

C= Concentración del compuesto aromático (ppm)

Donde los compuestos aromáticos con un OAV igual o mayor a la unidad fueron considerados como compuestos principales y los compuestos con un OAV menor a la unidad fueron considerados como compuestos contributivos del aroma global del mango de la variedad manila.

El umbral de percepción de cada compuesto fue tomado de la literatura (ver anexo II).

### **2.3.7 OBJETIVO PARTICULAR 3**

#### **2.3.7.1 Actividad 3.1. Descripción del aroma idéntico al natural de mango de la variedad Manila**

El desarrollo del aroma idéntico al natural de mango Manila se realizó con la siguiente metodología:

1. Se establecieron los métodos para la identificación de compuestos aromáticos del mango de la variedad Manila

- a) Método analítico - este método se basó en el análisis del aroma por medio de técnicas instrumentales, principalmente CG para determinar la composición de los compuestos volátiles presentes del aroma de la pulpa de mango de la variedad Manila.
- b) Tradicional – este método se basó en la identificación y la reconstrucción del aroma idéntico al natural por medio de la ayuda del análisis sensorial y de un saborista de grado Sénior. La selección de los compuestos aromáticos para la elaboración del aroma se hizo en gran medida por la evaluación sensorial, para determinar la formulación del aroma.

Una vez establecidos estos métodos, se indicaron los pasos a seguir para el desarrollo de la formulación del aroma idéntico al natural de mango de la variedad Manila.

- **Pasos para la elaboración del aroma idéntico al natural de mango de la variedad Manila.**

1. Se estableció el aroma de mango Manila de acuerdo a los resultados obtenidos por CG, la descripción de la nota aromática individual de cada compuesto, establecimiento de las notas principales y contributivas del aroma y el perfil aromático de la pulpa de mango de la variedad Manila.
2. Se realizó una investigación bibliográfica sobre los compuestos orgánicos a utilizar, para saber normativamente cuales compuestos están permitidos en alimentos de acuerdo a la clasificación de Flavoring Extrac Manufacturing Asociation (FEMA), Internacional Organization Flavor Industry (IOFI) y Chemical Abstracts Service (CAS).
3. Se pesaron los compuestos de acuerdo a la concentración obtenida del análisis por CG.
4. Se buscó un disolvente para diluir los compuestos orgánicos, en una concentración no mayor al 20%.
5. Se preparó la formulación, se llevó a cabo en 2 partes: la primera es la de compuestos principales, en donde se realizó el aroma general de mango también llamado corazón del aroma, en la segunda parte se mezclaron los compuestos que dieron el carácter contributivo.

6. Se filtró la formulación por medio de un papel delgado para diluir la formulación del aroma.

7. Se evaluó la formulación con la ayuda de un saborista de grado Sénior para saber si había mucha diferencia con el aroma natural de mango de la variedad Manila.

En este modelo se tiene que estar modificando continuamente por ensayo y error, hasta que se llegue a lo deseado o lo más parecido al aroma natural de la pulpa de mango Manila.

#### **2.3.7.2 Actividad 3.2. Elaboración del perfil aromático del aroma idéntico al natural de mango de la variedad Manila**

Ya obtenido el aroma de mango idéntico al natural de la variedad Manila, fue aplicado a una base de jarabe de sacarosa a 16 grados brix a temperatura ambiente, las muestras fueron presentadas a los panelista en vasos con 30 ml de muestra y evaluado por una prueba sensorial descriptiva conocida como perfil aromático, con la ayuda de 10 panelistas entrenados y un saborista de grado Sénior, donde se evaluaron las siguientes notas aromáticas : ácido, acuoso, aldehído, amargo, astringente, caramelo, carnosos, cremoso, dulce, ester, fermentado, fresco, floral, frutal, jugoso, lactónico, maduro, hueso, sobre maduro y verde. A través de una escala de respuesta 0 al 10, donde 0 es la ausencia de la nota aromática y 10 una percepción muy fuerte de la nota aromática.

### 2.3.7.3 Actividad 3.3. Elaboración de néctar de mango de la variedad Manila con la aplicación del aroma idéntico al natural.

#### Procedimiento para la elaboración de néctar de mango de la variedad manila

##### Selección

En esta operación se eliminan aquellas frutas magulladas y que presentan contaminación por microorganismos.

##### Pesado

Es importante para determinar el rendimiento que se puede obtener de la fruta.

##### Lavado

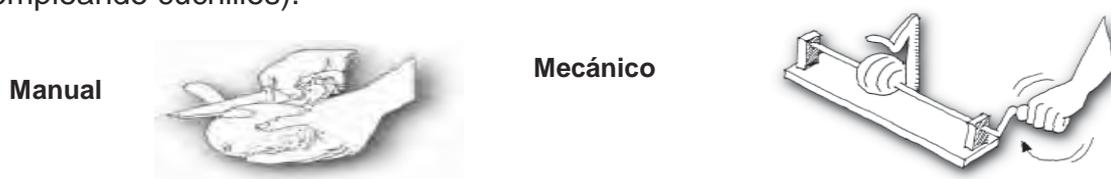
Se realiza con la finalidad de eliminar la suciedad y/o restos de tierra adheridos en la superficie de la fruta. Esta operación se puede realizar por:

**Inmersión:** Por lo general viene a ser un tratamiento previo a los otros lavados. En este caso se debe cambiar constantemente el agua para evitar que a la larga se convierta en un agente contaminante. Este método de lavado se puede realizar en tinas.



##### Pelado

El pelado se puede hacer en forma mecánica (con equipos) o manual (empleando cuchillos).



## Pulpeado

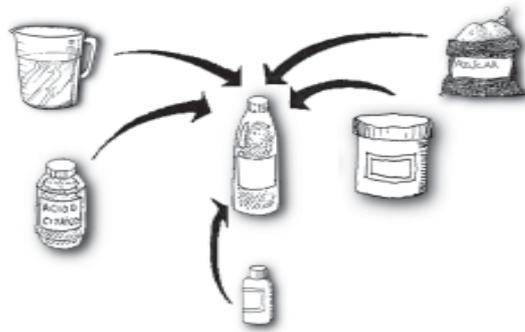
Este proceso consiste en obtener la pulpa o jugo, libre de cáscaras y hueso.

El uso de una licuadora con un posterior tamizado puede reemplazar eficientemente el uso de la pulpeadora.

## Estandarización

En esta operación se realiza la mezcla de todos los ingredientes que constituyen el néctar. La estandarización involucra los siguientes pasos:

- Dilución de la pulpa.
- Regulación del dulzor.
- Regulación de la acidez.
- Adición del estabilizado.
- Adición del conservante



## Dilución de la pulpa

Para calcular el agua a emplear utilizamos relaciones o proporciones representadas donde se recomienda que la dilución de pulpa – agua sea de Mango 1: 2.5 – 3. Donde 1, significa “**una**” parte de pulpa o jugo puro de la fruta y 3, significa “**tres**” partes de agua, es decir estamos utilizando la relación “**uno a tres**”.

## Regulación del azúcar

Todas las frutas tienen su azúcar natural, sin embargo al realizar la dilución con el agua ésta tiende a bajar. Por esta razón es necesario agregar azúcar hasta un rango que puede variar entre los 13 a 18 °Brix. Los grados Brix representan el porcentaje de sólidos solubles presentes en una solución. Para el caso de néctares, el porcentaje de sólidos solubles equivale a la cantidad de azúcar presente. La cantidad de azúcar a agregar se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad de Azúcar (Kg.)} = \frac{(\text{Cant. de pulpa diluida}) \times (^\circ\text{Brix final} - ^\circ\text{Brix inicial})}{100 - ^\circ\text{Brix final}}$$

### Regulación de la acidez

El ácido cítrico al igual que el azúcar es un componente de las frutas, sin embargo esta también disminuye al realizarse la dilución. En tal sentido es necesario que el producto tenga un pH adecuado de acuerdo a la norma NMX-F-072-S-1980 y que contribuya a la duración del producto.

### Adición de estabilizante (CMC)

La cantidad de estabilizante que se requiere para los néctares de algunas frutas:

| Frutas                  | % de estabilizante CMC |
|-------------------------|------------------------|
| Frutas pulposas         | 0.07%                  |
| manzana, mango, durazno |                        |

Para facilitar la disolución del CMC en el néctar, se debe mezclar previamente con el azúcar, y agregar al néctar momentos antes que llegue al punto de ebullición, para así evitar la formación de grumos.

### Adición de conservante

La cantidad de agente conservante a adicionar no debe ser mayor al 0.05% del peso del néctar. Al igual que el estabilizador, el conservante se agrega previamente mezclado con el azúcar para facilitar su disolución.

### Homogenización

Esta operación tiene por finalidad de homogenizar la mezcla. En este caso consiste en remover la mezcla hasta lograr la completa disolución de todos los ingredientes.

### Pasteurización

Esta operación se realiza con la finalidad de reducir la carga microbiana y asegurar la inocuidad del producto.

Calentar el néctar hasta su punto de ebullición, manteniéndolo a esta temperatura por un espacio de 1 a 3 minutos.

Luego de esta operación se retira del fuego, se separa la espuma que se forma en la superficie.

### **Aplicación del aroma idéntico al natural de mango de la variedad Manila**

Se agrega el 0.03% del aroma idéntico al natural por cada 100 ml néctar de mango, después de la pasterización, en esta etapa se debe cuidar y mantener la inocuidad del producto.

### **Envasado**

El envasado se debe de realizar en caliente, a una temperatura no menor a 75°C. El llenado del néctar debe ser hasta el tope del contenido de la botella, evitando la formación de espuma. Inmediatamente se coloca la tapa, la cual se realiza de forma manual en el caso que se emplee las tapas denominadas “tapa rosca”.

### **Enfriado**

El producto envasado debe ser enfriado rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro de la botella.

Al enfriarse el producto, ocurrirá la contracción del néctar dentro de la botella, lo que viene a ser la formación de vacío, esto último representa el factor más importante para la conservación del producto.

El enfriado se realiza con chorros de agua fría, que a la vez nos va a permitir realizar la limpieza exterior de las botellas de algunos residuos de néctar que se hubieran impregnado.

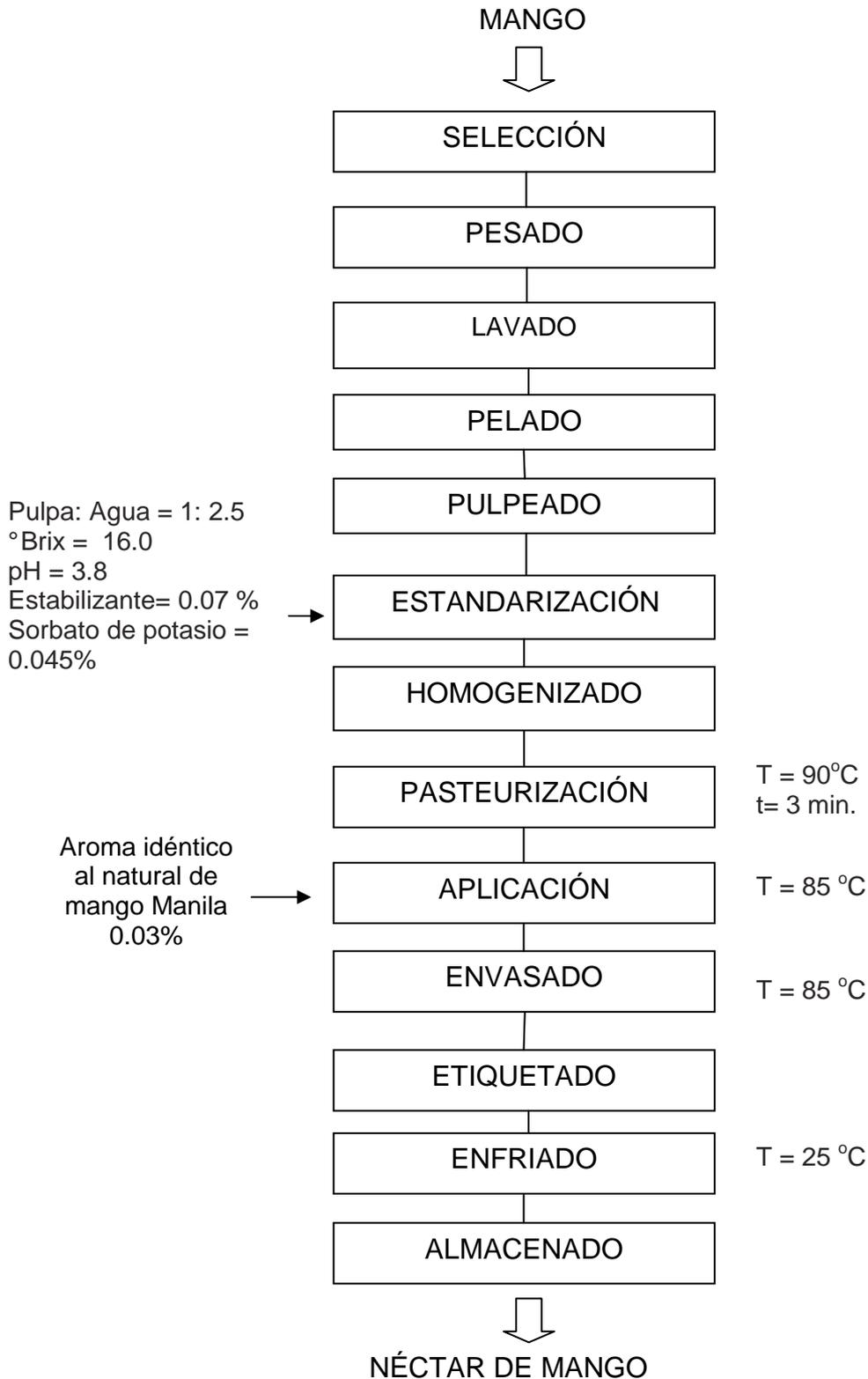
### **Etiquetado**

El etiquetado constituye la etapa final del proceso de elaboración de néctares. En la etiqueta se debe incluir toda la información sobre el producto.

### **Almacenado**

El producto debe ser almacenado en un lugar fresco, limpio y seco; con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto hasta el momento de su venta.

**DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL PARA LA ELABORACIÓN DE NÉCTAR DE MANGO CON APLICACIÓN DEL AROMA IDÉNTICO AL NATURAL**



**Figura 12.** Diagrama de bloques en la elaboración de néctar de mango con aplicación del aroma idéntico al natural

#### 2.3.7.4 Actividad 3.4. Caracterización del néctar de mango de la variedad manila con aplicación del aroma idéntico al natural

##### a) PH (MÉTODO AOAC 981.12)

Se tomaron 10 ml de néctar de mango y se determinó el valor de pH de la alícuota utilizando un potenciómetro Corning pH meter model 10. La prueba se realizó por triplicado.

##### b) Acidez titulable (MÉTODO AOAC 942.15)

Se tomaron 10 ml de néctar de mango, y se le añadieron 3 gotas de fenoftaleína como indicador. La muestra se valoró con una solución de hidróxido de sodio NaOH 0.1 N hasta que la solución viró a color rosa. Se midieron los mililitros de NaOH gastados, la medición se realizó por triplicado.

Cálculo % de Acidez en ac. Cítrico= [(ml NaOH X Normalidad del NaOH X meq de ácido) / 10 g de muestra] X 100      0.070 = meq de ácido cítrico.

##### c) Sólidos solubles (MÉTODO AOAC 932.14)

La concentración de los sólidos solubles fue evaluada a partir de unas gotas del néctar de mango. Las gotas se depositaron en el prisma del refractómetro BAUSH & LOMB, previamente ajustado con agua destilada a 20°C y se tomaron lecturas en °Brix leídas a través del ocular. La prueba se realizó por triplicado.

### 2.3.7.5 Actividad 3.5. Análisis sensorial (prueba de agrado)

Como ya se mencionó anteriormente la prueba de agrado tiene como objetivo principal localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica utilizando una escala hedónica estructurada; para este tipo de prueba es recomendable para que las muestras sean representadas de una manera que parezca habitual para el consumidor.

El néctar de mango de la variedad Manila con la aplicación del aroma idéntico al natural fue sometido a una evaluación sensorial, con la participación de 100 panelistas no entrenados tipo consumidor de néctar de mango, así como de otras frutas, a estudiantes de la Facultad de Estudios Superiores Campo 1 y habitantes del municipio de Atizapan de Zaragoza, para evaluar la aceptabilidad del néctar con la aplicación del aroma idéntico al natural, a este grupo de panelistas se les aplicó una prueba de nivel de agrado con escala hedónica de 7 puntos, para facilitar la evaluación sensorial, la cual se muestran en la tabla 16. En la prueba de aceptación se les pidió que lo olieran y probaran el aroma del néctar de mango, y calificaran del 1 al 7, donde 1 representa que les disgusta mucho el aroma del néctar de mango y 7 que les gusta mucho el aroma de néctar de mango. Las muestras fueron presentadas a los panelistas en botellas de 1 litro transparente y servido en vasos de plástico con muestras de 30 ml, a temperatura ambiente.

**TABLA 16. Prueba de nivel de grado con una escala hedónica**

| <b>Puntaje</b> | <b>Nivel de grado</b>      |
|----------------|----------------------------|
| 7              | Me gusta mucho             |
| 6              | Me gusta                   |
| 5              | Me gusta moderadamente     |
| 4              | No me gusta ni me disgusta |
| 3              | Me disgusta moderadamente  |
| 2              | Me disgusta                |
| 1              | Me disgusta mucho          |

### 3. ANÁLISIS Y RESULTADOS

#### 3.1 Determinación de las propiedades de calidad del mango

**TABLA 17.** Parámetros fisicoquímicos del mango de la variedad Manila procedente de Veracruz en estado maduro

| Parámetros de calidad    |              |
|--------------------------|--------------|
| pH                       | 4.75 ± 0.26  |
| Sólidos solubles (°Brix) | 16.57 ± 0.32 |
| Acidez (%)               | 0.11 ± 0.03  |

Los datos muestran la media de 3 réplicas ± desviación estándar

En la tabla 17. Se muestran los resultados obtenidos de los parámetros físico-químicos (pH, °Brix, acidez) del mango de la variedad Manila en estado maduro. Los parámetros de calidad son de gran importancia ya que nos permite evaluar las características de las etapas de madurez del mango, así como determinar la madurez de consumo o fisiológica, que es el estado de desarrollo del mango que reúne las características deseables para su consumo. Los mangos se consideraron maduros cuando las características físico-químicas presenta un porcentaje de sólidos solubles que supera el 15% hasta un 20% máximo y su contenido de ácidos orgánicos es bajo (alrededor del 1% de acidez), donde la acidez del mango decrece gradualmente con el proceso de maduración jugando un papel importante en el balance acidez / azúcar y por ende influyendo en el sabor y aroma de mango. (Askar, and Treptow, 1993). Estos parámetros son importantes, ya que durante la maduración del mango, este desarrolla una serie de características físico-químicas, donde a medida que el mango madura, la concentración de compuestos volátiles incrementa. La liberación de volátiles, es lo que los consumidores perciben como aroma al comer el mango. Los volátiles comúnmente más sintetizados durante la maduración de los mangos son los compuestos como los terpenos, ácidos, ésteres, lactonas, furanonas y alcoholes entre los más importantes. El perfil de compuestos volátiles responsables del aroma en el mango, es muy complejos, por lo que definir aun solo compuesto responsable del aroma es muy difícil. Sin embargo, estudios realizados sugieren que algunos hidrocarburos de terpenos son responsables

del aroma de mango, junto con ésteres, lactonas y ácidos grasos. (Macleod y Gonzales, 1982; Andrade et al., 2000; Bauer y Surburg, 2001; Engel y Tressel, 1983; Duque y Morales, 2005; Pino and Queris, 2010).

