

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación -DIGI-

## Universidad de San Carlos de Guatemala Dirección General de Investigación -DIGI-

**Alimentación y Nutrición**

(Nombre del programa universitario de investigación de la Digi)

**Evaluación del potencial conservante de extractos de orégano (*Lippia graveolens HBK*),  
procedentes del corredor seco de Guatemala como biopelículas comestibles en embutidos.**

Nombre del proyecto de investigación

**B31-2021**

Código del proyecto de investigación

**Dirección General de Investigación -DIGI-/Universidad de San Carlos de Guatemala  
USAC**

Unidad académica o centro no adscrito a unidad académica avaladora

**Ing. Qco. Mario José Mérida Meré**

Ing.Qca. Telma Maricela Cano Morales

Ing.Qco. Gerson Joel Ortega Morales

Ing.Mec. Osber Isabel Carías Palencia

Br. Karol Mishél Medina Recinos

Nombre del coordinador del proyecto y equipo de investigación contratado por Digi

**Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-, Sección Química**

**Industrial, Centro de Investigaciones de Ingeniería CII/USAC**

**Guatemala 28 de febrero 2022**

Lugar y fecha de presentación del informe final dd/mm/año

## **Contraportada (reverso de la portada)**

### **Autoridades**

Dr. Hugo René Pérez Noriega  
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar  
Coordinador General de Programas

Inga. Luiba María Cabrera de Villagrán  
Coordinadora del Programa de Investigación en Desarrollo Industrial (PUIDI)

### **Autores**

Ing. Qco. Mario José Mérida Meré  
Coordinador del proyecto

Inga. Qca. Telma Maricela Cano Morales  
Investigadora

Ing. Qco. Gerson Joel Ortega Morales  
Investigador

Ing. Mec. Osber Isabel Carías Palencia  
Investigador

Br. Karol Mishél Medina Recinos  
Auxiliar de investigación II

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación (Digi), 2021. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada con recursos del Fondo de Investigación de la Digi de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de del código B31-2021 en el Programa Universitario de Investigación en Desarrollo Industrial (PUIDI).

Los autores son responsables del contenido, de las condiciones éticas y legales de la investigación desarrollada.



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Dirección General de Investigación



## 1 Índice general

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1      | Índice general .....   | 3  |
|        | Índice de tablas .....   | 6  |
|        | Índice de figuras.....   | 9  |
| 2      | Resumen y palabras claves .....                                    | 13 |
| 3      | Introducción.....  | 15 |
| 4      | Planteamiento del problema .....                                   | 16 |
| 5      | Delimitación en tiempo y espacio .....                             | 16 |
| 6      | Marco teórico.....   | 18 |
| 6.1.   | Extractos Naturales .....  | 18 |
| 6.1.1. | Aceites esenciales .....   | 18 |
| 6.1.2. | Oleorresinas .....   | 18 |
| 6.1.3. | Extracto fluido .....  | 18 |
| 6.1.4. | Extracto seco.....   | 18 |
| 6.1.5. | Actividad antimicrobiana de extractos naturales .....              | 18 |
| 6.2.   | Aditivos en los alimentos .....                                    | 19 |
| 6.2.1. | Conservantes y/o preservantes .....                                | 19 |
| 6.3.   | Antecedentes del uso de extractos naturales como conservantes..... | 19 |
| 6.4.   | Películas comestibles.....   | 20 |
| 6.5.   | Orégano ( <i>Lippia graveolens HBK.</i> ) .....                    | 20 |
| 6.5.1. | Hábitat.....   | 20 |
| 6.5.2. | Composición química .....  | 20 |
| 7.     | Estado del arte .....  | 20 |
| 8.     | Objetivos.....   | 22 |

