



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Farmacia y Bioquímica

Unidad de Posgrado

**Composición química del aceite esencial de *Luma  
Chequen* (Molina) A. Gray “arrayán”, actividad *in  
vitro* sobre biopelículas de *Staphylococcus aureus* y  
formulación de un desinfectante**

**TESIS**

Para optar el Grado Académico de Doctor en Farmacia y  
Bioquímica

**AUTOR**

Julio Luis DÍAZ URIBE

**ASESOR**

Dra. María Elena SALAZAR SALVATIERRA

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Díaz J. Composición química del aceite esencial de *Luma Chequen* (Molina) A. Gray “arrayán”, actividad *in vitro* sobre biopelículas de *Staphylococcus aureus* y formulación de un desinfectante [Tesis de doctorado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Unidad de Posgrado; 2023.

---

## Metadatos complementarios

<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Julio Luis Díaz Uribe
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07247790
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-9374-8231">https://orcid.org/0000-0002-9374-8231</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	María Elena Salazar Salvatierra
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	08675623
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-5661-4752">https://orcid.org/0000-0002-5661-4752</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	Eduardo Flores Juárez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07276730
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	Edgard Robert Tapia Manrique
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09440524
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	Cesar Augusto Canales Martínez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06269670
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	B.2.1.1. Plantas medicinales con potencial farmacéutico y productos naturales terapéuticos: (estudios fitoquímicos, estudios toxicológicos, estudios farmacológicos, procesos para su industrialización)

Grupo de investigación	Biofilms bacterianos en el Perú - BIOBACT
Agencia de financiamiento	Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Vicerrectorado de Investigación y Posgrado. Programa de Promoción de Tesis de posgrado para docentes de la UNMSM 2019. Código A19040086
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Facultad de Farmacia y Bioquímica. Laboratorio de Microbiología. País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Calle: Jr. Puno N°1002 Latitud: -12.05572 Longitud: -77.02324
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2019 - 2023
URL de disciplinas OCDE	Biología celular, Microbiología <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.01</a> Ciencias de las plantas, Botánica <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.10">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.10</a>



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
Universidad del Perú. Decana de América  
**Facultad de Farmacia y Bioquímica**  
**Unidad de Posgrado**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR**  
**AL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

Siendo las **12:00 hrs. del 31 de agosto de 2023** se reunieron en la Sala de Sesiones del Decanato de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el Jurado de tesis, presidido por el: Dr. Eduardo Flores Juárez e integrado por los siguientes miembros: Dra. María Elena Salazar Salvatierra (asesora), Dr. Edgar Robert Tapia Manrique y el Dr. Cesar Augusto Canales Martínez para la sustentación oral y pública de la tesis intitulada: **"COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE LUMA CHEQUEN (MOLINA) A. GRAY "ARRAYÁN", ACTIVIDAD IN VITRO SOBRE BIOPÉLICULAS DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS Y FORMULACIÓN DE UN DESINFECTANTE"**, presentado por el Magíster en Ciencia de los Alimentos **Julio Luis Díaz Uribe**.

Acto seguido se procedió a la exposición de la tesis, con el fin de optar al Grado Académico de **Doctor en Farmacia y Bioquímica**. Formuladas las preguntas, éstas fueron absueltas por el graduando.

A continuación el Jurado de la tesis procedió a la calificación, la que dio como resultado el siguiente calificativo:

Dieciocho (18) - Muy bueno

Luego, el Presidente del Jurado recomienda que la Facultad proponga que se le otorgue al Magíster en Ciencia de los Alimentos **Julio Luis Díaz Uribe**, el Grado Académico de **Doctor en Farmacia y Bioquímica**.

Siendo las **13:30** hrs. se levanta la sesión.

Se extiende el acta en Lima, a las **13:40** hrs. del 31 de agosto de 2023

Dr. Eduardo Flores Juárez (P. P. T.C.)  
Presidente

Dra. María Elena Salazar Salvatierra (P.P. T. C.)  
Miembro - Asesora

Dr. Edgar Robert Tapia Manrique (P. Asoc. T.C.)  
Miembro

Dr. Cesar Augusto Canales Martínez (P. P., T.C.)  
Miembro

**Observaciones:**

.....  
.....



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

Universidad del Perú. Decana de América

**Vicerrectorado de Investigación y Posgrado**



### CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Dra. María Elena Salazar Salvatierra en mi condición de asesora acreditado con la Dictamen N°079-FFB-UPG-2019 de la tesis, cuyo título es: **Composición química del aceite esencial de Luma chequen (Molina) A. Gray "arrayán", actividad *in vitro* sobre biopelículas de *Staphylococcus aureus* y formulación de un desinfectante**, presentado por el Magíster **Julio Luis Díaz Uribe** para optar el Grado Académico de Doctor en Farmacia y Bioquímica CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 18% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.

Firma de la Asesora

DNI: 08675623

Nombres y apellidos del asesor:

Dra. María Elena Salazar Salvatierra



## **DEDICATORIA**

**A mi familia: Julia, Cristián y Luis**

**A mi madre: Julia**

**A la memoria de mi padre: Julio Germán**

**A mi tío Luis (Lucho) que partió en la época de pandemia del covid-19**



## **AGRADECIMIENTO**

**A mi asesora, amiga, colega y compañera de estudios desde el inicio de los estudios de pregrado: Dra. María Elena Salazar Salvatierra.**

**A los miembros del jurado: Dr. Eduardo Flores Juárez; Dr. César Canales Martínez, Dr. Edgar Tapia Manrique y Dra. María Elena Salazar Salvatierra por su valioso tiempo disponible para la revisión y sugerencias realizadas para el presente trabajo.**

**A la Facultad de Farmacia y Bioquímica de mi alma mater la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.**

**A todas mis amistades que apoyaron de una u otra manera y me dieron palabras de aliento para conseguir este objetivo**

**Al Vicerrectorado de Investigación y Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por el financiamiento a través del programa de promoción de tesis de posgrado para docentes de la UNMSM 2019. Código A19040086**

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE DE TABLAS E INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO V DISCUSIÓN.....</b>	<b>34</b>
<b>CAPÍTULO VI CONCLUSIONES.....</b>	<b>38</b>
<b>CAPÍTULO VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>38</b>
<b>CAPÍTULO VIII ANEXOS.....</b>	<b>44</b>

## RESUMEN

**Objetivos:** El objetivo general fue evaluar la actividad antibacteriana frente a biopelículas de *Staphylococcus aureus* del aceite esencial (AE) de *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán” y formular un desinfectante. **Métodos:** Se realizó la extracción del AE con arrastre de vapor de agua, luego se identificaron los componentes mediante cromatografía de gases-espectrometría de masas (CG/EM), se evaluó la actividad antibacteriana y antibiopelículas mediante microdilución en placas y se evaluó la actividad del desinfectante formulado mediante método de la AOAC. **Resultados:** Se identificaron 121 componentes en el AE de las hojas de *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán” los más abundantes fueron:  $\alpha$ -pineno (24,85%), eucaliptol (21,46%) y linalol (17,34%), la CMI del AE fue 4,35 mcg/mL frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, la Concentración Mínima de Erradicación de biopelículas (CMEB) del AE frente a las biopelículas de *Staphylococcus aureus* ATCC 33591 fue 0,54 mcg/mL. Se prepararon 4 desinfectantes en base al AE a las concentraciones de 1,5 %, 2,0 %, 2,5 % y 3,0 % v/v, de los cuales, ninguna de dichas concentraciones presentó actividad frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 6538. **Conclusiones:** El AE de las hojas de “arrayán” tuvo buena actividad antibacteriana y antibiopelícula frente al *Staphylococcus aureus*, pero los desinfectantes elaborados a base del AE a concentraciones entre 1,5 – 3,0 % no tuvieron actividad frente a la misma bacteria.

Palabras claves: Biopelículas, AE, Desinfectante, *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán”.

## ABSTRACT

**Objectives:** The general objective was to evaluate the antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* biofilms of the essential oil (AE) of *Luma chequen* (Molina) A. Gray "arrayán" and formulate a disinfectant. **Methods:** Extraction of the essential oil was carried out with drag of water vapor, then the components were identified by means of gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS), the antibacterial and antibiofilm activity was evaluated by means of microdilution in plates and the activity of the formulated disinfectant was evaluated by the AOAC method. **Results:** 121 components were identified in the AE of the leaves of *Luma chequen* (Molina) A. Gray "arrayán" the most abundant were:  $\alpha$ -pinene (24.85%), eucalyptol (21.46%) and linalool (17.34%), the MIC of EO was 4.35 mcg/mL against *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, the Minimum Biofilm Eradication Concentration (MEBC) of EO against *Staphylococcus aureus* ATCC 33591 biofilms was 0.54 mcg/ mL 4 disinfectants were prepared based on EO at concentrations of 1.5%, 2.0%, 2.5% and 3.0% v/v, of which none of these concentrations presented activity against *Staphylococcus aureus* ATCC 6538. **Conclusions:** The EO from the "arrayán" leaves had good antibacterial and antibiofilm activity against *Staphylococcus aureus*, but the manufactured disinfectants made from EO at concentrations between 1.5 - 3.0% they did not have activity against the same bacterium.

Keywords: Biofilms, Essential oil, Disinfectant, *Luma chequen* (Molina) A. Gray "arrayán".

## RESUMO

**Objetivos:** O objetivo geral foi avaliar a atividade antibacteriana contra biofilmes de *Staphylococcus aureus* do óleo essencial (AE) de *Luma chequen* (Molina) A. Gray "arrayán" e formular um desinfetante. **Métodos:** A extração do óleo essencial foi realizada com steam stripping, em seguida os componentes foram identificados por meio de cromatografia gasosa-espectrometria de massas (GC/MS), a atividade antibacteriana e antibiofilme foi avaliada por meio de microdiluição em placas e a atividade do desinfetante formulado pelo método AOAC. **Resultados:** foram identificados 121 componentes no AE das folhas de *Luma chequen* (Molina) A. grey "arrayán" os mais abundantes foram:  $\alpha$ -pineno (24,85%), eucaliptol (21,46%) e linalol (17,34%) , a MIC de OE foi de 4,35 mcg/mL contra *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, a Concentração Mínima de Erradicação de Biofilme (MEBC) de OE contra biofilmes de *Staphylococcus aureus* ATCC 33591 foi de 0,54 mcg/mL 4 desinfetantes foram preparados à base de OE em concentrações de 1,5%, 2,0%, 2,5% e 3,0% v/v, sendo que nenhuma dessas concentrações apresentou atividade contra *Staphylococcus aureus* ATCC 6538. **Conclusões:** O OE das folhas de "arrayán" apresentou boa atividade antibacteriana e antibiofilme contra *Staphylococcus aureus*, mas o desinfetantes fez de EO em concentrações entre 1,5 - 3,0% não tinham atividade contra a mesma bactéria.

Palavras-chave: Biofilmes, Óleo essencial, Desinfetante, *Luma chequen* (Molina) A. grey "arrayán".

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 Composición de los desinfectantes.....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 2 Características físico químicas del AE.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 3 Composición química del AE .....</b>	<b>27</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1 Proceso de biosíntesis de biopelículas bacterianas.....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 2 Inmersión de cilindros en el cultivo de <i>S.aureus</i>.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 3 Secado de los cilindros .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 4 Diluciones del desinfectante con los cilindros.....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 5 CMI .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 6 Concentración en mcg/mL .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 7 Concentración mínima de erradicación del AE.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 8 Desinfectantes .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 9 <i>S.aureus</i> frente al desinfectante.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 10 <i>S.aureus</i> frente al clorox .....</b>	<b>33</b>

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La seguridad de las industrias alimentaria y farmacéutica, así como en los ambientes naturales y clínicos, se encuentra actualmente amenazada, por un problema asociado a microorganismos que se adhieren a diversas superficies, como las de trabajo, las mesas de salas quirúrgicas, etc. y esto pone en riesgo la salud del personal que labora, así como la de los consumidores. Estos microorganismos forman comunidades organizadas que se adhieren a superficies inertes o vivas mediante exopolisacáridos (EPS) pero además pueden intervenir otros factores de virulencia como adhesinas, pilis, cápsula, etc. Esta comunidad microbiana formada por una o diferentes especies se conoce como “biofilm” o biopelícula, y el EPS la rodea protegiéndola de las condiciones ambientales adversas asegurando su supervivencia y desarrollo <sup>(1)</sup>.

*Staphylococcus aureus* es uno de los patógenos más importantes del ser humano debido a que causa considerable morbi-mortalidad. Posee diversos factores de virulencia, incluida la formación de biopelículas. Esta bacteria puede encontrarse como residente temporal de las fosas nasales, por ello, se encuentra colonizando la piel de un número importante de personas sanas, las que se convierten en portadores de este patógeno y lo transportan a las diversas superficies, principalmente cuando no hay una buena higiene <sup>(2)</sup>.

La principal consecuencia de la presencia de biopelículas en las superficies de hospitales (camas, instrumentación, etc.) e industria (mesas de trabajo, utensilios, etc.) es la falta de seguridad del producto. Un brote o alerta alimentaria, por ejemplo, obliga el retiro y destrucción de uno o más lotes involucrados y detiene la producción hasta que se confirme que la instalación y el equipo están bajo control, lo que generalmente impacta en una pérdida financiera significativa para la empresa <sup>(1)</sup>. Por otro lado, las biopelículas pueden llevar a la exposición a microorganismos patógenos, teniendo como consecuencia el desarrollo de enfermedades. Los síntomas clínicos más frecuentes son fiebre, vómitos y diarrea, pudiendo complicarse hasta causar la muerte. La gravedad de la enfermedad dependerá del patógeno involucrado y de la salud o estado inmunológico de la persona que consume el alimento o medicamento.

La industria farmacéutica y alimentaria utilizan desinfectantes para asegurar la reducción o eliminación de contaminantes orgánicos como microorganismos que puedan estar presentes en las líneas de producción, equipos, personal o el medio ambiente. Aunque los fabricantes garantizan su eficacia, están más referidos a las bacterias en estado plactónico que cuando forman biopelículas, por lo que además de ser necesario probarlos en el entorno farmacéutico y alimentario en el que se utilizan, también se hace necesario la búsqueda de nuevas alternativas a los ya existentes.

El Perú lidera el mundo en cuanto a la biodiversidad, ocupando el tercer lugar, algunos científicos lo clasifican entre los primeros porque tiene extraordinaria riqueza biológica, las que constituyen fuente natural de moléculas bioactivas. Adicionalmente, la diversidad vegetal, alcanza aproximadamente 50 000 especies identificadas, mientras que hay 12 000 especies en todo el continente europeo <sup>(3)</sup>. Por lo que se tienen muchas razones para potenciar el uso sostenible de nuestros recursos naturales, científica y tecnológicamente validados.

También, es importante conocer más sobre plantas medicinales como nuevas alternativas antibacterianas y debido a la escasez de investigaciones científicas del AE de *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán” en el área temática, se fortalece el valor del trabajo propuesto. De esta manera, la presente investigación pretendió brindar un producto alternativo para el control de microorganismos patógenos como es el caso de *Staphylococcus aureus*, de tal manera que se contribuya a disminuir los factores de riesgo para la adquisición de enfermedades por mala manipulación o falta de higiene.

Por lo mencionado, como objetivo general se planteó: Evaluar la actividad antibacteriana frente a biopelículas de *Staphylococcus aureus* del AE de *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán” y formular un desinfectante.

Entre los objetivos específicos se plantean:

- 1.-Determinar la composición química del AE de “arrayán”.
- 2.-Determinar la concentración mínima inhibitoria del AE de “arrayán” frente a *Staphylococcus aureus* .
- 3.-Determinar la actividad *in vitro* del AE de “arrayán” sobre biopelículas de *Staphylococcus aureus* .
- 4.-Formular un desinfectante en base al AE de “arrayán” a diferentes concentraciones.



5.-Determinar la actividad del desinfectante, en base al AE de “arrayán” frente a *Staphylococcus aureus* formador de biopelículas.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Ortega A. <sup>(4)</sup>, en el 2018, realizó un estudio para determinar el efecto antimicrobiano de los aceites esenciales de orégano y tomillo frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 12600, logrando comprobar su poder inhibitorio, concluyendo que las concentraciones con mayor efecto inhibitorio fueron las de 100% para el AE de orégano (32,5 mm) y AE de tomillo (33 mm).

Gil L. <sup>(5)</sup> en el 2018 realizó un trabajo de revisión, comprobando la vasta actividad antibacteriana que tienen los aceites esenciales frente a bacterias patógenas del ser humano como *E. coli*, *P. mirabilis*, *S. Typhi*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* y *L. monocytogenes* entre otras. Estos aceites con actividad antimicrobiana se pueden extraer de diferentes partes de la planta por diferentes métodos siendo uno el más utilizado la destilación con vapor.

Espinosa E. <sup>(6)</sup> en el 2019 evaluó las actividades antibacteriana y antibiopelículas de diversas plantas medicinales pertenecientes a la flora del Ecuador. Para ello, obtuvo por maceración, los extractos etanólicos de 3 plantas medicinales: *Ilex guayusa* (hojas), *Uncaria tomentosa* (corteza) y *Urtica dioica* (hojas). Evaluó su actividad mediante difusión en pozo frente a *S. aureus* obteniendo zonas de inhibición de 7, 9 y 7 mm, respectivamente. La actividad antibiopelícula frente a la misma bacteria, se realizó mediante tinción con cristal violeta 1%, hallando que 2 de las 3 plantas en estudio inhibieron más del 50% de la formación de la biopelícula, en concentraciones de 5; 2,5 y 1,25 mg/mL.

Espinel A. <sup>(7)</sup>, en el 2020, realizó una investigación que tuvo como objetivo evaluar el efecto de la actividad antibacteriana del AE del limón frente a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Los resultados revelaron que *Citrus aurantifolia* presentó mejor actividad para *S. aureus*, mientras que *Citrus lantifolia* la tuvo para *E. coli*.

Zárate M. <sup>(8)</sup>, en el 2021, demostró el efecto antibacteriano *in vitro* de los aceites esenciales de eucalipto (*Eucalyptus radiata*), menta (*Mentha piperita*), orégano (*Origanum vulgare*) y tomillo (*Thymus vulgaris*) en las cepas bacterianas *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*., encontrando que el AE de orégano tuvo mayor efecto antimicrobiano contra las cepas bacterianas *A. actinomycetemcomitans* y *P. gingivalis*, mientras que las bacterias *P. aeruginosa* y *S. aureus* mostraron mayor sensibilidad al AE de tomillo. Los aceites esenciales de menta y eucalipto mostraron menor efecto antibacteriano frente a *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis* y *S. aureus*, pero no mostraron efecto inhibitorio en el crecimiento de *P. aeruginosa*. según los resultados concluyó que el uso de aceites esenciales representaba una alternativa para el control de infecciones periodontales.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales:**

Flores J. <sup>(9)</sup>, en el 2014 realizó una investigación que tuvo como objetivo determinar la actividad antibacteriana del AE de *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán” en concentraciones de 10, 50 y 100% frente a *Streptococcus mutans*, para ello utilizó el método de disco difusión en agar, obteniendo que las concentraciones del 10, 50 y 100% presentaron zonas de inhibición promedio de 6,28; 7,88 y 8,66 mm respectivamente, concluyendo que las tres concentraciones, presentaban actividad antibacteriana frente a dicha bacteria.

De la Rosa T. y Pacheco J. <sup>(10)</sup>, en el 2015, elaboraron un jabón líquido a partir del extracto glicólico de las hojas de *Luma chequen* (Molina) A. Gray con acción antibacteriana. Para ello elaboraron el jabón líquido determinando la preformulación y la fórmula final, concluyendo que el jabón obtenido cumplía con los requisitos de los controles físico-químicos, microbiológicos especificados en la Farmacopea, presentando: aspecto líquido viscoso, color verde esmeralda, olor característico, pH 7.2, viscosidad de 3 560 cps, y densidad 1,025 g/mL, también reunía todos los requisitos de control biológico especificados en las Normas Técnicas Mexicanas. Finalmente se demostró que el jabón

líquido del extracto glicólico de *Luma chequen* (Molina) A. Gray, no producía irritación dérmica.

Ruiz C. *et al*<sup>(11)</sup>, en el 2015 investigaron la composición química de los aceites esenciales de diez plantas aromáticas peruanas, incluido el de *Luma chequen* y determinaron como sus principales componentes el D-limoneno y eucaliptol en los porcentajes de 49,71 y 13,79 %, respectivamente.

Moina V.<sup>(12)</sup>, en el 2015, determinó la actividad antibacteriana *in vitro* de colutorios elaborados con AEs de *Luma chequen* (Feuilleé ex Molina) A. Gray “arrayán” y *Minthostachys spicata* (Benth). Epling “yuraq muña” frente a *Streptococcus mutans* ATCC 25175, formuló y elaboró un colutorio a base del AE del “arrayán” concluyendo que tuvo una mejor actividad antibacteriana frente a *Streptococcus mutans* comparado con colutorios comerciales.

Torres J. *et al*<sup>(13)</sup>, en el 2017 determinó la actividad antimicrobiana de extractos orgánicos de *Luma chequen* “arrayán” frente a patógenos bacterianos y fúngicos aislados de hemocultivos y cepas controles. La evaluación de la actividad de los extractos se realizó mediante el método modificado de difusión en pozo, y halló mayor actividad antimicrobiana en el extracto etanólico. En cuanto a la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) del mismo extracto, los resultados más importantes fueron frente a *S.aureus*, *S. epidermidis* y *K.pneumoniae* con una CMI de 3,125 mg/mL y frente a *C.tropicalis* y *C. parapsilosis* presentó la CMI de 1,56 mg/mL. En el análisis fitoquímico encontró la presencia de compuestos fenólicos, taninos, flavonoides, triterpenos, esteroides, alcaloides y leucoantocianidinas. Finalmente concluyó que *Luma chequen* “arrayán” presentó actividad antimicrobiana de amplio espectro.

Llerena L. y Yucra J.<sup>(14)</sup>, en el 2017 evaluaron el AE de “arrayán”, para determinar sus características físico químicas como solubilidad, densidad relativa e índice de refracción; composición química, realizado por GC-MS; y la actividad antimicrobiana mediante el método *in vitro* de microdilución, donde se determinó la concentración mínima inhibitoria (CMI), concentración mínima bactericida (CMB) y la concentración mínima fungicida (CMF) de diversos microorganismos. Se pudo evidenciar la actividad antimicrobiana del

AE frente a *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *S. epidermidis* y *C. albicans*. Las CMI fueron 80 y 20 mcL/mL, para *E.coli* y *P. aeruginosa*, respectivamente y todas las demás bacterias tuvieron 5 mcL/mL.

Torres E. <sup>(15)</sup>, en el 2017, evaluó el efecto hipoglicemiante, hipolipemiante y antiaterogénico del extracto etanólico de las hojas de *Luma chequen* (Molina.) A. Gray “rayan castilla” en ratas dislipidémicas. Identificó metabolitos secundarios, evaluó la toxicidad aguda y demostró que el extracto tenía los efectos estudiados.

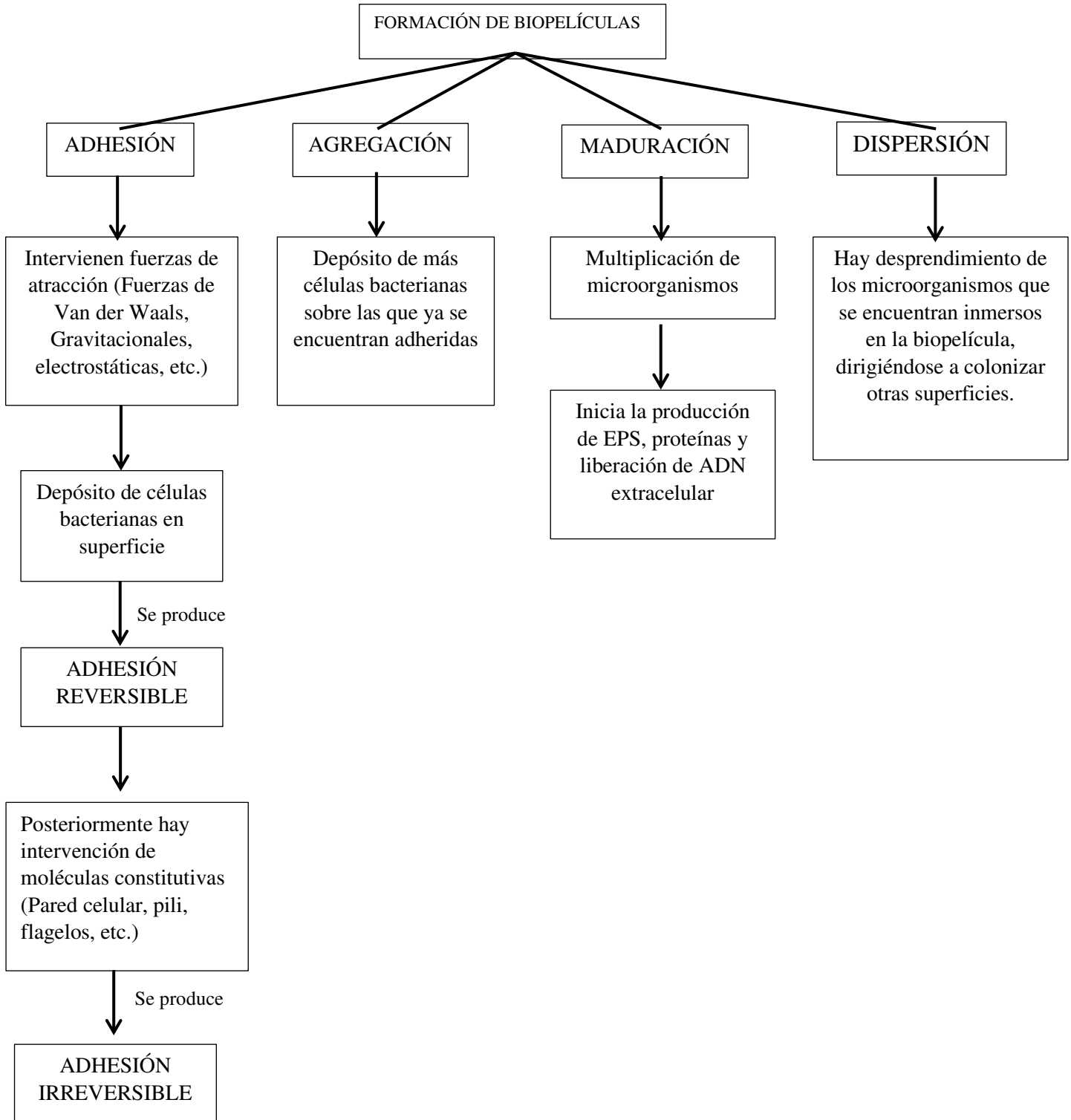
Alvarado P.*et al* <sup>(16)</sup>, en el 2021, examinaron los efectos ansiolíticos del AE de *Luma chequen*., realizaron la extracción del AE por destilación por arrastre de vapor y y la composición química fue investigada por cromatografía de gases con detección de ionización de llama (GC-FID) y cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS). Además, se realizó un ensayo aleatorizado, doble ciego, controlado con placebo con 48 participantes, los que se dividieron en dos grupos que consistían en un grupo de control (GC) tratado con placebo y el grupo experimental (GE) fue tratado con aromaterapia a base de AE *Luma chequen*, concluyeron que la aromaterapia a base de AE de *Luma chequen* fue moderadamente eficaz para mejorar la ansiedad.