### 3.2. Identificación y clasificación de los componentes volátiles de acuerdo a su grupo funcional

En la tabla 18. Se presentan de forma integrada los compuestos volátiles identificados en la pulpa de mango de la variedad Manila de acuerdo a su grupo funcional, el porcentaje de área de cada compuesto, el número de pico identificado de acuerdo al análisis por cromatografía de gases y el número CAS correspondiente a cada compuesto, así como la presencia de estos compuestos volátiles reportados en otras variedades y cultivares de mango en estado maduro.

**Tabla 18.** Clasificación de los compuestos volátiles presentes en el mango de la variedad Manila de acuerdo a su grupo funcional

| CLASE   |                | TERPENOS |            |  |
|---|----------------|----------|------------|--|
| NOMBRE DEL COMPUESTO                          | NUMERO DE PICO | % TOTAL  | NUMERO CAS |  |
| $\alpha$ - terpineol <sup>1,8,6,10</sup>      | 64             | 36,97    | 98-55-5    |  |
| Car-3-eno <sup>1,2,3,5,6,7,8,9</sup>          | 43             | 5,736    | 13466-78-9 |  |
| Terpinoleno <sup>1,6,8,9</sup>                | 60             | 3,1      | 586-62-9   |  |
| Mirceno <sup>1,2,3,5,6,8,9,10</sup>           | 40             | 1,185    | 123-35-3   |  |
| $\beta$ -selineno <sup>1,7,6,8,9</sup>        | 90             | 0,944    | 17066-67-0 |  |
| $\beta$ -cariofileno <sup>1,2,3,5,6,8,9</sup> | 82             | 0,776    | 87-44-5    |  |
| $\alpha$ -humuleo <sup>1,3,5,7,6,8,9</sup>    | 86             | 0,37     | 6753-98-6  |  |
| $\alpha$ -pineno <sup>1,2,5,7,6,8,9,10</sup>  | 30             | 0,363    | 80-56-8    |  |
| Limoneno <sup>1,2,3,5,6,7,8,9,10</sup>        | 47             | 0,261    | 138-86-3   |  |
| $\beta$ -ioneno <sup>6</sup>                  | 77             | 0,203    | 475-03-6   |  |
| $\alpha$ -selineno <sup>1,6</sup>             | 92             | 0,133    | 473-13-2   |  |
| $\alpha$ -terpineno <sup>1,3,6,7,8</sup>      | 44             | 0,105    | 99-86-5    |  |
| $\beta$ -felandreno <sup>3,6,7,10</sup>       | 46             | 0,101    | 555-10-2   |  |
| $\alpha$ -felandreno <sup>1,7</sup>           | 42             | 0,074    | 99-83-2    |  |
| $\alpha$ -gurjuneno <sup>1,8,9</sup>          | 81             | 0,051    | 489-40-7   |  |
| $\alpha$ -Copaeno <sup>1,3,5,8,9</sup>        | 79             | 0,051    | 3856-25-5  |  |
| Camfeno <sup>1,2,3,9</sup>                    | 34             | 0,043    | 79-92-5    |  |
| $\delta$ -cadineno <sup>1,2,5</sup>           | 96             | 0,43     | 483-76-1   |  |
| $\beta$ -bisaboleno                           | 94             | 0,039    | 4891-79-6  |  |
| $\alpha$ -Guaiano <sup>1</sup>                | 85             | 0,035    | 3691-12-1  |  |
| (E)- $\beta$ -ocimeno <sup>1,2,5,8</sup>      | 52             | 0,035    | 3779-61-1  |  |

| COMPUESTO                                  | NUMERO DE PICO | % TOTAL | NUMERO CAS |
|--|----------------|---------|------------|
| $\alpha$ -muuroleno <sup>8</sup>           | 87             | 0,097   | 31983-22-9 |
| Valenceno <sup>1</sup>                     | 91             | 0,078   | 4630-07-3  |
| (Z)- $\beta$ -ocimeno <sup>1,2,7,8,9</sup> | 49             | 0,07    | 3338-55-4  |
| car-2-eno <sup>1,3,6</sup>                 | 41             | 0,023   | 554-61-0   |
| $\beta$ -pineno <sup>1,5,6,8,9</sup>       | 37             | 0,019   | 127-91-3   |
| $\delta$ -selineno                         | 88             | 0,019   | 28624-23-9 |
| p-cymeno <sup>1,2,3,7,6,8,10</sup>         | 45             | 0,019   | 99-87-6    |
| p- $\alpha$ - dimetilestireno              | 59             | 0,016   | 1195-32-0  |
| (E)- $\alpha$ -bisaboleno                  | 97             | 0,016   | 25532-79-0 |
| $\alpha$ -Fenchene                         | 33             | 0,008   | 471-84-1   |
| $\alpha$ -thujeno <sup>3</sup>             | 31             | 0,004   | 2867-05-2  |
| $\gamma$ -terpineno                        | 55             | 0.031   | 99-85-4    |

**CLASE****ÉSTERES**

|   |     |       |            |
|---|-----|-------|------------|
| linoleato de etilo                          | 119 | 2,562 | 544-35-4   |
| Linolenato de etilo                         | 120 | 2,188 | 1191-41-9  |
| Hexadecanoato de etilo <sup>3,6</sup>       | 113 | 1,482 | 628-97-7   |
| Octadecanoato de etilo <sup>6,8,10</sup>    | 122 | 0,456 | 111-61-5   |
| 9-hexadecenoato de etilo <sup>3</sup>       | 112 | 0,448 | 54546-22-4 |
| Heptadecanoato de etilo                     | 107 | 0,214 | 14010-23-2 |
| Oleato de metilo <sup>10</sup>              | 116 | 0,402 | 112-62-9   |
| Oleato de etilo                             | 121 | 0,355 | 111-62-6   |
| Triacetina                                  | 76  | 0,246 | 102-76-1   |
| Tetradecanoato de etilo <sup>1,6,8</sup>    | 105 | 0,238 | 124-06-1   |
| Pentadecanoato de etilo                     | 107 | 0,214 | 41114-00-5 |
| Decanoato de etilo <sup>1,3,6,10</sup>      | 80  | 0,062 | 110-38-3   |
| Tetradecanoato de metilo <sup>3,6</sup>     | 103 | 0,047 | 124-10-7   |
| Benzoato de metilo                          | 58  | 0,004 | 93-58-3    |
| Butanoato de metilo <sup>3,5</sup>          | 10  | 0,008 | 623-42-7   |
| (E)-2-butenatde de metilo <sup>10</sup>     | 14  | 0,004 | 623-43-8   |
| Crotonato de etilo                          | 20  | 0,039 | 10544-63-5 |
| Hexanoato de hexilo <sup>3,6,10</sup>       | 78  | 0,031 | 6378-65-0  |
| Acetoacetato de etilo                       | 28  | 0,027 | 141-97-9   |
| Butanoato de etilo <sup>1,8</sup>           | 38  | 0,023 | 105-54-4   |
| Propionato de citronelilo <sup>2,3,10</sup> | 84  | 0,023 | 141-14-0   |
| Butirato de genarilo <sup>6</sup>           | 98  | 0,019 | 106-29-6   |
| hexanoato de isopentilo                     | 69  | 0,016 | 2198-61-0  |
| Acetato de isoamilo <sup>1</sup>            | 53  | 0,012 | 123-92-2   |
| propionato de etilo                         | 9   | 0,008 | 105-37-3   |
| Butanoato de isobutilo <sup>3</sup>         | 12  | 0,008 | 539-90-2   |
| Acetato de fenilo                           | 68  | 0,004 | 103-45-7   |

| COMPUESTO                                    | NUMERO DE PICO   | % TOTAL | NUMERO CAS       |
|--|------------------|---------|------------------|
| Butanoato de propilo <sup>4</sup>            | 26               | 0,004   | 105-66-8         |
| Hexadecanoato de metilo <sup>8,10</sup>      | 109              | 0,16    | 112-39-0         |
| Butanoato de etilo <sup>5,8</sup>            | 17               | 0,14    | 105-54-4         |
| Acetato de etilo <sup>2,3,5,8</sup>          | 3                | 0,136   | 141-78-6         |
| Dodecanoato de etilo <sup>1,3,10</sup>       | 100              | 0,094   | 106-33-2         |
| 3-hidroxi-butanoato de etilo <sup>3,10</sup> | 27               | 0,074   | 5405-41-4        |
| <b>CLASE</b>                                 | <b>ÁCIDOS</b>    |         |                  |
| Ácido hexadecanoico <sup>1,3,10</sup>        | 36               | 0,051   | 57-10-3          |
| Ácido Oleico <sup>3</sup>                    | 118              | 8,637   | 124-07-2         |
| Ácido Octanoico <sup>6,8</sup>               | 65               | 5,498   | 124-07-2         |
| Ácido-(Z)-9-hexadecenoico                    | 110              | 4,621   | 373-49-9         |
| Ácido tetradecanoico <sup>4,6</sup>          | 104              | 2,41    | 544-63-8         |
| Ácido dodecanoico <sup>10</sup>              | 99               | 0,292   | 143-07-7         |
| Ácido butírico <sup>4,5,6</sup>              | 15               | 0,222   | 107-92-6         |
| Ácido fenil acético                          | 71               | 0,074   | 103-82-2         |
| Ácido hexanoico <sup>2,5,6</sup>             | 111              | 11,585  | 142-62-1         |
| Ácido linoleico                              | 117              | 0,491   | 60-33-3          |
| 2-metilbutanoico acid <sup>5,10</sup>        | 21               | 0,004   | 116-53-0         |
| Ácido Acético <sup>2,5,6</sup>               | 2                | 0,031   | 64-19-7          |
| Ácido Palmítico <sup>4</sup>                 | 109              | 0,16    | 57-10-3          |
| <b>CLASE</b>                                 | <b>ALCOHOLES</b> |         |                  |
| Hexadecanol <sup>1,2,6,8,10</sup>            | 106              | 0,877   | 36653-82-4       |
| (z)-3-hexenol <sup>2,6,10</sup>              | 22               | 0,175   | 928-96-1         |
| α-cadinol                                    | 101              | 0,043   | 481-34-5         |
| Etanol <sup>3,6</sup>                        | 1                | 0,043   | 64-17-5          |
| Linalol <sup>1,2,8,6,10</sup>                | 62               | 0,0106  | 78-70-6          |
| Fenchol <sup>5</sup>                         | 63               | 0,012   | 1632-73-1        |
| Hexanol <sup>2,3,5,8,10</sup>                | 23               | 0,031   | 111-27-3         |
| Alcohol isoamilico                           | 12               | 0,008   | 123-51-3         |
| 2-metil-1-Butanol <sup>3</sup>               | 13               | 0,004   | 137-32-6         |
| Isobutanol                                   | 4                | 0,004   | 78-83-1          |
| Butanol <sup>2,5,6</sup>                     | 5                | 0,027   | 71-36-3          |
| <b>CLASE</b>                                 | <b>CETONAS</b>   |         |                  |
| Nonadecan-2-ona                              | 61               | 0,051   | 629-66-3         |
| Acetoina                                     | 8                | 0,585   | 513-86-0         |
| heptadecan-2-ona                             | 108              | 0,144   | <u>2922-51-2</u> |
| Pentan-2-ona <sup>6,8</sup>                  | 6                | 0,012   | 107-87-9         |
| Pentadecan-2-ona                             | 102              | 0,211   | 2345-28-0        |
| 3- penta-2ona                                | 103              | 0.012   | 625-33-2         |

| COMPUESTO                               | NUMERO DE PICO | % TOTAL | NUMERO CAS |
|---|----------------|---------|------------|
| <b>CLASE ALDEHÍDOS</b>                  |                |         |            |
| Nonanal <sup>2,10</sup>                 | 61             | 0,051   | 124-19-6   |
| 4-metilbenzaldehído                     | 51             | 0,027   | 104-87-0   |
| Octanal <sup>2</sup>                    | 39             | 0,008   | 124-13-0   |
| Heptanal <sup>2</sup>                   | 25             | 0,019   | 111-71-7   |
| Valeraldehído <sup>2</sup>              | 7              | 0,008   | 110-62-3   |
| Hexanal <sup>2,3,5,8</sup>              | 16             | 0,016   | 66-25-1    |
| <b>CLASE LACTONAS</b>                   |                |         |            |
| γ-butyrolactona <sup>2,10</sup>         | 24             | 0,296   | 96-48-0    |
| γ-decalactona <sup>2,10</sup>           | 83             | 0,114   | 706-14-9   |
| γ-octalactona <sup>2,5,8</sup>          | 67             | 0,055   | 104-50-7   |
| δ-octalactona <sup>2,8,10</sup>         | 70             | 0,023   | 698-76-0   |
| <b>CLASE FENOLES</b>                    |                |         |            |
| b.h.t                                   | 93             | 0,109   | 128-37-0   |
| 2-metoxi-4-vinilfenol                   | 73             | 0,004   | 7786-61-0  |
| Carvacrol <sup>3,6</sup>                | 72             | 0,012   | 499-75-2   |
| <b>CLASE FURANONAS</b>                  |                |         |            |
| Furanilo metil eter                     | 50             | 0,538   | 4077-47-8  |
| 1-benzofuran-3-ona                      | 75             | 0,027   |            |
| Furaneol                                | 48             | 0,062   | 3658-77-3  |
| 2,5-dimetil-3(2H)-furanona <sup>6</sup> | 29             | 0,035   | 14400-67-0 |
| Oxido de linalol i <sup>2,6</sup>       | 56             | 0,004   | 60047-17-8 |
| Oxido de linalol ii <sup>2,6</sup>      | 57             | 0,004   | 60047-17-8 |
| 2(5h)-furanona                          | 29             | 0,035   | 497-23-4   |
| Furfural <sup>1,3,7</sup>               | 18             | 0,016   | 98-01-1    |

Reportados en: 1. Cv. de Brasil (Andrade and Graias, 2000); 2. Cv. Alphonso (Hldstein and Schreier, 1985.); 3. Cv. Kensington (Macleod, Macleod and Snyder, 1988); 4. Cv. de África, (Macleod, y Pieris, 1994); 5. Cv. Azúcar (Bautista, Duque y Turres, 1998); 6. Vino de mango (Pino and Queris, 2010); 7. Cv. De Florida (Macleod and Snyder, 1985); 8. Cv. Sri Lanka, (Saby, and Mohan, 1999); 9. Cv. Ataulfo. (Sandoval; Hernández and López, 2007).

De acuerdo con los resultados obtenidos por el método de extracción líquido – líquido y analizado por cromatografía de gases donde se detectaron 119 compuestos volátiles, los compuestos identificados fueron: (35) Terpenos, (34) ésteres, (13) ácidos, (11) alcoholes, (8) furanonas, (6) aldehídos, (5) cetonas, (4) lactonas, (3) fenoles. El porcentaje total de área por cada compuesto de acuerdo a su grupo funcional está reportado en la tabla 19.

**Tabla 19.** % de área total de los compuestos volátiles presentes en la pulpa de mango encontradas por CG en la pulpa de mango de la variedad Manila

| CLASES    | % AREA TOTAL |
|-----------|--------------|
| Terpenos  | 51.088       |
| Ácidos    | 33.806       |
| Ésteres   | 9.848        |
| Alcoholes | 1.2486       |
| Cetonas   | 1.003        |
| Aldehídos | 0.129        |
| Lactonas  | 0.983        |
| Fenoles   | 0.012        |
| Furanonas | 0.721        |

En la tabla 19. Se puede observar de forma decreciente el porcentaje presente de los compuestos identificados de acuerdo a su grupo funcional.

Se observa que los compuestos terpénicos son los compuestos que tiene mayor presencia representando el 51.088%, que conforman el aroma global de mango de la variedad Manila, estos compuestos son responsables de la mayoría del aroma de casi todas las variedades de mango, como se muestra en la tabla 18, también son responsable de gran parte del aroma de los cítricos como el caso del limón. Biosintéticamente los compuestos terpénicos provienen del ácido mevalónico. (Turner and Aldridge, 1983). De acuerdo a los resultados obtenidos y reportados en la tabla 18. Se puede observar que los compuestos terpénicos con mayor abundancia son el  $\alpha$ -terpineol y Car-3-eno.

El  $\alpha$ -terpineol es un terpeno de alcohol que representa el 36,97%, fue el compuesto más abundante de los compuestos volátiles identificados en la pulpa de mango manila en estado maduro, este compuesto también fue reportado en los cultivares del mango de Brasil, en los cultivares de Sri Lanka, del mango australiano (Kensington) con (26%), siendo el compuestos más abundante en esta variedad. Así como en otras variedades de mango como es el caso Cherio (66.1%), Chana (64,2%), Bacuri (57,0%), Carlota (55.0%), Coqhino (51,4%).

El Car-3-ene en el mango Manila representa un compuesto abundante en esta variedad, este compuesto se ha reportado en otras variedades como un compuesto muy importante en los cultivares del mango de Brasil, mango

Alfonso, Kensington de USA, mango Azúcar de Colombia, en el cultivar del mango Venezolano, en los mango Jaffna, Willard, Parrot de los cultivares de Sri Lanka, en el mango Ataulfo y el mango Tae del cultivar de Tailandia.