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

|   |     |
|---|-----|
| 8.1. Objetivo General .....   | 22  |
| 8.2. Objetivos específicos.....   | 22  |
| 9. Hipótesis .....  | 23  |
| 9.1. Hipótesis de Trabajo.....  | 23  |
| 9.2. Hipótesis Estadística .....  | 23  |
| Hipótesis nula.....   | 23  |
| Hipótesis alternativa.....  | 23  |
| 10. Materiales y métodos .....  | 24  |
| 10.1 Enfoque de la investigación .....  | 25  |
| 10.2 Método .....   | 26  |
| 10.3 Recolección de información.....  | 29  |
| 10.4 Técnicas e instrumentos .....  | 30  |
| 10.5 Procesamiento y análisis de la información .....   | 30  |
| 11. Resultados y discusión.....   | 31  |
| 11.1. Rendimiento extractivo de aceite esencial, oleorresina, extracto fluido y extracto seco .   | 31  |
| 11.2. Caracterización fisicoquímica de los extractos obtenidos de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> .....  | 33  |
| 11.2.1. Densidad de los extractos obtenidos de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> .....   | 33  |
| 11.2.2. Índice de Refracción de los extractos obtenidos de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i>   | 34  |
| 11.2.3. Composición química de los extractos obtenidos de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) .....  | 35  |
| 11.3. Análisis microbiológicos de los extractos obtenidos de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) .....   | 41  |
| 11.3.1. Análisis microbiológicos de las biopelículas formuladas con los extractos obtenidos de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> .....                           | 43  |
| 11.3.2. Análisis microbiológicos de las biopelículas formuladas con los extractos obtenidos de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) y aplicadas a embutidos. .... | 44  |
| 12. Referencias.....  | 50  |
| 13. Apéndice .....  | 52  |
| 14. Vinculación.....  | 104 |
| 15. Estrategia de difusión, divulgación y protección intelectual .....  | 104 |

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 16. | Aporte de la propuesta de investigación a los ODS:.....   | 104 |
| 17. | Orden de pago final.....  | 104 |
| 18. | Declaración del Coordinador(a) del proyecto de investigación.....   | 104 |
| 19. | Aval del Director(a) del instituto, centro o departamento de investigación o Coordinador de investigación del centro regional universitario ..... | 105 |
| 20. | Visado de la Dirección General de Investigación.....  | 106 |

## Índice de tablas

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabla 1.  | Delimitación en tiempo y espacio del proyecto.....  | 17 |
| Tabla 2.  | Operacionalización de variables.....  | 24 |
| Tabla 3.  | Técnicas e Instrumentos .....   | 30 |
| Tabla 4.  | Rendimiento porcentual de extractos de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) obtenidos a escala planta piloto.....   | 52 |
| Tabla 5.  | Densidad de extractos de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) obtenidos a escala planta piloto. ....  | 52 |
| Tabla 6.  | Análisis microbiológico de la Biopelícula con extracto de aceite esencial de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ).....  | 53 |
| Tabla 7.  | Análisis microbiológico de la Biopelícula con extracto de oleoresina de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ).....   | 53 |
| Tabla 8.  | Análisis microbiológico de la Biopelícula con extracto fluido de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ).....  | 54 |
| Tabla 9.  | Análisis microbiológico de la Biopelícula con extracto seco de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ).....  | 54 |
| Tabla 10. | Análisis microbiológico de los embutidos de chorizo y longaniza con la biopelícula con extracto de aceite esencial de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) aplicada. .... | 55 |
| Tabla 11. | Análisis microbiológico de los embutidos de chorizo y longaniza con la biopelícula con extracto de oleoresina de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) aplicada.....       | 55 |
| Tabla 12. | Análisis microbiológico de los embutidos de chorizo y longaniza con la biopelícula con extracto fluido de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) aplicada.....              | 56 |
| Tabla 13. | Análisis microbiológico de los embutidos de chorizo y longaniza con la biopelícula con extracto seco de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) aplicada. ....               | 56 |
| Tabla 14. | Composición química del aceite esencial de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ), repetición 1 .....   | 57 |
| Tabla 15. | Composición química del aceite esencial de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ), repetición 2 .....   | 57 |
| Tabla 16. | Composición química del aceite esencial de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ), repetición 3 .....   | 57 |
| Tabla 17. | Composición química repetición 1 de la oleoresina de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) .....   | 58 |