## **2.2 Aspectos teóricos**

### **2.2.1 Biopelículas o Biofilms**

Las biopelículas son comunidades de microorganismos de una misma especie o multiespecies que crecen en agregados y se rodean de una matriz extracelular de producción propia, la cual está compuesta por proteínas, ácido desoxirribonucleico (ADN) extracelular y exopolisacáridos (EPS). Debido al aumento de la investigación científica en las últimas décadas, han cobrado gran relevancia, principalmente en el campo médico, ya que se vinculan al desarrollo de infecciones crónicas, como otitis media, osteomielitis e infecciones de heridas, etc., y a las infecciones asociadas al uso de dispositivos médicos, incluidos catéteres endovenosos centrales, prótesis articulares, sondas urinarias, etc. <sup>(18)</sup>.

**Biosíntesis de biopelículas:** Se da siguiendo los pasos indicados en el flujograma a continuación <sup>(17)</sup>:



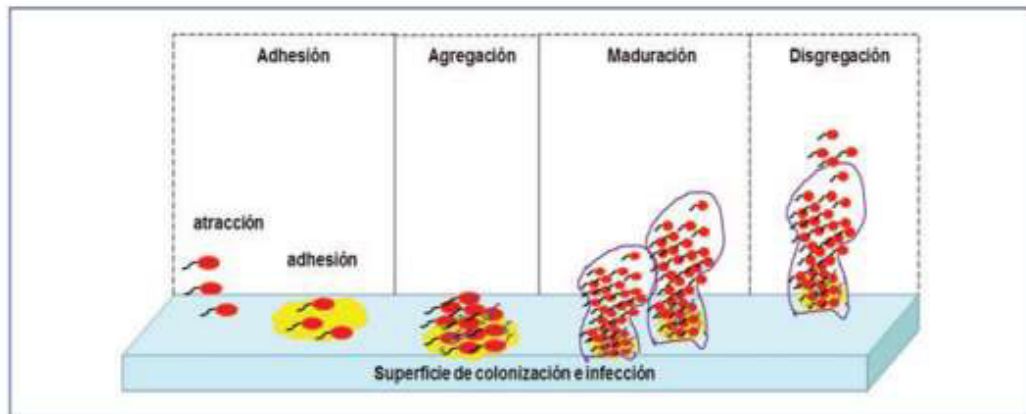


Figura 1: Proceso de biosíntesis de biopelículas bacterianas

Fuente: Ortega y Hernández <sup>(17)</sup>

**Patogenia:** La patogenia de los biofilms es conocida principalmente por su capacidad de producir infecciones crónicas persistentes y de difícil erradicación. Esto se debe a que los microorganismos que crecen dentro de las biopelículas aumentan su tolerancia a diversas moléculas con actividad antimicrobiana (antibióticos y antisépticos), desarrollando mecanismos de resistencia a los antibióticos. Además, el EPS de la matriz extracelular ayuda a evadir las respuestas inmunitarias del hospedero <sup>(17)</sup>.

Se ha observado que las bacterias que viven en biopelículas son más resistentes a los antibióticos que las bacterias de vida libre; su resistencia se debe principalmente al metabolismo menos activo de las subpoblaciones microbianas que las componen y, por lo tanto, a la resistencia a los medicamentos dirigidos a los microorganismos de crecimiento rápido es menos sensible. Asimismo, otros estudios han informado que esta resistencia puede deberse a la adquisición de genes novedosos de otros microorganismos embebidos en biopelículas que confieren multiresistencia a los tratamientos convencionales <sup>(18)</sup>.

### 2.2.2 *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* es uno de los más importantes patógenos que tiene una variedad de mecanismos de virulencia <sup>(36)</sup>, codificados por diversos genes que se expresan a través de todo su ciclo de vida. Esta bacteria es difícil de tratar por su capacidad de colonizar e

invadir las células huésped, lo cual es probablemente debido a su patogenia, en la que presentan mecanismos de resistencia como la formación de biopelículas, que producen una matriz extracelular compuesta principalmente por proteínas, polisacáridos y ácidos nucleicos. La formación de esta matriz causa que la interacción de los antibióticos frente a las bacterias no se produce de forma adecuada lo que genera fallas en los tratamientos <sup>(19)</sup>.

Forma parte de la microbiota del ser humano encontrándose principalmente en la piel, en la zona nasofaríngea, pliegues inguinales y axilas. Sin embargo, puede causar infecciones en piel y tejidos blandos, invasión a dispositivos médicos y también ha sido importante en las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) <sup>(19)</sup>.

En la industria alimentaria, los desinfectantes utilizados eliminan eficientemente a *S. aureus* cuando no ha formado biopelículas, las cuales son favorecidas por la inadecuada limpieza y presencia de materia orgánica, sin embargo, una vez formadas éstas, los desinfectantes no tienen una acción eficiente <sup>(20)</sup>.

Desde el punto de vista estructural *S. aureus* comparte las características de los gérmenes Gram positivos y es coagulasa positivo, lo que lo diferencia de las otras especies <sup>(21)</sup>.

### **2.2.3 Desinfectante**

Es un agente químico utilizado en el proceso de desinfección de objetos, superficies y ambientes <sup>(22)</sup> que elimina la mayoría de los microorganismos patógenos, pero no necesariamente todas las formas microbianas esporuladas en objetos y superficies inanimados <sup>(23)</sup>, aunque los reducen a un nivel que no dañará la salud o la calidad de los artículos perecederos. Los desinfectantes se aplican a objetos y materiales inanimados, como instrumentos y superficies, para tratar y prevenir infecciones <sup>(24)</sup>.

A nivel de los hospitales, las superficies se tratan con desinfectantes, algunas bacterias pueden sobrevivir y causar problemas importantes en la salud pública. De hecho, muchos informes destacan la supervivencia de los microorganismos frente a la limpieza y desinfección, debido al descubrimiento de que las bacterias que se encuentran como biopelículas, a menudo muestran resistencia a este tratamiento. Esto se debe a diferentes razones, tales como la organización estructural de las biopelículas que impiden la



penetración de desinfectantes, la generación de mutantes en las bacterias con menor susceptibilidad a los desinfectantes o factores que afectan la actividad desinfectante tales como concentración, tiempo de contacto, pH, temperatura y presencia de materia orgánica (24).

En la industria farmacéutica, la implementación de un programa de limpieza y desinfección adecuado tiene como meta el control de microorganismos los cuales afectan la calidad del producto desde el punto de vista microbiológico. El objetivo de estos programas es eliminar o reducir carga microbiana presente en equipos, superficies y ambientes donde se realizan diferentes procesos de formulación y llenado. La eliminación o reducción de la carga microbiana es determinada por la naturaleza de las superficies en contacto con el producto que se procesa y la eliminación de residuos de materias primas incrustantes por acción mecánica o que se adhiere a superficies y equipos. Para lograr una buena limpieza y desinfección de las instalaciones es necesario conocer las posibles formas de contaminación, el uso de desinfectantes y sus propiedades (25).

Entre las características a tener en cuenta a la hora de evaluar un desinfectante se tienen: actividad antibacteriana de amplio espectro, solubilidad, estabilidad, homogeneidad, baja toxicidad, no irritante para los ojos ni la piel, capacidad desodorante, capacidad de lavado, facilidad de uso, suficiente estabilidad en presencia de residuos orgánicos, si se requiere donde hay agua dura, no debe ser corrosivo ni decolorar la superficie donde se usará y actuar en poco tiempo (25).

#### **2.2.4 Aceites esenciales**

Los aceites esenciales son compuestos del metabolismo de las plantas, la mayoría de ellos son volátiles y son los responsables del aroma de la planta. Dependiendo de la especie, se estima que un AE puede contener entre 50 y 300 compuestos pertenecientes a los hidrocarburos terpénicos, alcoholes, aldehídos, cetonas, éteres, ésteres, compuestos fenólicos, fenilpropanoides, etc. Las propiedades químicas exactas de los aceites esenciales varían según la región de cultivo y las condiciones ambientales. Los aceites esenciales juegan un papel ecológico como atrayentes de polinizadores y dispersores de frutos y semillas, también actúan como repelentes de insectos y forman parte de las

defensas fitoquímicas. Son de importancia comercial en las industrias alimenticia, farmacéutica, de sabores/fragancias, cosmética y de tocador<sup>(7)</sup>.

### **Extracción de los aceites esenciales**

Los aceites esenciales se pueden extraer de diferentes formas, considerando que lo importante es mantener su bioactividad. Hay diversos métodos, siendo los más efectivos el secado por congelación, evaporación rotatoria, destilación con vapor de agua, hidrólisis y cromatografía GC<sup>(26)</sup>. El método empleado en el presente estudio fue la destilación con vapor de agua.

### **Destilación con vapor de agua**

También conocido como "arrastre con vapor", es el método más empleado para obtener AEs, cuya extracción implica la generación de vapor de agua, que se dirige a la muestra vegetal, para luego pasa por un condensador o refrigerante, recogiendo el agua en un recipiente junto con el AE. Finalmente se separa el AE extraído del agua por sedimentación. El fundamento de este método es que tanto el agua como los aceites esenciales ejercen su propia presión de vapor (como si los demás ingredientes no estuvieran presentes). La mezcla hierve cuando la presión de vapor combinada es igual a la presión ambiental; además, este fenómeno ocurre a temperaturas cercanas a los 100 °C, lo que permite que los componentes volátiles con puntos de ebullición de hasta 300 °C se evaporen a temperaturas cercanas a la del agua<sup>(10)</sup>.

**Composición química:** Según la ruta sintética, los AEs se pueden dividir en dos categorías: compuestos hidrocarbonados y compuestos oxigenados.

**Compuestos hidrocarbonados:** también se les conoce como terpenoides, por lo que incluye a los terpenos (monoterpenos, sesquiterpenos y diterpenos) y sus derivados oxigenados, los que estructuralmente constituyen unidades de isopreno (2-metil-1,3-butadieno).

**Compuestos oxigenados:** también conocidos como fenilpropanos. Este grupo incluye alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos, fenoles, lactonas, ésteres y óxidos<sup>(10)</sup>.

Uno de los métodos para investigar la composición química es la cromatografía de gases.

**Cromatografía de gases (GC):** es una técnica analítica moderna de separación física con alta especificidad y selectividad, donde la muestra se evapora y se introduce arriba de la columna cromatográfica. La distribución se realiza por el flujo monofásico de la fase móvil que es un gas inactivo que no interactúa con los analitos; solo son transportados por la columna. Los componentes se dividirán en la fase estacionaria y fase móvil. Se han propuesto varios métodos para separar elementos de mezclas complejas. La sustancia se añade al medio o fase móvil que puede ser gas, líquido u otro, luego es inyectado en la fase estacionaria que es una columna sólida del cromatógrafo de gases <sup>(27)</sup>.

## **2.2.5 *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán”**

### **2.2.5.1 Clasificación taxonómica (Anexo 4)**

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Subclase: Rosidae.

Orden: Myrtales.

Familia: Myrtaceae.

Género: *Luma*.

Especie: *Luma chequen* (Molina) A. Gray.

Nombre vulgar: “arrayán”.

### **2.2.5.2 Distribución geográfica**

Es endémica de los bosques de los andes centrales que se encuentran entre Perú, Bolivia y Chile. Se desarrolla entre los 2500-4000 m.s.n.m. En el Perú, se distribuye en la sierra central en las provincias de Ancash, Pasco, Lima, Junín, Ayacucho y Cusco, extendiéndose hacia el sur. Su hábitat son los ríos y suelos húmedos <sup>(28)</sup>.

### **2.2.5.3 Descripción botánica**

Es un arbusto con una altura de 6 m y diámetro de unos 5 m, con ramas y hojas exuberantes, ramas de color marrón grisáceo, ramas empinadas y un leve aroma único. Hojas simples opuestas, cruzadas opuestas, elípticas, enteras, brillantes, glabras, fragantes. Sus flores son blancas, distribuidas en posición axilar, solitarias, hermafroditas, multi y cuadripétalas, bisexuales, formadas por un cáliz persistente con cuatro sépalos cortos y cuatro pétalos glabros, muchos de ellos muy largos. Los estambres blancos rodean un rojo pistilo con ovario epigina con placenta axilar. El fruto es una baya con pocas semillas y pocos endospermas <sup>(28)</sup>.

### **2.2.5.4 Propiedades medicinales**

Se utilizan para tratar la tos, los trastornos digestivos y las infecciones posparto (hojas y tallos). En diversos estudios etnobotánicos se mencionan sus propiedades antirreumáticas, antidiarreicas, antisépticas, astringentes, hemostáticas, vasoconstrictoras, antiinflamatorias y analgésicas. Además, tiene actividad fungistática frente a *Candida albicans*, efecto hipoglucemiante significativo, tiene efecto hipolipemiante, reduce los valores de LDL y VLDL y tiene efecto antiteratogénico. Las hojas se utilizan para preparar una infusión para aliviar los síntomas de la flatulencia. También se utiliza para conservar tejidos post-mortem, y en Ayacucho se usan las hojas para dar sabor y olor a los alimentos, y como especia para dar sabor a los embutidos <sup>(28)</sup>.

### **2.2.5.5 Aspectos fitoquímicos**

Se destaca la presencia de diversos metabolitos secundarios como compuestos fenólicos, derivados de flavonoles (hiperósido, isotrifolina, quercetina, rutina, miricetina e isorhamentina), ácidos fenólicos (ácido 3-O-feruloil-D-quínico, ácido neoclorogénico y clorogenato) y antocianinas (delfinidina, cianidol, petunidina, peonidina y malvidina) y taninos o sus monómeros <sup>(28)</sup>.

### 2.2.6 Marco conceptual o glosario

**Flavonoles:** Son un tipo de flavonoides, que son un grupo de fitoquímicos presentes en los pigmentos de las plantas y que son conocidos por sus efectos beneficiosos para la salud <sup>(29)</sup>.

**Fase móvil:** En cromatografía de gases son conocidos como gases portadores cuya única función es la de transportar el analito a través de la fase estacionaria, deben ser químicamente inertes y no reaccionar ni con los analitos a determinar ni con la fase estacionaria de la columna. Generalmente se utiliza el helio, el nitrógeno y el hidrógeno. La elección del gas portador queda determinada no sólo por el tipo de detector a utilizar sino por la eficiencia de la separación, así como por su velocidad <sup>(30)</sup>.

**Fase estacionaria:** Puede ser un adsorbente sólido, y entonces se denomina cromatografía de gas-sólido (GSC), o bien un líquido adsorbido sobre un soporte inerte, y se denomina cromatografía de gas-líquido (GLC, o simplemente GC) <sup>(31)</sup>.

**Multirresistencia:** Término utilizado para microorganismos que presentan mayores niveles de resistencia a diversas generaciones de antibióticos y que ponen en riesgo la salud de la población <sup>(32)</sup>.

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo y nivel de investigación

El presente estudio es de tipo analítico, cuantitativo y su diseño es experimental, explicativo.

### 3.2. Unidad de análisis

Se considera como unidad de análisis al AE de *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán”.

### 3.3. Microorganismos de estudio

*Staphylococcus aureus* ATCC 25923 para el estudio de la actividad antimicrobiana.,  
*Staphylococcus aureus* ATCC 33591 para el estudio de la actividad antibiopelícula  
y *S.aureus* ATCC 6538 para la evaluación del desinfectante.

### 3.4. Muestra

AE extraído a partir de 10 kg de las hojas de *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán”.

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se realizó la extracción del AE con arrastre de vapor de agua, luego se identificaron los componentes mediante CG/EM, se evaluó la actividad antibacteriana y antibiopelículas mediante métodos colorimétricos, y se evaluó la actividad del desinfectante formulado mediante método de la AOAC <sup>(33)</sup>.

#### 3.5.1. Recolección la muestra

Se recolectaron 10 Kg de las hojas de la planta, en la provincia de La Mar en el departamento de Ayacucho en diciembre del 2019, a 2 261 m.s.n.m y latitud -13,0128 (anexos 1 y 2).

### **3.5.2. Extracción del AE**

Las hojas frescas fueron tratadas en un sistema de hidrodestilación (HD) con arrastre de vapor de agua a presión y temperatura controlada por dos horas. El destilado del AE fue recibido en una probeta florentino. La deshidratación se realizó utilizando sulfato de sodio anhidro grado reactivo (Merck), luego se filtró y conseró del aceite en un frasco de vidrio de color ámbar a temperatura de 4°C (anexo 3).

#### **3.5.2.1. Análisis preliminar del AE**

Se realizó en análisis organoléptico del AE según lo recomendado por Dixit S. <sup>(34)</sup> determinando además la densidad relativa mediante el método del picnómetro.

### **3.5.3. Determinación de los componentes químicos del AE**

La composición química del AE se determinó por cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (CG/EM), lo que fue realizado en el laboratorio Labicer de la Universidad Nacional de Ingeniería -UNI- (tabla 3 y anexos 5,6 y 7).

#### **Equipos utilizados**

Cromatógrafo de gases. Shimadzu, GC-2010 Plus.

Automuestreador: Shimadzu, AOC-6000.

Detector de espectrometría de masas: Shimadzu, GCMS-QP210 Ultra.

Columna GC: Restek RTX-5MS, 30 m x 0,25 mm ID x 0,25 mcm df. Serial 1346249

#### **Reactivos y materiales**

Helio UHP (5.0),  $\geq 99.999\%$ , adquirido de Linde Gas Perú

Sulfato de sodio anhidro P.A.,  $\geq 99,0 \%$ , adquirido de Merck Peruana

Filtros de jeringa de Nylon de 25 mm de diámetro x 0,45 mcm adquirido de Restek.

#### **Tratamiento de muestra**

Se recibió una muestra de AE. La muestra se secó con sulfato de sodio anhidro y se filtró usando un filtro de jeringa de 0,45 mcm.

**Análisis por Inyección Headspace – HS** (Componentes más Volátiles) se tomaron 200 mL de la muestra filtrada y se colocaron en el vial de HS de 10 mL, el cual se colocó inmediatamente en el automuestreador del GCMS para su lectura.

#### **3.5.4. Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) frente a *Staphylococcus aureus***

El método aplicado para el estudio de la actividad frente a *S. aureus* fue mediante la determinación de la CMI con microdilución colorimétrica, según el CLSI <sup>(34)</sup> modificada por Liu et al <sup>(35)</sup>. Para ello el AE se diluyó en caldo Muller Hinton (CMH) (Merck) hasta una concentración de 160 mcL/mL empleando como agente tensioactivo tween 80 (Merck). Luego a partir de esta concentración inicial se hicieron diluciones sucesivas desde 160 a 0,3125 mcL/mL.

Para preparar la suspensión bacteriana, se tomaron colonias a partir de un crecimiento de 24 h a 37°C en agar tripticasa de soya (Merck) y se diluyó en solución salina estéril hasta obtener una turbidez equivalente al tubo 0,5 de la escala de McFarland ( $1,5 \times 10^8$  UFC/mL)

Las microplacas estériles de poliestireno constan de 96 pozos con fondo en “U”. La distribución en la microplaca, fue como sigue iniciando desde la izquierda a derecha: en la primera columna se tuvo el control de esterilidad (CE), que incluyó 200 mcL del medio estéril, desde la columna 2 hasta la 11 se tuvieron 100 mcL de las diluciones sucesivas del AE más 100 mcL del inóculo más resazurina y, en la columna 12 se tuvo el control de crecimiento (CC) conformado por 100 mcL de inóculo más resazurina y 100 mcL de CMH. Todo se realizó por triplicado. El control utilizado fue la ciprofloxacina con diluciones de 128-0,25 mcg/mL .

Para la interpretación de los resultados se consideraron los cambios de color de púrpura-azul hacia rosado o incoloro, asumiendo como valor de la CMI la menor concentración del AE en la que no hubo variabilidad detectada mediante el uso de la resazurina.

#### **3.5.5. Actividad del AE frente a biopelículas de *S. aureus* ATCC 6538**

Se emplearon las diluciones sucesivas del AE en microplaca con 96 pozos con fondo plano, para determinar la CMBE <sup>(37)</sup>. Para ello, se obtuvo la suspensión bacteriana de *S. aureus* ATCC 6538 de 24 h a 37 °C, luego se realizó la dilución 1:100 con caldo tripticasa de soya (TSB) (Merck) estéril. Luego se adicionaron a los pozos (columnas 2 a 11) 100 mcL de la dilución del inóculo recién preparado y se llevó a incubación a 37 °C por 24 h. El control de esterilidad (CE) fue TSB estéril y el control de crecimiento (CC) fue la



dilución del inóculo. Al término de la incubación, se retiraron los contenidos de los pozos de la microplaca, y se incorporaron volúmenes equivalentes de las diluciones del AE, y se volvió a incubar a 37 °C por 24 h. Luego se lavó tres veces con buffer fosfato salino (PBS), se dejó secar la microplaca a 37 °C y se adicionó a cada pozo 100 mcL de CMH conteniendo el indicador resazurina. Se incubó la microplaca a 37 °C por aproximadamente una hora y se observó el cambio de coloración, cuya interpretación fue similar al CMI. La prueba se realizó por triplicado.

### 3.5.6. Formulación del desinfectante

Se realizó las siguientes formulaciones:

Tabla 1. Composición de los desinfectantes

INSUMOS	CONCENTRACIÓN DEL AE (% v/v)			
	1.5	2	2.5	3
Metilparabeno	0.07	0.07	0.07	0.07
Propilparabeno	0.02	0.02	0.02	0.02
Propilenglicol	5	5	5	5
Tween 80	4	4	4	4
AE	1.5	2	2.5	3
Agua desionizada	c.s.p 20 mL	c.s.p 20 mL	c.s.p 20 mL	c.s.p 20 mL

Para la elaboración del desinfectante se preparó el área de trabajo para evitar algún tipo de contaminación. Asimismo, todos los materiales de vidrio fueron esterilizados previamente. Los insumos fueron adquiridos de proveedores certificados y el agua desionizada fue esterilizada antes de su uso.

### 3.5.7. Evaluación de la actividad del desinfectante frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 6538

Esterilización de los cilindros. Se trabajó siguiendo el método oficial 955.15 para evaluar desinfectantes frente a *Staphylococcus aureus* recomendado por la AOAC <sup>(33)</sup>. Para ello, se emplearon cilindros de acero inoxidable de medidas 8±1 mm de diámetro externo, 6±1 mm de diámetro interno y largo de 10 ±1 mm. La preparación de los cilindros fue

sumergiendo en NaOH 1N por 12 h, luego lavar varias veces con agua, y luego al agua del último lavado se le agregan 2-3 gotas de fenolftaleína 1%; si es alcalino se continúa con los lavados. Luego, se colocan en tubos se cubre con agua destilada y se lleva a esterilización por 20 minutos a 121 °C, luego se puede almacenar hasta su uso.

Preparación del cultivo de *Staphylococcus aureus*. Se siembra en 10 mL de caldo tripticasa de soya (TSB), se dejó incubar 36 ±1 °C por 24±2 h, después, este cultivo se agregó a 10 mL de TSB estéril, y se incubó 48-54 h a 36±1 °C. Se llevó luego a vortex por 3 - 4 s, dejando reposar por 10 minutos a temperatura ambiente. La porción superior luego fue transferida a un beaker estéril, y con ayuda de un asa estéril se transfirieron los cilindros al beaker, tratando de que se mantenga la proporción de 1 mL por cada cilindro que se coloque. El cultivo cubrió totalmente los cilindros.



Figura 2. Inmersión de los cilindros en el cultivo de *S. aureus* ATCC 6538

Preparación de los cilindros. Después de 15±2 minutos de contacto, asépticamente se retiró el inóculo con una pipeta, luego se retiraron los cilindros con el asa estéril, dejando que se escurra el exceso de cultivo. Los cilindros se colocaron en una placa petri estéril que contenía papel whatman N° 2 y se dejó secar en la incubadora a 36±1 °C por 40±2 minutos.

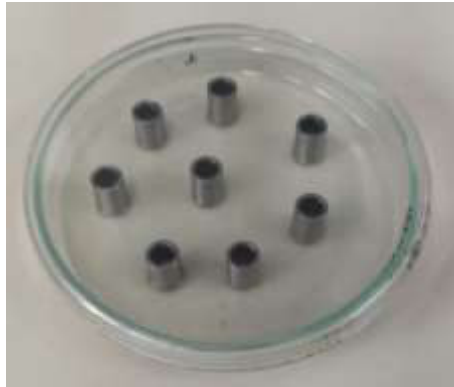


Figura 3. Secado de los cilindros

Preparación del desinfectante. Se equilibró el baño de agua hasta  $20 \pm 1$  °C, y se colocaron los tubos que contenían las diferentes concentraciones del desinfectante, manteniéndose allí por 10 minutos. Se trabajó como control lejía Clorox a la concentración de uso recomendado en etiqueta.

Procedimiento de la evaluación de actividad. Después del tiempo de secado, los cilindros se transfirieron en razón de un cilindro por cada tubo conteniendo una concentración de desinfectante. Y el tiempo de contacto para todos fue de 10 minutos. Después de dicho tiempo, cada cilindro se transfirió en un tubo que contenía TSB con un neutralizante, luego fueron transferidos a un tubo con TSB dejando incubar a  $36 \pm 1$  °C por  $48 \pm 2$  h. Finalmente, observar la presencia de turbidez que indica crecimiento de la bacteria o de lo contrario su ausencia indicaría actividad del desinfectante.