Otros compuestos terpénicos reportados en diferentes cultivares de mango, son el limoneno, mirceno,  $\beta$ -cariofileno,  $\alpha$ -humuleno,  $\alpha$ -pineno, (Z)- $\beta$ -ocimeno, aunque son compuestos que se reportaron con poca abundancia en la pulpa de mango Manila, son importantes en otras cultivares y variedades de mango ya que fueron identificados y reportados como principales contribuyentes en el aroma de mango global, de las diferentes variedades de mangos, como en el caso del cultivar de Brasil, el mango Kensington de USA, el mango Ataulfo, el mango tae de Tailandia, el mango azúcar de Colombia y en el vino de mango.

Los ácidos son otro grupo funcional importante en esta variedad de mango Manila en estado maduro, ya que representa una abundancia de 33.806 % del área total de los compuestos identificados.

Entre los compuestos con mayor abundancia se encuentran, el Ácido-(Z)-9-hexadecenoico, ácido butanoico y ácido oleico. Estos compuestos de acuerdo al número de carbonos se caracterizan por su aroma. Los ácidos grasos de cadena corta como el ácido butírico presente en esta variedad (0,222 %), también reportados en el mango azúcar, vino de mango y venezolano, se caracterizan por que su aroma desagradable e irritante en concentraciones altas, conforme aumenta el peso molecular, este olor se va reemplazando por su aroma a mantequilla, algunas notas a queso. Los ácidos con más de 14 carbonos, son sólidos, con olor a graso como es el caso del compuesto ácido oleico que en esta variedad de mango, representa un compuesto abundante (8,637%), este compuesto también fue reportado en la variedad Kensington.

El bajo impacto del aroma de los ácidos, ha disminuido su valor como aromatizante, aunque contribuyen a la formación de aromas complejos y acentúan ciertas características del aroma. (Ziegler, 2005).

Otro grupo importantes de compuestos son los ésteres, especialmente los formados por ácidos y alcoholes de bajo peso molecular, son cuantitativamente

uno de los grupos de compuestos más importantes en el aroma de los frutos. (Dirinnck, 1977; Macku y Ames et al., 1986). Aun que se identificó un total de 9.848% de estos compuestos, este grupo es importante porque ayudan a la formación del aroma del mango Manila, ya que la mayoría de estos compuestos proporcionan las notas frutales. Estos han reportado una participación del 33% en el mango Kensington y en otras variedades como Jafflia y Baladí, donde ha reportado en un 16% y 13% respectivamente. Llinoleato de etilo y el hexadecanoato de etilo que representa % total de 3.67% de compuestos identificados, donde el compuesto de linoleato de etilo no ha sido reportado en los mango anteriormente mencionados en la tabla 20. Y el hexadecanoato de etilo esta reportado en el cultivar de Sri Lanka en los mangos Jaffna, Willard, Parrot como compuestos que intervienen el aroma de mango de estas variedades.

Otros compuestos como los alcoholes, cetonas, aldehídos, lactonas, fenoles, furanonas, representan solo el 4.0986 % del área total de los compuestos identificados en la pulpa de mango de la variedad manila en estado maduro.

Muchos aldehídos, exhiben cualidades organolépticas distintas de alto valor en la industria de los alimentos. Generalmente los aldehídos de C2 a C7 alifáticos son volátiles y se caracterizan por olores desagradables e irritantes, mientras que los aldehídos grasos (C8-C13) son menos penetrantes más florales y atractivos cuando aumenta su peso molecular. (Horst and Paten, et al., 2006).

Las cetonas como saborizantes son reconocidas primordialmente por su contribución al aroma de los quesos, particularmente de los quesos madurados por hongos. Estos compuestos junto con los ácidos grasos libres y los alcoholes secundarios, dan a los quesos madurados por *Penicillium* su aroma característico. (Kinsella y Hwang, 1976).

### 3.3 Clasificación de la nota aromática individual de cada compuesto presente en el mango de la variedad Manila

**TABLA 20.** Clasificación de los compuestos volátiles de acuerdo a las series aromáticas presentes en el mango de la variedad Manila

| NOTA AROMÁTICA             | FRUTAL      |
|----------------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO       | NUM DE FEMA |
| γ-decalactona              | 2360        |
| Butirato de etilo          | 2427        |
| Acetato de etilo           | 2414        |
| Butirato de etilo          | 2693        |
| Acetoacetato de etilo      | 2415        |
| Acetato de isobutilo       | 2060        |
| 3-hidroxibutirato de etilo | 3428        |
| Hexanoato de isoamilo      | 2075        |
| Crotonato de etilo         | 3486        |
| Propionato de etilo        | 2456        |
| 3-pentene-2-ona            | 3417        |
| Pentan-2-one               | 2842        |
| Butirato de butilo         | 2427        |
| Butirato de genarilo       | 2512        |

| NOTA AROMÁTICA            | FLORAL      |
|---------------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO      | NUM DE FEMA |
| Linalol                   | 2635        |
| Tetradecanoato de metilo  | 2722        |
| Propionato de citronelilo | 2316        |
| Oleato de etilo           | 2450        |
| Ionona                    | 2595        |
| Pentadecan-2-ona          | 3724        |
| Acetato de fenilo         | 2857        |
| α-terpineol               | 3045        |
| 4-metil benzaldehído      | 3068        |

| NOTA AROMÁTICA        | HUESO       |
|-----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO  | NUM DE FEMA |
| α-humuleno            | n/a         |
| α-muuroleno           | n/a         |
| α-gurjuneno           | n/a         |
| 2-metoxi-4-vinilfenol | 2675        |
| δ-cadineno            | n/a         |
| Camfeno               | 2229        |

|                    |      |
|--------------------|------|
| $\gamma$ -selineno | n/a  |
| $\alpha$ -pineno   | 2902 |
| $\alpha$ -thujeno  | n/a  |
| $\alpha$ -Copaeno  | n/a  |

| NOTA AROMÁTICA       | GRASO       |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |

|                   |      |
|-------------------|------|
| Ácido octanoico   | 2799 |
| Ácido Linoleico   | n/a  |
| Ácido dodecanoico | 2614 |
| Nonanal           | 2782 |
| 2(5h)-furanona    | 4138 |
| Ácido oleico      | 2815 |
| Oleato de metilo  | n/a  |
| Ácido Hexanoico   | 2559 |

| NOTA AROMÁTICA       | CERA        |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |

|                         |      |
|-------------------------|------|
|                         |      |
| Ácido hexadecanoico     | 2832 |
| Ácido tretadecanoico    | 2764 |
| Dodecanoato de etilo    | 2441 |
| Decanoato de etilo      | 2432 |
| Octadecanoato de etilo  | 3490 |
| Hexadecanoato de etilo  | 2451 |
| Hexadecanoato de metilo | n/a  |
| Hexadecanol             | 2554 |

| NOTA AROMÁTICA       | BALSÁMICO   |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |

|                     |      |
|---------------------|------|
| $\alpha$ -Guaieno   | n/a  |
| Oxido de linalol ii | 3746 |
| p-Cymeno            | 2356 |
| Oxido de linalol i  | 3746 |
| beta-bisaboleno     | n/a  |
| Fenchol             | n/a  |

| NOTA AROMÁTICA       | HERBAL      |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |

|                       |      |
|-----------------------|------|
| Hexanal               | 2557 |
| $\alpha$ -cadinol     | n/a  |
| Hexanol               | 2567 |
| (E)- $\beta$ -ocimeno | n/a  |

|                   |      |
|-------------------|------|
| Terpinoleno       | 3046 |
| $\beta$ - pineno  | 2903 |
| $\beta$ -selineno | n/a  |

| NOTA AROMÁTICA       | CREMOSO     |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |

|                         |      |
|-------------------------|------|
| $\gamma$ -butiralactona | 3291 |
| Ácido butírico          | 2221 |
| Acetoina                | 2008 |

| NOTA AROMÁTICA       | VERDE       |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| (Z)-3-Hexanol            | <b>2563</b> |
| Hexanoato de hexilo      | 2572        |
| (E)-2-butenato de metilo | n/a         |

| NOTA AROMÁTICA       | TERPENICA   |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |

|                      |      |
|----------------------|------|
| $\alpha$ -felladreno | 2856 |
| $\gamma$ -terpineno  | 3559 |

| NOTA AROMÁTICA       | CARAMELICO  |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |

|                        |      |
|------------------------|------|
| Furaneol               | 3174 |
| 2,5-dimetilfuran-3-ona | 4101 |

| NOTA AROMÁTICA       | FERMENTADO  |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |

|                    |      |
|--------------------|------|
| Alcohol isoamilico | 2057 |
| Butanol            | 2178 |

| NOTA AROMÁTICA       | LACTÓNICA   |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |

|                       |      |
|-----------------------|------|
| $\gamma$ -octalactona | 2796 |
| $\delta$ -octalactona | 3214 |

| NOTA AROMÁTICA       | ALDEHÍDICO  |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |

|          |      |
|----------|------|
| Furfural | 2489 |
| Octanal  | 2797 |

| NOTA AROMÁTICA       | CÍTRICO     |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |
| Car-3-eno            | 3821        |
| Limoneno             | 2633        |
| Ácido Acético        | 2006        |

| NOTA AROMÁTICA                | FENÓLICO    |
|-------------------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO          | NUM DE FEMA |
| p- $\alpha$ -dimetil estireno | 3144        |
| Benzoato de metilo            | 2683        |

| NOTA AROMÁTICA       | RESINOSO    |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |
| Terpinoleno          | 3046        |
| Beta-pineno          | 2903        |

| NOTA AROMÁTICA       | ESPECIA     |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |
| $\beta$ -cariofileno | n/a         |
| Mirceno              | 2762        |

| NOTA AROMÁTICA       | DULCE       |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |
| Ftalida              | 4195        |

| NOTA AROMÁTICA         | ACIDO       |
|------------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO   | NUM DE FEMA |
| 2-metil ácido butírico | 2695        |

| NOTA AROMÁTICA       | HUMEDO      |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |
| $\alpha$ -Fencheno   | n/a         |

| NOTA AROMÁTICA       | MIEL        |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |
| 1-benzofuran-3-ona   | 2878        |

| NOTA AROMÁTICA       | <b>ALCOHOLICA</b> |
|----------------------|-------------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA       |
| Etanol               | 2419              |

| NOTA AROMÁTICA        | <b>CASCAROSA –<br/>RESINOSA</b> |
|-----------------------|---------------------------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO  | NUM DE FEMA                     |
| (Z)- $\beta$ -ocimeno | 3539                            |

| NOTA AROMÁTICA       | <b>ETEREO</b> |
|----------------------|---------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA   |
| Isobutanol           | 2179          |

| NOTA AROMÁTICA       | <b>SECA</b> |
|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL COMPUESTO | NUM DE FEMA |
| 2-metil-1butanol     | 3998        |

En la tabla 20. Se presentan los resultados obtenidos de las notas aromáticas individuales de cada compuesto presente en la pulpa de mango de la variedad Manila procedente de Veracruz en estado maduro, así como el número de FEMA, correspondiente a cada uno.

Los aromas de compuestos químicos volátiles son difíciles de describir sin equivocarse. La descripción de los aromas es muy complejo y difícil de describir a menos que uno de los compuestos sea muy característico y que determine en gran medida el aroma de su nota aromática. Aunque una clasificación del aroma no es posible, pero puede ser descrito como objetivos tales como: florales, cerosos, herbales, verde, maderazos, cremosas, aldehídos, heno, terrosas, fenólicas, cocidas, químicas, herbales y moho, entre otras, que se refieren a los aromas de los productos naturales conocidos y otros con aromas similares.

En la tabla 20. Se ha tratado de establecer objetivamente una clasificación de series aromáticas de acuerdo a las características de los aromas presente en las frutas, estos aromas percibidos fueron corroborados con la ayuda de un saborista de grado Sénior y a la literatura.

En la tabla 20. Se presentan los compuestos agrupados en diferentes series aromática, aunque no tienen que encuadrarse en una sola, un compuesto puede se puede incluir hasta en 4 de estas series distintas.

De acuerdo a los datos obtenidos del análisis sensorial se establecieron 25 series aromáticas, que serian: frutal, hueso, floral, graso, cera, balsámica, herbal, cremoso, verde, terpénicos, caramélico, fermentado, lacónico, aldehídico, critico, fenólico, resinoso, dulce, ácido, húmedo, miel, alcohólica, etéreo, seca y especia.

Es verdad que existe importantes controversias tanto al número como el tipo de series aromáticas que se pueden establecer, como por ejemplo en la serie frutal que engloban los aromas responsables tanto como las frutas frescas, frutas deshidratadas entre otras.

Existen posturas a favor de crear un mayor número de series aromáticas para tener una mayor precisión del perfil aromático en los alimentos y frutas como en el caso del mango.

Analizando los compuestos que engloban dentro de cada serie aromática presentada en la tabla 20 de estas 25 series aromáticas podemos decir que:

La mayoría de los ésteres conforman la serie frutal y floral. Estos compuestos orgánicos son de uso común aromatizante, muy apreciado por las notas frutales que proporciona de forma natural, que está presente en concentraciones muy bajas, sobre todo entre 1 y 100 ppm. (Jansses et al., 1992). Son utilizados para la producción de bebidas, dulces, jaleas, vinos, mermelada y productos de panadería, así como en la elaboración de aromas y sabores.

Los compuestos que incluyen la series de aroma a hueso, herbal, húmedo, especia y cascarosa - resinosa, están conformados en su mayoría por los compuestos terpénicos. Muchos de estos compuestos representan un interés comercial debido a su uso para la de elaboración de sabores y aromas en los alimentos y cosméticos, o por que son importantes para la calidad de productos agrícolas. Los terpenos han sido identificados como compuestos mayoritarios en las frutas a diferentes niveles en concentraciones en el perfil

aromático, como en el caso del citral en el limón que es considerada un compuesto muy importante en la elaboración del sabor y el aroma.

La serie aromática que conforma el aroma graso y ácido lo conforman los compuestos ácidos carboxílicos.

Los ácidos grasos de cadena corta se caracterizan por tener un aroma desagradable, fuerte y picante y con aromas irritantes en altas concentraciones. A medida que aumenta el peso molecular del ácido, el carácter se sustituye por un aroma a mantequilla y a queso.

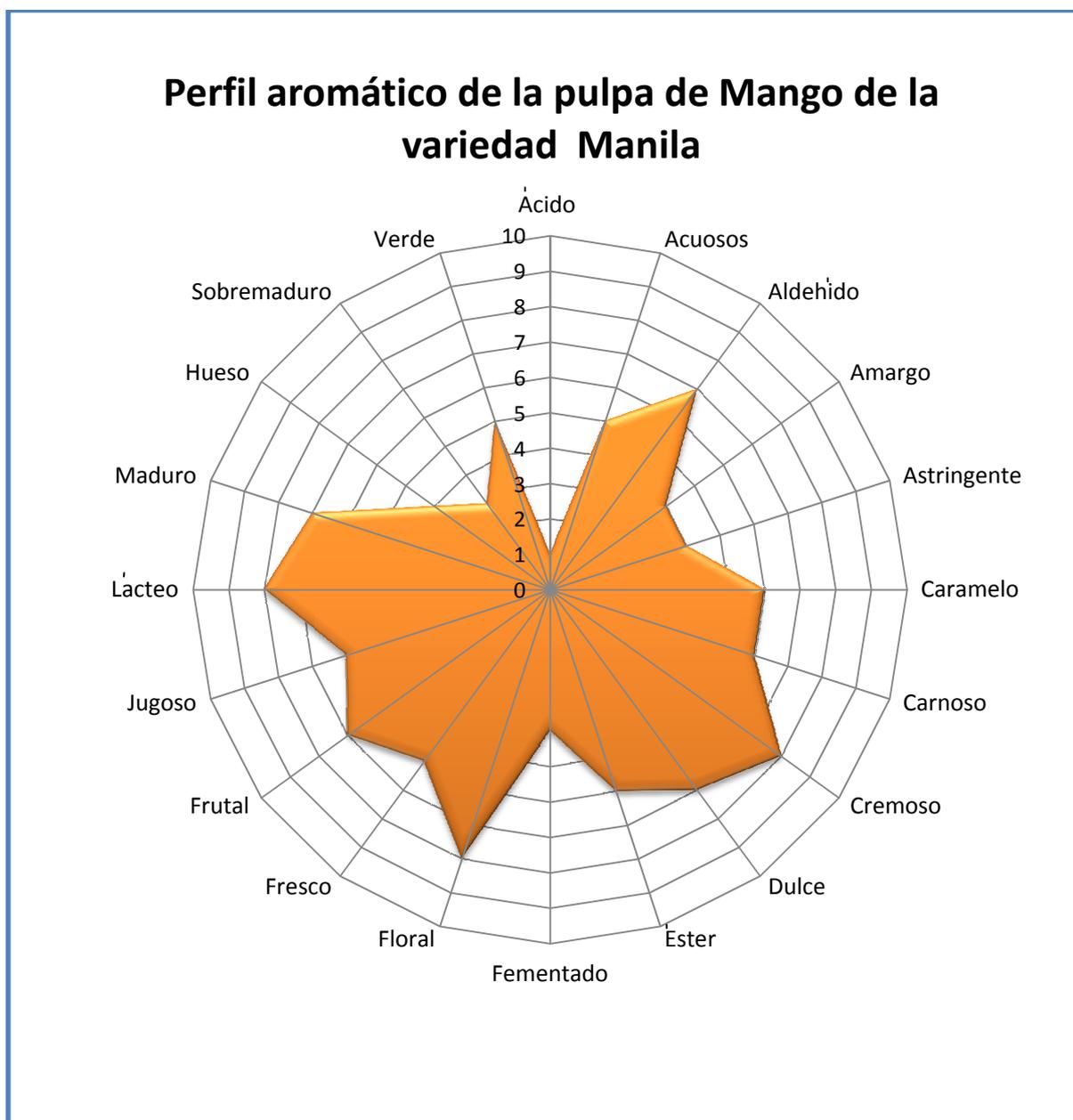
Los ácidos como el ácido hexanoico, ácido tetradecanoico y algunos ésteres conforman la serie aromática a cera.

Los compuestos que incluyen la serie balsámica tienen una naturaleza bastante diferente de clase orgánica como hexanol, hexanal,  $\beta$ -pipeno, (E)- $\beta$ -ocimeno.

Los alcoholes aunque juegan un papel moderado conforman una variada serie de compuesto aromáticas como: fenólica, verde, fermentada y alcohólica.