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabla 18. | Composición química repetición 2 de la oleorresina de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) .....   | 58 |
| Tabla 19. | Composición química repetición 2 de la oleorresina de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) .....   | 58 |
| Tabla 20. | Densidad del aceite esencial de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ).....  | 59 |
| Tabla 21. | Densidad de la oleorresina de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ).....  | 59 |
| Tabla 22. | Composición química del extracto fluido proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 1.....           | 59 |
| Tabla 23. | Composición química del extracto fluido proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 2.....           | 60 |
| Tabla 24. | Composición química del Extracto fluido proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 3.....           | 60 |
| Tabla 25. | Composición química del extracto seco proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 1.....             | 61 |
| Tabla 26. | Composición química del extracto seco proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 2.....             | 61 |
| Tabla 27. | Composición química del extracto seco proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 3.....             | 62 |
| Tabla 28. | Composición química del Extracto fluido proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de maceración dinámica, a escala planta piloto, Repetición 1..... | 62 |
| Tabla 29. | Composición química del extracto fluido proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de maceración dinámica, a escala planta piloto, Repetición 2..... | 63 |
| Tabla 30. | Composición química del extracto fluido proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de maceración dinámica, a escala planta piloto, Repetición 3..... | 63 |
| Tabla 31. | Composición química del extracto seco proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de maceración dinámica, a escala planta piloto, Repetición 1.....   | 64 |
| Tabla 32. | Extracto seco proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de maceración dinámica, a escala planta piloto, Repetición 2. ....                          | 64 |
| Tabla 33. | Extracto seco proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de maceración dinámica, a escala planta piloto, Repetición 3. ....                          | 65 |
| Tabla 34. | ANOVA para el Porcentaje de Rendimiento del Extracto Fluido de Orégano a Escala Planta Piloto y Laboratorio .....  | 65 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 35. ANOVA para la Densidad del Extracto Fluido de Orégano a Escala Planta Piloto y Laboratorio.....                             | 66 |
| Tabla 36. ANOVA para el Índice de Refracción a 20°C del Extracto Fluido de Orégano a escala planta piloto y laboratorio.....          | 66 |
| Tabla 37. ANOVA para el Porcentaje de Rendimiento del Extracto Seco de Orégano a Escala Planta Piloto y Laboratorio.....              | 67 |
| Tabla 38. Tabla 10. ANOVA para el Índice de Refracción del Extracto Seco de Orégano a escala planta piloto y laboratorio.....         | 68 |
| Tabla 39. Tabla 11. ANOVA para el Porcentaje de Rendimiento de aceite esencial y oleorresina de orégano a escala planta piloto.....   | 69 |
| Tabla 40. Tabla 12. ANOVA para la Densidad de aceite esencial y oleorresina de orégano a escala planta piloto.....                    | 70 |
| Tabla 41. Tabla 13. ANOVA para el índice de Refracción a 20°C de aceite esencial y oleorresina de orégano a escala planta piloto..... | 71 |

## Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Rendimiento porcentual de extractos de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) obtenidos a escala planta piloto.....   | 32 |
| Figura 2. Extractos obtenidos de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) a escala planta piloto, [A]: Aceite esencial, [B]: oleorresina, [C]: extracto seco y [D]: extracto fluido. .... | 32 |
| Figura 3. Densidad de extractos de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) obtenidos a escala planta piloto. ....  | 33 |
| Figura 4. Índice de refracción de extractos de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) obtenidos a escala planta piloto. ....  | 34 |
| Figura 5. Composición química del aceite esencial de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ), repetición 1. ....   | 35 |
| Figura 6. Composición química del aceite esencial de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ), repetición 2   | 35 |
| Figura 7. Composición química del aceite esencial de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ),.....   | 36 |
| repetición 3.....   | 36 |
| Figura 8. Composición química del extracto oleorresina de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ), repetición 1.....   | 36 |
| Figura 9. Composición química del extracto oleorresina de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ), repetición 2.....   | 37 |
| Figura 10. Composición química del extracto oleorresina de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ), repetición 3. ....   | 37 |
| Figura 11. Extracto fluido proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 1. ....                                    | 38 |
| Figura 12. Extracto fluido proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 2. ....                                    | 38 |
| Figura 13. Extracto fluido proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 3. ....                                    | 39 |
| Figura 14. Extracto seco proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 1. ....                                      | 39 |
| Figura 15. Extracto seco proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 2. ....                                      | 40 |