Figura 4. Diluciones del desinfectante con los cilindros que contienen el cultivo de *S. aureus* ATCC 6538

### 3.5.8 Procesamiento de datos

Se organizó con la ayuda de tablas y figuras.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Rendimiento

A partir de 10 kg de hojas se obtuvo 30 mL de AE lo que constituye 0,3 % v/p.

#### 4.2. Análisis preliminar y fisicoquímico

Los resultados del AE de las hojas de “arrayán” se presentan en la tabla 2:

Tabla 2. Características organolépticas y fisicoquímicas del AE de hojas de arrayan

Aspecto	Líquido ligeramente oleoso
Color	Anaranjado
Olor	Característico
pH	3,80
Densidad Relativa (20 °C)	0.87

#### 4.3. Determinación de los componentes químicos del AE

Los componentes químicos determinadas por CG/EM del AE de las hojas de “arrayán” se presentan en la tabla 3, obteniéndose 121 componentes y los más abundantes fueron:  $\alpha$ -pineno (24,85%), eucaliptol (21,46%) y linalol (17,34%)

Tabla 3. Composición química del AE de las hojas de “arrayán”

Número	Componente	TR (min)	% en la muestra
1	n-propil acetato	3,065	0.03
2	1-butanol, 2-metilo	3,450	0.03
3	Ácido propanoico, 2-metil-, etil ester	3,815	0.17
4	Tolueno	3,995	0.06
5	Isobutil acetato	4,105	0.02
6	Ácido butanoico, 2-metil-, metil ester	4,215	0.02
7	3-pentanona, 2,4-dimetil	4,600	0.1

8	2-Penteno, 2,3-dimetil	4,765	0.02
9	2-Pentanona, 4-hidroxi-4metil	6,240	0.16
10	Ácido butanoico, 2-metil etil ester	6,520	0.53
11	2-Hexenal (E)	6,655	0.09
12	Ácido propanoico, 2-metil-, propil ester	6,835	0.25
13	Ácido propanoico, 2-metilpropil ester	7,375	0.11
14	1-Butanol, 3-metil-, acetato	7,805	0.02
15	1-Butanol, 2-metil-, acetato	7,995	0.27
16	Ácido propanoico, 2-metil-, 2-metilpropil ester	10,280	4.6
17	Biciclo [3.1.0] hex-2-ene, 2-metil-5-(1-metiletil)	11,010	0.02
18	alpha.-Pino	11,630	24.85
19	Canfeno	12,735	0.49
20	Ácido butanoico, 2-metil-, propil ester	12,955	0.09
21	beta.-Pino	15,625	1.67
22	2-Pentanol, propanoato	15,885	0.34
23	Ácido hexanoico, etil ester	19,715	0.02
24	Ácido butanoico, 2-metil-, 2-metilpropil ester	20,115	0.94
25	Ácido 2-pentenoico, 4-metil	21,125	0.3
26	Ácido propanoico, 2-metil-, 3-metilbutil ester	21,915	0.88
27	Ácido propanoico, 2-metil-, 2-metilbutil ester	22,525	4.03
28	o-Cimeno	23,025	0.7
29	Eucaliptol	24,120	21.46
30	gamma.-Terpineno	30,165	0.44
31	trans-Óxido de linalol (furanoide)	32,975	0.14
32	Ciclohexeno, 1-metil-4-(1-metiletilideno)	35,180	0.31
33	trans-Óxido de linalol (furanoide)	35,475	0.11
34	Linalol	37,675	17.34
35	Ácido butanoico, 2-metil-, 2-metilbutil ester	37,975	0.52
36	Fenchol	38,265	1.14
37	3-Ciclohexen-1-ol. 1-metil-4-(1-metiletil)	38,895	0.04
38	Biciclo [3.1.1] heptan-3-ol, 6,6-dimetil-2-metileno	40,490	0.29
39	Biciclo [2.2.1] heptan-2-ol, 2,3,3-trimetil	41,325	0.29
40	Ciclohexanona, 5-metil-2-(1-metiletil)	41,955	0.13
41	Biciclo [3.1.1]heptan-3-ona, 2,6,6-trimetil	42,415	0.02
42	endo-Borneol	42,990	0.13
43	alpha.-Terpineol	43,145	0.08
44	Quinolina-decahidro	43,285	0.03
45	Terpinen-4-ol	43,985	1.36
46	Benzenometanol, .alpha.,.alpha.,4-trimetil	44,750	0.05
47	alpha., Terpineol	45,080	6.9
48	Biciclo [3.1.1]hept-2-ona-2-metanol, 6,6-dimetil	45,410	0.06

49	2-Ciclohexen-1-ol, 2-metil-5-(1-metiletenil)	47,005	0.2
50	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimetil-, (Z)	47,700	0.05
51	Citronelol	47,845	0.02
52	Pulegona	48,150	0.27
53	2-Butanona, 4-fenil	48,490	0.02
54	Ácido 2-decenoico	48,645	0.02
55	cis-p-Menta-2,8-dien-1-ol	48,910	0.03
56	Ácido propanoico, 2-metil-, nonil ester	49,170	0.08
57	2,6-Octadien,1-ol, 3,7-dimetil-, (Z)	49,415	0.19
58	Anetol	50,905	0.04
59	Ácido propanoico, 2-metil-, fenilmetil ester	51,700	0.15
60	Timol	52,090	0.01
61	Ácido 2,6-octadienoico, 3.7-dimetil-, metil ester	53,040	0.01
62	Ácido bencenopropanoico, etil ester	54,250	0.03
63	Eucaliptol	54,525	0
64	Ácido propanoico, 2-metil-, butil ester	54,605	0.03
65	2-hexanoilfurano	54,755	0.08
66	(1R,3E,7E,11R), 1,5,5,8-tetrametil-12-oxabicyclo	55,100	0.2
67	Copaeno	55,420	0.03
68	Éter n-amílico	55,555	0.07
69	2-ciclohexen-1-ol, 2-metil-5-(1-metiletenil)	55,675	0.02
70	Ácido pentanoico, fenilmetil ester	56,085	0.03
71	Ciclohexeno, 4-metil-1-(1-metiletil)	56,230	0.02
72	beta., Butirato de feniletilo	56,490	0.03
73	2-Ciclopenten-1-ona-3-metil-2-(2-pentenil)	56,660	0.02
74	Metileugenol	57,025	0.04
75	Biciclo[3.1.1]hept-2-ona, 2,6-dimetil-6-(4-metil)	57,305	0.01
76	Cariofileno	57,445	0.28
77	Triciclo[2,2,1,0(2,6)]heptano, 1,7-dimetil-7-(4-metil)	57,555	0.06
78	alpha.-Ionona	57,925	0.02
79	Ciclohexanol, 3,3,5-trimetil-, acetato, cis	58,080	0.01
80	Biciclo[3.1.1]hept-2-ona, 2,6-dimetil-5-(4-metil)	58,220	0.04
81	Aromandendreno	58,400	0.1
82	3-Ciclohexen-1-carboxaldehido, 1,3,4-trimetil	58,555	0.03
83	Humuleno	58,965	0.07
84	5,9-Undecadien-2-ona, 6,10-dimetil-, (Z)	59,065	0.04
85	Sesquicineol	59,390	0.29
86	Naftalen, 1,2,4a,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-	59,715	0.03

87	2-((2S,4aR)-4a,8-Dimetil, 1,2,3,4,4a,5,6,7-octahidro	60,045	0.15
88	Benzeno, 1-(1,5-dimetil-4-hexenil)-4-metil	60,270	0.02
89	Naftalen, decahidro-4a-metil-1-metileno	60,545	0.93
90	alpha.-Guaieno	60,880	0.86
91	Tiglato de bencilo	61,115	0.09
92	alpha.-Farneseno	61,470	0.09
93	gamma.-Murolene	61,635	0.04
94	(-).alpha.-Panasinsene	61,790	0.03
95	2-Ciclopenten-1-ona-2-(2-butenil)-4-hidroy-3-metil	61,915	0.06
96	Naftalen, 1,2,3,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1	62,035	0.1
97	1,2,4-Ciclopentanetriona, 3-(2-pentenil)	62,100	0.01
98	2(1H)-Naftalenona, octahidro-8a-hidroxi-4a-metil	62,935	0.08
99	Óxido de cariofileno	63,190	0.01
100	(-)-Globulol	63,495	0.01
101	1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimetil	63,655	0.03
102	Ciclohexano, (1-1-dimetilpropil)	63,810	0.09
103	Ácido hexanoico, fenilmetil ester	63,940	0.03
104	1H-Cicloprop[e]azulen-7-ol, decahidro-1,1,7-trimetil	64,240	0.02
105	Óxido de cariofileno	64,585	0.17
106	Óxido de cariofileno	65,670	0.01
107	1-Naftalenol, decahidro-1,4a-dimetil-7-(1-metil)	65,920	0.08
108	1-Nonadeceno	66,190	0.03
109	2-Naftalenometanol, 2,3,4,4a,5,6,7,8-octahidro-	66,380	0.04
110	1H-Cicloprop[e]azulen-4-ol, decahidro-1,1,4,7-tetra	66,665	0.06
111	Ciclohexano, (1-butylhexadecil)	67,595	0.12
112	Thunbergol	68,055	0.13
113	Óxido de limoneno , trans	68,350	0.02
114	9,12,15-Ácido octadecatrienoico, metil ester, (Z,Z,Z)	68,670	0.02
115	2-(1H)-Naftalenona, octahidro-8a-hidroxi-4a-metil	73,300	0.07
116	1-Nonadeceno	74,245	0.04
117	2-Pentadecanona, 6,10,14-trimetil	80,300	0.02
118	Fitol	91,410	0.02
119	(1S,2R,5R)-2-Metil-5-((R)-6-metilhept-5-en-2-il	99,455	0.02
120	(1S,2R,5R)-2-Metil-5-((R)-6-metilhept-5-en-2-il	100,020	0.01
121	Pentacosano	107,880	0.01



#### 4.4. Concentración mínima inhibitoria (CMI) del AE

La figura 5 muestra el resultado de la evaluación de la CMI mediante el método de microdilución en microplaca, dando una CMI de 4,35 mcg/mL para *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 según las diluciones evaluadas, las cuales se muestran en la figura 6.

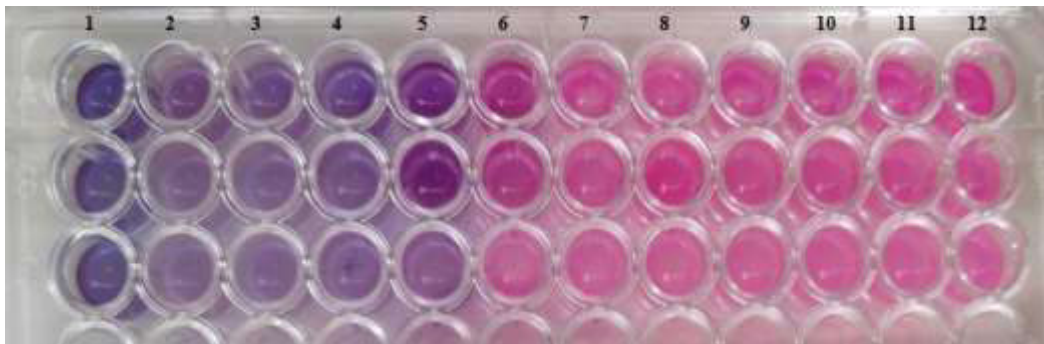


Figura 5. Concentración Mínima Inhibitoria del AE de arrayán frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	CE	34.83	17.415	8.71	4.35	2.18	1.09	0.54	0.27	0.14	0.07	CC
B	CE	34.83	17.415	8.71	4.35	2.18	1.09	0.54	0.27	0.14	0.07	CC
C	CE	34.83	17.415	8.71	4.35	2.18	1.09	0.54	0.27	0.14	0.07	CC

Figura 6. Concentraciones en mcg/mL de las diluciones de AE de arrayán evaluadas en la determinación de la CMI. CE: control de esterilidad, CC: control de crecimiento.

La CMI para la ciprofloxacina fue 0,25 mcg/mL.

#### 4.5 Actividad del AE frente a biopelículas de *S. aureus* ATCC 33591

La concentración del AE de hojas de arrayán que tuvo capacidad de erradicar la biopelícula de *Staphylococcus aureus* ATCC 33591 fue 0,54 mcg/mL (figura 7), considerando que se trabajaron las mismas diluciones que el ensayo de la CMI.

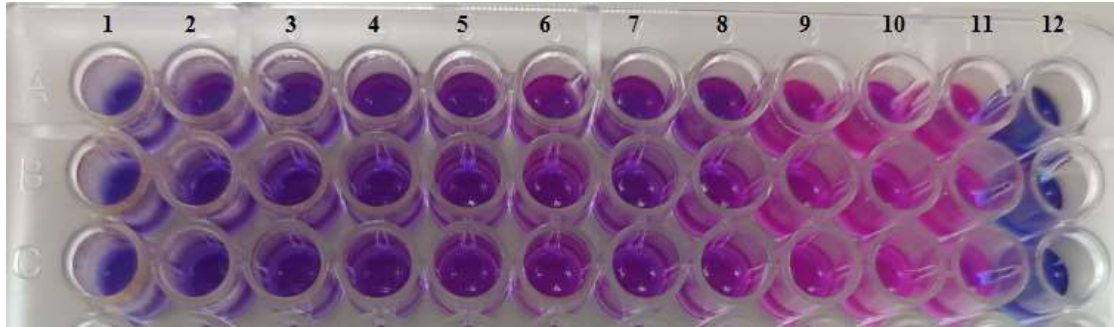


Figura 7. Concentración Mínima de Erradicación del AE de arrayán frente de las biopelículas de *Staphylococcus aureus* ATCC 33591

#### 4.6 Formulación del desinfectante

Los desinfectantes obtenidos fueron líquidos, solubles en agua, por la presencia del tween 80 en su composición y con olor característico, propio del AE .



Figura 8. Desinfectante 3 %

#### 4.7 Evaluación de la actividad del desinfectante

Se pudo evidenciar que ninguna de las concentraciones presentó actividad frente a *S. aureus* ATCC 6538 (figura 9), mientras que la lejía Clorox si presentó actividad (figura 10).



Figura 9. Crecimiento de *S. aureus* ATCC 6538 en todas las concentraciones del desinfectante

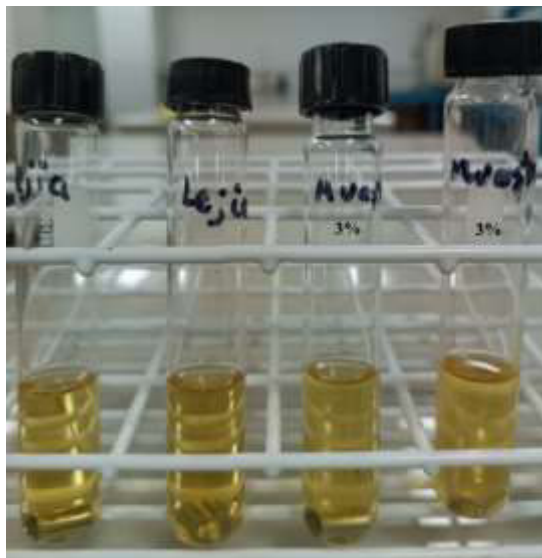


Figura 10. Ausencia de crecimiento de *S. aureus* ATCC 6538 frente a lejía Clorox comparado con la máxima concentración (3%) del desinfectante evaluado

## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

### **Análisis preliminar y fisicoquímico**

El rendimiento del AE de “arrayán” fue 0,3% lo que fue mayor a lo obtenido por Moina V. <sup>(12)</sup>, Llerena L. y Yucra J. <sup>(14)</sup> y Ruiz *et al.* <sup>(11)</sup>, que obtuvieron 0,049, 0,11 y 0,19 % respectivamente; estas diferencias en el rendimiento probablemente se deba a las distintas condiciones edafológicas de los lugares de donde fueron recolectadas las plantas <sup>(37)</sup> pero también puede estar relacionado a factores externos durante la extracción del AE, así los niveles de humedad parecen afectar los plegamientos de tejidos vegetales haciendo más estrechas las cavidades secretoras, como evaluaron Borja *et al.* <sup>(38)</sup> reportando máximo rendimiento ( $0,52 \pm 0,01\%$  v/p) cuando la humedad de la planta fue  $22 \pm 1\%$ .

La densidad relativa obtenida fue 0,87, cercana al valor obtenido por Llerena L. y Yucra J. <sup>(14)</sup> que fue 0,913 g/mL y Carhuapoma M. *et al.* <sup>(39)</sup> que reportaron 0.9044 g/mL.

### **Composición química del AE**

El análisis por CG-EM, reveló como principales compuestos encontrados:  $\alpha$ -pineno (24,85%), eucaliptol (21,46%) y linalol (17,34%), que difiere con los resultados de otros estudios, aunque respecto a estos componentes, los porcentajes hallados son mayores a otros reportados. Así, según Ruiz *et al.* <sup>(11)</sup> hallaron como componentes mayoritarios D-limoneno (49,71%), eucaliptol (13,79%) y  $\alpha$ -pineno ( 7,32%), Alvarado P. *et al* <sup>(16)</sup>trabajaron con *Luma chequen* proveniente de Yungay que presentó en mayor concentración  $\alpha$ -pineno (56,5%), seguido de 1,8-cineol (8,5%), linalol (6,8%),  $\beta$ -pineno (6,4%) y limoneno (5,8%), mientras que Llerena L. y Yucra J. <sup>(14)</sup> indicaron que los compuestos presentes en mayor porcentaje son el D-limoneno (16.35%); luego  $\beta$ -pineno (7.14%); 2,3,5,8- tetrametildecano (6.47%); 4,5-dimetilnonano (6.14%) y nonanal (6.04%). Las diferencias observadas pueden deberse a diversos factores como el origen geográfico, el clima, la época de recolección, la altitud del terreno, minerales y tipo del suelo y tipo de vegetación que crece en los alrededores y las condiciones del estudio.

### **Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) frente a *Staphylococcus aureus***

Los AE deben su aplicación en farmacología, por diversas propiedades como las antimicrobianas, esto debido a que los monoterpenos hidrocarbonados y oxigenados tienen la capacidad de destruir la integridad celular, pero además pueden inhibir la respiración y transporte de iones <sup>(40)</sup>. Algunos terpenos con esta propiedad son el limoneno, linalol, presentes en la especie estudiada. *S. aureus* encabeza como causante de amplio rango de infecciones difíciles de controlar, incluso ha mostrado resistencia a antibióticos, es por ello, que la búsqueda de compuestos provenientes de plantas para controlar infecciones resistentes que pueden iniciar en sencillas colonizaciones de superficies, están incrementándose ampliamente. Es así que, en el presente estudio, al investigar la CMI frente a *S. aureus* mediante el método de microdilución en microplaca, dio un valor de 5,0 mcL/mL, o su equivalente 4,35 mcg/mL, mucho menos comparado con la investigación de Llerena L. y Yucra J. <sup>(14)</sup> que refieren que el AE de *Luma chequen* (Molina) A. Gray presentó una CMI de 5% v/v (50 mcL/mL) de AE frente al *S. aureus*. Viktorivá J. *et al* <sup>(41)</sup> estudiaron la actividad antibacteriana del extracto metanólico del fruto de otra especie del género (*L. apiculata*) y reportaron actividad frente a *S. aureus* ATCC 25923 a la concentración de 354 mcg/mL, mayor a lo obtenido en el presente estudio, posiblemente porque el extracto metanólico del fruto puede contener otros metabolitos secundarios diferentes a las hojas, en diferente concentración, además de la posibilidad que se presente algún tipo de interferencia en la actividad. Cruz D. <sup>(42)</sup> evaluó el  $\alpha$ -pineno y limoneno frente a *S. aureus* productores de toxinas, hallando actividad en los aceites solos y combinados, aunque a determinadas condiciones mostraron antagonismo. Garay C. y Mamani V. <sup>(43)</sup>, evaluaron la actividad del AE de la planta con el método de difusión y lo hicieron frente a otra bacteria grampositiva, *Streptococcus mutans* ATCC 35668, no hallando actividad, aunque Flores J. <sup>(9)</sup> determinó ligera actividad con una media de halos de 8,61 y 7,88 mm, para las concentraciones de 100 y 50% respectivamente. Es importante mencionar que los métodos empleados para evaluar actividad antimicrobiana no necesariamente presentan una correlación, lo que podría darse en este caso con el empleado en el presente estudio.

### **Actividad antibiopelícula**

Con respecto a la actividad frente a biopelículas de *S. aureus* ATCC 33591, la concentración para erradicarla fue 0,54 mcg/mL. Viktorivá J. *et al* <sup>(41)</sup> al evaluar el extracto metanólico frente a biopelículas de *S. aureus* ATCC 25923, no hallaron actividad. Sin embargo, cuando evaluaron la inhibición de la adhesión bacteriana dependiente de la comunicación celular, concluyeron que el extracto de arrayán es más prometedor como inhibidor de adhesión. Patsilnakos A, *et al* <sup>(44)</sup> revisaron mediante algoritmos *machine learning*, la actividad de 89 AEs sobre biopelículas de *S. aureus* y *S. epidermidis*, encontrando que inhiben la formación de biopelículas de *S. epidermidis*, mientras que para *S. aureus*, los AEs no tienen efecto.

### **Formulación del desinfectante**

El desinfectante formulado a base del AE fue formulado con diferentes concentraciones del AE, tuvo como concentración máxima 3% y no presentó actividad. La intención era poder proponer una alternativa para el uso en superficies. Castellanos J. *et al.* <sup>(45)</sup> formularon y evaluaron un desinfectante con AE de eucalipto, obteniendo una buena actividad a la concentración de 4% y pH 5 frente a *E. coli* y *S. aureus*. Medrano E. y Medrano D. <sup>(46)</sup>, formularon desinfectantes con elevadas concentraciones de AE de orégano (20, 40 y 80%) mostrando mejor actividad a la mayor concentración. Es importante mencionar que el pH final del producto también es un factor importante, porque el ambiente que rodea a las bacterias se altera haciéndolas más susceptibles a la acción de agentes químicos.

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

- Se determinó la composición química del AE de las hojas de *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán” por CG-EM destacando como componentes mayoritarios  $\alpha$ -pineno (24,85%), eucaliptol (21,46%) y linalol (17,34%).
- La CMI del AE de las hojas de *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán” frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 fue 4,35 mcg/mL (5,0 mL/mL).
- La CMEB del AE de las hojas de *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán” frente a biopelículas de *Staphylococcus aureus* ATCC 33591 fue 0,54 mcg/mL.
- Se preparó 4 concentraciones de desinfectantes en base al AE de las hojas de *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán” con las características de ser líquidos solubles en agua, por acción del tween 80 y presentar olor característico del AE.
- Las diferentes concentraciones (1,5; 2,0; 2,5 y 3%) del desinfectante, no presentaron actividad frente al *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 formador de biopelículas.

## CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.-Biofilms, una amenaza silenciosa para la industria agroalimentaria. La Verdad [Internet], [consultado el 20-07-23]. Disponible en <https://www.laverdad.es/nuestra-tierra/medio-ambiente/201405/06/biofilms-una-amenaza-silenciosa-para-la-industria-agroalimentaria.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>

2.-Claesson K. Staphylococci and Enterococci, Studies on activity of antimicrobial agents and detection of genes involved in biofilm formation. Linköping, Sweden 2010

3.-Carhuapoma M. Estudio de la composición química y actividad antioxidante del aceite esencial de *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán” [Tesis de magister], Lima-Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2006

4.-Ortega A. Determinación del efecto antimicrobiano de los aceites esenciales de tomillo (*Thymus vulgaris*) y orégano (*Origanum vulgare*) frente a la bacteria *Staphylococcus aureus* ATCC: 12600 [Trabajo de título], Cuenca-Ecuador, Universidad Politécnica Salesiana, 2018

5.-Gil L. Uso de aceites esenciales como alternativa antimicrobiana contra infecciones de tipo bacteriano-revisión de literatura [Monografía de título], Bogotá-Colombia. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, 2018

6.-Espinosa E. “Actividad anti-biofilm de los extractos de plantas *Urtica dioica* L., *Ilex guayusa* y *Uncaria tomentosa* en *Staphylococcus aureus*.” [Informe de investigación], Ambato-Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, 2019

7.- Espinel A. Actividad antimicrobiana del aceite esencial de tres especies de *Citrus* limon contra *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* [Trabajo de título], Milagro – Ecuador. Universidad Agraria del Ecuador, 2020

8.-Zárate M. Evaluación del efecto antimicrobiano de aceites esenciales de eucalipto, menta, orégano y tomillo en bacterias asociadas con la enfermedad periodontal



[Tesis de título], Ciudad de México. Universidad Nacional Autónoma de México, 2021

9.-Flores J. Determinación de la actividad antibacteriana “in vitro” del aceite esencial de *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán” frente a *Streptococcus mutans* [Tesis de título profesional], Lima-Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014

10.-De la Rosa T., Pacheco J., Elaboración de un jabón líquido a partir del extracto glicólico de las hojas de *Luma chequen* (Molina) A. Gray con acción antibacterial. [Tesis de título profesional], Ica-Perú, Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica. 2015

11.-Ruíz C., Díaz C., Rojas R. Composición química de aceites esenciales de 10 plantas aromáticas peruanas. Rev Soc Quím Perú. 2015: 81(2) : 81-94

12.-Moina V. Actividad antibacteriana in vitro de colutorios elaborados con aceites esenciales de *luma chequen (feuille ex molina) a.Gray "arrayán"* y *minthostachys spicata (benth). Epling "yuraq muña"* frente a la cepa de *streptococcus mutans* ATCC 25175. [Tesis de título profesional], Cusco-Perú. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. 2015

13.-Torres J., León J., Tomas G. Actividad antibacteriana y antifúngica de extractos de hojas de *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán” frente a patógenos de origen clínico Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología, vol. 37, núm. 1, pág. 10-16, 2017

14.-Llerena L, Yucra J. “Evaluación *in vitro* del efecto antimicrobiano del aceite esencial de *Luma chequen* (Molina) A. Gray (arrayán) sobre *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Pseudomona aeruginosa* y *Candida albicans*”. [Tesis de título profesional], Arequipa-Perú. Universidad Católica de Santa María, 2017

15.-Torres E. Efecto hipoglicemiante, hipolipemiante y antiaterogénico del extracto etanólico de las hojas de *Luma chequen* (Molina.) A. Gray “rayan castilla” en

ratas dislipidemicas [Tesis de doctorado], Lima-Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos,2014

16.-Alvarado P., Soto M., Rosales L., Jara D., Benites S. Anxiolytic-like Effect of *Luma chequen* Essential Oil: A Pilot Study. *Pharmacogn J.* 2021;13(6) Suppl: 1607-1613.