### 3.4 Descripción del perfil aromático de la pulpa de mango Manila

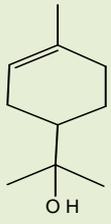
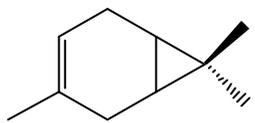
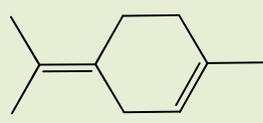
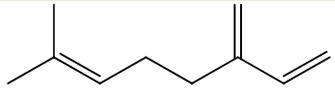
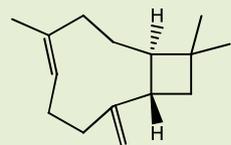
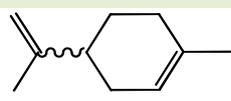
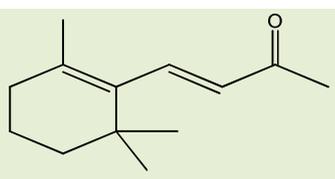
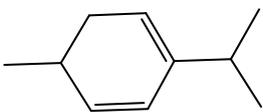
**Figura 13.** Perfil aromático del aroma natural de mango Manila

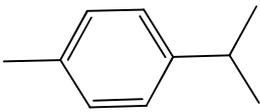
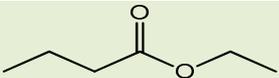
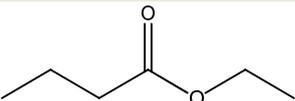
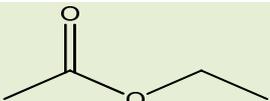
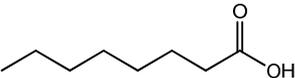
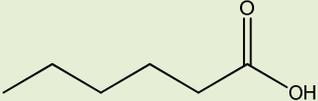
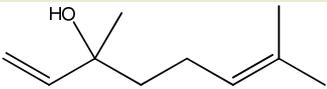
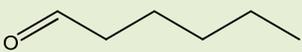
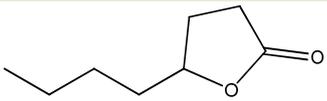
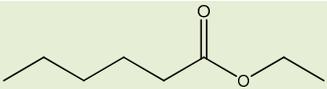
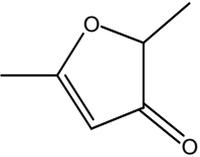


En la figura 13. Se presentan los resultados obtenidos del análisis sensorial descriptivo del mango de la pulpa de mango de la variedad manila. Donde los panelistas entrenados describieron el aroma como dulce – cremoso con notas lácteas con un carácter floral.

### 3.5 Principales compuestos volátiles y contributivos del mango del aroma de mango de la variedad Manila

**Tabla 21.** Principales compuestos volátiles y contributivos del mango del aroma de mango de la variedad Manila

| COMPUESTO   | ESTRUCTURA  | OT    | OVA    |
|---|---|-------|--------|
| $\alpha$ -terpineol <sup>1</sup>  |    | 350   | 10.563 |
| 3-Careno<br>4,5,6,14,15,16,17,19  |    | 770   | 7,45   |
| Terpinoleno<br>1,7,8,9,11,14  |   | 200   | 15,50  |
| Mirceno <sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20</sup>         |  | 15    | 7,90   |
| $\beta$ -cariofileno <sup>1,6,8,9,13,14,15,16,18,19</sup>                     |  | 64    | 12,13  |
| Limoneno <sup>6,9,15</sup>  |  | 1000  | 2,61   |
| $\beta$ -ionona <sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20</sup> |  | 0.007 | 2,90   |
| $\alpha$ -felladreno <sup>9,14,17,20</sup>                                    |  | 40    | 1,85   |

| COMPUESTO   | ESTRUCTURA  | OT    | OVA   |
|---|---|-------|-------|
| p-cimeno<br>1,2,4,5,6,7,8,9,10,,11,12,14                        |    | 11.4  | 1,67  |
| Butanoato de etilo <sup>1,2,3,4,15</sup>                        |    | 1     | 2,30  |
| Butirato de etilo<br>1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,16,17,18,19 |    | 1     | 1,40  |
| Acetato de etilo <sup>8</sup>                                   |    | 60    | 2,72  |
| Ácido Octanoico   |    | 3000  | 7,85  |
| Ácido hexanoico <sup>10</sup>                                   |   | 3000  | 3,86  |
| Linalol <sup>1,9,11,13,14,15</sup>                              |  | 6     | 1,77  |
| Hexanal <sup>5,8,20</sup>                                       |  | 4.5   | 3,56  |
| γ-decalactona <sup>15</sup>                                     |  | 11    | 10,36 |
| Hexanoato de etilo <sup>1,2,18</sup>                            |  | 0.001 | 3.9   |
| Furaneol <sup>3, 4, 5, 8, 9, 13,15,18</sup>                     |  | 0.035 | 1.16  |

1. Delicioso, 2. Haden, 3. Súper Haden, 4. Manga Amarillo, 5. Macho, 6. Manga Blanca, 7. Ordoñez, 8. Ovispo, 9. Corazon, 10. Delicia, 11. Filipino, 12. Huevo oro, 13. Sandiego, 14. Manzano, 15. Smith, 16. Florida, 17. Minin, 18. La Paz, 19. Keitt, 20. Kent (Pino and Meza, 2006)

- Umbral de olor de detección (ppb); de Van Gemert and Nettenbreijer.

Las notas principales o de impacto son esenciales para el reconocimiento del aroma y sabor, estas notas constituyen el corazón básico del aroma y sabor, se puede encontrar que el aroma de un fruto está definido por un solo compuesto de impacto, como en el caso del limón en el citral caracterizado por un umbral de aroma muy bajo, o en el caso del 2-aldehído, dional que con un umbral de aroma de 0.0001 ppm es el compuesto de impacto del pepino. En otros frutos son varios los compuestos de impacto del aroma, en el caso del plátano el acetato de etilo e isoamilo, o en la fresa con tres compuestos de impacto como butanoato de etilo; butanoato, 2-metilo y hexanoato de etilo. (Pérez et al., 1993).

La sensación del aroma de mango de la variedad manila proviene de una mezcla compleja de compuestos orgánicos como terpenos, ésteres, ácidos, fenoles, aldehídos, lactonas, furanonas y cetonas que conforman el aroma global de esta variedad, así como en otras variedades de mango en el mundo.

El aroma de mango manila posee un aroma muy característico que lo generan los diversos compuestos mencionados, pero no todos estos compuestos son importantes para el reconocimiento del aroma de mango si no que serían compuestos que enriquecen el aroma. En el caso del aroma de mango no se ha encontrado un único compuesto que generalice este aroma de acuerdo a los resultados presentados en la tabla 22. Sin embargo han reportado. (Pino y Mesa 2006; Engel y Tressel, 1983; Tumara, et al 2000). Que el aroma general de mango se debe a una mezcla compleja de compuestos orgánicos principalmente que en su mayoría son terpenos, ésteres y en menor cantidad furanonas, alcoholes, son compuestos principales para el reconocimiento general del mango, estos compuestos varían de acuerdo a la variedad así como la concentración de estos.

Se considera que un compuesto es principal para el reconocimiento del aroma, si el valor de OAV es mayor a la unidad y si es menor a la unidad se considera que es contribuyente o que no es seguro que participe en el reconocimiento del aroma global. La participación de este compuesto es mayor cuanto mayor es el valor del aroma, donde el umbral de olor es la mínima concentración presente en el ambiente que el olfato es capaz de detectar. (Pérez et al., 1993). Esto indica que puede haber compuestos que a pesar de encontrarse en altas

concentraciones no son detectables para el olfato humano y viceversa. En la tabla 23 se muestran los resultados obtenidos del establecimiento de los compuestos principales que podrían tener mayor importancia para el reconocimiento del aroma de mango de la variedad manila en estado maduro de acuerdo a su valor de actividad odorífica (OAV), así como el establecimiento de estos compuestos principales en otras variedades de mango de acuerdo a su OAV, reportadas por Pino y Mesa, (2006). De todos los compuestos identificados en la pulpa de mango Manila, solo 19 de ellos presentaron valores de OAV iguales o superiores a la unidad, estos compuestos son:  $\alpha$ -terpineol, Car-3-eno, Terpinoleno, Mirceno,  $\beta$ -Cariofileno, Limoneno,  $\beta$ -ionona,  $\alpha$ -felladreno, p-cymeno, butanoato de etilo, acetato de etilo, ácido octanoico, ácido Hexanoico, Linalol, Hexanal,  $\gamma$ -decalactona,  $\gamma$ -octalactona. Donde se puede observar que los compuestos predominantes son los compuestos terpénicos que tienen el mayor valor de aroma, proporcionan las notas (hueso, herbal, húmedo, especia y cascarosa - resinosa) donde estos compuestos indican la importancia en la contribución del aroma de mango, también se presentan otros compuestos importantes como linealol que proporciona la nota floral y butanoato de etilo con nota frutal. Estos compuestos también están presentes en otras variedades como compuestos principales como se muestra en la tabla 23.

Las notas contributivas no son esenciales para el reconocimiento del aroma general de mango, si no que estas contribuyen una característica descriptiva opcional. Las notas terpénicas mencionadas anteriormente como compuestos principales con el apoyo de hexenol, Z-3-hexanol proporcionan el carácter fresco y el verde de la fruta. Gamma y delta- lactonas (4-decanolide, 5-decanolide) difunden el carácter dulce. El acetoina con la  $\gamma$ -butirilactona proporciona la cremosidad del mango. Un ramo de los ésteres ayudan a impartir el carácter frutal como: butirato de isoamilo, propionato de etilo, Butirato de genarilo. De todas formas, hay que tener cuidado en la utilización de estos valores de aroma, porque nos ayudan a valorar de forma objetiva la contribución de los distintos compuestos aromáticos del mango, no hay que olvidar las interacciones que se pueden producir entre las distintas moléculas cuando se encuentran todas juntas. Estas interacciones pueden dar lugar a la

aparición de efectos sinérgicos de forma que se potencie el olor de una determinada sustancia, o que tengan cierta influencia un compuesto que cuando esta aislado no interviene en el aroma del mango o tiene efectos antagónicos, inhibidores reduciendo su intensidad aromática.

### 3.6 Formulaciones del aroma idéntico natural de mango Manila

**TABLA 22.** Compuestos utilizados para la elaboración de un aroma idéntico al natural de mango Manila

| COMPUESTO                             | NUMERO CAS | NOTA AROMÁTICA | NATURALEZA          |
|---------------------------------------|------------|----------------|---------------------|
| Vainillina                            | 121-33-5   | vainilla       | Natural             |
| Furaneol                              | 3658-77-3  | Caramelica     | Natural             |
| Aceite esencial de lúpulo             | 8007-04-3  | Herbal         | Natural             |
| 4-terpineol                           | 562-74-3   | Especia        | Natural             |
| Mirceno                               | 123-35-3   | Especia        | Natural             |
| $\beta$ -pineno                       | 127-91-3   | Herbal         | idéntico al natural |
| $\alpha$ -terpineol                   | 98-55-5    | Floral         | Natural             |
| Z- $\beta$ -ocimeno                   | 3338-55-4  | Floral         | Natural             |
| $\beta$ -ionona                       | 14901-07-6 | Floral         | Natural             |
| Aceite esencial de petinerol paraguay |            |                |                     |
| $\gamma$ -undecalactona               | 104-67-6   | Frutal         | Natural             |
| mangone                               | 253-953-1  | Herbal         | Natural             |
| 4-metil-2-propanol-2-il-1,3-tiazol    | 15679-13-7 | Frutal         | Natural             |
| Butirato de etilo                     | 105-54-4   | Frutal         | Natural             |
| (Z)-3-hexenol                         | 928-96-1   | verde          | natural             |
| Acetato de etilo                      | 141-78-6   | Etéreo         | Natural             |
| acetato de isoamilo                   | 123-92-2   | Frutal         | Natural             |
| $\gamma$ -decalactona                 | 705-86-2   | Lactantico     | Natural             |
| Acido acético                         | 64-19-7    | Ácido          | natural             |
| Caproato de alilo                     | 123-68-2   | Frutal         | Natural             |
| ( $\beta$ )- $\gamma$ -hexanol        | 928-96-1   | Verde          | Natural             |
| Ácido caproico                        | 142-62-1   | Graso          | Natural             |
| $\delta$ -decalactona                 | 706-14-9   | Frutal         | Natural             |
| Aceite esencial de mandarina          | 8016-85-1  | Cítrico        | Natural             |
| Ácido butírico                        | 107-92-6   | Cre moso       | Natural             |
| (Z)-3-hexen-1-ilo                     | 3681-71-8  | Verde          | idéntico al natural |
| Furfural                              | 98-01-1    | Brady          | Natural             |
| Lineol                                | 78-70-6    | Cre moso       | Natural             |
| Massoia lactona                       | 54814-64-1 | Cre moso       | Natural             |
| Acetoina                              | 513-86-0   | Graso          | Natural             |

|  |            |           |         |
|--|------------|-----------|---------|
| <b>Aceite esencial de trementina</b>   | 8006-64-2  | Terpénico | Natural |
| <b>Caproato de etilo</b>               | 123-66-0   | Frutal    | Natural |
| <b><math>\alpha</math>-pineno,</b>     | 123-66-0   | Frutal    | Natural |
| <b><math>\gamma</math>-octalactona</b> | 104-50-7   | Lactónica | Natural |
| <b>Sulfuro de dimetilo</b>             | 75-18-3    | herbal    | Natural |
| <b><math>\beta</math>-demascona</b>    | 35044-68-9 | frutal    | Natural |

Con base a los resultados obtenidos del estudio realizado por cromatografía de gases, la descripción individual de cada compuesto y establecimiento de las notas principales y contributivas del aroma global del mango de la variedad manila se desarrollo un aroma idéntico al natural de mango de la variedad manila.

En la tabla 22. Se presentan los compuestos utilizados para la formulación del aroma idéntico al natural, donde este aroma se trato de hacer los más complejo e idéntico al natural, para la aplicación en néctares de mango. Con el propósito de tener un perfil aromático idéntico al perfil aromático de la pulpa de mango, se agregaron compuestos que no estaban presentes en los resultados por la cromatografía de gases, debido a que estas notas aromáticas nos ayudaron ala contribución, para lograr un aroma más idéntico al natural de mango. Como se describe a continuación.

Se utilizó el compuesto vainillina, este compuesto nos proporciona las nota dulce ya que tiene una perfil aromático dulces a vainilla, cremoso.

Aceites esenciales de: (lúpulo, mandarina, trementina, petinerol paraguay), estos compuestos se utilizan como notas secundarias para acentuar las notas, florales, afrutado dulce, con una nota vegetal herbácea, terpénicos y ahueso.

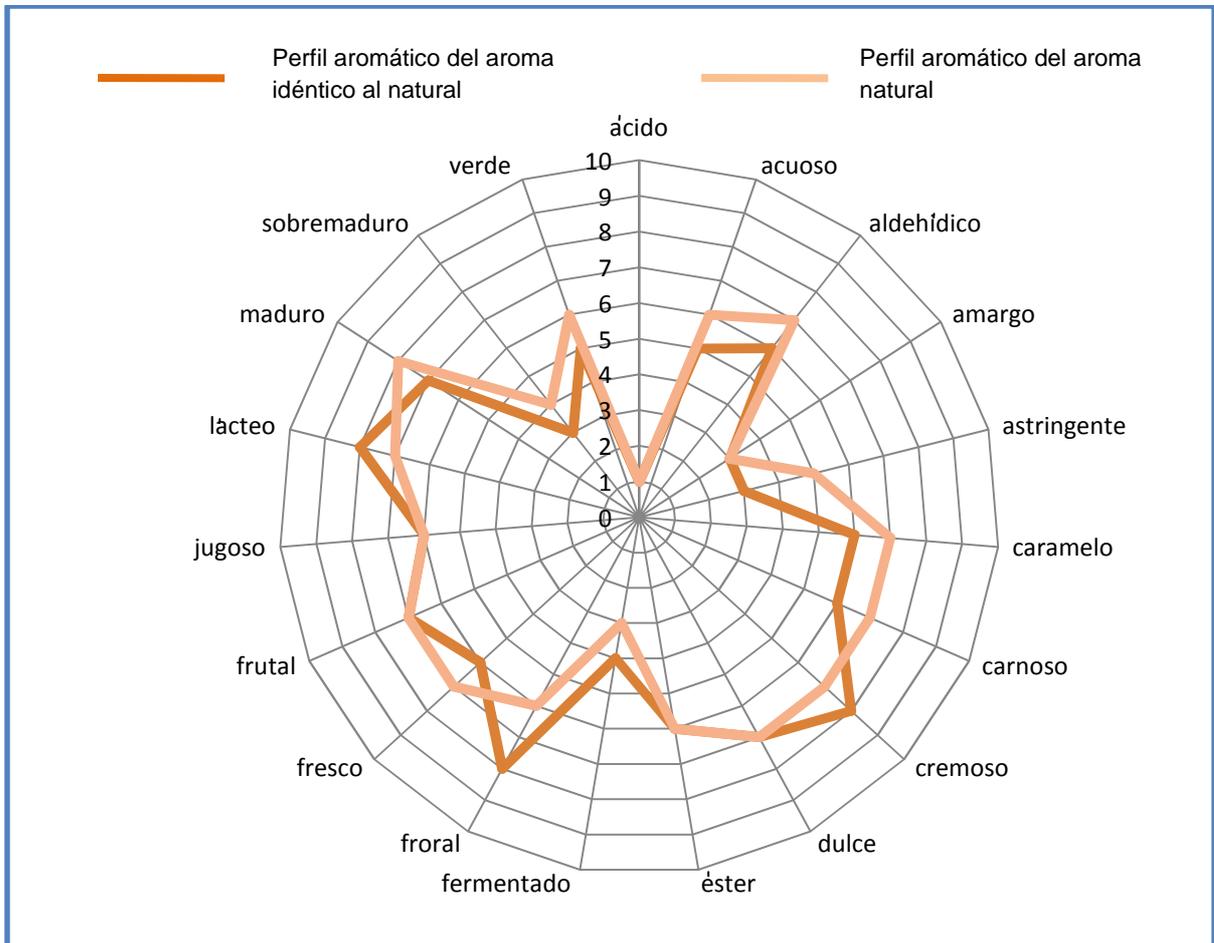
4-terpineol: este compuesto se utiliza para dar las notas Fresca con sabor a fruta verde.

Mangone, Sulfuro de dimetilo, se utilizaron como compuestos principales para conferir y acentuar notas de madurez del mango.

$\beta$ -demascona para obtener el carácter de pulpa (carnoso), asociado en la fruta cremosa se adiciono este compuesto también reportado en otras variedades de mango.