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figura 16. | Extracto seco proveniente de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 3. ....  | 40 |
| Figura 17. | Análisis microbiológico de aceite esencial y oleorresina de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) .....   | 41 |
| Figura 18. | Análisis microbiológico del extracto fluido de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) .....  | 42 |
| Figura 19. | Análisis microbiológico del extracto seco orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ).....  | 42 |
| Figura 20. | [A] Análisis microbiológico de las biopelículas formuladas con oleorresina [B] (1), aceite esencial [B] (2), extracto fluido [B] (3), y extracto seco [B] (4), de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ) como principios activos en la elaboración de biopelícula comestible.....  | 43 |
| Figura 21. | [A] Análisis microbiológico de las biopelículas formuladas con aceite esencial de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ). [B]. Chorizo (izquierda) y Longaniza (derecha) recubiertas con la biopelícula formulada con aceite esencial de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ). Nota: recuadro punteado en azul indica que no presentan límites según RTCA 8.3..... | 44 |
| Figura 22. | [A] Análisis microbiológico de las biopelículas formuladas con oleorresina de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ). [B]. Chorizo (izquierda) y Longaniza (derecha) recubiertas con la biopelícula formulada con oleorresina de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ). .....   | 45 |
| Figura 23. | [A] Análisis microbiológico de las biopelículas formuladas con extracto fluido de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ). [B]. Chorizo (izquierda) y Longaniza (derecha) recubiertas con la biopelícula formulada con extracto fluido ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ). .....  | 46 |
| Figura 24. | [A] Análisis microbiológico de las biopelículas formuladas con extracto seco de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ). [B]. Chorizo (izquierda) y Longaniza (derecha) recubiertas con la biopelícula formulada con extracto seco de orégano ( <i>Lippia graveolens HBK</i> ). .....   | 47 |
| Figura 25. | Materia prima utilizada para la elaboración del proyecto. ....   | 72 |
| Figura 26. | Preparación de la materia prima para los procesos de extracción de aceite esencial y oleorresina a escala laboratorio.....   | 72 |
| Figura 27. | Proceso de extracción de aceite esencial a escala laboratorio, utilizando el sistema Neoclevenger. ....  | 73 |
| Figura 28. | Obtención del aceite esencial de orégano a escala laboratorio .....  | 73 |
| Figura 29. | Proceso de extracción de oleorresina a escala laboratorio, utilizando el método Soxhlet.<br>74   |    |
| Figura 30. | Aceite esencial y oleorresina obtenidos de las extracciones a escala laboratorio, almacenados en frascos ámbar.....  | 74 |
| Figura 31. | Preparación de la materia prima para los procesos de obtención de extracto fluido y extracto seco a escala laboratorio. ....   | 75 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Figura 32. | Proceso de extracción y de filtrado de extracto fluido por el método de percolación. .  | 75  |
| Figura 33. | Obtención del extracto fluido por medio del equipo Rotaevaporador. ....   | 76  |
| Figura 34. | Extracto fluido obtenido a escala laboratorio .....   | 76  |
| Figura 35. | Proceso de obtención del extracto seco por el método de percolación. ....   | 77  |
| Figura 36. | Proceso de secado en la plancha para la obtención del extracto seco. ....   | 77  |
| Figura 37. | Extracto seco obtenido a escala laboratorio. ....   | 78  |
| Figura 38. | Proceso de extracción de aceite esencial de orégano utilizando el proceso de arrastre por vapor, a escala planta piloto. .... | 78  |
| Figura 39. | Proceso de extracción de oleorresina a escala planta piloto. ....   | 79  |
| Figura 40. | Proceso de obtención de extracto fluido a escala planta piloto, utilizando el método por maceración dinámica. ....            | 81  |
| Figura 41. | Proceso de obtención de extracto seco a escala planta piloto, utilizando el método de maceración dinámica. ....               | 83  |
| Figura 42. | Aceite esencial, oleorresina, extracto fluido y extracto seco obtenidos durante la ejecución del proyecto. ....               | 85  |
| Figura 43. | Proceso de elaboración de la biopelícula, aplicándolo a muestras de chorizo y longaniza. ....                                 | 86  |
| Figura 44. | Poder bactericida del aceite esencial de orégano .....  | 88  |
| Figura 45. | Poder bactericida de la oleorresina de orégano.....   | 89  |
| Figura 46. | Poder bactericida del extracto fluido de orégano.....   | 90  |
| Figura 47. | Poder bactericida del extracto seco de orégano .....  | 91  |
| Figura 48. | Análisis microbiológico de biopelícula elaborada con aceite esencial. ....  | 92  |
| Figura 49. | Análisis microbiológico de biopelícula elaborada con oleorresina de orégano.....  | 93  |
| Figura 50. | Análisis microbiológico de biopelícula elaborada con extracto fluido.....   | 94  |
| Figura 51. | Análisis microbiológico de biopelícula elaborada con extracto seco .....  | 95  |
| Figura 52. | Biopelícula aceite esencial aplicada a chorizo.....   | 96  |
| Figura 53. | Biopelícula aceite esencial aplicada a longaniza .....  | 97  |
| Figura 54. | Biopelícula elaborada con oleorresina aplicada a chorizo .....  | 98  |
| Figura 55. | Biopelícula elaborada con oleorresina aplicada a longaniza .....  | 99  |
| Figura 56. | Biopelícula elaborada con extracto fluido aplicada a chorizo .....  | 100 |
| Figura 57. | Biopelícula elaborada con extracto fluido aplicada a longaniza.....   | 101 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Figura 58. | Biopelícula elaborada con extracto seco aplicada a chorizo.....     | 102 |
| Figura 59. | Biopelícula elaborada con extracto seco, aplicada a longaniza. .... | 103 |