17.-Ortega S., Hernández E., Biopelículas microbianas y su impacto en áreas médicas: fisiopatología, diagnóstico y tratamiento. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México.*75:79-88.2018

18.-Eraso M., Ríos L., Principales características de las biopelículas relacionadas con procesos patológicos descritos en humanos en los últimos 10 años, revisión sistemática. *Rev. Investigaciones Andina* No. 32 Vol. 18.Pág. 1491-1506.2016

19.-Pasachova J., Ramírez S., Muñoz L. *Staphylococcus aureus*: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular. *Nova*; 17 (32): 25-38 ,2019

20.-Instituto nacional de salud. Evaluación de riesgos de *Staphylococcus aureus* enterotoxigénico en alimentos preparados no industriales en Colombia. Bogotá ,2011

21.-Brooks G., Carroll K., Butel J., Morse S., Mietzner T. *Microbiología Medica de Jawetz, Melnick y Adelberg*, 25ava. Ed. Mc Graw Hill Interamericana Editores.México.2010

22.-Diomedi A., Chacón E., Delpiano L., Hervé E. Jemenao M., Medel M., *et al.* Antisépticos y desinfectantes: apuntando al uso racional. Recomendaciones del Comité Consultivo de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud, Sociedad Chilena de Infectología *Rev Chilena Infectol*; 34 (2): 156-174. 2017

23.- Liu M, Seidel V, Katerere D, Gray A. Colorimetric broth microdilution method for the antifungal screening of plant extracts against yeasts. *Methods.*;42(4):325-9.2007

- 24.-Zagastizabal L. Eficacia de dos desinfectantes de uso hospitalario frente a biopelículas de *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* formadas sobre acero Inoxidable. [Tesis de título profesional], Lima-Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos,2018
- 25.-Fajardo L. Evaluación de desinfectantes para uso en el entorno farmacéutico. *Ars Pharm.* 62(2):175-181.2021
- 26.- Ansah R., Ayepa E., Shittu S., Senyo S,Wang J. Essential Oils and Their Applications-A Mini Review. *Advances in Nutrition and Food Science.* ISSN: 2572-5971, 2019
- 27.-Canales C. Determinación de la variación de la concentración de alcohol etílico en el tiempo en varones vivos en el distrito de Lima Metropolitana utilizando el método de cromatografía de gases. [Tesis de doctorado], Lima-Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos,2020
- 28.-Cadillo K. Polifenoles, flavonoides y actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán”. [Tesis de título profesional], Lima-Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos,2020
- 29.-Flavonoles antioxidantes [Internet], [consultado el 07-08-23]. Disponible en <https://www.infosalus.com/nutricion/noticia-pueden-hacer-memoria-flavonoles-antioxidantes-donde-pueden-encontrar-20221124081525.html>
- 30.- Cromatografía de gases. [Internet], [consultado el 07-08-23]. Disponible en [https://www.mcn.csic.es/docs/repositorio/es\\_ES/investigacion/cromatografia/cromatografia\\_de\\_gases.pdf](https://www.mcn.csic.es/docs/repositorio/es_ES/investigacion/cromatografia/cromatografia_de_gases.pdf)

- 31.-Cromatografía de gases (GC) [Internet], [consultado el 07-08-23]. Disponible en <https://www.sigmaaldrich.com/PE/es/applications/analytical-chemistry/gas-chromatography>
- 32.-Patógenos multirresistentes que son prioritarios para OMS. [Internet], [consultado el 07-08-23]. Disponible en <https://www.paho.org/es/noticias/4-3-2021-patogenos-multirresistentes-que-son-prioritarios-para-oms>
- 33.- AOAC. Official Methods Of Analysis.Disifectants.Chapter 6 p 11-20.2019
- 34.-Dixit S. Specifications in the flavour&fragrance industry. The Fafai Journal Pag 1-5,2006
- 35.-CLSI Standart M07; Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Test for Bacteria That Grow Aerobically Clinical and Laboratory Standards Institute; Wayne,PA,USA,2018
- 36.-Liu M., Seidel V., Katerere DR., Gray AI. Colorimetric broth microdilution method for the antifungal screening of plant extracts against yeasts. *Methods*;42(4):325-9.2007
- 37.-Ruiz J. Actividad antibacteriana y anti-biopelícula de los aceites esenciales de *Citrus paradisi*, *Juglans neotropica* Diels, *Schinus molle* L. y *Tagetes elliptica* Smith. [Tesis de doctorado], Lima-Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos,2022
- 38.- Borja M, Jimenez A. Effect of drying on the extraction yield of *Luma chequen* (Molina) A. Gray essential oil. [Tesis para optar al Título Profesional]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 2022.
- 39.- Carhuapoma M, Bonilla P, Suarez S, Villa R, López S. Estudio de la composición química y actividad antioxidante del aceite esencial de *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán”. *Ciencia e Investigación*. 2005. 8 (2): 73-79.

- 40.-León-Mendez G, Pájaro-castro N, Pájaro-castro E, Torrenegra-Alarcón M, Herrera-Barros A. Essential oils a source of bioactive molecules. Rev Colomb Cienc Quím Farm. 2019; 48 (1): 80-93.
- 41.- Viktorová J, Kumar R, Rehorová K, Hoang L, Rumi T, Figueroa C, et al. Antimicrobial activity of extracts of two native fruits of Chile: Arrayan (*Luma apiculata*) and Pneumo (*Cryptocarya alba*). Antibiotics. 2020; 9(8):444.
- 42.- Cruz D. Evaluación de los aceites esenciales (alfa pineno y limoneno) contra el crecimiento de *Staphylococcus aureus* productores de toxinas *in vitro*. [Tesis para optar al Título Profesional]. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 2014.
- 43.-Garay C, Mamani V. Efecto antibacteriano *in vitro* de los aceites esenciales de Schinus molle “molle”, Piper elongatum “matco”, Luma chequen (Molina) A. Gray “arrayan” y Minthostachys setosa (Briq.) Epling “muña” sobre cepas de Streptococcus mutans (ATCC 35668) Cusco – 2015. [Tesis para optar al Título Profesional]. Universidad Andina del Cusco. 2016.
- 44.- Patsilnakos A, Artini M, Papa R, Sabatino M, Bozovic M, Garzoli S, et al. Machine learning analyses on data including essential oil chemical composition and *in vitro* experimental antibiofilm activities against Staphylococcus species. Molecules. 2019; 24(5): 890.
- 45.- Castellanos J, Hernández J, Sandoval A. Formulación y evaluación de la actividad bactericida de un desinfectante para superficies obtenido a partir de aceite esencial de Eucalipto (*Eucalyptus globulus labil*). [Tesis para optar al Título Profesional]. Universidad Nacional Mayor de El Salvador. 2019.
- 46.- Medrano E, Medrano D. Actividad antimicrobiana y efecto desinfectante del aceite esencial de *Origanum vulgare* L. (orégano) frente a *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. [Tesis para optar al Título Profesional]. Universidad María Auxiliadora. 2020.

## CAPITULO VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán”



**ANEXO 2:** hojas de *Luma chequen* (Molina) A. Gray “arrayán”



**ANEXO 3:** Aceite esencial obtenido de las hojas de *Luma chequen* (Molina) A. Gray  
“arrayán”





## ANEXO 4: Certificado de identificación botánica

JOSÉ RICARDO CAMPOS DE LA CRUZ  
CONSULTOR BOTÁNICO  
C. B. P. N° 3796  
Tel: 0168862 RPM 963689079  
Email: joramde@gmail.com



### CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACION BOTÁNICA

JOSÉ RICARDO CAMPOS DE LA CRUZ. BIÓLOGO COLEGIADO- N° 3796 – INSCRITO CON EL N° 36 EN EL REGISTRO DE PROFESIONALES QUE REALIZAN CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ESPECÍMENES Y PRODUCTOS DE FLORA - RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0311-2013- MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.

#### CERTIFICA:

Que, el Magister en Ciencias de los Alimentos, Sr. Julio Luis Díaz Uribe, con el fin de desarrollar la tesis titulada: Composición química del aceite esencial de *Luma chequen* (Molina) A. Gray "arrayán", actividad *in vitro* sobre biopelículas de *Staphylococcus aureus* y formulación de un desinfectante, para optar el Grado Académico de Doctor en Farmacia y Bioquímica, ha solicitado la identificación y certificación botánica de una planta silvestre procedente de la provincia La Mar, departamento de Ayacucho, donde es conocida con el nombre común de "arrayán", la muestra con flores y frutos, ha sido determinada científicamente como *Luma chequen* (Molina) A. Gray. Según el Sistema de clasificación APG, sistema moderno de clasificación de las angiospermas publicado en 1998 por el Grupo para la Filogenia de las Angiospermas, revisado por APG II (2003), APG III (2009) y APG IV (2016) comparado con el Sistema Integrado de Clasificación de las Angiospermas de Arthur Cronquist. (1981), ocupa las siguientes categorías taxonómicas.

CATEGORÍAS	SISTEMA APG-2016	SISTEMA DE CRONQUIST 1981
REINO	Plantae	Plantae
DIVISIÓN	Angiospermae	Magnoliophyta
CLASE	Equisetopsida	Magnoliopsida
SUBCLASE	Magnoliidae	Rosidae
SUPERORDEN	Rosanae	.....
ORDEN	Myrtales	Myrtales
FAMILIA	Myrtaceae	Myrtaceae
GENERO	<i>Luma</i>	<i>Luma</i>
ESPECIE	<i>Luma chequen</i> (Molina) A. Gray	<i>Luma chequen</i> (Molina) A. Gray

Se expide la presente certificación con fines de investigación científica.

Lima, 12 de diciembre del 2019

  
José R. Campos de la Cruz  
BIÓLOGO  
C.B.P. 3796

Jr. Sánchez Silva # 156 – Urb. Santa Luzmila - Lima 07 / e-mail: joricampos@yahoo.es

## ANEXO 5: Informe 1 Labicer-UNI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABICER (Laboratorio N° 12)  
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



### INFORME TÉCNICO N° 0024 – 20 – LABICER

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
  - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
  - 1.2 R.U.C. : 20148092282
2. **FECHA DE EMISIÓN** : 09 / 01 / 2020
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS CUALITATIVO DE ACEITES ESENCIALES POR CROMATOGRAFÍA DE GASES GC-MS
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN EL SOLICITANTE**
  - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE ACEITE ESENCIAL DE ARRAYÁN
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.4°C; Humedad relativa: 62 %
7. **MÉTODO UTILIZADO** : CROMATOGRAFÍA DE GASES ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASAS
8. **DOCUMENTO DE REFERENCIA** : Bilal Gurbuza, *et. al.* Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) cultivation studies under Ankara ecological conditions. *Industrial Crops and Products* 88 (2016) 12-16.
9. **EQUIPOS UTILIZADOS**

CROMATÓGRAFO DE GASES. SHIMADZU, GC-2010 Plus.  
• Automuestreador: SHIMADZU, AOC-6000.  
• Detector de espectrometría de masas: SHIMADZU, GCMS-QP210 Ultra.  
COLUMNNA GC: RESTEK, RTX-5MS, 30m x 0.25 mm ID x 0.25 µm df. Serial: 1346249.
10. **REACTIVOS Y MATERIALES**
  - Helio UHP (5.0), ≥99.999% , adquirido de LINDE GAS PERÚ.
  - Sulfato de sodio anhidro P.A., ≥99.0%, adquirido de MERCK PERUANA.
  - Filtros de jeringa de Nylon de 25mm de diámetro x 0.45µm, adquirido de RESTEK.
11. **TRATAMIENTO DE MUESTRA**

Se recibió 01 muestra de aceite esencial (descrito en el ítem 4). La muestra se secó con sulfato de sodio anhidro y se filtró usando un filtro de jeringa de 0.45µm.

**Análisis por Inyección Headspace – HS (Componentes más Volátiles)** se tomaron 200 µL de la muestra filtrada y se colocaron en el vial de HS de 10mL. El vial HS se colocó inmediatamente en el automuestreador del GCMS para su lectura.

## 12. CONDICIONES CROMATOGRÁFICAS

### Análisis por Inyección Headspace – HS


TABLA N°1. Condiciones de Operación		
Equipo GC/MS	GCMS-QP210 Ultra	
<b>Inyector Headspace (AOC-6000)</b>		
Jeringa	2.5 mL-HS1	
Temperatura incubación	60 °C	
Tiempo de incubación	20 min	
Temperatura Jeringa	60 °C	
Velocidad de Agitación	250 rpm	
Pre Purge time	5 s	
Puerto de Inyección	SPL1	
Flujo de inyección	10 mL/min	
Post Purge time	10 s	
<b>Puerto de Inyección</b>		
Tipo	Split	
Razón de Split	49.0	
Temperatura	220 °C	
Tipo	Helio	
Modo de Control de flujo	Velocidad Lineal (32.4 cm/sec)	
Flujo de columna	0.80 mL/min	
Flujo de purga	3 mL/min	
<b>Programa de Temperatura de Columna</b>		
Razón	Temperatura	Hold time
-	50 °C	30 min
3°C/min	150 °C	10 min
3°C/min	250 °C	20 min

Tiempo total programado: 126.67 min

<b>Detector</b>	
Tipo	Masas
Temperatura de Fuente de iones	250°C
Temperatura de Interface	290°C
Tiempo de corte	2 min
Tiempo de inicio MS	3 min
Energía de ionización	70eV
Modo de adquisición	Scan
Rango SCAN	20-500 m/z
<b>Columna Cromatográfica</b>	
Tipo	Rtx®-5 MS
Dimensiones	30 m x 0.25 mm x 0.25 µm

### 13. RESULTADOS

ACEITE ESENCIAL	COMPONENTE PRINCIPAL
	<i>Análisis por Inyección Headspace</i>
ARRAYÁN	alpha-Pinene  (Abundancia relativa: 62.89% con respecto al área de los picos)

**NOTA:** La lista de compuestos mostrados para cada muestra es el resultado probabilístico obtenido por el software del equipo GCMSolution de SHIMADZU utilizando la librería NIST. La probabilidad se mide por el SI (Similarity index) que se encuentra en cada espectro de masa (en el texto superior a la gráfica).

Las listas de componentes detectados en el aceite esencial de *Arrayán* se encuentran en las Tabla N°1 del Anexo.

### 14. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

El Informe técnico es válido solo para la muestra y las condiciones indicadas en los ítems del uno (1) al cuatro (4) del presente informe técnico.

Bach. Jesús Utano Reyes  
Analista  
LABICER - UNI

M.Sc. Otilia Acha de la Cruz  
Jefe de Laboratorio  
Firmado por:  
Ing. Sebastián Lazo Ochoa  
CIP 74236

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO

Figura N°1. Cromatogramas del aceite esencial de *Arrayán* del análisis por Inyección Headspace

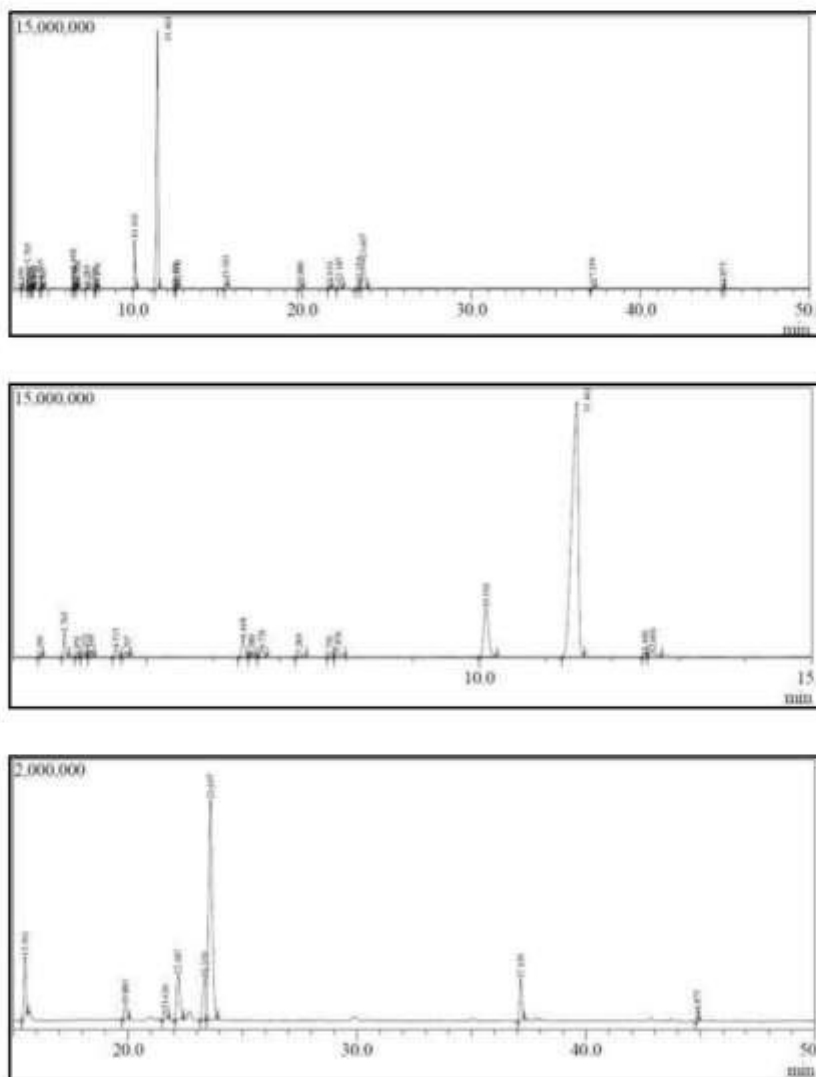


Tabla N°1. Datos cromatográficos del aceite esencial de *Arrayán* del análisis por Inyección Headspace

Peak#	R. Time	Area	Area%	Height	Height%	Name
1	3.399	52688	0.03	25002	0.10	1-Butanol, 2-methyl-
2	3.765	2756210	1.76	1341876	5.51	Propanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester
3	3.951	75176	0.05	32772	0.13	Oxirane, tetramethyl-
4	4.075	224120	0.14	101437	0.42	Isobutyl acetate
5	4.160	266552	0.17	116528	0.48	Butanoic acid, 2-methyl-, methyl ester
6	4.535	1090073	0.70	444428	1.83	3-Pentanone, 2,4-dimethyl-
7	4.707	96638	0.06	31378	0.13	Hexanal
8	6.448	3263300	2.09	1004544	4.13	Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester
9	6.580	372761	0.24	95534	0.39	2-Hexenal, (E)-
10	6.726	1329974	0.85	390462	1.60	Propanoic acid, 2-methyl-, propyl ester
11	7.289	476782	0.30	122725	0.50	Propanoic acid, 2-methylpropyl ester
12	7.750	70174	0.04	22853	0.09	1-Butanol, 3-methyl-, acetate
13	7.876	1067131	0.68	274899	1.13	1-Butanol, 2-methyl-, acetate
14	10.101	13560594	8.67	2705719	11.11	Propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester
15	11.465	98366324	62.89	14177125	58.22	alpha -Pinene
16	12.490	123180	0.08	30493	0.13	Bicyclo[2.2.1]heptane, 7,7-dimethyl-2-methylene-
17	12.606	1136962	0.73	185604	0.76	Camphene
18	15.505	3222424	2.06	448373	1.84	beta -Pinene
19	19.880	861625	0.55	100321	0.41	Butanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester
20	21.616	591529	0.38	70142	0.29	Propanoic acid, 2-methyl-, 3-methylbutyl ester
21	22.187	3382580	2.16	333640	1.37	Propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylbutyl ester
22	23.359	2966395	1.90	312549	1.28	D-Limonene
23	23.607	18671710	11.94	1629700	6.69	Eucalyptol
24	37.159	2186023	1.40	306865	1.26	Linalool
25	44.875	211168	0.13	44381	0.18	alpha -Terpineol
		156422093	100.00	24349350	100.00	

## ANEXO 6: Informe 2 Labicer-UNI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABICER (Laboratorio N° 12)  
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



### INFORME TÉCNICO N° 0025 – 20 – LABICER

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
  - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
  - 1.2 R.U.C. : 20148092282
2. **FECHA DE EMISIÓN** : 09 / 01 / 2020
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS CUALITATIVO DE ACEITES ESENCIALES POR CROMATOGRAFÍA DE GASES GC-MS
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN EL SOLICITANTE**
  - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE ACEITE ESENCIAL DE ARRAYÁN
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.4°C; Humedad relativa: 62 %
7. **MÉTODO UTILIZADO** : CROMATOGRAFÍA DE GASES ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASAS
8. **DOCUMENTO DE REFERENCIA** : Bilal Gurbuza, et. al. Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) cultivation studies under Ankara ecological conditions. Industrial Crops and Products 88 (2016) 12-16.
9. **EQUIPOS UTILIZADOS**

CROMATÓGRAFO DE GASES. SHIMADZU, GC-2010 Plus.

  - Automuestreador: SHIMADZU, AOC-6000.
  - Detector de espectrometría de masas: SHIMADZU, GCMS-OP210 Ultra
  - COLUMNA GC: RESTEK, RTX-5MS, 30m x 0.25 mm ID x 0.25 µm df. Serial: 1346249.
10. **REACTIVOS Y MATERIALES**
  - Helio UHP (5.0), ≥99.999% , adquirido de LINDE GAS PERÚ.
  - Acetona P.A., 99.8%, adquirido de MERCK PERUANA.
  - Sulfato de sodio anhidro P.A., ≥99.0%, adquirido de MERCK PERUANA.
  - Filtros de jeringa de Nylon de 25mm de diámetro x 0.45µm, adquirido de RESTEK.
11. **TRATAMIENTO DE MUESTRA**

Se recibió 01 muestra de aceite esencial (descrito en el ítem 4). La muestra se secó con sulfato de sodio anhidro y se filtró usando un filtro de jeringa de 0.45µm.

**Análisis por Inyección Líquida – LS (Liquid syringe)** se diluyó la muestra filtrada en la proporción de 1:100 (v:v) en acetona filtrada y se colocó en un vial. El vial se posicionó inmediatamente en el automuestreador del GCMS para su lectura.

## 12. CONDICIONES CROMATOGRÁFICAS

### Análisis por Inyección Líquida – LS (Liquid syringe)

TABLA N°2. Condiciones de Operación		
Equipo GC/MS	GCMS-QP210 Ultra	
<b>Inyección Líquida (AOC-6000)</b>		
Jeringa	LS1-10 µL	
Ciclo de Pre-Enjuague	3	
Ciclos de Enjuague con Muestra	1	
Razón de Flujo de Aspiración	1 µL/s	
Inyector	SPL1	
Razón de Flujo de Inyección	100 µL/min	
Ciclos Post-Enjuague	3	
Volumen de Inyección	1 µL	
<b>Puerto de Inyección</b>		
Tipo	Split	
Razón de Split	20.0	
Temperatura	220 °C	
Tipo	Helio	
Modo de Control de flujo	Velocidad Lineal (32.4 cm/sec)	
Flujo de columna	0.80 mL/min	
Flujo de purga	3 mL/min	
<b>Programa de Temperatura de Columna</b>		
Razón	Temperatura	Hold time
-	50 °C	30 min
3°C/min	150 °C	10 min
3°C/min	250 °C	20 min


  

Tiempo total programado: 126.67 min

Detector	
Tipo	Masas
Temperatura de Fuente de iones	250 °C
Temperatura de Interface	290 °C
Tiempo de corte	2 min
Tiempo de inicio MS	3 min
Energía de ionización	70eV
Modo de adquisición	Scan
Rango SCAN	20-500 m/z
Columna Cromatográfica	
Tipo	Rtx®-5 MS
Dimensiones	30 m x 0.25 mm x 0.25 µm



### 13. RESULTADOS

ACEITE ESENCIAL	COMPONENTE PRINCIPAL
	<i>Análisis por Inyección Líquida</i>
ARRAYÁN	alpha-Pinene  (Abundancia relativa: 24.85% con respecto al área de los picos)

NOTA: La lista de compuestos mostrados para cada muestra es el resultado probabilístico obtenido por el software del equipo GCMSsolution de SHIMADZU utilizando la librería NIST. La probabilidad se mide por el SI (Similarity index) que se encuentra en cada espectro de masa (en el texto superior a la gráfica).

Las listas de componentes detectados en el aceite esencial de *Arrayán* se encuentran en las Tabla N°1 del Anexo.

### 14. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

El Informe técnico es válido solo para la muestra y las condiciones indicadas en los ítems del uno (1) al cuatro (4) del presente informe técnico.