### 3.7 Perfil aromático del aroma idéntico al natural de mango Manila

**FIGURA 14.** Perfil aromático del aroma idéntico al natural vs perfil del aroma natural de mango de la variedad Manila



En la figura 14. Se presentan los resultados obtenidos de la evaluación sensorial descriptiva del aroma natural de la pulpa de mango y el aroma idéntico natural de mango de la variedad Manila

El aroma de la pulpa de mango de la variedad manila de acuerdo al perfil aromático se describió como un aroma dulce-cremoso con notas lácteas con un carácter floral, mientras que el aroma idéntico al natural se describió como un aroma fresco – dulce con notas lácteas con carácter maduro floral.

En el perfil aromático del aroma de la pulpa de mango natural y el aroma idéntico al natural se puede observar que hay algunas diferencias en la percepción de las notas aromáticas, esto se puede deber a en el mango de la variedad manila no se encontró ninguna nota de impacto que identificara el aroma característico de mango, de acuerdo los resultados obtenidos se puede

establecer que el aroma de mango de la variedad Manila es una mezcla compleja de compuestos que se van desarrollando durante la maduración del mango, donde contribuyen varios factores como el número de compuestos volátiles, las interacciones sinérgicas de cada compuesto, por lo que lo hace bastante difícil establecer con exactitud los compuestos que conforman el aroma característico de esta fruta.

Aunque en el desarrollo del aroma idéntico al natural se trato de hacer los más semejante a las características del aroma natural.

### 3.8 Determinación de las propiedades fisicoquímicas del néctar de mango manila

**TABLA 23. Caracterización del néctar de mango**

|                                 | PARÁMETROS DE CALIDAD |                  |        |
|---------------------------------|-----------------------|------------------|--------|
|                                 | Experimentales        | NMX-F-072-S-1980 |        |
|                                 |                       | mínimo           | máximo |
| <b>pH</b>                       | 3.9 ± 0.32            | 3.7              | 4.0    |
| <b>Sólidos solubles (°Brix)</b> | 14.5 ± 0.42           | 14               | -----  |
| <b>Acidez (%)</b>               | 0.2336 ± 0.01         | -----            | 0.5    |

- Los datos muestran la media de 3 réplicas ± desviación estándar
- Reportados por Argaíz y López-Malo, et al.,(1995)

En la tabla 23 se presentan los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos del néctar de mango

Los valores de °Bx, % acidez y pH reportados fueron muy semejantes a la norma (NMX-F-072-S-1980), puesto que se buscaba un néctar con las mejores características organolépticas, y éstas se lograron con un producto final de 15°Bx y el valor de pH es muy cercano al reportado.

La prueba se llevó a cabo con consumidor de néctar de mango, así como de otras frutas, aplicando cuestionarios a una población de 100 individuos entre 15 y 40 años de edad, 46 mujeres y 54 hombres, las personas que evaluaron el producto final fueron en su mayoría personas jóvenes, pues la evaluación sensorial se llevo acabo, en su mayoría, en la Facultad de Estudios Superiores Campo 1.

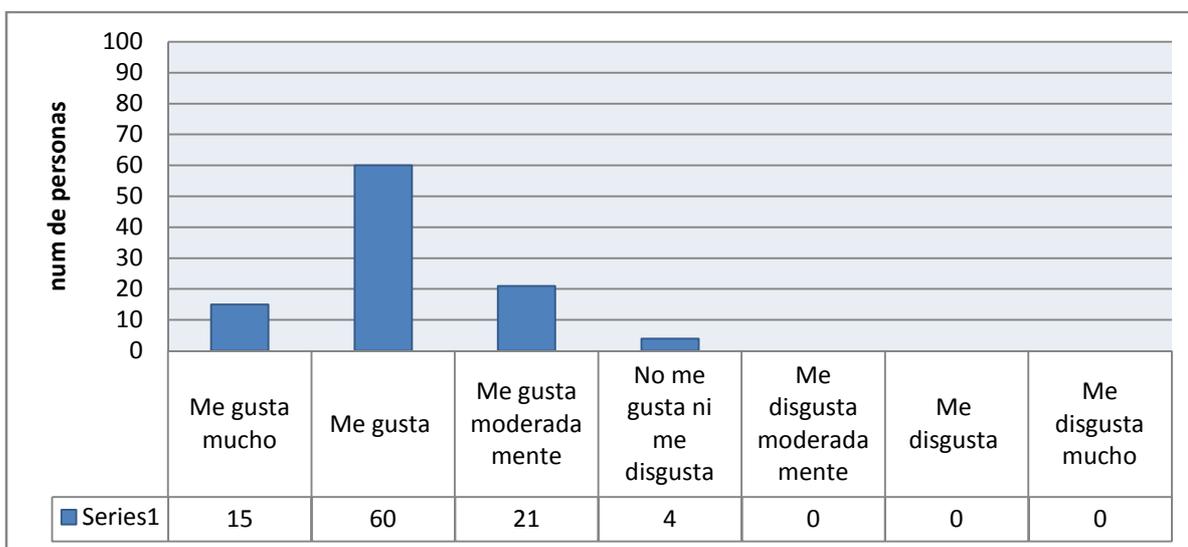
A continuación, en la tabla 24, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del néctar de mango con la aplicación del aroma idéntico al natural de mango Manila.

### 3.9 Análisis sensorial (prueba de agrado)

Tabla 24. Resultados del análisis sensorial (prueba de aceptación)

| ESCALA HEDÓNICA                   | NUMERO DE PERSONAS |
|-----------------------------------|--------------------|
| <b>Me gusta mucho</b>             | 15                 |
| <b>Me gusta</b>                   | 60                 |
| <b>Me gusta moderadamente</b>     | 21                 |
| <b>No me gusta ni me disgusta</b> | 4                  |
| <b>Me disgusta moderadamente</b>  | 0                  |
| <b>Me disgusta</b>                | 0                  |
| <b>Me disgusta mucho</b>          | 0                  |
| <b>Total</b>                      | 100                |

Figura 15. Nivel de grado general del néctar de mango con aplicación del aroma idéntico la natural



El néctar de mango de la variedad Manila con la aplicación del aroma idéntico al natural como se puede observar en el grafico, tuvo una buena aceptación debido a que el 60% de los panelistas les gusto, el néctar con la aplicación de aroma idéntico al natural, el 15% les gustó mucho, el 21% les gusto moderadamente y solo 4% no les gusto ni les disgusto.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El aroma natural del mango Mexicano de la variedad Manila estado maduro, es un aroma bastante complejo, debido a que no hay ningún compuesto no hay ningún compuesto principal o de impacto que lo caracterice, si no que es una mezcla compleja de compuestos volátiles de naturaleza diversa. Teniendo como compuestos principales a los terpenos.

Aunque no hay una metodología exacta para el desarrollo de los aroma y sabores, se realizo bajo la metodología explicada anteriormente, donde el aroma idéntico al natural se trato de hacer los mas natural utilizando 36 compuestos, donde los panelistas entrenados identificaron como un aroma fresco - dulce con notas lácteas con un carácter maduro floral, aunque hay diferencias de acuerdo al perfil aroma del mango Manila natural donde los panelistas entrenados identificaron como un aroma dulce – cremoso con notas lácteas con un carácter floral, el análisis sensorial de aceptación mostro que tuvo una buena aceptación entre los consumidores de néctar de frutas.

La optimización de los sabores en bebidas de frutas por medio de la adición de aromas como en el caso del néctar es una alternativa que se ha manifestado en la industria de los alimentos, teniendo como ventaja el mejoramiento del perfila aromático de estas bebidas, debido a que se puede perder durante al almacenamiento o el procesamiento, ya que el aroma es un parámetro muy importante para la aceptación y el rechazo de un producto.

El principal propósito de usar aromas en los alimentos es de hacer un producto terminado más agradable, existen razones principales para usar aromas en los alimentos:

- Donde el proceso involucrado en la producción del alimento, el perfil del aroma puede ser dañado, como en el caso de las bebidas con fruta natural.
- La necesidad de mantener una calidad de sabor y aroma todo el año en los productos terminado.
- Factores económicos que restringen el uso de sabores y aromas naturales.

En este trabajo se puede observar la importancia del estudio de esta fruta, contribuyendo al conocimiento de los compuestos volátiles, así como en el aroma de esta variedad de mango Mexicano de la variedad Manila.

## RECOMENDACIONES

- El aroma idéntico al natural de mango de la variedad manila, se realizo para optimizar nuevamente el aroma, que se pierde durante los procesos de elaboración del néctar de mago, pero también se puede ser aplicado para optimizar el aroma de diferentes productos como: en la elaboración de refrescos, panificación, productos lácteos y dulces.

Se recomienda el estudio de los compuestos terpénicos en el la cascara de mango, debido a que este no se le toma mucha importancia, ya que puede ayudar para la recuperación de compuestos terpénicos a la industria de aromas y sabores.

**BIBLIOGRAFIA**

Andrade, E. and Graias, M. (2000). Aroma Volatile Constituents of Brazilian Varieties of Mango Fruit, *Journal of Food Composition and Analysis*, 13, 27-33.

Andrew, J. and Taylor, D. (2004). *Flavor Perception*. Blackwell, U.S.A.

AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Food Composition; Additives; Natural Contaminants*. Vol. II, the Association of Official Analytical Chemist, Inc. Arrington, USA.

Arctander, S. (1969). *Perfume and Flavor Chemicals*. Montclair. U.S.A.

Ashurst, P. R. (1999). *Food Flavorings*. Ruth Bloom, U.S.A.

.Askar, A. and Treptow, H. (1993). *Quality Assurance in Tropical Fruit Processing*. Ed: Springer-Verlag, Germany.

Bading, H.T. y De Jong C. (1983). Headspace Analysis for the study of aroma compounds in milk and dairy products en *Analytical Volatiles Methods Applied*. Proceedings International Workshop. Schereier, Berlin.

Bauer, K. y Suburg, C. (2001). *Common Fragrance and Flavor Materials*. Wiley-VCH, Germany.

Bautista, E.; Duque, D. y Torres, R. (1998). Constituyentes del Mango Azúcar. *Revista Colombiana de Química*, 27, 25-36.

Benn, S. M. y Peppard, T. (1996). Characterizacion of Tequila Flavor by Instrumental and Sensory Analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 557-566.

Bruemmer, H, y Roe, B. (1971). Substrate Specificity of Citrus Alcohol: NAD Oxidoreductase. *J Agric. Food Chem.*19, 266-268.

Correa, E. (2003). Desarrollo de una Aplicación a la Detección de Aromas para una nariz electrónica del tipo Microbalanzas de Cristal de Cuarzo (QCM) para

su adaptación a la determinación de calidad en frutas. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

Correa, S. (2005). Estudio de Inteligencia Tecnológica para el Uso Integral del Mango. Tesis de Ingeniería en Alimentos. Facultad de Estudios Superiores Cuatitlan. UMAN.

Cheftel, J.C. (1992). Introducción a la Bioquímica Y Tecnología de los Alimentos. Acribia, España.

Croteau, R. Y Martinkus, C. (1979). Metabolism of Monoterpenes. Demonstration of (+), Neomenthy-beta-d-Glucoside as Major Metabolite of (-)-Menthane in Peppermint (*menta piperita*). *Plant Physiol.* 64, 469-175.

Crouzet, J. and Bayonove, C. (1990). Stoned fruit: Apricot, Plum, Peach, Cherry. *Developments in Food Science.* 3, 43-91.

Duque, B. C. y Morales, A. L. (2005). El aroma Frutal de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Engel, K. y Tressel, R. (1983). Studies on the Volatile Components of Two Varieties. *Journal of Agriculture and Food Chemistry.* 321, 796-801.

Eriksson, C. (1979). Review of Biosynthesis of Volatiles in Fruit and Vegetables Since 1975. *Applied Sci.* London.

Erman, W. (1985). Chemistry of Monoterpenes an Encyclopedic Handbook Part. A. Marcel Dekker Inc, New York

Galvan S. V. (1985). Los Frutales Tropicales en los Subtropicos. Ed: Mundi-Persa. Colombia.

Galliard, T. y Matthew, J.A. (1977). Lipoxygenase Mediated Cleavage of Fatty Acids to Carbonyl Fragments in Tomato. *Phytochemistry.* 16, 339-343.

García, F. (2004). Estudio de la Producción de Aromas por el Hongo Filamentoso *Ceratocystis Fimbriata* en Medio Líquido. Tesis Doctoral en Ciencias. Universidad Autónoma Metropolitana, México.

Gracia, A. (1994). Composición Aromática y Biogénesis de Compuestos Volátiles de Fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) var CHANDLER. Tesis Doctoral. Departamento de Bioquímica Vegetal y Biología Molecular. Universidad de Sevilla, España.

Gorst, A. y Spiteller, G. (1985). Investigation of Lipoxygenase Like Activity in Strawberry Homogenates. *Lebensni – Unters Fursch.*187, 330-333

Grosch, W. (1982). Lipid Degradation Products and Flavour. In *Food Flavours*. Elsevier Science: Amsterdam, 325-398.

Hernandez, E. (2005). Evaluación Sensorial. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Nacional Abierta y a Distancia de Bogotá.

Hildstein, H. And Schreier, P. (1985.). Volatile Constituents of Alphonso Mango (*MANGIFERA INDICA*, *Phytochemistry*, 24, 2313-2316.

Horst S. and Panten, J. (2006). Common Fragrance and Flavor Materials: preparation, properties and uses. Wiley-VCH. U.S.A.

Hulem, C. (1971). The Biochemistry of Fruit and Their Products. Vol. 1 y 2. Technology Academic. London

Janick, J. y Paul, R. (2008). Tropical Fruit Processing. Food Science and Technology. Academic. 53, 396-412.

Kinsella, J. and Hwang, D. (1976) Biosynthesis of Flavor by *Penicillium Roqueforti*. *Biotechnology and Bioengineering*. 18, 927–938.

Kurt, B. y Garber, D. (2001). Common Fragrance and Flavor Materials. Wiley-VCH. U.A.S.

Macleod, A. J. and Gonzalez N. (1982) Volatile Flavors Components of Mango Fruit. *Phytochemistry*. 21. 2523-2526

Macleod, A. J; Macleod, G. and Snyder, C. H. (1988). Volatile Aroma Constituents of Mango (CV Kensington). *Phytochemistry*. 27, 2189-2193.

Macleod, A. J. y Pieris, N. M. (1994). Comparison of the Volatile Components of Some Mango Cultivars. *Phymehemirry*. 23, 361-366

Macleod, A. J. Snyder, C. H. (1985). Volatile Components of Two Cultivars of Mango from Florida. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 33. 380-384.

Macku, G. y Ames, J. M. (1986). Comparative Assessment of the Artifact Background on Thermal Desorption of Tenax CG and Tenax TA, *J. Chromatogram*. 335, 8-393

Mattoo, A. K. Y Modi, V.V. (1970). Partial Purification and Properties of Enzyme Inhibitors From Unripe Mangoes. *Enzymologia*. 39, 237-247

Medicott, A.P. Y Thompson, A.K. (1985). Analysis of Sugar and Organic Acids in Ripening Mango Fruits (*mangifera inca L. var Keitt*) by High Performance Liquid Chromatography. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 38, 561 – 566

Mc Murchie, J.; L. (1972). Cell was Degrading Enzymes and Softening of Senescent Strawberry Fruit. *Journal Food Senescent*. 41, 1392 – 1395.

Mukherjee, S. (2000). *The Mango Botany, Production and Uses*. CAB International. U.S.A.

Nar, L. F. (2007). Diagnostico Del Sistema Producto Mango. PROSERCO; Estado de Campeche. 1, 1-54.

NMX-FF-058-SCFI-2006, Productos Alimenticios no Industrializados para Consumo Humano-Fruta Fresca-Mango (*mangifera indica l.*)- Especificaciones, Diario Oficial de Federación, 7 de abril de 2006.

Lakshminarayana, S. (1980). Mango. In *Tropical and Subtropical Fruits: Composition, Properties and Uses*; S. Nagy, P.E. Shaw. Avi, Westport, Connecticut, USA.

Lamau, M. (2000). *Aplicación del Frio de los Alimentos*. Instituto del Frio de Madrid CSIC. Mundi Prensa, España.

Lizada, C. (1993). Mango in: *Biochemistry of Fruit Ripening* Seynour, J.G. Champan y May, Londres

Lizt, R. E. (2009). *The Mango: Botany, Production and Uses*. Mundi Prensa, Madrid.

Ornelas, I. Y Araiza, R. (2006). *El mango*. Trillas. México.

Pallard, N. (1985). Evolution of the capacity of Aldehyde Production by Crused Apple Tissue During an Extended Storage of Fruits. *the Shells Life of Foods and Beverages*. Caralambous, G. Elsevier, 369-378.

Pérez, G, (1993). Estudio Comparativo de los Perfiles Aromáticos de Manzana, Plátano y Fresa. *Revista Española De Ciencia y Tecnología de Los Alimentos*. 6, 77-665.

Pino, J. A. y Mesa J. (2006). Contribution of Volatile Compounds to Mango (*Mangifera indica* L.). *Aroma. Flavour and Fragrance Journal*. 207–213,

Pino, J A. and Queris, O. (2010). Analysis of Volatile Compounds of Mango Wine, *Food Chemistry*. 125, 1141–1146

Potty, V, (1969). Occurrence and Properties of Enzymes Associated with Mevalonic Acid Synthesis in the Orange. *J. Food Sci*, 34, 23-27.

Potty, V.H. y Brumer (1970). Formation of Isoprenoid Pyrophosphates from Mevalonate by Orange Enzymes. *Phytochemistry*, 9, 1229-1237.

Reineccius, G. (2006). Flavor Chemistry and Technology. Taylor & Francis Group, LLC. U.S.A.

Saby, K L. and Mohan, J. R. (1999). Characterization of Aroma Components of Sap from Different Indian Mango Varieties, *Phytochemistry*, 52. 891-894

Sandoval, I. S.; Hernandez, A. S. and Lopez, L. C. (2007) Volatiles of Mango var. Ataulfo Characterized by SPME and Capillary GC/MS Spectroscopy. *J. Mex. Chem. Soc.* 2007, 51, 145-147

Sancho J., E. (2002). Introducción al Análisis Sensorial de los alimentos. Alfaomega. México, D.F.

Salunkhe, D. and Desai B. (2000). Postharvest Biotechnology of Fruits. CRC Press. Florida, USA.

Reineccius, G. (2006). *Chemistry Flavor Technology*. Taylor & Francis. U.S.A.