Bach. Jesús Utano Reyes  
Analista  
LABICER - UNI

M.Sc. Otilia Acha de la Cruz  
Jefe de Laboratorio  
Firmado por:  
Ing. Sebastián Lazo Ochoa  
CIP 74236

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO

Figura N°1. Cromatogramas del aceite esencial de *Arrayán* del análisis por Inyección Líquida

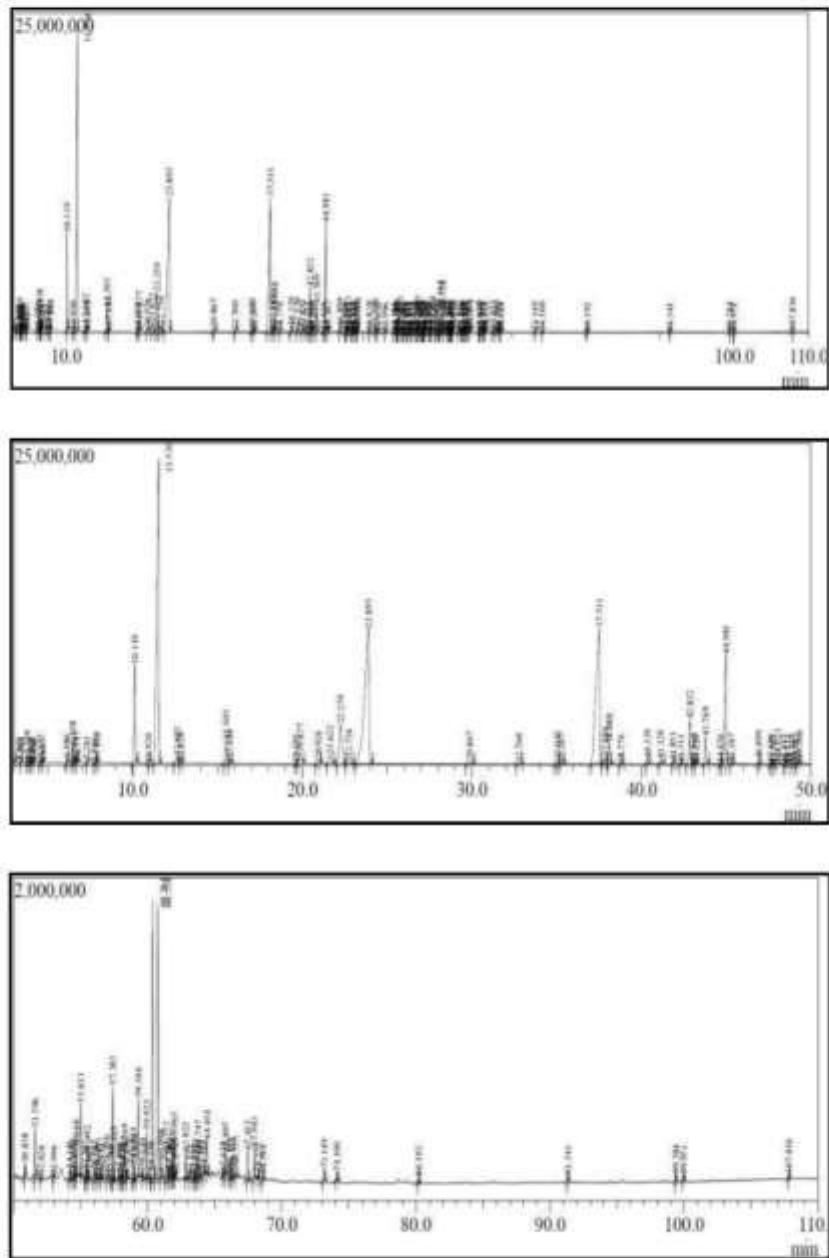


Tabla N°1. Datos cromatográficos del aceite esencial de Arrayán del análisis por Inyección Líquida

Peak#	F.Time	Area	Area%	Height	Height%	Name
1	3.065	243228	0.03	151639	0.16	n-Propyl acetate
2	3.450	232372	0.03	109513	0.11	1-Butanol, 2-methyl-
3	3.815	1505333	0.17	661859	0.68	Propanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester
4	3.995	555856	0.06	214979	0.22	Toluene
5	4.105	198761	0.02	70474	0.07	Isobutyl acetate
6	4.215	213741	0.02	78636	0.08	Butanoic acid, 2-methyl-, methyl ester
7	4.600	882288	0.10	333042	0.34	3-Pentanone, 2,4-dimethyl-
8	4.765	177085	0.02	50208	0.05	2-Pentene, 2,3-dimethyl-
9	6.240	1404888	0.16	405202	0.42	2-Pentanone, 4-hydroxy-4-methyl-
10	6.520	4823688	0.53	1378037	1.42	Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester
11	6.655	799917	0.09	189019	0.20	2-Hexenal, (E)-
12	6.835	2230387	0.25	611524	0.63	Propanoic acid, 2-methyl-, propyl ester
13	7.375	974820	0.11	252571	0.26	Propanoic acid, 2-methylpropyl ester
14	7.805	191308	0.02	55541	0.06	1-Butanol, 3-methyl-, acetate
15	7.995	2460671	0.27	593340	0.61	1-Butanol, 2-methyl-, acetate
16	10.280	41477332	4.60	7673707	7.93	Propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester
17	11.010	223736	0.02	42895	0.04	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-
18	11.630	224143400	24.85	23591011	24.39	alpha-Pinene
19	12.735	4374857	0.49	596410	0.62	Camphene
20	12.955	797582	0.09	131293	0.14	Butanoic acid, 2-methyl-, propyl ester
21	15.625	15018086	1.67	1873421	1.94	beta-Pinene
22	15.885	3089816	0.34	416468	0.43	2-Pentanol, propanoate
23	19.715	218976	0.02	34195	0.04	Hexanoic acid, ethyl ester
24	20.115	8468655	0.94	871927	0.90	Butanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester
25	21.125	2719206	0.30	275821	0.29	2-Pentenoic acid, 4-methyl-
26	21.915	7946272	0.88	716202	0.74	Propanoic acid, 2-methyl-, 3-methylbutyl ester
27	22.525	36354213	4.03	3068916	3.17	Propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylbutyl ester
28	23.025	6275521	0.70	485099	0.50	o-Cymene
29	24.120	193529176	21.46	10527315	10.88	Eucalyptol
30	30.165	3997275	0.44	297920	0.31	gamma-Terpinene
31	32.975	1278438	0.14	128824	0.13	trans-Linalool oxide (furanoid)
32	35.180	2780559	0.31	337843	0.35	Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-
33	35.475	996893	0.11	114870	0.12	trans-Linalool oxide (furanoid)
34	37.675	156358182	17.34	10578325	10.94	Linalool
35	37.975	4705889	0.52	593723	0.61	Butanoic acid, 2-methyl-, 2-methylbutyl ester
36	38.265	10281651	1.14	1610460	1.66	Fenchol
37	38.895	383685	0.04	63942	0.07	3-Cyclohexen-1-ol, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-
38	40.490	2621033	0.29	442080	0.46	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol, 6,6-dimethyl-2-methylene
39	41.325	2572851	0.29	392399	0.41	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 2,3,3-trimethyl-
40	41.955	1194880	0.13	241792	0.25	Cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-, (2R-cis)
41	42.415	206027	0.02	40793	0.04	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6-trimethyl-, (1 alpha)
42	42.990	20874254	2.31	3462718	3.58	endo-Borneol
43	43.145	702620	0.08	110269	0.11	alpha-Terpineol
44	43.285	241295	0.03	38080	0.04	Quinoline, decalhydro-
45	43.985	12306062	1.36	2146118	2.22	Terpinen-4-ol
46	44.750	408363	0.05	63256	0.07	Benzene, methanol, alpha, alpha, 4-trimethyl-
47	45.080	62182329	6.90	8535432	8.82	alpha-Terpineol
48	45.410	497283	0.06	105900	0.11	Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-methanol, 6,6-dimethyl-
49	47.005	1799556	0.20	375024	0.39	2-Cyclohexen-1-ol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-, c
50	47.700	424502	0.05	88639	0.09	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-
51	47.845	217447	0.02	45396	0.05	Citronellol
52	48.150	2453448	0.27	468980	0.48	Pulegone
53	48.490	161572	0.02	42163	0.04	2-Butanone, 4-phenyl-
54	48.645	204773	0.02	44167	0.05	2-Decenone acid
55	48.910	302664	0.03	74879	0.08	cis-p-Mentha-2,8-dien-1-ol
56	49.170	711500	0.08	143267	0.15	Propanoic acid, 2-methyl-, nonyl ester
57	49.415	1750128	0.19	356699	0.37	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-

Peak#	Retention Time	Area	Area%	Height	Height%	Name
58	50.905	355670	0.04	93775	0.10	Anethole
59	51.700	1326878	0.15	316666	0.33	Propanoic acid, 2-methyl-, phenylmethyl ester
60	52.090	86728	0.01	25409	0.03	Thymol
61	53.040	70389	0.01	23007	0.02	2,6-Octadienoic acid, 3,7-dimethyl-, methyl ester
62	54.260	238035	0.03	64191	0.07	Benzenepropanoic acid, ethyl ester
63	54.525	25747	0.00	16670	0.02	Eucalyptol
64	54.605	239236	0.03	74887	0.08	Propanoic acid, 2-methyl-, butyl ester
65	54.755	753240	0.08	175892	0.18	2-Hexanovlfuran
66	55.100	1764919	0.20	451370	0.47	(1R,3E,7E,11R)-1,5,5,8-Tetramethyl-12-oxabicyclo[9.2.1]
67	55.420	236352	0.03	63199	0.07	Copaene
68	55.555	628237	0.07	155423	0.16	n-Amyl ether
69	55.675	138622	0.02	29118	0.03	2-Cyclohexen-1-ol, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-, e
70	56.085	233313	0.03	61274	0.06	Pentanoic acid, phenylmethyl ester
71	56.230	216343	0.02	47931	0.05	Cyclohexene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-
72	56.490	281746	0.03	69827	0.07	beta-Phenylethyl butyrate
73	56.660	164215	0.02	38073	0.04	2-Cyclopenten-1-one, 3-methyl-2-(2-pentenyl)-, (Z)-
74	57.025	377661	0.04	94514	0.10	Methylengenol
75	57.305	127188	0.01	32615	0.03	Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6-dimethyl-6-(4-methyl-3
76	57.445	2524663	0.28	586133	0.61	Caryophyllene
77	57.555	517606	0.06	152382	0.16	Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7-dimethyl-7-(4-meth
78	57.925	150212	0.02	44767	0.05	alpha-Ionone
79	58.080	112031	0.01	31961	0.03	Cyclohexanol, 3,3,5-trimethyl-, acetate, cis-
80	58.220	338959	0.04	87684	0.09	Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6-dimethyl-6-(4-methyl-3
81	58.400	888169	0.10	162745	0.17	Aromandendrene
82	58.555	279288	0.03	68086	0.07	3-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 1,3,4-trimethyl-
83	58.965	586340	0.07	136457	0.14	Humulene
84	59.065	329189	0.04	98039	0.10	5,9-Undecadien-2-one, 6,10-dimethyl-, (Z)-
85	59.390	2623504	0.29	498036	0.51	Sesquimeneole
86	59.715	271707	0.03	67897	0.07	Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1
87	60.045	1350704	0.15	303483	0.31	2-(2S,4aR)-4a,8-Dimethyl-1,2,3,4,4a,5,6,7-octahydro
88	60.270	159823	0.02	54386	0.06	Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-
89	60.545	8343431	0.93	1725458	1.78	Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1
90	60.880	7778926	0.86	1705178	1.76	alpha-Guaiene
91	61.115	830009	0.09	125518	0.13	Benzyl tiglate
92	61.470	823415	0.09	176288	0.18	alpha-Farnesene
93	61.635	336313	0.04	67279	0.07	gamma-Muurolene
94	61.790	289530	0.03	52556	0.05	(-)-alpha-Panasosen
95	61.915	529029	0.06	125812	0.13	2-Cyclopenten-1-one, 2-(2-butenyl)-4-hydroxy-3-met
96	62.035	906233	0.10	220835	0.23	Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-
97	62.100	82115	0.01	25394	0.03	1,2,4-Cyclopropanetrione, 3-(2-pentenyl)-
98	62.935	685808	0.08	168127	0.17	2(1H)-Naphthalenone, octahydro-8a-hydroxy-4a-met
99	63.190	115282	0.01	27645	0.03	Caryophyllene oxide
100	63.495	133657	0.01	33803	0.03	(-)-Globulol
101	63.655	260566	0.03	70433	0.07	1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl-
102	63.810	818781	0.09	183699	0.19	Cyclohexane, (1,1-dimethylpropyl)-
103	63.940	257864	0.03	59198	0.06	Hexanoic acid, phenylmethyl ester
104	64.240	203983	0.02	36787	0.04	1H-Cycloprop[er]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimet
105	64.585	1494260	0.17	208517	0.22	Caryophyllene oxide
106	65.670	102726	0.01	30037	0.03	Caryophyllene oxide
107	65.920	753158	0.08	151809	0.16	1-Naphthalenol, decahydro-1,4a-dimethyl-7-(1-methy
108	66.190	288774	0.03	59139	0.06	1-Nonadecene
109	66.380	384605	0.04	71709	0.07	2-Naphthalenemethanol, 2,3,4,4a,5,6,7,8-octahydro-1
110	66.665	538522	0.06	77785	0.08	1H-Cycloprop[er]azulen-4-ol, decahydro-1,1,4,7-tetra
111	67.595	1045889	0.12	187795	0.19	Cyclohexane, (1-butylhexadecyl)-
112	68.055	1185723	0.13	206124	0.21	Thunbergol
113	68.350	143294	0.02	34916	0.04	Limonene oxide, trans-
114	68.670	207402	0.02	36941	0.04	9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)-
115	73.300	600598	0.07	78873	0.08	2(1H)-Naphthalenone, octahydro-8a-hydroxy-4a-met

Peak#	F. Time	Area	Area%	Height	Height%	Name
116	74.245	324247	0.04	53392	0.06	1-Nonadecene
117	80.300	215331	0.02	43785	0.05	2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-
118	91.410	159041	0.02	41210	0.04	Phytol
119	99.455	206895	0.02	48972	0.05	(1S,2R,5R)-2-Methyl-5-((R)-6-methylhept-5-en-2-yl)
120	100.020	133669	0.01	36331	0.04	(1S,2R,5R)-2-Methyl-5-((R)-6-methylhept-5-en-2-yl)
121	107.880	103992	0.01	30072	0.03	Pentacosane
		901826112	100.00	96731536	100.00	



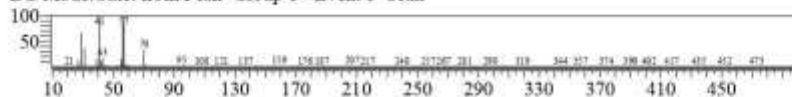
ANEXO 7: Informe 3 Labicer-UNI

Peak#	R. Time	Area	Area%	Height	Height%	Name
1	3.399	52688	0.03	25002	0.10	1-Butanol, 2-methyl-
2	3.765	2756210	1.76	1341876	5.51	Propanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester
3	3.951	75176	0.05	32772	0.13	Oxirane, tetramethyl-
4	4.075	224120	0.14	101437	0.42	Isobutyl acetate
5	4.160	266552	0.17	116528	0.48	Butanoic acid, 2-methyl-, methyl ester
6	4.535	1090073	0.70	444428	1.83	3-Pentanone, 2,4-dimethyl-
7	4.707	96638	0.06	31378	0.13	Hexanal
8	6.448	3263300	2.09	1004544	4.13	Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester
9	6.580	372761	0.24	95534	0.39	2-Hexenal, (E)-
10	6.726	1329974	0.85	390462	1.60	Propanoic acid, 2-methyl-, propyl ester
11	7.289	476782	0.30	122725	0.50	Propanoic acid, 2-methylpropyl ester
12	7.750	70174	0.04	22853	0.09	1-Butanol, 3-methyl-, acetate
13	7.876	1067131	0.68	274899	1.13	1-Butanol, 2-methyl-, acetate
14	10.101	13560594	8.67	2705719	11.11	Propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester
15	11.463	98366324	62.89	14177125	58.22	alpha-Pinene
16	12.490	123180	0.08	30493	0.13	Bicyclo[2.2.1]heptane, 7,7-dimethyl-2-methylene-
17	12.606	1136962	0.73	185604	0.76	Camphene
18	15.503	3222424	2.06	448373	1.84	beta-Pinene
19	19.880	861625	0.55	100321	0.41	Butanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester
20	21.616	591529	0.38	70142	0.29	Propanoic acid, 2-methyl-, 3-methylbutyl ester
21	22.187	3382580	2.16	333640	1.37	Propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylbutyl ester
22	23.359	2966395	1.90	312549	1.28	D-Limonene
23	23.607	18671710	11.94	1629700	6.69	Eucalyptol
24	37.159	2186023	1.40	306865	1.26	Linalool
25	44.875	211168	0.13	44381	0.18	alpha-Terpineol
		156422093	100.00	24349350	100.00	

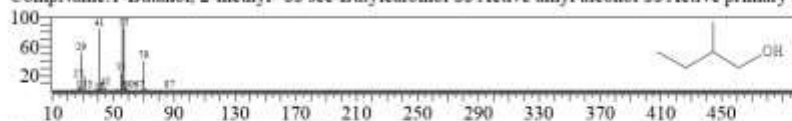
Library

<< Target >>

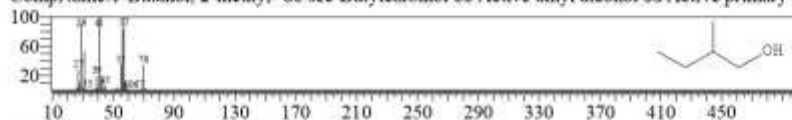
Line#:1 R. Time: 3.400(Scan#: 81) MassPeaks:222  
RawMode:Averaged 3.395-3.405(80-82) BasePeak:57.05(4863)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



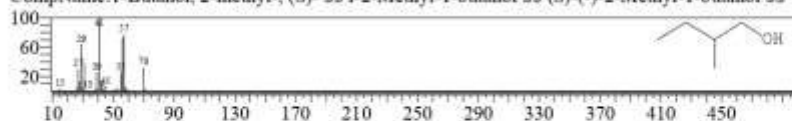
Hit#:1 Entry:1095 Library:NIST14s.lib  
SI:93 Formula:C5H12O CAS:137-32-6 MolWeight:88 RetIndex:697  
CompName:1-Butanol, 2-methyl- \$\$ sec-Butylcarbinol \$\$ Active amyl alcohol \$\$ Active primary a



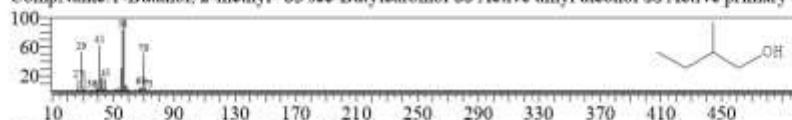
Hit#:2 Entry:1072 Library:NIST14s.lib  
SI:91 Formula:C5H12O CAS:1565-80-6 MolWeight:88 RetIndex:697  
CompName:1-Butanol, 2-methyl- \$\$ sec-Butylcarbinol \$\$ Active amyl alcohol \$\$ Active primary a



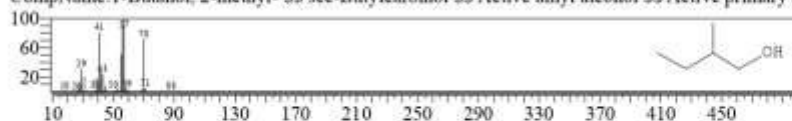
Hit#:3 Entry:1073 Library:NIST14s.lib  
SI:91 Formula:C5H12O CAS:1565-80-6 MolWeight:88 RetIndex:697  
CompName:1-Butanol, 2-methyl-, (S)- \$\$ 1-2-Methyl-1-butanol \$\$ (S)-(-)-2-Methyl-1-butanol \$\$



Hit#:4 Entry:1094 Library:NIST14s.lib  
SI:89 Formula:C5H12O CAS:137-32-6 MolWeight:88 RetIndex:697  
CompName:1-Butanol, 2-methyl- \$\$ sec-Butylcarbinol \$\$ Active amyl alcohol \$\$ Active primary a



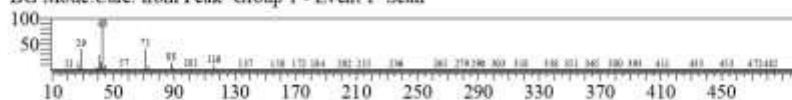
Hit#:5 Entry:1096 Library:NIST14s.lib  
SI:87 Formula:C5H12O CAS:137-32-6 MolWeight:88 RetIndex:697  
CompName:1-Butanol, 2-methyl- \$\$ sec-Butylcarbinol \$\$ Active amyl alcohol \$\$ Active primary a



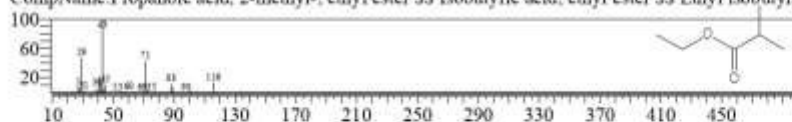


<< Target >>

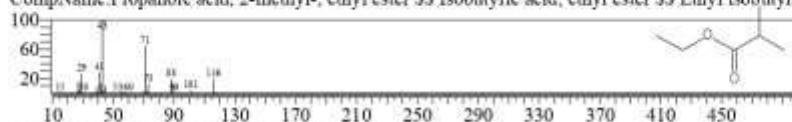
Line#:2 R. Time:3.765(Scan#:154) MassPeaks:265  
RawMode:Averaged 3.760-3.770(153-155) BasePeak:43.00(397088)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



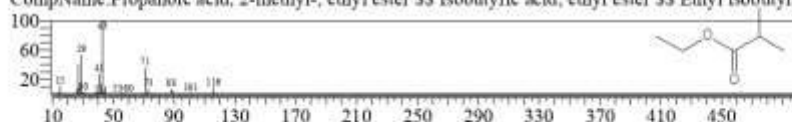
Hit#:1 Entry:3646 Library:NIST14s.lib  
SI:97 Formula:C6H12O2 CAS:97-62-1 MolWeight:116 RetIndex:721  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester SS Isobutyric acid, ethyl ester SS Ethyl isobutyra



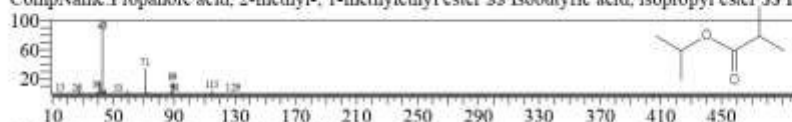
Hit#:2 Entry:3667 Library:NIST14s.lib  
SI:95 Formula:C6H12O2 CAS:97-62-1 MolWeight:116 RetIndex:721  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester SS Isobutyric acid, ethyl ester SS Ethyl isobutyra



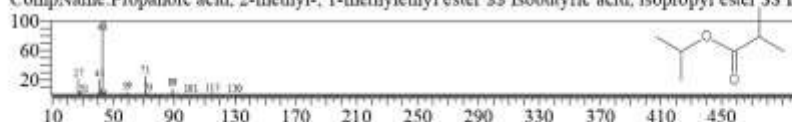
Hit#:3 Entry:3644 Library:NIST14s.lib  
SI:94 Formula:C6H12O2 CAS:97-62-1 MolWeight:116 RetIndex:721  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester SS Isobutyric acid, ethyl ester SS Ethyl isobutyra



Hit#:4 Entry:5658 Library:NIST14s.lib  
SI:87 Formula:C7H14O2 CAS:617-50-5 MolWeight:130 RetIndex:756  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, 1-methylethyl ester SS Isobutyric acid, isopropyl ester SS Is

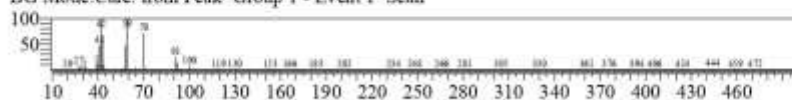


Hit#:5 Entry:5656 Library:NIST14s.lib  
SI:87 Formula:C7H14O2 CAS:617-50-5 MolWeight:130 RetIndex:756  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, 1-methylethyl ester SS Isobutyric acid, isopropyl ester SS Is

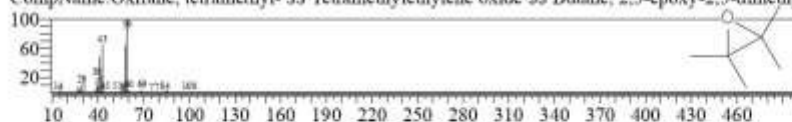


<< Target >>

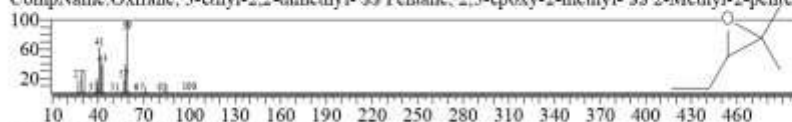
Line#:3 R. Time:3.950(Scan#:191) MassPeaks:275  
RawMode:Averaged 3.945-3.955(190-192) BasePeak:59.05(5078)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



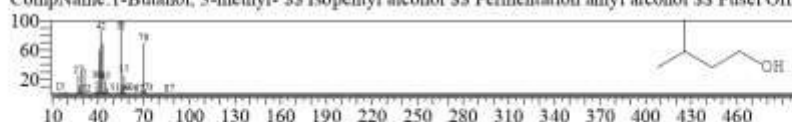
Hit#:1 Entry:1901 Library:NIST14s.lib  
SI:81 Formula:C6H12O CAS:5076-20-0 MolWeight:100 RetIndex:618  
CompName:Oxirane, tetramethyl- SS Tetramethylethylene oxide SS Butane, 2,3-epoxy-2,3-dimethyl



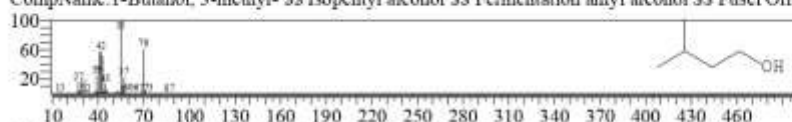
Hit#:2 Entry:1898 Library:NIST14s.lib  
SI:78 Formula:C6H12O CAS:1192-22-9 MolWeight:100 RetIndex:644  
CompName:Oxirane, 3-ethyl-2,2-dimethyl- SS Pentane, 2,3-epoxy-2-methyl- SS 2-Methyl-2-pentene



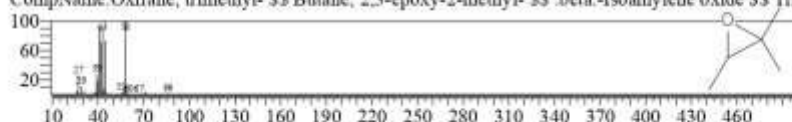
Hit#:3 Entry:1088 Library:NIST14s.lib  
SI:75 Formula:C5H12O CAS:123-51-3 MolWeight:88 RetIndex:697  
CompName:1-Butanol, 3-methyl- SS Isopentyl alcohol SS Fermentation amyl alcohol SS Fusel Oil!



Hit#:4 Entry:1089 Library:NIST14s.lib  
SI:74 Formula:C5H12O CAS:123-51-3 MolWeight:88 RetIndex:697  
CompName:1-Butanol, 3-methyl- SS Isopentyl alcohol SS Fermentation amyl alcohol SS Fusel Oil!

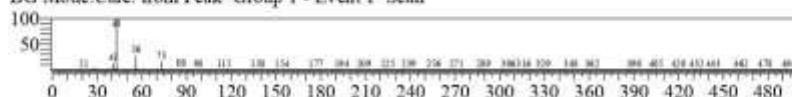


Hit#:5 Entry:918 Library:NIST14s.lib  
SI:74 Formula:C5H10O CAS:5076-19-7 MolWeight:86 RetIndex:544  
CompName:Oxirane, trimethyl- SS Butane, 2,3-epoxy-2-methyl- SS .beta.-Isoamylene oxide SS Tri

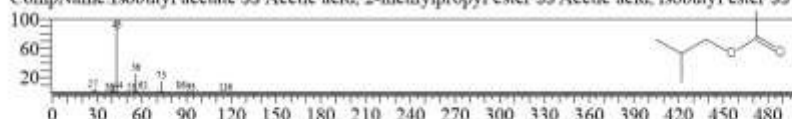


<< Target >>

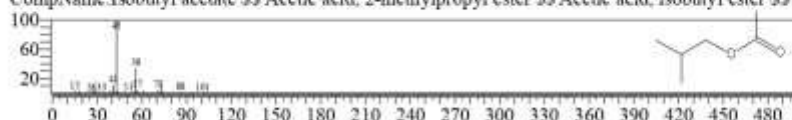
Line#:4 R. Time:4.075(Scan#:216) MassPeaks:237  
RawMode:Averaged 4.070-4.080(215-217) BasePeak:43.00(50109)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



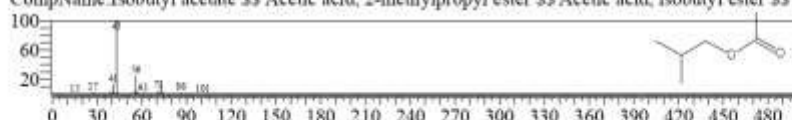
Hit#:1 Entry:3651 Library:NIST14s.lib  
SI:98 Formula:C6H12O2 CAS:110-19-0 MolWeight:116 RetIndex:721  
CompName:Isobutyl acetate \$\$ Acetic acid, 2-methylpropyl ester \$\$ Acetic acid, isobutyl ester \$\$



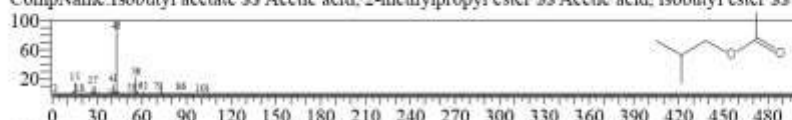
Hit#:2 Entry:3652 Library:NIST14s.lib  
SI:96 Formula:C6H12O2 CAS:110-19-0 MolWeight:116 RetIndex:721  
CompName:Isobutyl acetate \$\$ Acetic acid, 2-methylpropyl ester \$\$ Acetic acid, isobutyl ester \$\$



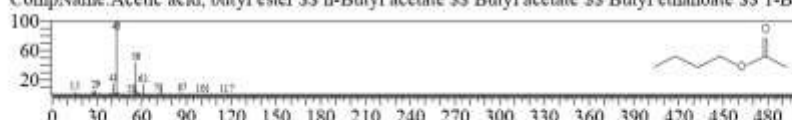
Hit#:3 Entry:3653 Library:NIST14s.lib  
SI:96 Formula:C6H12O2 CAS:110-19-0 MolWeight:116 RetIndex:721  
CompName:Isobutyl acetate \$\$ Acetic acid, 2-methylpropyl ester \$\$ Acetic acid, isobutyl ester \$\$



Hit#:4 Entry:3648 Library:NIST14s.lib  
SI:95 Formula:C6H12O2 CAS:110-19-0 MolWeight:116 RetIndex:721  
CompName:Isobutyl acetate \$\$ Acetic acid, 2-methylpropyl ester \$\$ Acetic acid, isobutyl ester \$\$



Hit#:5 Entry:3649 Library:NIST14s.lib  
SI:93 Formula:C6H12O2 CAS:123-86-4 MolWeight:116 RetIndex:785  
CompName:Acetic acid, butyl ester \$\$ n-Butyl acetate \$\$ Butyl acetate \$\$ Butyl ethanoate \$\$ 1-Bt

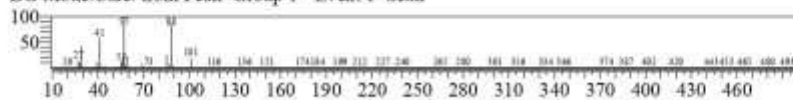


<< Target >>

Line#:5 R. Time:4.160(Scan#:233) MassPeaks:263

RawMode:Averaged 4.155-4.165(232-234) BasePeak:57.05(23332)

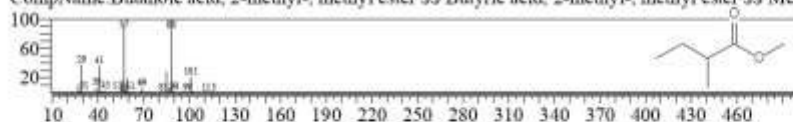
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#:1 Entry:3721 Library:NIST14s.lib

SI:95 Formula:C6H12O2 CAS:868-57-5 MolWeight:116 RetIndex:721

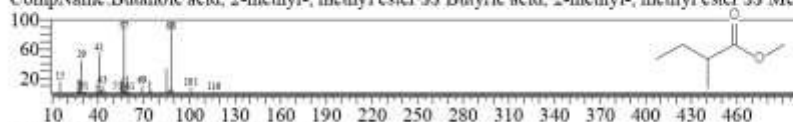
CompName:Butanoic acid, 2-methyl-, methyl ester \$\$ Butyric acid, 2-methyl-, methyl ester \$\$ Met



Hit#:2 Entry:3690 Library:NIST14s.lib

SI:93 Formula:C6H12O2 CAS:868-57-5 MolWeight:116 RetIndex:721

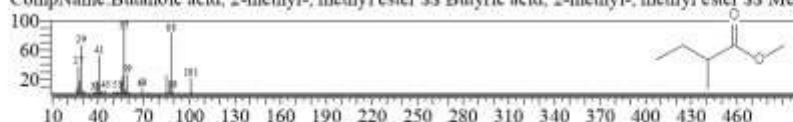
CompName:Butanoic acid, 2-methyl-, methyl ester \$\$ Butyric acid, 2-methyl-, methyl ester \$\$ Met



Hit#:3 Entry:3689 Library:NIST14s.lib

SI:93 Formula:C6H12O2 CAS:868-57-5 MolWeight:116 RetIndex:721

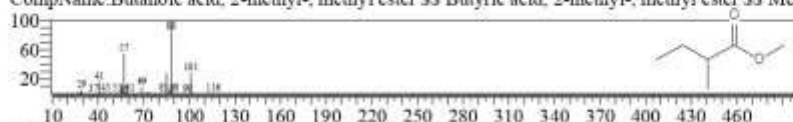
CompName:Butanoic acid, 2-methyl-, methyl ester \$\$ Butyric acid, 2-methyl-, methyl ester \$\$ Met



Hit#:4 Entry:3722 Library:NIST14s.lib

SI:84 Formula:C6H12O2 CAS:868-57-5 MolWeight:116 RetIndex:721

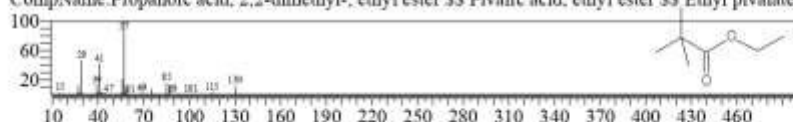
CompName:Butanoic acid, 2-methyl-, methyl ester \$\$ Butyric acid, 2-methyl-, methyl ester \$\$ Met



Hit#:5 Entry:5680 Library:NIST14s.lib

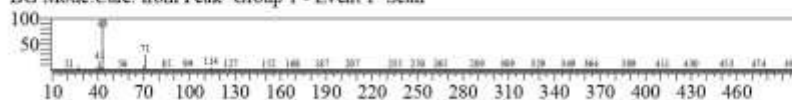
SI:84 Formula:C7H14O2 CAS:3938-95-2 MolWeight:130 RetIndex:800

CompName:Propanoic acid, 2,2-dimethyl-, ethyl ester \$\$ Pivalic acid, ethyl ester \$\$ Ethyl pivalate

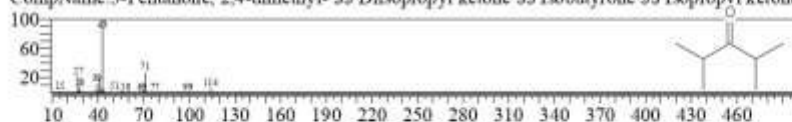


<< Target >>

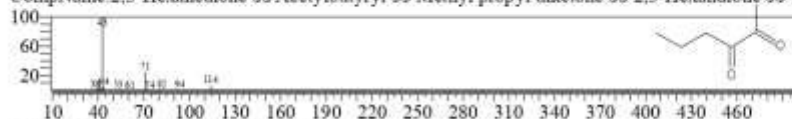
Line#:6 R. Time:4.535(Scan#:308) MassPeaks:255  
RawMode:Averaged 4.530-4.540(307-309) BasePeak:43.00(224158)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



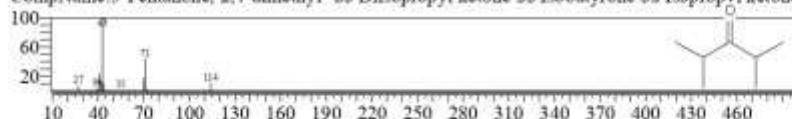
Hit#:1 Entry:3389 Library:NIST14s.lib  
SI:95 Formula:C7H14O CAS:565-80-0 MolWeight:114 RetIndex:725  
CompName:3-Pentanone, 2,4-dimethyl- \$\$ Diisopropyl ketone \$\$ Isobutyryl ketone \$\$ Isopropyl ketone



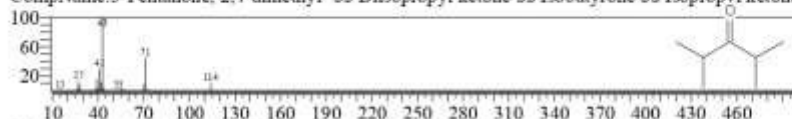
Hit#:2 Entry:3303 Library:NIST14s.lib  
SI:94 Formula:C6H10O2 CAS:3848-24-6 MolWeight:114 RetIndex:890  
CompName:2,3-Hexanedione \$\$ Acetylbutyryl \$\$ Methyl propyl diketone \$\$ 2,3-Hexanedione \$\$



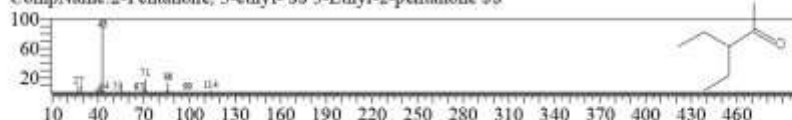
Hit#:3 Entry:3394 Library:NIST14s.lib  
SI:92 Formula:C7H14O CAS:565-80-0 MolWeight:114 RetIndex:725  
CompName:3-Pentanone, 2,4-dimethyl- \$\$ Diisopropyl ketone \$\$ Isobutyryl ketone \$\$ Isopropyl ketone



Hit#:4 Entry:3393 Library:NIST14s.lib  
SI:91 Formula:C7H14O CAS:565-80-0 MolWeight:114 RetIndex:725  
CompName:3-Pentanone, 2,4-dimethyl- \$\$ Diisopropyl ketone \$\$ Isobutyryl ketone \$\$ Isopropyl ketone

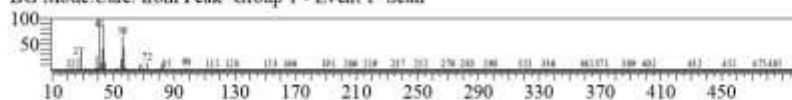


Hit#:5 Entry:3397 Library:NIST14s.lib  
SI:89 Formula:C7H14O CAS:6137-03-7 MolWeight:114 RetIndex:789  
CompName:2-Pentanone, 3-ethyl- \$\$ 3-Ethyl-2-pentanone \$\$

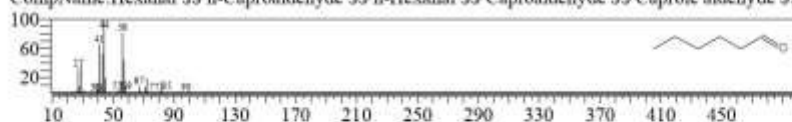


<< Target >>

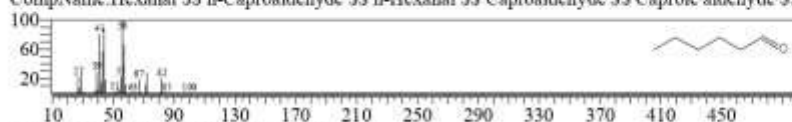
Line#:7 R. Time:4.705(Scan#:342) MassPeaks:257  
RawMode:Averaged 4.700-4.710(341-343) BasePeak:41.05(5317)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



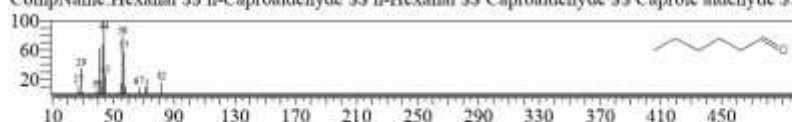
Hit#:1 Entry:1861 Library:NIST14s.lib  
SI:89 Formula:C6H12O CAS:66-25-1 MolWeight:100 RetIndex:806  
CompName:Hexanal SS n-Caproaldehyde SS n-Hexanal SS Caproaldehyde SS Caproic aldehyde SS



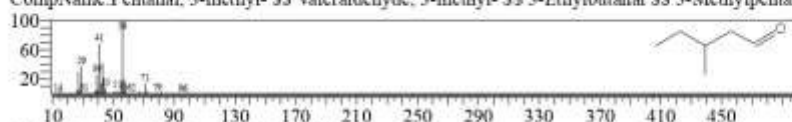
Hit#:2 Entry:1873 Library:NIST14s.lib  
SI:88 Formula:C6H12O CAS:66-25-1 MolWeight:100 RetIndex:806  
CompName:Hexanal SS n-Caproaldehyde SS n-Hexanal SS Caproaldehyde SS Caproic aldehyde SS



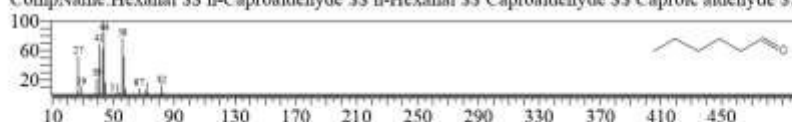
Hit#:3 Entry:1863 Library:NIST14s.lib  
SI:86 Formula:C6H12O CAS:66-25-1 MolWeight:100 RetIndex:806  
CompName:Hexanal SS n-Caproaldehyde SS n-Hexanal SS Caproaldehyde SS Caproic aldehyde SS



Hit#:4 Entry:1870 Library:NIST14s.lib  
SI:84 Formula:C6H12O CAS:15877-57-3 MolWeight:100 RetIndex:742  
CompName:Pentanal, 3-methyl- SS Valeraldehyde, 3-methyl- SS 3-Ethylbutanal SS 3-Methylpentanal

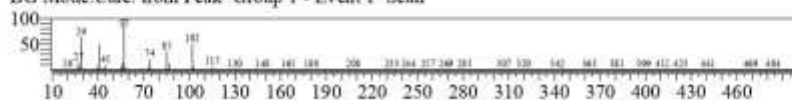


Hit#:5 Entry:1862 Library:NIST14s.lib  
SI:84 Formula:C6H12O CAS:66-25-1 MolWeight:100 RetIndex:806  
CompName:Hexanal SS n-Caproaldehyde SS n-Hexanal SS Caproaldehyde SS Caproic aldehyde SS

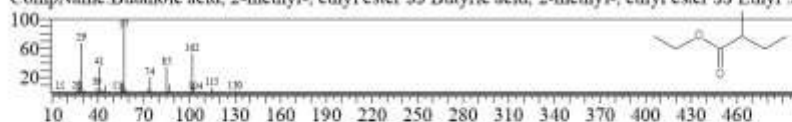


<< Target >>

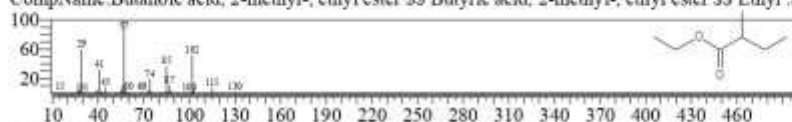
Line#:8 R. Time:6.450(Scan#:691) MassPeaks:256  
RawMode:Averaged 6.445-6.455(690-692) BasePeak:57.05(219982)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



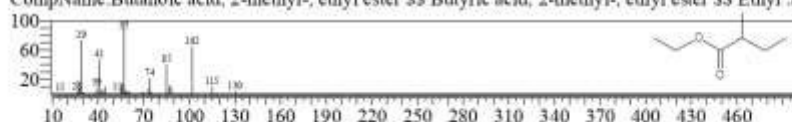
Hit#:1 Entry:5686 Library:NIST14s.lib  
SI:98 Formula:C7H14O2 CAS:7452-79-1 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester \$S\$ Butyric acid, 2-methyl-, ethyl ester \$S\$ Ethyl a



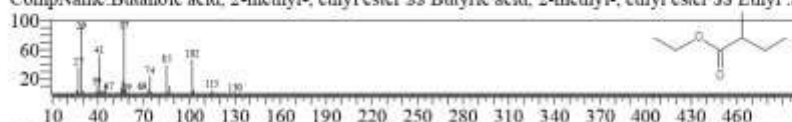
Hit#:2 Entry:5687 Library:NIST14s.lib  
SI:97 Formula:C7H14O2 CAS:7452-79-1 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester \$S\$ Butyric acid, 2-methyl-, ethyl ester \$S\$ Ethyl a



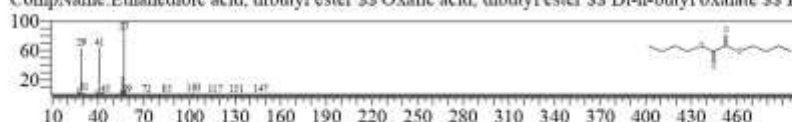
Hit#:3 Entry:5685 Library:NIST14s.lib  
SI:95 Formula:C7H14O2 CAS:7452-79-1 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester \$S\$ Butyric acid, 2-methyl-, ethyl ester \$S\$ Ethyl a



Hit#:4 Entry:5679 Library:NIST14s.lib  
SI:95 Formula:C7H14O2 CAS:7452-79-1 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester \$S\$ Butyric acid, 2-methyl-, ethyl ester \$S\$ Ethyl a

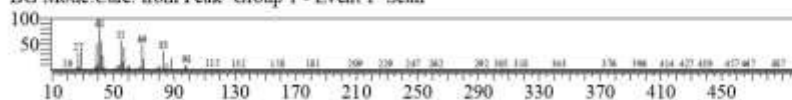


Hit#:5 Entry:18664 Library:NIST14s.lib  
SI:86 Formula:C10H18O4 CAS:2050-60-4 MolWeight:202 RetIndex:1350  
CompName:Ethanedioic acid, dibutyl ester \$S\$ Oxalic acid, dibutyl ester \$S\$ Di-n-butyl oxalate \$S\$ D

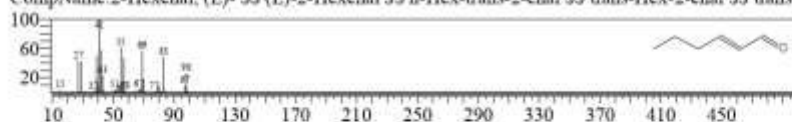


<< Target >>

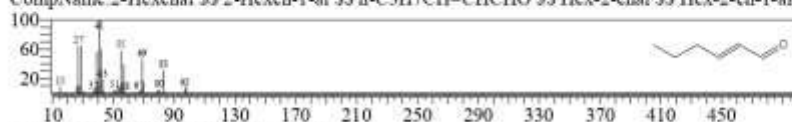
Line#:9 R. Time:6.580(Scan#:717) MassPeaks:281  
RawMode:Averaged 6.575-6.585(716-718) BasePeak:41.05(12213)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



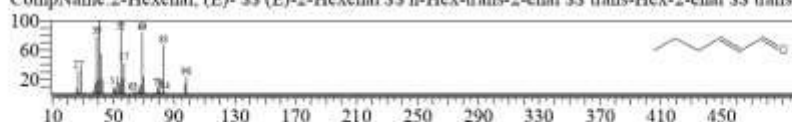
Hit#:1 Entry:1559 Library:NIST14s.lib  
SI:91 Formula:C6H10O CAS:6728-26-3 MolWeight:98 RetIndex:814  
CompName:2-Hexenal, (E)- \$\$ (E)-2-Hexenal \$\$ n-Hex-trans-2-enal \$\$ trans-Hex-2-enal \$\$ trans-



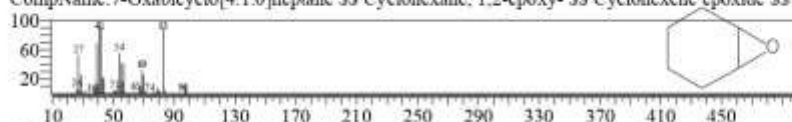
Hit#:2 Entry:1550 Library:NIST14s.lib  
SI:90 Formula:C6H10O CAS:505-57-7 MolWeight:98 RetIndex:814  
CompName:2-Hexenal, (E)- \$\$ (E)-2-Hexenal \$\$ n-Hex-trans-2-enal \$\$ trans-Hex-2-enal \$\$ trans-



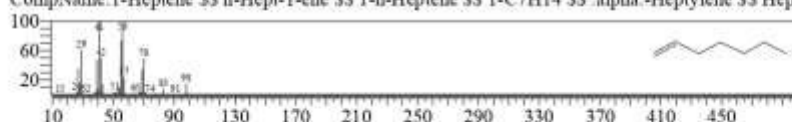
Hit#:3 Entry:1560 Library:NIST14s.lib  
SI:87 Formula:C6H10O CAS:6728-26-3 MolWeight:98 RetIndex:814  
CompName:2-Hexenal, (E)- \$\$ (E)-2-Hexenal \$\$ n-Hex-trans-2-enal \$\$ trans-Hex-2-enal \$\$ trans-



Hit#:4 Entry:1558 Library:NIST14s.lib  
SI:87 Formula:C6H10O CAS:286-20-4 MolWeight:98 RetIndex:731  
CompName:7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane \$\$ Cyclohexane, 1,2-epoxy- \$\$ Cyclohexene epoxide \$\$ C



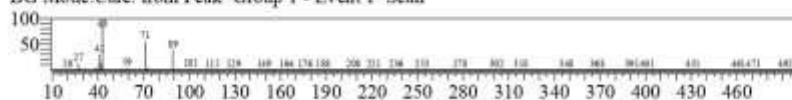
Hit#:5 Entry:1622 Library:NIST14s.lib  
SI:85 Formula:C7H14 CAS:592-76-7 MolWeight:98 RetIndex:707  
CompName:1-Heptene \$\$ n-Hept-1-ene \$\$ 1-n-Heptene \$\$ 1-C7H14 \$\$ alpha-Heptylene \$\$ Hept



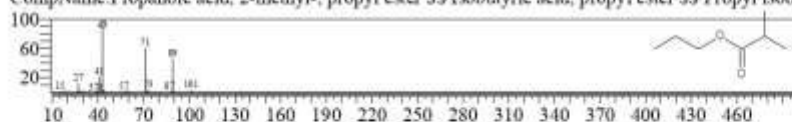


<< Target >>

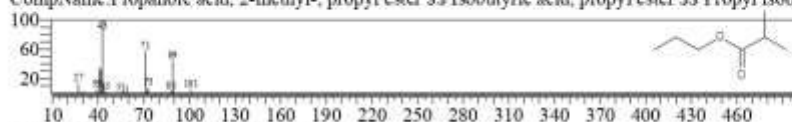
Line#:10 R.Time:6.725(Scan#:746) MassPeaks:257  
RawMode:Averaged 6.720-6.730(745-747) BasePeak:43.00(131397)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



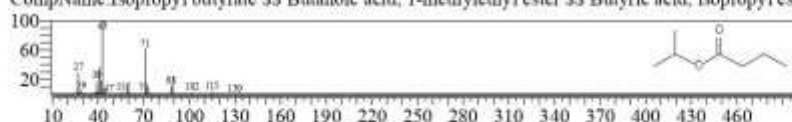
Hit#:1 Entry:5659 Library:NIST14s.lib  
SI:98 Formula:C7H14O2 CAS:644-49-5 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, propyl ester SS Isobutyric acid, propyl ester SS Propyl isob



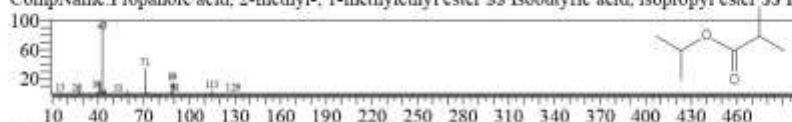
Hit#:2 Entry:5660 Library:NIST14s.lib  
SI:94 Formula:C7H14O2 CAS:644-49-5 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, propyl ester SS Isobutyric acid, propyl ester SS Propyl isob



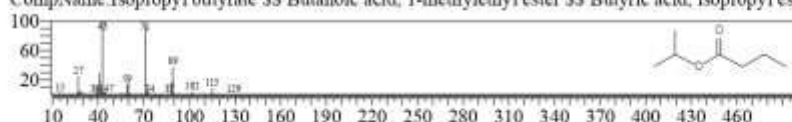
Hit#:3 Entry:5657 Library:NIST14s.lib  
SI:90 Formula:C7H14O2 CAS:638-11-9 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:Isopropyl butyrate SS Butanoic acid, 1-methylethyl ester SS Butyric acid, isopropyl est



Hit#:4 Entry:5658 Library:NIST14s.lib  
SI:90 Formula:C7H14O2 CAS:617-50-5 MolWeight:130 RetIndex:756  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, 1-methylethyl ester SS Isobutyric acid, isopropyl ester SS Is

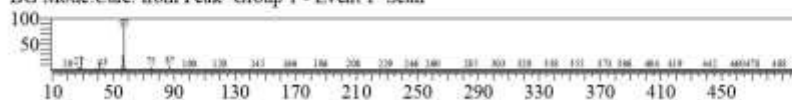


Hit#:5 Entry:5661 Library:NIST14s.lib  
SI:89 Formula:C7H14O2 CAS:638-11-9 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:Isopropyl butyrate SS Butanoic acid, 1-methylethyl ester SS Butyric acid, isopropyl est