Schreier, P. (1984). Biogenesis of Plant Aromas. Development in food flavors. Birch, G.G. y Lyndley, M.G. Elsevier Sci Publishing Co. Amsterdam, 89-106.

Teranishi, R. 1981. Flavour Research Advances. Marcel Dekker Inc. N.Y, U.A.S.

Tessl, R. y Drawert, F. (1973). Biogenesis of Banana Volatiles. *J. Agric Food Chem.* 25, 560-565.

Tressl, R. y Albercht, W. (1986). Biogenesis or Aroma Compounds Thorough Acyl Pathways. *Technische Universität Berlin.* 10, 114-133.

Villatorio, R. G. 2005 efectos de baja temperatura sobre aspectos fisiológico y bioquímicos relacionados con el daño por frio del mango. Tesis de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Estudios Superiores Cuatitlan. UNAM.

Winterhalter y Schreier, 1993. Biotechnology: Challenge for the Flavor Industry. In Flavor Science. Sensible Principles and Techniques. Acree, T.E. y Teranishi, R. American Chemical Society Professional. Washington, DC.

Ziegler, H. (2007). Flavourings: Production, Composition, Applications, Regulations. WILEY-VCH, Germany.

Zenk, M. (1977). Recent Work on Cinnamyl CoA Coenzyme A. Derivates Recent. Adv. Phytochem. 12, 139-176.

## ÁCIDO BUTIRICO

**Sinónimos:** N-butanoico; 1 -ácido butírico; N-ácido butírico; etílico del ácido acético; 1 -propano carboxílico; propilo de ácido fórmico

| CAS No.  | CoE No. | FL No. | EINECS No. | FEMA No. | JECFA No. | NAS No. |
|----------|---------|--------|------------|----------|-----------|---------|
| 107-92-6 | 5       | 08.005 | 203-532-3  | 2221     | 87        | 2221    |

### Situación reglamentaria:

**Co E:** Aprobado. Bev: 20 ppm; Alimentación: 100 ppm

**FDA (otros):** n / a

**JECFA: IDA:** Aceptable. No hay preocupación por la seguridad en los niveles actuales de ingestión cuando se usa como saborizante (1997).

**IOFI:** idénticos a los naturales

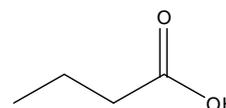
### Especificaciones: (JECFA, 1997)

|                            |  |                             |   |
|----------------------------|--|-----------------------------|---|
| <b>Formula</b>             | C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> | <b>Apariencia</b>           | líquido incoloro  |
| <b>Peso molecular</b>      | 88.12  |                             |   |
| <b>Peso específico</b>     | 0.952–1.399<br>(25°C)                        | <b>Índice de refracción</b> | 1.397–1.399 (20°C)  |
| <b>Punto de ebullición</b> | 164°C  | <b>Solubilidad</b>          | Miscible con alcohol, la mayoría de aceites fijos, propileno y agua |

### Usos reportados (ppm): (FEMA, 1994)

| Alimento            | USUAL  | MÁXIMO |
|---------------------|--------|--------|
| Imitación lácteos   | 100,50 | 183,10 |
| Productos cárnicos  | 6,85   | 6,85   |
| Bocadillos          | 24,00  | 48,00  |
| Condimentos, salsas | 125,00 | 200,00 |

### Estructura



**Descripción del aroma:** fuerte, productos lácteos como: queso, mantequilla con un matiz frutal. (Mosciano et al., 1994).

**- Fuerza del aroma:** alto

**Recomendación:** aroma en una solución de 1,00% o menos

**Umbral de Aroma:** Detección: 240 ppb a 4,8 ppm. En 1,00% en dipropilenglicol, fuerte queso acético fruta de mantequilla. (Luebke, et al., 1995).

**Descripción del sabor:** las características de sabor a 250 ppm: ácido, amargo, leche queso, crema, con un matiz frutal. (Mosciano, et al., 1994).

**Presencia natural:** Normalmente se produce en la mantequilla como glicérido. Se ha reportado en los aceites esenciales de citronella de Ceilán, el lúpulo, Pastinaca sativa, anís español y otros. Se ha identificado en la fresa aroma, arándano albaricoque, queso feta, Suiza, Camembert y romano), frambuesa, papaya, cordero café, cerveza, ron, whisky bourbon y la sidra. (Burdock et al., 2009; Arcander, 1969).

**Usos potenciales:** manzana, plátano, cebada, carne, asada de carne, cerveza, zarzamora, pan blanco, mantequilla, queso azul, queso cheddar, queso suizo, cereza, chocolate, cacao, sidra, citronela, café, grosella, eucalipto, pescado. (Burdock et al., 2009).

## LINELOL

**Sinónimos:** 3,7 -octa dimetil-1 ,6-dien-3-ol; 2,6 -octa dimetil-2 ,7-dien-6-ol; (+/-)- 3,7 -dimetil-1 ,6-octadien-3-ol; 3,7 -dimetil-1 ,6-octadien-3-ol; 2,6 -dimetil-2 ,7-octadieno-6-ol; (+/-)- 3,7 -dimetil-3-hidroxi-1 ,6-octadieno; ( $\pm$ ) -linalol; 3,7 -dimethylocta-1 ,6-dien-3-ol; 2,6 -dimethylocta-2 ,7-dien-6-ol; para-linalol; linalilo alcohol.

| CAS No. | CoE No. | FL No. | EINECS No. | FEMA No. | JECFA No. | NAS No. |
|---------|---------|--------|------------|----------|-----------|---------|
| 78-70-6 | 61      | 02.013 | 201-134-4  | 2635     | 356       | 2635    |

### Estado reglamentario:

**CoE:** Aprobado.

**FDA:** 21 CFR 182.60, 582.60

**FDA (otros):** n / a

**JECFA: IDA:** de 0 a 0,5 mg / kg de peso corporal. No hay problema de seguridad cuando se utiliza en los niveles actuales de ingestión cuando se usa como saborizante (1998).

**IOFI:** Natural

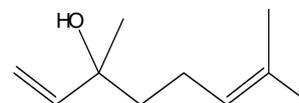
### Especificaciones (JECFA, 2008)

|                            |                       |                             |  |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------------|--|
| <b>Formula</b>             | C10H18O               | <b>Apariencia</b>           | líquido incoloro   |
| <b>Peso molecular</b>      | 154.25                |                             |  |
| <b>Peso específico</b>     | 0.858–0.867<br>(25°C) | <b>Índice de refracción</b> | 1.461–1.465 (20°C)   |
| <b>Punto de ebullición</b> | 198°C                 | <b>Solubilidad</b>          | Etanol, aceites fijos y propilenglicol, insoluble en glicerina y de agua |

### Usos reportados (ppm): (FEMA, 1994)

| Alimento            | USUAL | MÁXIMO |
|---------------------|-------|--------|
| Bebidas alcohólicas | 0.24  | 0.42   |
| Productos cárnicos  | 18,72 | 45,65  |
| Caramelos blandos   | 6,38  | 10,42  |
| Condimentos, salsas | 5,00  | 40,00  |

### Estructura



**Descripción del aroma:** Cítricos, naranja, flores, terpy, cera y la rosa. (Mosciano, et al., 1996) **Fuerza del aroma:** medio

**Umbral de Aroma:** Detección: de 4 a 10 ppb; en 100,00%. Cítricos floral dulce de bois aumentó madera verde de arándanos. (Luebke et al., W. et al.1983)

**Descripción del sabor** a las 10 ppm. Cítricos, naranja, limón, flores, cera, madera y aldehído. Sabor a 5 ppm: verde, manzana y pera con un aceite, cera nota, cítricos ligeramente. (Mosciano, G. et al., 1996; Burdock et al., 2009).

**Presencia natural** jazmín y Nectandra elaiophora. También se ha reportado en más de 280 productos, incluyendo manzana, cáscara de cítricos aceites y jugos, granos, uva, guayaba, el apio, los guisantes, mostaza papa, tomate, canela, clavo, canela, comino, jengibre, menta el ron, sidra, té, la aceituna, mango, frijol y arroz. (Burdock et al. 2009; Arcander, S. 1969).

**Usos potenciales** ciruela, nuez moscada, ciruela, mango, mandarina, melón, sandía, pera, mantequilla, pimienta negra, rosa de oriente, papaya. (Burdock et al., 2009; Arcander, S. 1969).

**ACETOIN**

**Sinónimos:** Acethoin; acetil metil carbinol; Acetilmethylcarbinol; 2 -butanol-3-ona; 2,3 – butanolone; cetol dimetil; helio ramo; 3 -hidroxi-2-butanona; 2 -hidroxi-3-butanona; gamma-hidroxi-beta-oxobutane; 3 -hydroxybutan-2-ona; 1 -hidroxietil metil cetona.

| CAS No.  | CoE No. | FL No. | EINECS No. | FEMA No. | JECFA No. | NAS No. |
|----------|---------|--------|------------|----------|-----------|---------|
| 513-86-0 | 749     | 07.051 | 208-174-1  | 2008     | 405       | 2008    |

**Situación reglamentaria:**

**CoE:** Aprobado. Bev: 5 ppm; Alimentación: 50 ppm

**FDA (otros):** n / a

**JECFA: IDA:** Aceptable. No hay preocupación por la seguridad en los niveles actuales de ingestión cuando se usa como saborizante (1998).

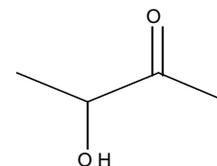
**IOFI:** Natural

**Especificaciones (FCC, 1996)**

|                            |  |                             |   |
|----------------------------|--|-----------------------------|---|
| <b>Formula</b>             | C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> | <b>Apariencia</b>           | Monómero: incoloro a amarillo pálido líquido;                                       |
| <b>Peso molecular</b>      | 88.11  |                             |   |
| <b>Peso específico</b>     | 1.005–1.019 (25.0°C)                         | <b>Índice de refracción</b> | 1.417–1.420 (20.0°C)  |
| <b>Punto de ebullición</b> | 148°C  | <b>Solubilidad</b>          | Miscible con agua, glicol de propileno y el alcohol, insoluble en vegetales aceites |

**Usos reportados: (FEMA, 1994)**

| Alimento          | USUAL  | MÁXIMO |
|-------------------|--------|--------|
| jugo de fruta     | 0,03   | 0,03   |
| Grasas, aceites   | 50,00  | 750,00 |
| productos lácteos | 0,012  | 0,03   |
| granos            | 200,00 | 400,00 |

**ESTRUCTURA**

**Descripción del aroma:** mantequilla, dulces, productos lácteos cremosos, al igual que con matices lácteos grasos. (Mosciano, et al., 1991). - **Fuerza del aroma:** de alto

**Recomendación:** olor en una solución de 1,00% o menos

**Umbral de Aroma:** las características de sabor a las 10 ppm: dulces, lácteos cremosos, y la mantequilla. (Burdock et al., 2009)

**Descripción del sabor:** a 100,00 ppm. Leche cremosa, dulce, mantequilla, aceite y leche. (Mosciano, et al. 1991)

**Presencia natural:** Reportado en manzana fresca, mantequilla, queso cheddar, café, cacao, miel, pan y vino. (Burdock et al., 2009)

**Usos potenciales:** manzana, plátano, pan blanco, mantequilla, caramelo, zanahoria, queso cheddar, pollo, chocolate, cacao, coco, café, maíz, crema, grosella, pescado, fruta, carne, leche, menta, naranja. (Burdock et al, 2009; Arcander, 1969).

**$\beta$ -Damascona**

**Sinónimos:** 2-buten-1-ona, 1 - (2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-il) -, 2-buten-1-ona, 1 - (2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-il) - (2E), 2-buten-1-ona, 1 - (2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-il) - (2Z) 1 - (2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-il)-2-buten-1-ona; Damasiona.

| CAS No.    | CoE No. | FL No.  | EINECS No. | FEMA No. | JECFA No. | NAS No. |
|------------|---------|---------|------------|----------|-----------|---------|
| 35044-68-9 | 2340    | 07.224a | 245-842-1  | 3243     | 384       | 3243    |

**Situación reglamentaria:**

**CoE:** Se utiliza de forma provisional. Bev: 1 ppm; Alimentación: 1 ppm

**FDA:** n / a

**FDA (otros):** n / a

**JECFA: IDA:** Aceptable. No hay preocupación por la seguridad en los niveles actuales de ingestión cuando se usa como saborizante (2002).

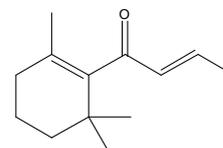
**IOFI:** idénticos a los naturales

**Especificaciones (JECFA, 2008)**

|                            |   |                             |  |
|----------------------------|---|-----------------------------|--|
| <b>Formula</b>             | C <sub>13</sub> H <sub>20</sub> O                           | <b>Apariencia</b>           | Líquido incoloro a amarillo pálido                         |
| <b>Peso molecular</b>      | 192.3   |                             |  |
| <b>Peso específico</b>     | <i>trans</i> -, 0.934 (20°C);<br><i>cis</i> -, 0.942 (20°C) | <b>Índice de refracción</b> | <i>trans</i> -, 1.4980 (20°C); <i>cis</i> -, 1.4957 (20°C) |
| <b>Punto de ebullición</b> | 67–70°C   | <b>Solubilidad</b>          | Soluble en 1 ml en 10 ml de etanol al 95%                  |

**Usos reportados (ppm): (FEMA, 1994)**

| Alimento               | USUAL | MÁXIMO |
|------------------------|-------|--------|
| Productos de panadería | 5,10  | 8,50   |
| Bebidas no alcohólicas | 2,10  | 4,50   |
| Lácteos congelados     | 2,10  | 4,50   |
| Caramelos blandos      | 2,10  | 4,50   |

**Estructura****Fuerza del aroma:** de alto

Recomendamos olor en una solución de 1,00% o menos

**Umbral de Aroma:** Detección: 8,6 a 41 ppb. En el 1,00% en dipropilenglicol. floral frutal de ciruelas pasas de tabaco negro se elevaba miel. (Luebke, et al., 1987; Burdock et al., 2009).

**Descripción del sabor:** las características de sabor a 30 ppm: verde, arbolado, de menta con un matiz floral a base de hierbas. (Burdock et al., 2009).

**Presencia natural:** En el aceite de tabaco, en fracciones volátiles de las hojas de corymbosus *Carphephorus paniculatus*. Informó en el arándano, la mantequilla, la leche, caviar, pollo de carne grasa, cocido y carne de cordero, grasa de cerdo curada, cerdo y carne de res, avellanas tostadas y el maní, las nueces, papas fritas, la soja, la hoja de cilantro y las semillas y los kiwis. (Burdock et al., 2009; Arcander, 1969).

**Usos potenciales:** Anís, manzana, manzano silvestre, manzana roja, albaricoque, queso, cereza, mango, mora, guayaba, arce, kiwi, arandano, grosella, higo, piña, pera, mermelda de ciruela, mandarina, vino blanco rosa, te, jasmín. (Burdock et al., 2009; Arcander, 1969).

**$\gamma$ -OCTALACTONE**

Sinónimos: 5 -butilo dihidro-2 (3H)-furanona; 5 -butilo tetrahidro-2-furanona; 4 -butil-4-hidroxi-butírico lactona; 4-N-butil-4-hidroxi-butírico lactona; 4 -butil-gamma-butirolactona; gamma-butil-gamma-butirolactona; gamma-N-butil-gamma-butirolactona; 5 -butyloxolan-2-ona; 4 -hidroxi-octanoico ácido gamma-lactona; 4 -hidroxi-octanoico lactona del ácido; octan-4-olide; octanoico ácido gamma-lactona; gamma-octanolactone; 4 -octanolide

| CAS No.  | CoE No. | FL No. | EINECS No. | FEMA No. | JECFA No. | NAS No. |
|----------|---------|--------|------------|----------|-----------|---------|
| 104-50-7 | 2274    | 10.022 | 203-208-1  | 2796     | 226       | 2796    |

**Situación reglamentaria:**

**CoE:** Aprobado. Bev: 1 ppm; Alimentación: 20 ppm

**FDA (otros):** n / a

**JECFA: IDA:** Aceptable. No hay preocupación por la seguridad en los niveles actuales de ingestión cuando se usa como saborizante (1997).

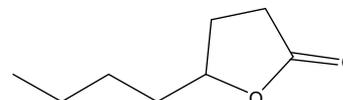
**IOFI:** Natural

**Especificaciones (JECFA, 2000)**

|                        |                    |                             |  |
|------------------------|--------------------|-----------------------------|--|
| <b>Formula</b>         | C8H14O2            | <b>Apariencia</b>           | Líquido incoloro a ligeramente amarillo            |
| <b>Peso molecular</b>  | 142.20             |                             |  |
| <b>Peso específico</b> | 0.970–0.980 (25°C) | <b>Índice de refracción</b> | 1.443–1.447 (20°C)                                 |
| Índice de acidez (max) | 8.0                | <b>Solubilidad</b>          | Soluble en alcohol, ligeramente soluble en de agua |

**Usos reportados (ppm): (FEMA, 1994)**

| Alimento               | USUAL | MÁXIMO |
|------------------------|-------|--------|
| Bebidas alcohólicas    | 0.10  | 1.00   |
| Gelatinas, pudines     | 5,33  | 21,39  |
| Productos de panadería | 9,40  | 20,29  |
| Lácteos congelados     | 9,27  | 20,87  |

**Estructura**

**Descripción del aroma:** Dulce y cremosa, de coco, leche, jabón, cumarina, frutales, melocotón y albaricoque. (Mosciano, et al., 1996) .- **Fuerza del aroma:** medio

**Recomendación:** aroma en una solución de 10.00% o menos

**Umbral de Aroma:** 7 ppb; a 10.00% en dipropilenglicol. Dulce de coco cremoso tonka cera lácteos grasos. (Luebke et al., 1998).

**Descripción del sabor:** a 10 ppm. Lactónicos, coco, crema, cumarina, con sabor a fruta, albaricoque y melocotón, en 1,0%: dulces, grasos, crema de coco. (Mosciano, et al., 1996).

**Presencia natural:** Reportado en albaricoque, melocotón, queso azul, mantequilla, pollo y carne de cerdo cocida, el regaliz, la leche, frambuesa y cebada. (Luebke et al., 1998).

**Usos potenciales:** albaricoque, mora, mantequilla, mantequilla, alcaravea, chocolate, cacao, crema, grasa, mango, leche, melocotón, frambuesa, cerveza no alcohólica, fresa, tropical, vainilla. (Burdock et al., 2009; Arcander, 1969).