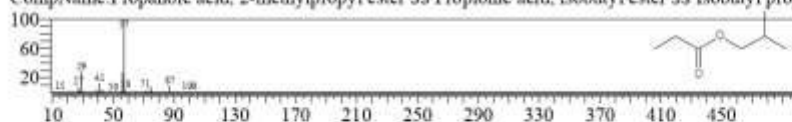


<< Target >>

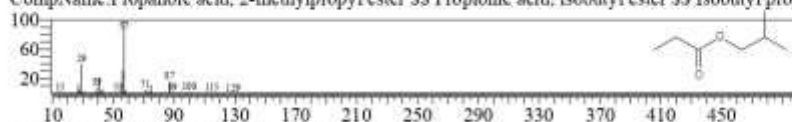
Line#:11 R.Time:7.290(Scan#:859) MassPeaks:273  
RawMode:Averaged 7.285-7.295(858-860) BasePeak:57.00(52126)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



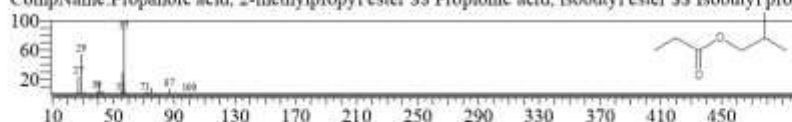
Hit#:1 Entry:5683 Library:NIST14s.lib  
SI:98 Formula:C7H14O2 CAS:540-42-1 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:Propanoic acid, 2-methylpropyl ester SS Propionic acid, isobutyl ester SS Isobutyl prop



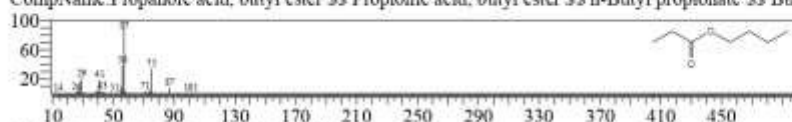
Hit#:2 Entry:5682 Library:NIST14s.lib  
SI:93 Formula:C7H14O2 CAS:540-42-1 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:Propanoic acid, 2-methylpropyl ester SS Propionic acid, isobutyl ester SS Isobutyl prop



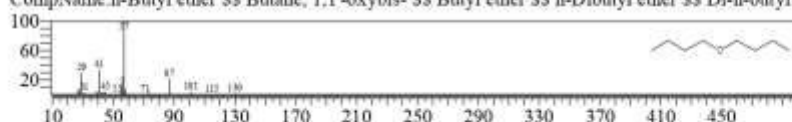
Hit#:3 Entry:5681 Library:NIST14s.lib  
SI:92 Formula:C7H14O2 CAS:540-42-1 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:Propanoic acid, 2-methylpropyl ester SS Propionic acid, isobutyl ester SS Isobutyl prop



Hit#:4 Entry:5691 Library:NIST14s.lib  
SI:91 Formula:C7H14O2 CAS:590-01-2 MolWeight:130 RetIndex:884  
CompName:Propanoic acid, butyl ester SS Propionic acid, butyl ester SS n-Butyl propionate SS But



Hit#:5 Entry:5761 Library:NIST14s.lib  
SI:91 Formula:C8H18O CAS:142-96-1 MolWeight:130 RetIndex:892  
CompName:n-Butyl ether SS Butane, 1,1'-oxybis- SS Butyl ether SS n-Dibutyl ether SS Di-n-butyl e

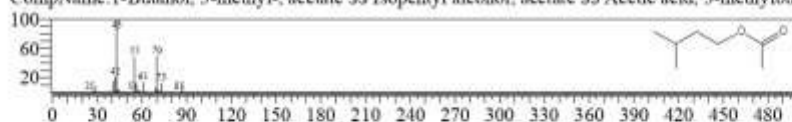


<< Target >>

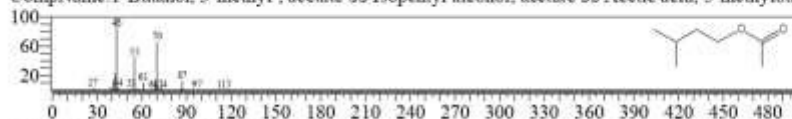
Line#:12 R-Time:7.750(Scan#:951) MassPeaks:231  
RawMode:Averaged 7.745-7.755(950-952) BasePeak:43.00(7874)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



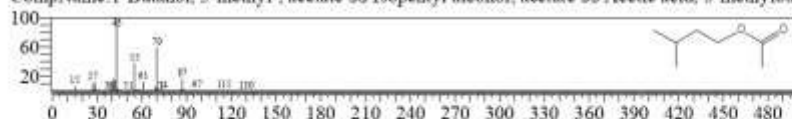
Hit#1 Entry:5651 Library:NIST14s.lib  
SI:91 Formula:C7H14O2 CAS:123-92-2 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:1-Butanol, 3-methyl-, acetate SS Isopentyl alcohol, acetate SS Acetic acid, 3-methylbut



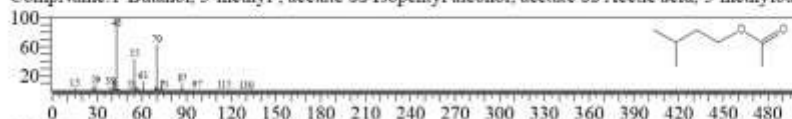
Hit#2 Entry:5652 Library:NIST14s.lib  
SI:91 Formula:C7H14O2 CAS:123-92-2 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:1-Butanol, 3-methyl-, acetate SS Isopentyl alcohol, acetate SS Acetic acid, 3-methylbut



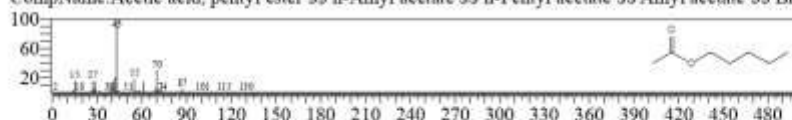
Hit#3 Entry:5649 Library:NIST14s.lib  
SI:90 Formula:C7H14O2 CAS:123-92-2 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:1-Butanol, 3-methyl-, acetate SS Isopentyl alcohol, acetate SS Acetic acid, 3-methylbut



Hit#4 Entry:5650 Library:NIST14s.lib  
SI:90 Formula:C7H14O2 CAS:123-92-2 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:1-Butanol, 3-methyl-, acetate SS Isopentyl alcohol, acetate SS Acetic acid, 3-methylbut

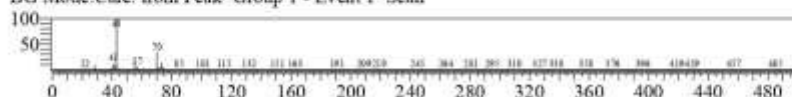


Hit#5 Entry:5647 Library:NIST14s.lib  
SI:88 Formula:C7H14O2 CAS:628-63-7 MolWeight:130 RetIndex:884  
CompName:Acetic acid, pentyl ester SS n-Amyl acetate SS n-Pentyl acetate SS Amyl acetate SS Bir

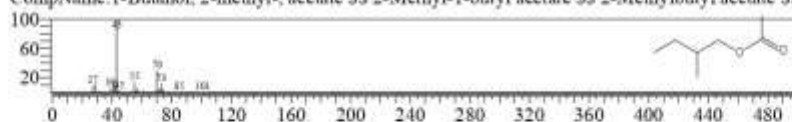


<< Target >>

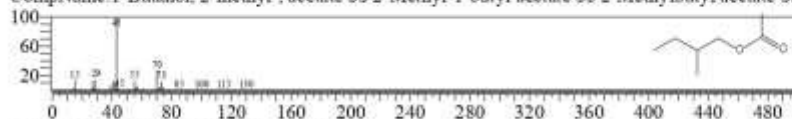
Line#:13 R. Time:7.875(Scan#:976) MassPeaks:235  
RawMode:Averaged 7.870-7.880(975-977) BasePeak:43.00(112005)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



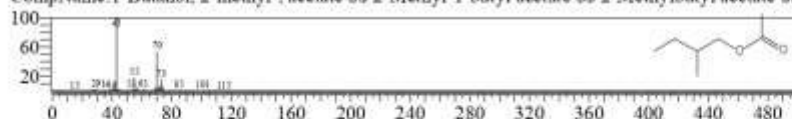
Hit#:1 Entry:5653 Library:NIST14s.lib  
SI:97 Formula:C7H14O2 CAS:624-41-9 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:1-Butanol, 2-methyl-, acetate SS 2-Methyl-1-butyl acetate SS 2-Methylbutyl acetate SS



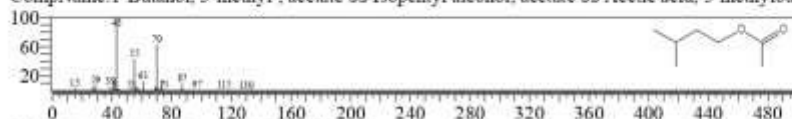
Hit#:2 Entry:5646 Library:NIST14s.lib  
SI:95 Formula:C7H14O2 CAS:624-41-9 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:1-Butanol, 2-methyl-, acetate SS 2-Methyl-1-butyl acetate SS 2-Methylbutyl acetate SS



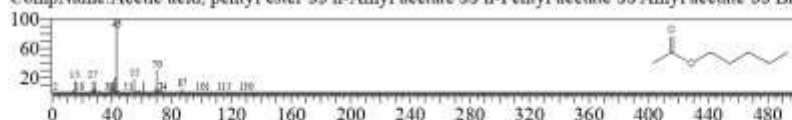
Hit#:3 Entry:5654 Library:NIST14s.lib  
SI:94 Formula:C7H14O2 CAS:624-41-9 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:1-Butanol, 2-methyl-, acetate SS 2-Methyl-1-butyl acetate SS 2-Methylbutyl acetate SS



Hit#:4 Entry:5650 Library:NIST14s.lib  
SI:90 Formula:C7H14O2 CAS:123-92-2 MolWeight:130 RetIndex:820  
CompName:1-Butanol, 3-methyl-, acetate SS Isopentyl alcohol, acetate SS Acetic acid, 3-methylbut

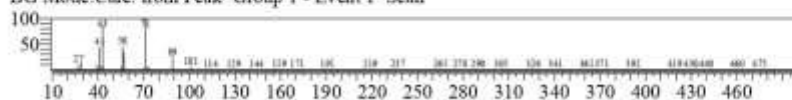


Hit#:5 Entry:5647 Library:NIST14s.lib  
SI:89 Formula:C7H14O2 CAS:628-63-7 MolWeight:130 RetIndex:884  
CompName:Acetic acid, pentyl ester SS n-Amyl acetate SS n-Pentyl acetate SS Amyl acetate SS Bir

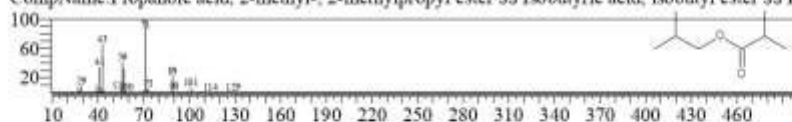


<< Target >>

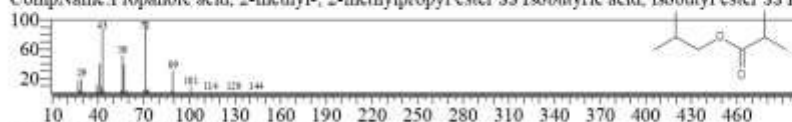
Line#:14 R.Time:10.100(Scan#:1421) MassPeaks:264  
RawMode:Averaged 10.095-10.105(1420-1422) BasePeak:71.05(637048)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



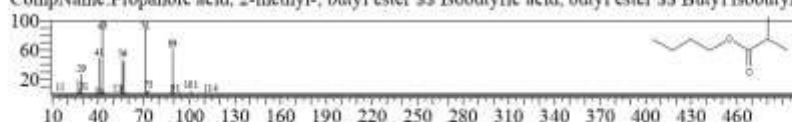
Hit#:1 Entry:8176 Library:NIST14s.lib  
SI:96 Formula:C8H16O2 CAS:97-85-8 MolWeight:144 RetIndex:856  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester SS Isobutyric acid, isobutyl ester SS Is



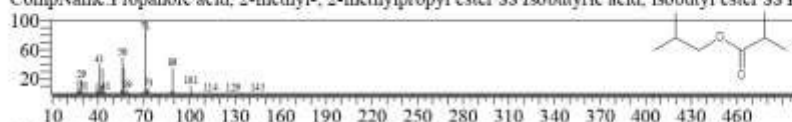
Hit#:2 Entry:8175 Library:NIST14s.lib  
SI:96 Formula:C8H16O2 CAS:97-85-8 MolWeight:144 RetIndex:856  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester SS Isobutyric acid, isobutyl ester SS Is



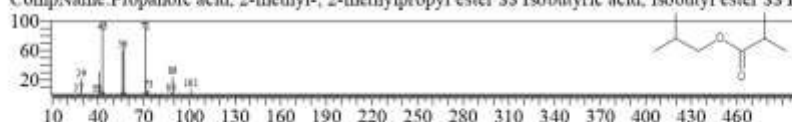
Hit#:3 Entry:8140 Library:NIST14s.lib  
SI:94 Formula:C8H16O2 CAS:97-87-0 MolWeight:144 RetIndex:920  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, butyl ester SS Isobutyric acid, butyl ester SS Butyl isobutyri



Hit#:4 Entry:8181 Library:NIST14s.lib  
SI:93 Formula:C8H16O2 CAS:97-85-8 MolWeight:144 RetIndex:856  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester SS Isobutyric acid, isobutyl ester SS Is

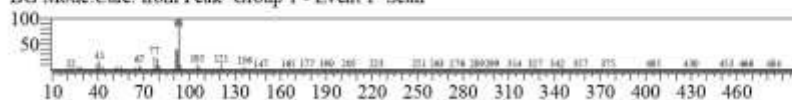


Hit#:5 Entry:8179 Library:NIST14s.lib  
SI:92 Formula:C8H16O2 CAS:97-85-8 MolWeight:144 RetIndex:856  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester SS Isobutyric acid, isobutyl ester SS Is

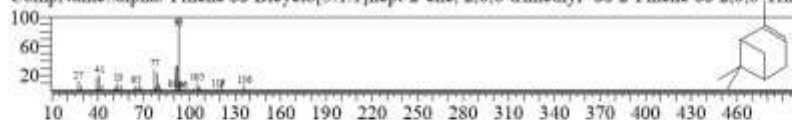


<< Target >>

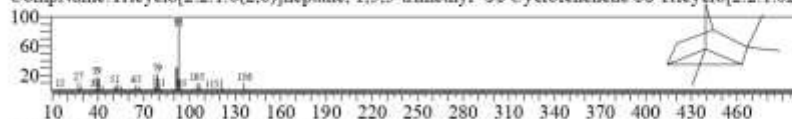
Line#:15 R.Time:11.465(Scan#:1694) MassPeaks:316  
RawMode:Averaged 11.460-11.470(1693-1695) BasePeak:93.05(3544528)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



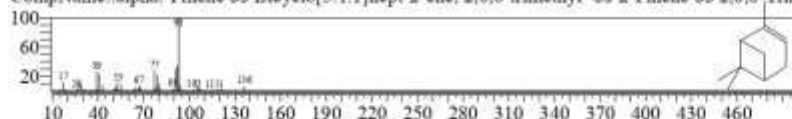
Hit#:1 Entry:6850 Library:NIST14s.lib  
SI:96 Formula:C10H16 CAS:80-56-8 MolWeight:136 RetIndex:948  
CompName:.alpha.-Pinene \$\$ Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl- \$\$ 2-Pinene \$\$ 2,6,6-Trin



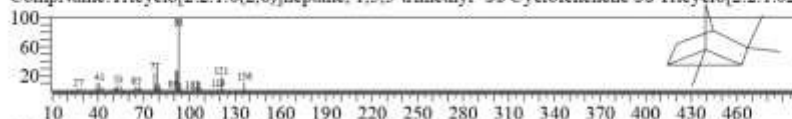
Hit#:2 Entry:6848 Library:NIST14s.lib  
SI:95 Formula:C10H16 CAS:488-97-1 MolWeight:136 RetIndex:729  
CompName:Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,3,3-trimethyl- \$\$ Cyclofenchene \$\$ Tricyclo[2.2.1.0.2.



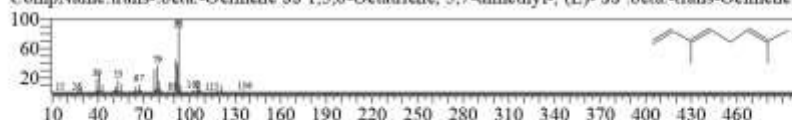
Hit#:3 Entry:6849 Library:NIST14s.lib  
SI:94 Formula:C10H16 CAS:80-56-8 MolWeight:136 RetIndex:948  
CompName:.alpha.-Pinene \$\$ Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl- \$\$ 2-Pinene \$\$ 2,6,6-Trin



Hit#:4 Entry:6828 Library:NIST14s.lib  
SI:93 Formula:C10H16 CAS:488-97-1 MolWeight:136 RetIndex:729  
CompName:Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,3,3-trimethyl- \$\$ Cyclofenchene \$\$ Tricyclo[2.2.1.0.2.



Hit#:5 Entry:6844 Library:NIST14s.lib  
SI:93 Formula:C10H16 CAS:3779-61-1 MolWeight:136 RetIndex:976  
CompName:trans.-beta.-Ocimene \$\$ 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)- \$\$ beta.-trans-Ocimene !

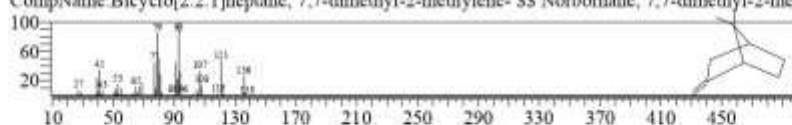


<< Target >>

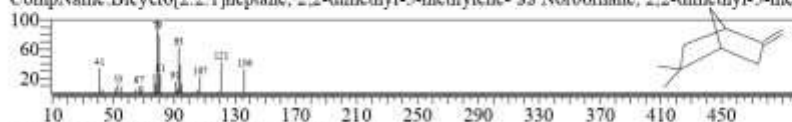
Line#:16 R-Time:12.490(Scan#:1899) MassPeaks:262  
RawMode:Averaged 12.485-12.495(1898-1900) BasePeak:79.05(1642)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



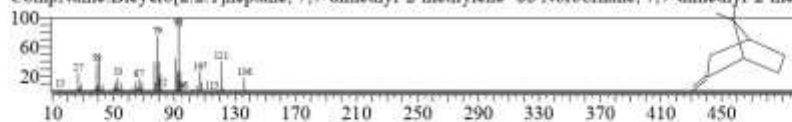
Hit#:1 Entry:6827 Library:NIST14s.lib  
SI:78 Formula:C10H16 CAS:471-84-1 MolWeight:136 RetIndex:943  
CompName:Bicyclo[2.2.1]heptane, 7,7-dimethyl-2-methylene- SS Norbornane, 7,7-dimethyl-2-met



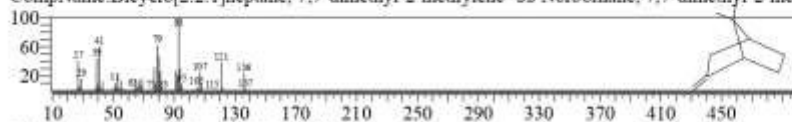
Hit#:2 Entry:6797 Library:NIST14s.lib  
SI:75 Formula:C10H16 CAS:497-32-5 MolWeight:136 RetIndex:943  
CompName:Bicyclo[2.2.1]heptane, 2,2-dimethyl-5-methylene- SS Norbornane, 2,2-dimethyl-5-met



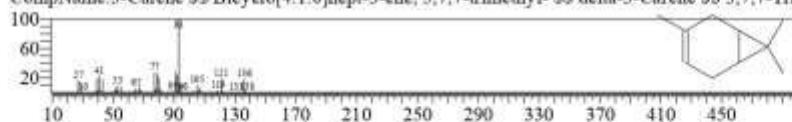
Hit#:3 Entry:6826 Library:NIST14s.lib  
SI:75 Formula:C10H16 CAS:471-84-1 MolWeight:136 RetIndex:943  
CompName:Bicyclo[2.2.1]heptane, 7,7-dimethyl-2-methylene- SS Norbornane, 7,7-dimethyl-2-met



Hit#:4 Entry:6825 Library:NIST14s.lib  
SI:74 Formula:C10H16 CAS:471-84-1 MolWeight:136 RetIndex:943  
CompName:Bicyclo[2.2.1]heptane, 7,7-dimethyl-2-methylene- SS Norbornane, 7,7-dimethyl-2-met

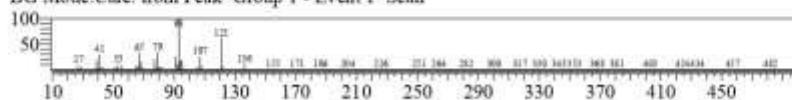


Hit#:5 Entry:6838 Library:NIST14s.lib  
SI:73 Formula:C10H16 CAS:13466-78-9 MolWeight:136 RetIndex:948  
CompName:3-Carene SS Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-trimethyl- SS delta-3-Carene SS 3,7,7-Tri

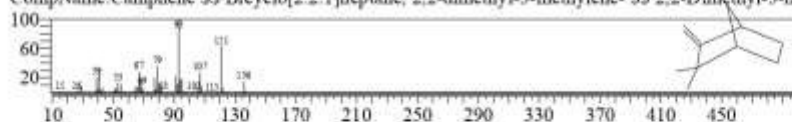


<< Target >>

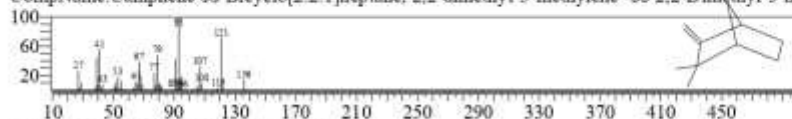
Line#:17 R.Time:12.605(Scan#:1922) MassPeaks:262  
RawMode:Averaged 12.600-12.610(1921-1923) BasePeak:93.05(28853)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



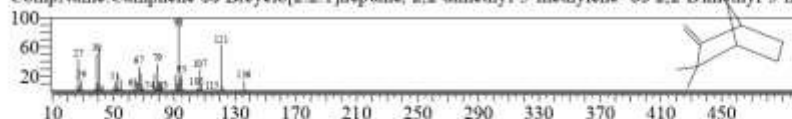
Hit#:1 Entry:6853 Library:NIST14s.lib  
SI:97 Formula:C10H16 CAS:79-92-5 MolWeight:136 RetIndex:943  
CompName:Camphene \$\$ Bicyclo[2.2.1]heptane, 2,2-dimethyl-3-methylene- \$\$ 2,2-Dimethyl-3-m



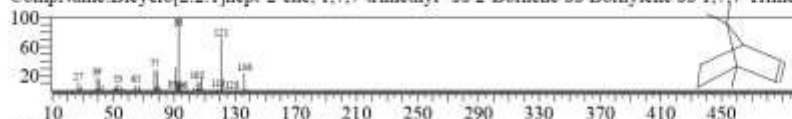
Hit#:2 Entry:6852 Library:NIST14s.lib  
SI:92 Formula:C10H16 CAS:79-92-5 MolWeight:136 RetIndex:943  
CompName:Camphene \$\$ Bicyclo[2.2.1]heptane, 2,2-dimethyl-3-methylene- \$\$ 2,2-Dimethyl-3-m



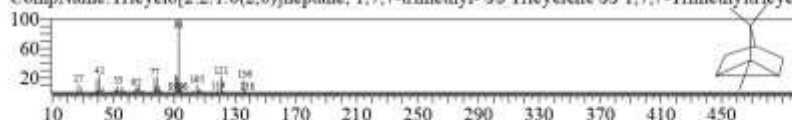
Hit#:3 Entry:6851 Library:NIST14s.lib  
SI:91 Formula:C10H16 CAS:79-92-5 MolWeight:136 RetIndex:943  
CompName:Camphene \$\$ Bicyclo[2.2.1]heptane, 2,2-dimethyl-3-methylene- \$\$ 2,2-Dimethyl-3-m



Hit#:4 Entry:6855 Library:NIST14s.lib  
SI:89 Formula:C10H16 CAS:464-17-5 MolWeight:136 RetIndex:932  
CompName:Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 1,7,7-trimethyl- \$\$ 2-Bornene \$\$ Bornylene \$\$ 1,7,7-Trimet



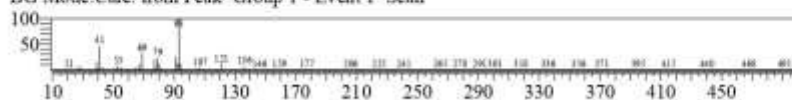
Hit#:5 Entry:6832 Library:NIST14s.lib  
SI:89 Formula:C10H16 CAS:508-32-7 MolWeight:136 RetIndex:729  
CompName:Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7,7-trimethyl- \$\$ Tricyclene \$\$ 1,7,7-Trimethyltricycl



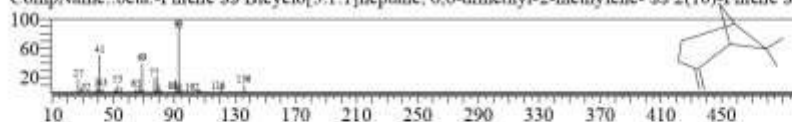


<< Target >>

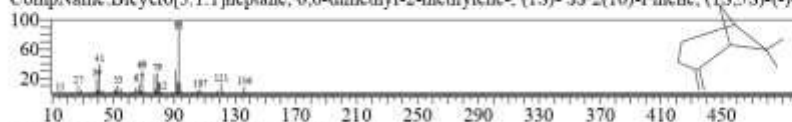
Line#:18 R.Time:15.500(Scan#:2501) MassPeaks:285  
RawMode:Averaged 15.495-15.505(2500-2502) BasePeak:93.05(109330)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



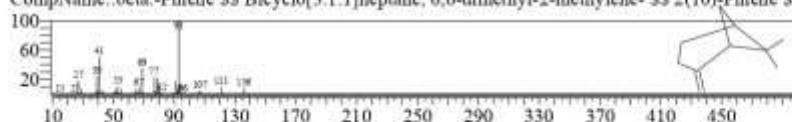
Hit#:1 Entry:6809 Library:NIST14s.lib  
SI:96 Formula:C10H16 CAS:127-91-3 MolWeight:136 RetIndex:943  
CompName:.beta.-Pinene \$\$ Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene- \$\$ 2(10)-Pinene \$\$