## SULFURO DE METILO

**Sinónimos:** Dimetil monosulfuro, dimetil sulfuro, sulfuro de dimetilo, dimetil-éter tio, el metano, tiobis; Methanethiomethane; monosulfuro de metilo, sulfuro de metilo, sulfuro de metilo; 2 Thiapropano; Thiobismethano, 2-Thiopropano.

| CAS No. | CoE No. | FL No. | EINECS No. | FEMA No. | JECFA No. | NAS No. |
|---------|---------|--------|------------|----------|-----------|---------|
| 75-18-3 | 483     | 12.006 | 200-846-2  | 2746     | 452       | 2746    |

### Situación reglamentaria:

**Co E:** Aprobado. Bev: 1 ppm; Alimentación: 5 ppm

**FDA (otros):** n / a

**JECFA: IDA:** Aceptable. No hay preocupación por la seguridad en los niveles actuales de ingestión cuando se usa como saborizante (1995).

**IOFI:** Natural

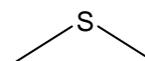
### Especificaciones (FCC, 1996)

|                            |                                 |                             |                                    |
|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| <b>Formula</b>             | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S | <b>Apariencia</b>           | Incolora a amarillo pálido líquido |
| <b>Peso molecular</b>      | 62.14                           |                             |                                    |
| <b>Peso específico</b>     | 0.842–0.847 (25°C)              | <b>Índice de refracción</b> | 1.431–1.441 (25°C)                 |
| <b>punto de ebullición</b> | 109°C                           | <b>Solubilidad</b>          | 1:01 en el 95% de alcohol          |

### Usos reportados (ppm): (FEMA, 1994)

| Alimento                       | USUAL | MÁXIMO |
|--------------------------------|-------|--------|
| Imitación de productos lácteos | 0,02  | 0,12   |
| Goma de mascar                 | 12,83 | 12,83  |
| Productos de panadería         | 4,34  | 5,68   |
| Salsas                         | 0.52  | 1.05   |

### Estructura



**Fuerza del aroma:** alto

**Recomendación:** Aroma en una solución de 0,10% o menos

**Umbral de Aroma:** Detección: 0,3 a 10 ppb, en 0,10% en propilenglicol. Sulfuroso cebolla vegetales de maíz dulce de col silvestre de tomate verde de rábano, en 0,50%. Matices de azufre, sulfuro de dimetilo, crema, tomate, pescado vieira, con sabor a fruta de bayas y vegetales. (Mosciano et al., 1998)

**Descripción del sabor:** en 1,00 ppm. Sulfuroso, tomate vegetal, el maíz y los espárragos con una cremosidad láctea y un ligero sabor a menta. (Mosciano et al., 1998)

**Presencia natural:** Reportado encuentran en el aceite de menta americana, el aceite de geranio de Argelia, las fracciones de menta, crema, naranja, de jugo de naranja y zumo de pomelo, grosellero negro, fresas, espárragos, coles, repollo, zanahoria, apio, cebolla, ajo, arvejas, papa, nabo, col, tomate, aceite de menta verde. (Burdock, 2009; Arcander, 1969).

**Usos potenciales:** cerveza, mantequilla, col, queso suizo, maíz, pescado, ajo, fruta, leche, cebolla, papa, tomate. (Burdock, 2009; Arcander, 1969).

**ACEITE ESENCIAL DE TREMENTINA**

**Sinónimos;** aguarrás, madera de trementina.

**Situación reglamentaria:**

**Co E:** n/a

**FDA (otros):** n / a

**JECFA: IDA:** 3.170 mg.

**IOFI:** Natural

**Especificaciones (FCC, 1996)**

|                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| Índice de refracción | 1.465-1.478(20°C)          |
| solubilidad          | Alcohol, insoluble en agua |
| Peso específico      | 0.860-0.875 ( 15°C)        |
| Punto de ebullición  | 150 a 160 °C               |

**Usos reportados (ppm):** (FEMA, 1994)

| <b>Alimento</b>               | <b>USUAL</b> | <b>MÁXIMO</b> |
|-------------------------------|--------------|---------------|
| <b>Bebidas alcohólicas</b>    | 4.00         | 13.50         |
| <b>Gelatinas, pudines</b>     | 4.98         | 9.96          |
| <b>Productos de panadería</b> | 15.32        | 20.58         |
| <b>Productos carnicos</b>     | 1.00         | 10.00         |

**Fuerza del aroma:** medio

**Recomendación:** aroma de una solución de 1.00% o menos. (Burdock et al., 2009).

**Umbral de Aroma:** en 10.00%. Dulce bálsamo leñoso. (Luebke et al., 1998).

**Usos potenciales:** abeto, herbario, pino, trementina. (Burdock et al., 2009; Arcander, 1969).

**ACIDO ACÉTICO**

**Sinónimos:** ácido acético glacial; ácido acético; INCI de ácido acético; metano carboxílico; ácido piroleñoso; vinagre ácido.

| CAS No. | CoE No. | FL No. | EINECS No. | FEMA No. | JECFA No. | NAS No. |
|---------|---------|--------|------------|----------|-----------|---------|
| 64-19-7 | 2       | 08.002 | 200-580-7  | 2006     | 81        | 2006    |

**Situación reglamentaria:**

**Co E:** Aprobado.

**FDA (otros):** aprobado para el uso de OTC ( 21 CRF 310.545); excipiente (CDER, 1996).

**JECFA: IDA:** aceptable. Pequeños residuos de ácido acético en los alimentos (que ha sido tratada con antimicrobianos soluciones de lavado) en el momento de su consumo no plantea **FEMA PADI:** 2.146 mg

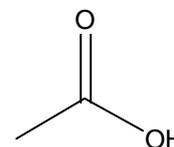
**IOFI:** Natural

**Especificaciones** (FCC, 1996)

|                            |        |                             |                                       |
|----------------------------|--------|-----------------------------|---------------------------------------|
| <b>Formula</b>             | C2H4o2 | <b>Apariencia</b>           | Liquido transparente e incolora       |
| <b>Peso molecular</b>      | 60.05  |                             |                                       |
| <b>Peso especifico</b>     | 1.049  | <b>Índice de refracción</b> | No inferior a 15.6°C                  |
| <b>punto de ebullición</b> | 118°C  | <b>Solubilidad</b>          | Miscible en agua, glicerina y alcohol |

**Usos reportados (ppm):** (FEMA, 1994)

| Alimento                       | USUAL  | MÁXIMO |
|--------------------------------|--------|--------|
| Imitación de productos lácteos | 0.14   | 0.14   |
| Goma de mascar                 | 135.60 | 135.60 |
| Productos de panadería         | 14.93  | 60.86  |
| Salsas                         | 0.17   | .017   |

**Estructura**

**Fuerza del aroma:** alto

**Recomendación:** Aroma en una solución de 0,10% o menos

**Umbral de Aroma:** a 10.00% en propilenglicol, fuerte vinagre picante, características de aroma en el 1.0%; ácido picante, vinagre de sidra, malta ligeramente con un matiz marron (Mosciano et al., 1998)

**Descripción del sabor:** las características de sabores a 15 ppm: amargo ácido fuerte y picante. (Mosciano et al., 1998)

**Presencia natural:** vinagre, bergamota, aceite animal, aceite de naranja, limón, diversos productos lácteos. (Burdock, 2009; Arcander, 1969).

**Usos potenciales:** agente tapon, fruta. Ajo, frambuesa. (Burdock et al., 2009; Arcander, 1969).

**HEXANOATO ALILICO**

**Sinónimos:** Alilo caproato; alilo capronato; hexanoato alílico; hexanoico éster 2-propenil; hexanoico éster alílico; 2 -propenil hexanoato; 2 -propenil N-hexanoato.

| CAS No.  | CoE No. | FL No. | EINECS No. | FEMA No. | JECFA No. | NAS No. |
|----------|---------|--------|------------|----------|-----------|---------|
| 123-68-2 | 2128    | 09.244 | 204-642-4  | 2032     | 3         | 2032    |

**Situación reglamentaria:**

**Co E:** se utiliza de forma provisional. Bev: 3 ppm; Alimentacion: 5 ppm.

**FDA (otros):** n/a

**JECFA: IDA:** 0-0.13 mg/Kg de peso corporal (1990). No hay preocupación por la seguridad (1996).

**FEMA PADI:** 10.749 mg

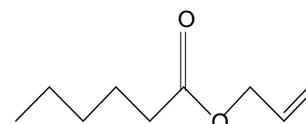
**IOFI:** Natural

**Especificaciones** (FCC, 1997)

|                            |   |                             |  |
|----------------------------|---|-----------------------------|--|
| <b>Formula</b>             | C <sub>9</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub> | <b>Apariencia</b>           | Incolora o de color amarillo claro y estable, liquido móvil. |
| <b>Peso molecular</b>      | 156.22  |                             |  |
| <b>Peso específico</b>     | 0.884-0.890 (25°C)                            | <b>Índice de refracción</b> | 1.422-1.426(20°C)  |
| <b>punto de ebullición</b> | 185°C   | <b>Solubilidad</b>          | Miscible en agua, glicerina y alcohol                        |

**Usos reportados (ppm):** (FEMA, 1994)

| Alimento            | USUAL | MÁXIMO |
|---------------------|-------|--------|
| Bebidas alcohólicas | 5.50  | 2.77   |
| Salsas              | 0.01  | 0.01   |
| Caramelos duros     | 18.63 | 53.79  |
| Productos cárnicos  | 0.16  | 0.29   |

**Estructura**

**Fuerza del aroma:** alto

**Recomendación:** Aroma en una solución de 0,10% o menos. (Mosciano et al., 1998).

**Umbral de Aroma:** a 10.00% en diplopilenglicol. Piña con sabor a fruta dulce tropical de coñac etérea. (Mosciano et al., 1998).

**Descripción del sabor:** a las 10.00% ppm. Dulce, piña fresca, jugosa y con sabor a fruta. (Mosciano et al., 1998).

**Presencia natural:** se informo en la papa al horno, champiñones y piña. (Burdock, 2009; Arcander, 1969).

**Usos potenciales:** almendra, almendra, manzana, amanzana roja, platano, baya, almendra. (Burdock et al., 2009; Arcander, 1969).

## UMBRAL DE OLOR DE LOS COMPUESTOS VOLÁTILES UTILIZADOS EN SABORES

| COMPUESTO   | Umbral de olor [ppb] |
|---|----------------------|
| Acetaldehyde; Ethanal; Acetinaldehyde;                  | 15-120               |
| Aceticacid; Ethanoicacid;                               | n/a                  |
| Acetoin; 3-Hydroxy-2-butanone;                          | 800,00               |
| Acetone; 2-Propanone; Propan-2-one; Dimethyl ketone;    | 500000,00            |
| Acetophenone; Methylphenylketone;                       | 65,00                |
| Acetylpyrazine; 2-Acetylpyrazine;                       | 62,00                |
| Acetylpyridine; 2-Acetylpyridine;                       | 19,00                |
| Acetylpyrrole; 2-Acetylpyrrole; Methyl pyrrolyl ketone; | 170000,00            |
| Acetylthiazole; 2-Acetylthiazole;                       | n/a                  |
| Allylsulfide; Diallylsulfide;                           | 32.5                 |
| Ambrox®; (+)-Ambroxisomer;                              | 40696,00             |
| Ambrox®; (-)-Ambroxisomer; Ambroxan;                    | 0.3                  |
| Ambrox®; DL-Ambroxisomer; Synambran;                    | 0.6                  |
| Amyl alcohol; 1-Pentanol; Pentyl alcohol;               | 4000,00              |
| Amylbutyrate; n-Pentylbutanoate; Amylbutanoate;         | 210,00               |
| Anisole; Methoxybenzene;                                | 50,00                |
| Benzaldehyde;   | 350-3500             |
| Benzenethiol; Thiophenol; Phenylmercaptan;              | 13500,00             |
| Benzothiazole;  | 80,00                |
| Benzyl alcohol;   | 10000,00             |
| Bornylacetate;  | 75,00                |
| Butanethiol; 1-Butanethiol;                             | 6,00                 |
| Butanone; 2-Butanone; Methyl ethyl ketone;              | 50000,00             |
| Butyl acetate; n-Butyl acetate;                         | 66,00                |
| Butyl alcohol; Butanol; 1-Butanol; n-Butanol;           | 500,00               |
| Butylbutyrate; Butylbutanoate;                          | 100,00               |
| Butylhexanoate; Butylcaproate;                          | 700,00               |
| Butyl isobutyrate; n-Butyl 2-methylpropanoate;          | 80,00                |
| Butyl methylbutyrate; n-Butyl 2-methylbutyrate;         | 17,00                |
| Butyl propionate; n-Butyl propanoate;                   | 25-200               |
| Butylamine; 1-Aminobutane;                              | 50000,00             |
| Butyraldehyde; Butanal; n-Butanal;                      | 9-37.3               |
| Butyric acid; n-Butanoic acid;                          | 240,00               |
| Carvone; data for (-)-carvone                           | 50,00                |
| Caryophyllene; beta-Caryophyllene;                      | 64,00                |
| Citral; Geranialisomer                                  | 32,00                |
| Citral; Neralisomer                                     | 30,00                |
| Citronellol; (+)-Citronellolisomer                      | 40,00                |
| Cresol; 2-Methylphenol; o-Cresol;                       | 650,00               |
| Cresol; 3-Methylphenol; m-Cresol;                       | 680,00               |

|  |                      |
|--|----------------------|
| Cresol; 4-methylphenol; p-Cresol;                          | 55,00                |
| Cyclocitral; beta-Cyclocitralisomer                        | 5,00                 |
| COMPUESTO  | OdourThreshold [ppb] |
| Damascenone; beta- Damascenone;                            | 0.002                |
| Damascone; alpha- Damascone;                               | 1.5-100              |
| Damascone; (+)-alpha-Damasconeisomer;                      | 100,00               |
| Damascone; (-)-alpha-Damasconeisomer;                      | 1.5                  |
| Decadienal; trans,trans-2,4-Decadienal;                    | 0.07                 |
| Decalactone; gamma-Decalactone; 4-Decanolide;              | 11,00                |
| Decalactone; delta-Decalactone; 5-Decanolide;              | 100,00               |
| Decanal; Aldehyde C-10; Decylaldehyde;                     | 0.1-2                |
| Decanoicacid; Capricacid;                                  | 10000,00             |
| Decenal; 2-Decenal; (E)-2-Decenal;                         | 0.3-0.4              |
| Diacetyl; 2,3-dioxobutane;                                 | 2.3-6.5              |
| Dimethoxyphenol; 2,6-Dimethoxyphenol; Syringol;            | 1850,00              |
| Dimethyldisulfide; Methylsulfide;                          | 0.16-12              |
| Dimethyltrisulfide; Methyltrisulfide;                      | 0.005-0.01           |
| 3,4-Dimethyl-1,2-cyclopentanedione;                        | 17-20                |
| 3,5-Dimethyl-1,2-cyclopentanedione;                        | 1000,00              |
| 2,5-Dimethyl-4-methoxy-3(2H)-furanone                      | 0.03                 |
| Dimethylpyrazine; 2,3-Dimethylpyrazine;                    | 2500-35000           |
| Dimethylpyrazine; 2,5-Dimethylpyrazine;                    | 800-1800             |
| Dimethylpyrazine; 2,6-Dimethylpyrazine;                    | 200-9000             |
| Dimethylthiazole; 4,5-Dimethylthiazole;                    | 450-500              |
| Dimethyltrithiolane; 3,5-Dimethyl-1,2,4-trithiolane,       | n/a                  |
| Dodecalactone; gamma-Dodecalactone; 4-Dodecanolide;        | 7,00                 |
| Dodecalactone; delta- Dodecalactone; 5-Dodecanolide;       |                      |
| Dodecanal; Lauricaldehyde; Aldehyde C-12; Dodecylaldehyde; | 2,00                 |
| Dodecanoicacid, Lauricacid;                                | 10000,00             |
| Ethoxymethylpyrazine; 2-Ethoxy-3-methylpyrazine;           | 0.8                  |
| Ethylacetate;  | 1132374,00           |
| Ethyl acetoacetate; Acetoacetic acid, ethyl ester;         | n/a                  |
| Ethylacrylate;   | 67,00                |
| Ethyl alcohol;   | 100000,00            |
| Ethylbenzoate;   | 60,00                |
| Ethylbutyrate; Ethylbutanoate;                             | 1,00                 |
| Ethylcinnamate;  | n/a                  |
| Ethylheptanoate;   | 2.2                  |
| Ethylhexanoate; Ethylcaproate;                             | 1,00                 |
| Ethylisobutyrate; Ethyl 2-methylpropanoate;                | 0.1                  |
| Ethyllactate;  | 14000,00             |
| Ethylmethylbutyrate; Ethyl 2-methylbutyrate;               | 0.1-0.3              |