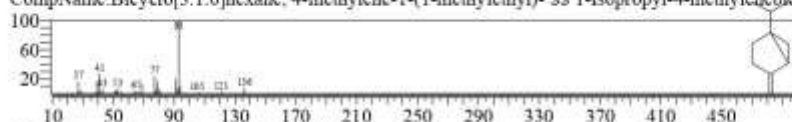
Hit#:2 Entry:6816 Library:NIST14s.lib  
SI:95 Formula:C10H16 CAS:18172-67-3 MolWeight:136 RetIndex:943  
CompName:Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)- \$\$ 2(10)-Pinene, (1S,5S)-(-)-



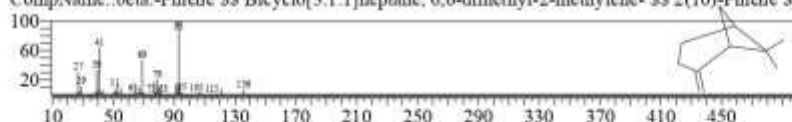
Hit#:3 Entry:6808 Library:NIST14s.lib  
SI:95 Formula:C10H16 CAS:127-91-3 MolWeight:136 RetIndex:943  
CompName:.beta.-Pinene \$\$ Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene- \$\$ 2(10)-Pinene \$\$



Hit#:4 Entry:6811 Library:NIST14s.lib  
SI:92 Formula:C10H16 CAS:3387-41-5 MolWeight:136 RetIndex:897  
CompName:Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- \$\$ 1-Isopropyl-4-methylenebic-



Hit#:5 Entry:6807 Library:NIST14s.lib  
SI:92 Formula:C10H16 CAS:127-91-3 MolWeight:136 RetIndex:943  
CompName:.beta.-Pinene \$\$ Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene- \$\$ 2(10)-Pinene \$\$

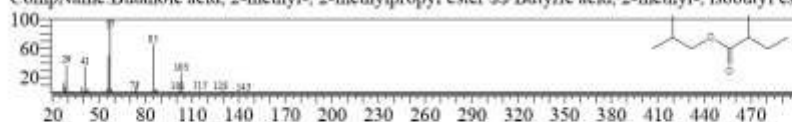


<< Target >>

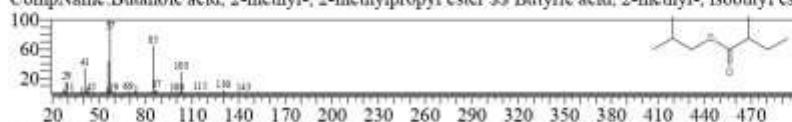
Line#:19 R.Time:19.880(Scan#:3377) MassPeaks:308  
RawMode:Averaged 19.875-19.885(3376-3378) BasePeak:57.05(26050)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



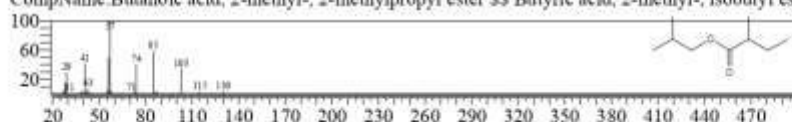
Hit#:1 Entry:11032 Library:NIST14s.lib  
SI:96 Formula:C9H18O2 CAS:2445-67-2 MolWeight:158 RetIndex:955  
CompName:Butanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester \$\$ Butyric acid, 2-methyl-, isobutyl est



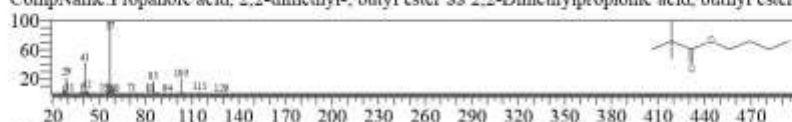
Hit#:2 Entry:11033 Library:NIST14s.lib  
SI:95 Formula:C9H18O2 CAS:2445-67-2 MolWeight:158 RetIndex:955  
CompName:Butanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester \$\$ Butyric acid, 2-methyl-, isobutyl est



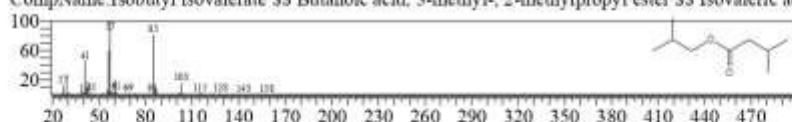
Hit#:3 Entry:11031 Library:NIST14s.lib  
SI:93 Formula:C9H18O2 CAS:2445-67-2 MolWeight:158 RetIndex:955  
CompName:Butanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester \$\$ Butyric acid, 2-methyl-, isobutyl est



Hit#:4 Entry:11021 Library:NIST14s.lib  
SI:88 Formula:C9H18O2 CAS:5129-37-3 MolWeight:158 RetIndex:999  
CompName:Propanoic acid, 2,2-dimethyl-, butyl ester \$\$ 2,2-Dimethylpropionic acid, butyl ester

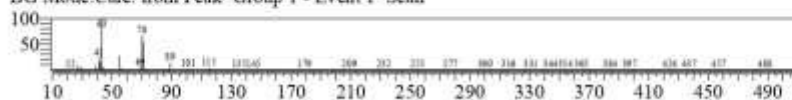


Hit#:5 Entry:11030 Library:NIST14s.lib  
SI:88 Formula:C9H18O2 CAS:589-59-3 MolWeight:158 RetIndex:955  
CompName:Isobutyl isovalerate \$\$ Butanoic acid, 3-methyl-, 2-methylpropyl ester \$\$ Isovaleric ac

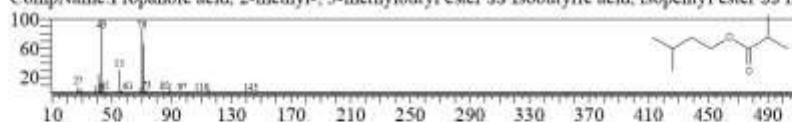


<< Target >>

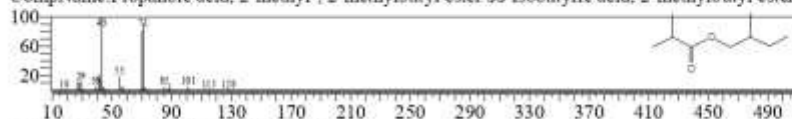
Line#:20 R.Time:21.615(Scan#:3724) MassPeaks:219  
RawMode:Averaged 21.610-21.620(3723-3725) BasePeak:43.00(19792)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



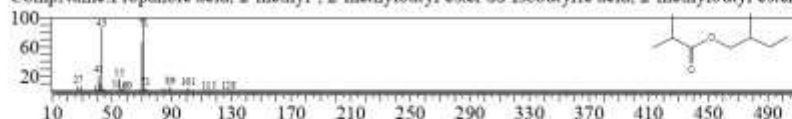
Hit#:1 Entry:11007 Library:NIST14s.lib  
SI:96 Formula:C9H18O2 CAS:2050-01-3 MolWeight:158 RetIndex:955  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, 3-methylbutyl ester SS Isobutyric acid, isopentyl ester SS is



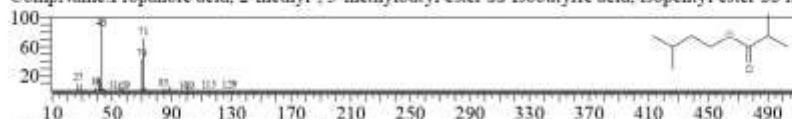
Hit#:2 Entry:11009 Library:NIST14s.lib  
SI:92 Formula:C9H18O2 CAS:2445-69-4 MolWeight:158 RetIndex:955  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylbutyl ester SS Isobutyric acid, 2-methylbutyl ester



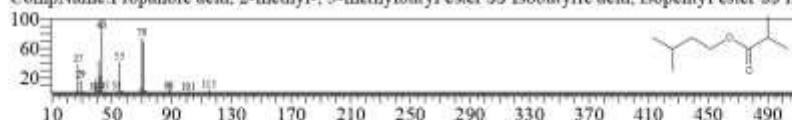
Hit#:3 Entry:11041 Library:NIST14s.lib  
SI:92 Formula:C9H18O2 CAS:2445-69-4 MolWeight:158 RetIndex:955  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylbutyl ester SS Isobutyric acid, 2-methylbutyl ester



Hit#:4 Entry:11010 Library:NIST14s.lib  
SI:91 Formula:C9H18O2 CAS:2050-01-3 MolWeight:158 RetIndex:955  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, 3-methylbutyl ester SS Isobutyric acid, isopentyl ester SS is

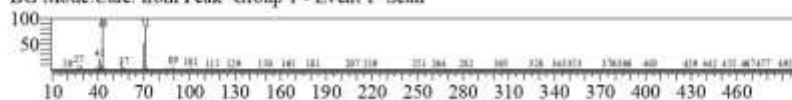


Hit#:5 Entry:11006 Library:NIST14s.lib  
SI:91 Formula:C9H18O2 CAS:2050-01-3 MolWeight:158 RetIndex:955  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, 3-methylbutyl ester SS Isobutyric acid, isopentyl ester SS is

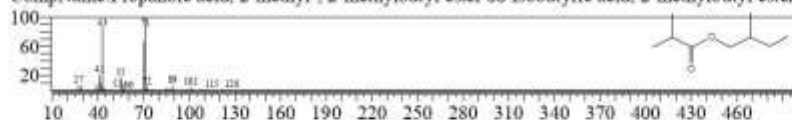


<< Target >>

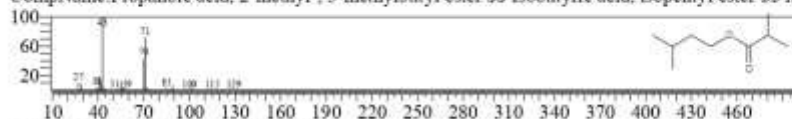
Line#:21 R.Time:22.185(Scan#:3838) MassPeaks:273  
RawMode:Averaged 22.180-22.190(3837-3839) BasePeak:43.05(90054)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



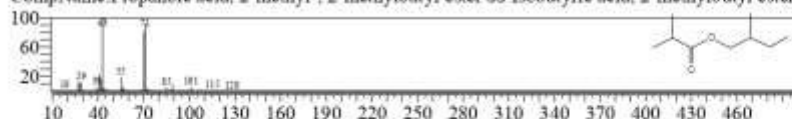
Hit#:1 Entry:11041 Library:NIST14s.lib  
SI:97 Formula:C9H18O2 CAS:2445-69-4 MolWeight:158 RetIndex:955  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylbutyl ester SS Isobutyric acid, 2-methylbutyl ester



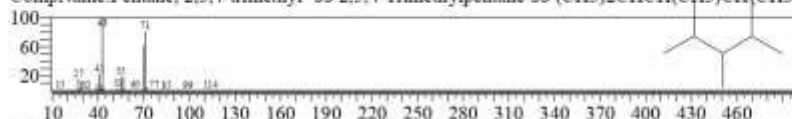
Hit#:2 Entry:11010 Library:NIST14s.lib  
SI:97 Formula:C9H18O2 CAS:2050-01-3 MolWeight:158 RetIndex:955  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, 3-methylbutyl ester SS Isobutyric acid, isopentyl ester SS is



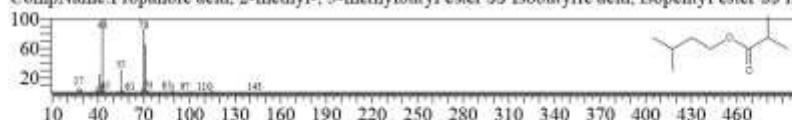
Hit#:3 Entry:11009 Library:NIST14s.lib  
SI:95 Formula:C9H18O2 CAS:2445-69-4 MolWeight:158 RetIndex:955  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylbutyl ester SS Isobutyric acid, 2-methylbutyl ester



Hit#:4 Entry:3479 Library:NIST14s.lib  
SI:93 Formula:C8H18 CAS:565-75-3 MolWeight:114 RetIndex:624  
CompName:Pentane, 2,3,4-trimethyl- SS 2,3,4-Trimethylpentane SS (CH3)2CHCH(CH3)CH(CH3)

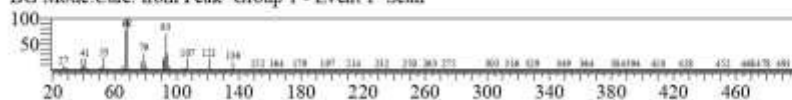


Hit#:5 Entry:11007 Library:NIST14s.lib  
SI:92 Formula:C9H18O2 CAS:2050-01-3 MolWeight:158 RetIndex:955  
CompName:Propanoic acid, 2-methyl-, 3-methylbutyl ester SS Isobutyric acid, isopentyl ester SS is

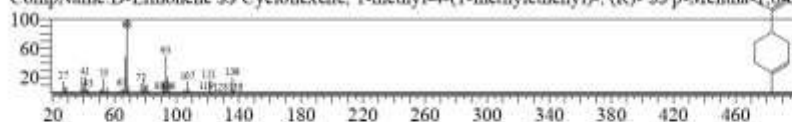


<< Target >>

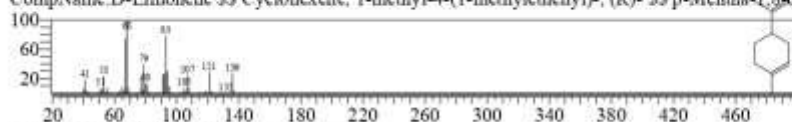
Line#:22 R.Time:23.360(Scan#:4073) MassPeaks:254  
RawMode:Averaged 23.355-23.365(4072-4074) BasePeak:68.05(25878)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



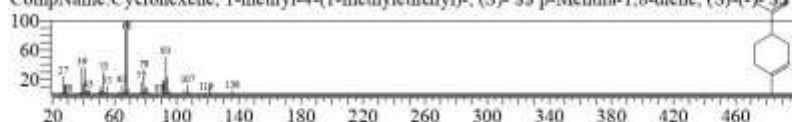
Hit#:1 Entry:6792 Library:NIST14s.lib  
SI:92 Formula:C10H16 CAS:5989-27-5 MolWeight:136 RetIndex:1018  
CompName:D-Limonene SS Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (R)- SS p-Mentha-1,8-d



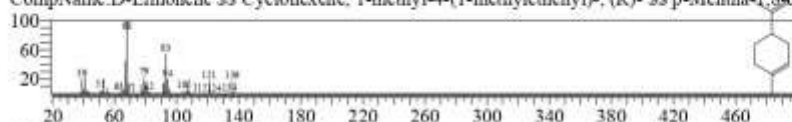
Hit#:2 Entry:6793 Library:NIST14s.lib  
SI:92 Formula:C10H16 CAS:5989-27-5 MolWeight:136 RetIndex:1018  
CompName:D-Limonene SS Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (R)- SS p-Mentha-1,8-d



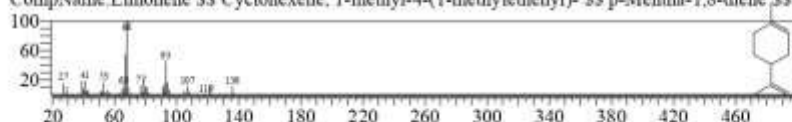
Hit#:3 Entry:6787 Library:NIST14s.lib  
SI:91 Formula:C10H16 CAS:5989-54-8 MolWeight:136 RetIndex:1018  
CompName:Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (S)- SS p-Mentha-1,8-diene, (S)-(-)- SS



Hit#:4 Entry:6791 Library:NIST14s.lib  
SI:91 Formula:C10H16 CAS:5989-27-5 MolWeight:136 RetIndex:1018  
CompName:D-Limonene SS Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (R)- SS p-Mentha-1,8-d

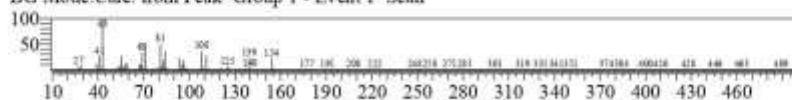


Hit#:5 Entry:6785 Library:NIST14s.lib  
SI:90 Formula:C10H16 CAS:138-86-3 MolWeight:136 RetIndex:1018  
CompName:Limonene SS Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)- SS p-Mentha-1,8-diene SS

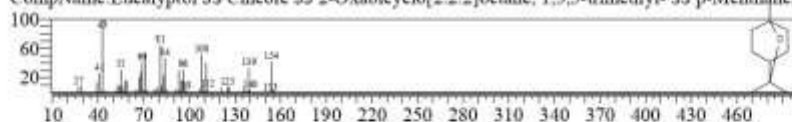


<< Target >>

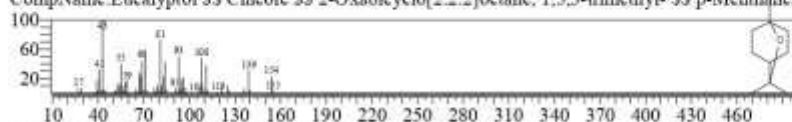
Line#:23 R.Time:23.605(Scan#:4122) MassPeaks:283  
RawMode:Averaged 23.600-23.610(4121-4123) BasePeak:43.00(218405)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



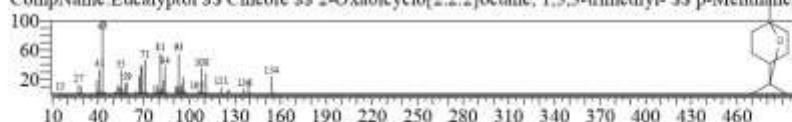
Hit#:1 Entry:10306 Library:NIST14s.lib  
SI:91 Formula:C10H18O CAS:470-82-6 MolWeight:154 RetIndex:1059  
CompName:Eucalyptol SS Cineole SS 2-Oxabicyclo[2.2.2]octane, 1,3,3-trimethyl- SS p-Menthane,



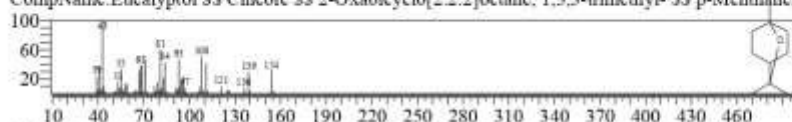
Hit#:2 Entry:10304 Library:NIST14s.lib  
SI:90 Formula:C10H18O CAS:470-82-6 MolWeight:154 RetIndex:1059  
CompName:Eucalyptol SS Cineole SS 2-Oxabicyclo[2.2.2]octane, 1,3,3-trimethyl- SS p-Menthane,



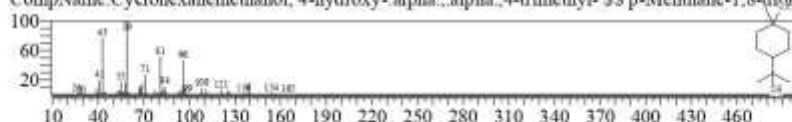
Hit#:3 Entry:10305 Library:NIST14s.lib  
SI:90 Formula:C10H18O CAS:470-82-6 MolWeight:154 RetIndex:1059  
CompName:Eucalyptol SS Cineole SS 2-Oxabicyclo[2.2.2]octane, 1,3,3-trimethyl- SS p-Menthane,



Hit#:4 Entry:10307 Library:NIST14s.lib  
SI:88 Formula:C10H18O CAS:470-82-6 MolWeight:154 RetIndex:1059  
CompName:Eucalyptol SS Cineole SS 2-Oxabicyclo[2.2.2]octane, 1,3,3-trimethyl- SS p-Menthane,

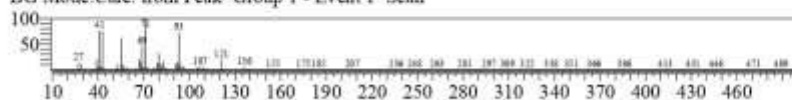


Hit#:5 Entry:13644 Library:NIST14s.lib  
SI:83 Formula:C10H20O2 CAS:80-53-5 MolWeight:172 RetIndex:1282  
CompName:Cyclohexanemethanol, 4-hydroxy-, alpha..alpha.,4-trimethyl- SS p-Menthane-1,8-diol

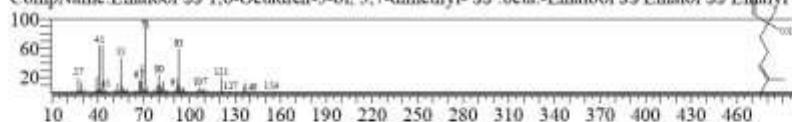


<< Target >>

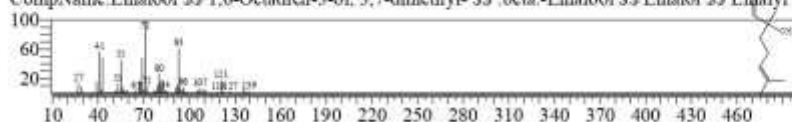
Line#:24 R.Time:37.160(Scan#:6833) MassPeaks:271  
RawMode:Averaged 37.155-37.165(6832-6834) BasePeak:71.05(38707)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



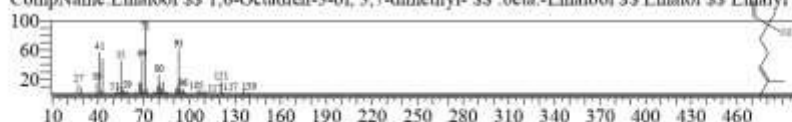
Hit#:1 Entry:10353 Library:NIST14s.lib  
SI:95 Formula:C10H18O CAS:78-70-6 MolWeight:154 RetIndex:1082  
CompName:Linalool SS 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- SS .beta.-Linalool SS Linalol SS Linalyl a



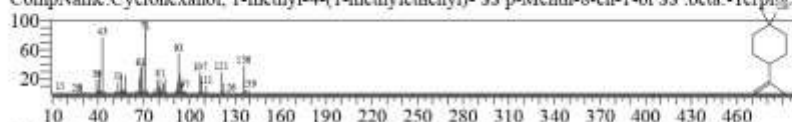
Hit#:2 Entry:10360 Library:NIST14s.lib  
SI:94 Formula:C10H18O CAS:78-70-6 MolWeight:154 RetIndex:1082  
CompName:Linalool SS 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- SS .beta.-Linalool SS Linalol SS Linalyl a



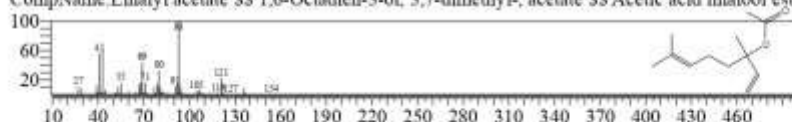
Hit#:3 Entry:10359 Library:NIST14s.lib  
SI:94 Formula:C10H18O CAS:78-70-6 MolWeight:154 RetIndex:1082  
CompName:Linalool SS 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- SS .beta.-Linalool SS Linalol SS Linalyl a



Hit#:4 Entry:10356 Library:NIST14s.lib  
SI:88 Formula:C10H18O CAS:138-87-4 MolWeight:154 RetIndex:1158  
CompName:Cyclohexanol, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)- SS p-Menth-8-en-1-ol SS .beta.-Terpineol

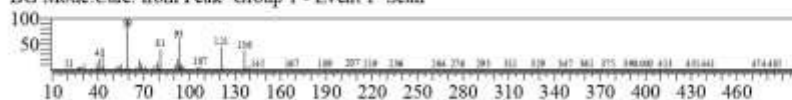


Hit#:5 Entry:17803 Library:NIST14s.lib  
SI:87 Formula:C12H20O2 CAS:115-95-7 MolWeight:196 RetIndex:1272  
CompName:Linalyl acetate SS 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate SS Acetic acid linalool este

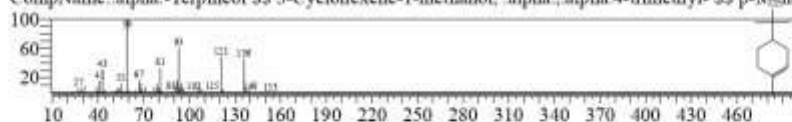


<< Target >>

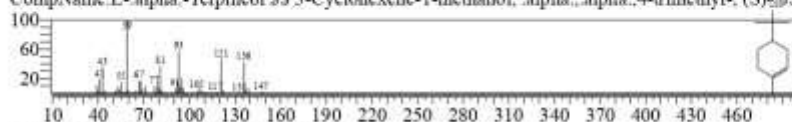
Line#:25 R.Time:44.875(Scan#:8376) MassPeaks:283  
RawMode:Averaged 44.870-44.880(8375-8377) BasePeak:59.05(7112)  
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



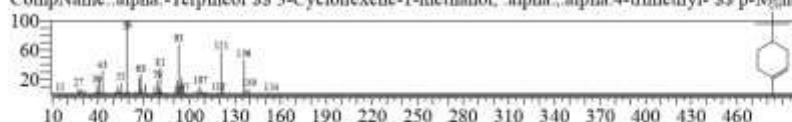
Hit#:1 Entry:10327 Library:NIST14s.lib  
SI:95 Formula:C10H18O CAS:98-55-5 MolWeight:154 RetIndex:1143  
CompName:.alpha.-Terpineol SS 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,.alpha.4-trimethyl- SS p-Ment



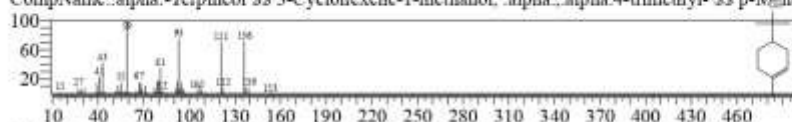
Hit#:2 Entry:10326 Library:NIST14s.lib  
SI:93 Formula:C10H18O CAS:10482-56-1 MolWeight:154 RetIndex:1143  
CompName:L-.alpha.-Terpineol SS 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,.alpha.4-trimethyl-, (S)-SS



Hit#:3 Entry:10328 Library:NIST14s.lib  
SI:93 Formula:C10H18O CAS:98-55-5 MolWeight:154 RetIndex:1143  
CompName:.alpha.-Terpineol SS 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,.alpha.4-trimethyl- SS p-Ment



Hit#:4 Entry:10329 Library:NIST14s.lib  
SI:93 Formula:C10H18O CAS:98-55-5 MolWeight:154 RetIndex:1143  
CompName:.alpha.-Terpineol SS 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,.alpha.4-trimethyl- SS p-Ment



Hit#:5 Entry:10325 Library:NIST14s.lib  
SI:87 Formula:C10H18O CAS:543-39-5 MolWeight:154 RetIndex:1064  
CompName:7-Octen-2-ol, 2-methyl-6-methylene- SS Myrcenol SS 2-Methyl-6-methylene-7-octen-