|  |                      |
|--|----------------------|
| Ethyl 3-methylthiopropionate;                                  | 7,00                 |
| Ethylpalmitate; Ethylhexadecanoate; Ethylcetylate;             | >2000                |
| COMPUESTO  | OdourThreshold [ppb] |
| Ethylphenylacetate;  | 650,00               |
| Ethylpropionate; Ethylpropanoate;                              | 10,00                |
| Ethylvalerate; Ethylpentanoate;                                | 1.5-5                |
| Ethylvanillin; 3-Ethoxy-4-hydroxybenzaldehyde;<br>Ethavan;     | 100,00               |
| 2-Ethyl-3,5-dimethylpyrazine;                                  | 1,00                 |
| 2-Ethyl-3,6-dimethylpyrazine;                                  | 0.4-5.0              |
| Ethyl dimethylpyrazine; 3-Ethyl-2,6-dimethylpyrazine;          | 1,00                 |
| Ethylguaiaicol; 4-Ethylguaiaicol; 4-Ethyl-2-<br>methoxyphenol; | 50,00                |
| Ethylhexanol; 2-Ethyl-1-hexanol; 2-Ethylhexan-1-ol;            | 270000,00            |
| Ethylhydroxymethylfuranone; 2-Ethyl-4-hydroxy-5-<br>methyl-    | 43                   |
| 3(2H)furanone;   | 43                   |
| Ethylmethoxypyrazine; 2-Ethyl-3-methoxypyrazine;               | 0.4-0.425            |
| Ethylmethylpyrazine; 2-Ethyl-5-methylpyrazine;                 | 100,00               |
| Ethylmethylpyrazine; 3-Ethyl-2-methylpyrazine;                 | 130,00               |
| Ethylmethylpyridine; 5-Ethyl-2-methylpyridine;                 | 19000,00             |
| Ethylpyrazine; 2-Ethylpyrazine;                                | 6000-22000           |
| Eucalyptol; Cineole; 1,8-Cineole; 1,8-epoxy-p-<br>menthane;    | 12,00                |
| Eugenol; 4-Allyl-2-methoxyphenol;                              | 11110,00             |
| Eugenyl methyl ether; Methyl eugenol; Methyl<br>eugenol ether; | 820,00               |
| Farnesol;  | 20,00                |
| Formicacid;  | 450000,00            |
| Furfural;  | 3000-23000           |
| Furfuryl alcohol;  | n/a                  |
| Furfurylmercaptan;   | 0.005                |
| Furyl methyl ketone; 2-Furyl methyl ketone; 2-<br>Acetylfuran; | 10000,00             |
| Geraniol; trans-3,7- Dimethyl-2,7-octadien-ol;                 | 40-75                |
| Geranylacetate;  | 9,00                 |
| Geranyl acetone; 6,10-Dimethyl-5,9-undecadien-2-<br>one;       | 60,00                |
| Geranylisobutyrate; Geranyl 2-methylpropanoate;                | 13,00                |
| Geranylpropionate; Geranylpropanoate;                          | 10,00                |
| Glycerol; Glycerin;  | n/a                  |
| Glycine; Aminoaceticacid;                                      | n/a                  |
| Guaiaicol; o-Methoxyphenol; o-Hydroxyanisole,                  | 44256,00             |
| Heptalactone; gamma-Heptalactone; 4-heptanolide;               | 400,00               |
| Heptanal; Aldehyde C-7; Heptaldehyde;<br>Heptylaldehyde;       | 3,00                 |

|  |                      |
|--|----------------------|
| Heptanoicacid;   | 3000,00              |
| Heptanone; 2-Heptanone; Methyl amyl ketone;                      | 140-3000             |
| COMPUESTO  | OdourThreshold [ppb] |
| Heptenal, 4-Heptenal (cis and trans);                            | 0.8-10               |
| Heptenal; trans-2-Heptenal;                                      | 13,00                |
| Heptenal; (E)-4-Heptenal; trans-4-Heptenal;                      | 10,00                |
| Heptenal; (Z)-4-Heptenal; cis-4-Heptenal;                        | 0.8                  |
| Heptenone; 3-Hepten-2-one; (E)-3-Hepten-2-one                    | 56,00                |
| Heptyl alcohol; 1-Heptanol; n-Heptanol; Alcohol C-7;             | 3,00                 |
| Heptylisobutyrate; Heptyl 2-methylpropanoate;                    | 13,00                |
| Hexadienal; (E,E)-2,4-Hexadienal; trans,trans-2,4-Hexadienal;    | 22190,00             |
| Hexalactone; gamma-Hexalactone; 4-Hexanolide; Hexan-4-olide;     | 1600,00              |
| Hexanal; Aldehyde C-6; Caproicaldehyde;                          | 4.5-5                |
| Hexanoicacid; Caproicacid;                                       | 3000,00              |
| Hexanol; 1-Hexanol; Hexyl alcohol; Caproic alcohol; Alcohol C-6; | 2500,00              |
| Hexenal; 2-hexenal; Hex-2-enal; (E)-2-hexenal;                   | 17,00                |
| Hexenal; cis-3-Hexenal; (Z)-3-hexenal;                           | 0.25                 |
| Hexenol; 3-Hexen-1-ol; cis-3-Hexenol;(Z)-3-Hexenol;              | 70,00                |
| Hexylacetate;  | 2,00                 |
| Hexylbutyrate; Hexylbutanoate;                                   | 250,00               |
| Hexylisobutyrate; Hexyl 2-methylpropanoate;                      | 41426,00             |
| Hexylmethylbutanoate; Hexyl 2-methylbutanoate;                   | 22,00                |
| Hexylpropionate; Hexylpropanoate;                                | 8,00                 |
| Hydroxydecadienoic acid lactone; 6-Pentyl-alpha-pyrone,          | 150,00               |
| Indole;  | 140,00               |
| Ionone; alpha-Ionone;  | 7                    |
| Ionone; beta-Ionone;   | 0.007                |
| Isoamylacetate; 3-Methylbutyl acetate;                           | 2,00                 |
| Isoamyl alcohol, 3-Methyl-1-butanol; Isopentyl alcohol;          | 250-300              |
| Isobutylacetate;   | 66,00                |
| Isobutyl alcohol; 2-Methyl- 1 -propanol;                         | 7000,00              |
| Isobutylisobutyrate; 2-Methylpropyl 2-methylpropanoate;          | 30,00                |
| Isobutyrimethoxypyrazine; 2-Isobutyl-3-methoxypyrazine;          | 0.002-0.016          |
| Isobutylmethylpyrazine; 2-Isobutyl-3-methylpyrazine;             | 35-130               |
| Isobutylthiazole; 2-Isobutylthiazole;                            | 2-3.5                |
| Isobutyraldehyde; 2-Methylpropanal;                              | 0.1-2.3              |
| Isobutyricacid; 2-Methylpropanoic acid;                          | 8100,00              |
| Isovalericacid; 3-Methylbutanoic acid;                           | 120-700              |
| Jasminelactone; Dec-7-en-5-olide;                                | 2000,00              |

|  |                      |
|--|----------------------|
| Limonene; d-Limonene;  | 10,00                |
| Linalool;  | 6,00                 |
| COMPUESTO  | OdourThreshold [ppb] |
| Maltol; Veltol ; Corps praline;                                | 35000,00             |
| 5-Ethyl-3-hydroxy-4-methyl-2(5H)-furanone; Maple furanone;     | 0.00001              |
| Menthenethiol; 1-p-Menthene-8-thiol;                           | 0.0001               |
| Menthone; p-Menthan-3-one;                                     | 170,00               |
| 2-Methoxy-3-isopropylpyrazine;                                 | 0.002-10             |
| 2-Methoxy-5-isopropylpyrazine;                                 | 10,00                |
| Methoxymethylphenol; 2-Methoxy-4-methylphenol; Creosol;        | 90,00                |
| 2-Methoxy-3-sec-butylpyrazine;                                 | 0.001                |
| 2-,5 or 6-Methoxy-3-methylpyrazine;                            | 42064,00             |
| 2-Methoxy-3-methylpyrazine;                                    | 40727,00             |
| 5-Methoxy-2-methylpyrazine;                                    | 15,00                |
| Methoxypyrazine; 2-Methoxypyrazine;                            | 400-700              |
| Methoxyvinylphenol; 2-Methoxy-4-vinylphenol; 4-Vinylguaiaicol; | 3,00                 |
| Methylbutyrate; Methylbutanoate;                               | 60-76                |
| Methyl 2-furylmethyl disulfide;                                | 0.04                 |
| Methylheptanoate;  | 4,00                 |
| Methylhexanoate, Methylcaproate;                               | 70-84                |
| Methyl isobutyrate; Methyl 2-methyl propanoate;                | 7,00                 |
| Methylmercaptan;   | 0.02                 |
| Methylmethylbutyrate; Methyl 2-methylbutyrate;                 | 0.25                 |
| Methyl 3-methylthiopropionate;                                 | 180,00               |
| Methyloctanoate; Methylcaprylate;                              | 200,00               |
| Methyl 1-propenyl disulfide;                                   |                      |
| Methylsalicylate;  | 40,00                |
| Methyl sulfide; Dimethyl sulfide; Methylthiomethane;           | 0.3-1                |
| Methylvalerate; Methylpentanoate;                              | 20,00                |
| 4-Methylacetophenone; p-Methylacetophenone;                    | 0.027                |
| Methylbutylacetate, 2-Methylbutyl acetate;                     | 5,00                 |
| Methylbutyraldehyde; 2-Methylbutyraldehyde;                    | 1,00                 |
| Methylbutyraldehyde; 3-Methylbutyraldehyde; Isovaleraldehyde;  | 0.2-2                |
| Methylbutyricacid; 2-Methylbutyric acid;                       | n/a                  |
| Methylcyclopentenolone; Cyclotene; Ketonarome; Corylone; MCP;  | 300,00               |
| 2-Methyl-3-(furfurylthio)pyrazine                              | <1                   |
| 2-Methyl-5-(furfurylthio)pyrazine                              | <1                   |
| Methyl heptadienone; 6-Methyl-3,5-heptadien-2-one;             | 380,00               |
| Methylheptenol; 6-Methyl-5-hepten-2-ol;                        | 2000,00              |
| Methylheptenone; 6-Methyl-5-hepten-2-one;                      | 50,00                |

|   |                      |
|---|----------------------|
| 2-Methyl-4-propyl-1,3-oxathiane;                              | 40635,00             |
| (+)-cis-2-Methyl-4-propyl-1,3-oxathiane;                      | 2,00                 |
| COMPUESTO   | OdourThreshold [ppb] |
| (-)-cis-2-Methyl-4-propyl-1,3-oxathiane;                      | 4,00                 |
| Methylpyrazine, 2-Methylpyrazine;                             | 60-105000            |
| 4-Methyl-5-thiazoleethanol; Sulfurol;                         | 10800,00             |
| Methylthioacetaldehyde; 2-Methylthioacetaldehyde;             | 16,00                |
| Methylthiomethylpyrazine (mixture of isomers);                | 40634,00             |
| 2-Methylthio-3-methylpyrazine;                                | 40634,00             |
| 5-Methylthio-2-methylpyrazine;                                | 4,00                 |
| Methylthiophencarboxaldehyde; 2-Formyl-5-methylthiophene;     | n/a                  |
| Methylthiopropenal; 3-(Methylthio)-propenal; Methional;       | 0.2                  |
| Myrcene;  | 13-15                |
| Myristaldehyde; Tetradecanal; Aldehyde C-14 (Myristic);       | 0.015                |
| Myristicacid; Tetradecanoicacid;                              | 10000,00             |
| Nerol;  | 300,00               |
| Nonadienal; (E,Z)-2,6-Nonadienal; trans,cis-2,6-Nonadienal;   | 0.01                 |
| Nonadienal; (E,E)-2,4-Nonadienal; trans,trans-2,4-Nonadienal; | 0.09                 |
| Nonanal; Nonylaldehyde; Aldehyde C-9;                         | 1,00                 |
| Nonanoicacid;   | 3000,00              |
| Nonanol; 1 -Nonanol; Nonyl alcohol; Alcohol C-9;              | 50,00                |
| Nonanone; 2-Nonanone; Methyl heptyl ketone;                   | 5-200                |
| Nonenal; 2-Nonenal;   | 0.08-0.1             |
| Nonenal; cis-6-Nonenal;                                       | 0.02                 |
| Nootkatone; (+)-Nootkatone (the natural isomer)               | 0.8-1                |
| Nootkatone; (-)-Nootkatone (the unnatural isomer)             | 600,00               |
| Octalactone; delta-Octalactone; 5-Octanolide;                 | 400,00               |
| Octalactone; gamma-Octalactone; 4-octanolide,                 | 7,00                 |
| Octanal; Caprylicaldehyde; Aldehyde C-8;                      | 0.7                  |
| Octanoicacid; Caprylicacid;                                   | 3000,00              |
| Octanol; 1-Octanol; Octyl alcohol,- Alcohol C-8;              | 110-130              |
| Octanone; 2-Octanone;   | 50,00                |
| Octanone; 3-Octanone;   | 28,00                |
| Octenal; 2-Octenal;   | 3,00                 |
| Octenol; 1-Octen-3-ol;  | 1,00                 |
| Octenone; 1-Octen-3-one;                                      | 0.005                |
| Octylacetate;   | 12,00                |
| Octylisobutyrate; Octyl 2-methylpropanoate;                   | 6,00                 |
| Palmiticacid; Hexadecanoicacid;                               | 10000,00             |
| Pentadecalactone; omega-Pentadecalactone; 15-Pentadecanolide; | 40634,00             |

|   |                      |
|---|----------------------|
| Pentanone; 2-Pentanone;                                       | 70000,00             |
| COMPUESTO   | OdourThreshold [ppb] |
| Pental; 2-Pental;   | 1500,00              |
| Pentenol, 1-Penten-3-ol;                                      | 400,00               |
| Pentenone, 1-Penten-3-one; Ethyl vinyl ketone;                | 1-1.3                |
| Pentenone, 3-Penten-2-one;                                    | 1.5                  |
| Pentylfuran; 2-Pentylfuran;                                   | 6,00                 |
| Pentylpyridine; 2-Pentylpyridine,                             | 0.6                  |
| Phenethyl alcohol; 2-Phenethyl alcohol;                       | 750-1100             |
| Phenol;   | 5900,00              |
| Phenylacetaldehyde;   | 4,00                 |
| Phenylaceticacid;   | 10000,00             |
| Pinene; alpha-Pinene;   | 6,00                 |
| Pinene; beta-Pinene;  | 140,00               |
| Piperidine;   | 65000,00             |
| Piperonal; Heliotropine;                                      | n/a                  |
| Propanethiol; 1-Propanethiol; n-Propylmercaptan;              | 3.1                  |
| Propanol; 1-Propanol; Propyl alcohol;                         | 9000,00              |
| Propenyl propyl disulfide; Propyl propenyl disulfide;         | n/a                  |
| Propenylguaethol; 2-Ethoxy-5-propenylphenol;                  | 400,00               |
| Propionaldehyde; Propanal;                                    | 9.5-37               |
| Propionicacid; Propanoicacid;                                 | 20000,00             |
| Propylbutyrate; Propylbutanoate;                              | 18-124               |
| Propylpropionate; Propylpropanoate;                           | 57,00                |
| Pyrazinyl methyl sulfide; 2-(Methylthiomethyl)-pyrazine;      | 20,00                |
| Pyridine;   | 2000,00              |
| Pyrrole;  | 49600,00             |
| Pyrrolidine;  | 20200,00             |
| Quinoline;  | 700,00               |
| Raspberry Ketone; 4-(p-Hydroxyphenyl)-2-butanone; Oxanone,    | 100,00               |
| Rose oxide; 4-Methyl-2-(2-methylpropen-1-yl)-tetrahydropyran; | 0.5                  |
| Sinensal; alpha-Sinensal;                                     | 0.05                 |
| Sotolon; Caramel furanone;                                    | 0.001                |
| Stearicacid; Octadecanoicacid;                                | 20000,00             |
| Strawberry furanone; 4,5-Dimethyl-3-hydroxy-2(5H)-furanone;   | 0.04                 |
| Styrene; Vinylbenzene;  | 730,00               |
| Terpineol; alpha-Terpineol; p-Menth-l-en-8-ol;                | 330-350              |
| Terpinolene; p-Menth-1,4(8)-diene;                            | 200,00               |
| Tetramethylpyrazine, 2,3,5,6-Tetramethylpyrazine;             | 1000-10000           |
| Thiamine hydrochloride; (value for thiamine pure)             | n/a                  |
| Thymol, 5-Methyl-2-isopropylphenol;                           | n/a                  |

|   |                      |
|---|----------------------|
| Trimethylamine;                                     | 0.37-1.06            |
| COMPUESTO   | OdourThreshold [ppb] |
| 2,2,6-Trimethylcyclohexanone,                       | 100,00               |
| Trimethyloxazoline; 2,4,5-Trimethyl-3-oxazoline;    | 1000,00              |
| Trimethylpyrazine; 2,3,5-Trimethylpyrazine,         | 400-1800             |
| Trimethylthiazole; 2,4,5-Trimethylthiazole;         | 50,00                |
| Undecalactone; delta-Undecalactone; 5-Undecanolide; | 150,00               |
| Undecanal; Aldehyde C-11 (undecylic);               | 5,00                 |
| Undecanoicacid; Undecylicacid;                      | 10000,00             |
| Unclecanone; 2-Undecanone; Methyl nonyl ketone;     | 7,00                 |
| Valeraldehyde; Pentanal;                            | 15676,00             |
| Valericacid; Pentanoicacid;                         | 3000,00              |
| Vanillin, 4-Hydroxy-3-methoxybenzaldehyde;          | 20-200               |
| Vinylphenol; 4-Vinylphenol;                         | 10,00                |

---

**BOLETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL- PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO**

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_

Producto: néctar de mango con aplicación de un aroma idéntico al natural

Frente a usted hay una muestra de néctar de mango, la cual debe oler y probar, por favor marque con una X, el número que esta junto a la frase que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de probar.

| <b>Puntaje</b> | <b>Nivel de grado</b>      |
|----------------|----------------------------|
| 7              | Me gusta mucho             |
| 6              | Me gusta                   |
| 5              | Me gusta moderadamente     |
| 4              | No me gusta ni me disgusta |
| 3              | Me disgusta moderadamente  |
| 2              | Me disgusta                |
| 1              | Me disgusta mucho          |

**Comentarios**

---

---

---

---

**Gracias por su participación.**

## BOLETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL - PERFIL AROMÁTICO

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_

Producto: néctar de mango con aplicación de un aroma idéntico al natural

Frente a usted hay una muestra de néctar de mango, la cual debe oler y probar, por favor marque con una X, el número de la nota aromática presente donde 0 es la ausencia de la nota aromática y 10 una percepción muy fuerte de la nota aromática.

| Nota aromática | Intensidad de percepción |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|----------------|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|                | 0                        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Acido          |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Acuoso         |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Aldehído       |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Amargo         |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Astringente    |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Caramelo       |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Carnoso        |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Cremoso        |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| dulce          |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Ester          |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Fermentado     |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Fresco         |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| floral         |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Frutal         |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| jugoso         |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| lactónico      |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| maduro         |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| hueso          |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Sobre maduro   |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| verde          |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

COMENTARIOS:

---



---

MUCHAS GRACIAS!

## BOLETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL - PERFIL AROMÁTICO

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_

Producto: néctar de mango natural

Frente a usted hay una muestra de néctar de mango, la cual debe oler y probar, por favor marque con una X, el número de la nota aromática presente donde 0 es la ausencia de la nota aromática y 10 una percepción muy fuerte de la nota aromática.

| Nota aromática | Intensidad de percepción |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|----------------|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|                | 0                        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Acido          |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Acuoso         |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Aldehído       |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Amargo         |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Astringente    |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Caramelo       |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Carnoso        |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Cremoso        |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| dulce          |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Ester          |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Fermentado     |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Fresco         |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| floral         |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Frutal         |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| jugoso         |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| lactónico      |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| maduro         |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| hueso          |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Sobre maduro   |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| verde          |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

COMENTARIOS:

---



---

MUCHAS GRACIAS!