## 2 Resumen y palabras claves

Este proyecto tuvo la finalidad de evaluar el potencial conservante de los extractos obtenidos de orégano (*Lippia graveolens* HBK), como principio activo en la formulación de biopelículas para aplicarlos a productos cárnicos: chorizos y longanizas.

Se determinó el rendimiento de la extracción del aceite esencial, oleorresina, extracto fluido y extracto seco de orégano, siendo estos:  $1.521 \pm 0.147$  %,  $16.689 \pm 0.904$  %,  $91.013 \pm 7.536$  % y  $4.156 \pm 0.473$  % respectivamente. En cuanto a la caracterización fisicoquímica se determinó la densidad y el índice de refracción para dichos extractos. En el caso de la densidad se obtuvo como extracto predominante a la oleorresina con una densidad de  $1.093 \pm 0.010$  g/mL mientras que para el extracto seco la densidad resultó de  $0.574 \pm 0.139$  g/mL, mostrando una diferencia estadísticamente significativa. Asimismo, los índices de refracción mostraron diferencia significativa.

Mediante Cromatografía Gaseosa con Acoplamiento a Espectrometría de Masas por sus siglas GC-MS, se determinó la composición química para los cuatro tipos de extractos, donde los componentes activos identificados presentan naturaleza terpénica, monoterpenos y sesquiterpenos en general. Entre los miembros se encuentran: linalol, gama terpineno, fitol y cariofileno los cuales demostraron actividad biológica frente a los tres grupos de microorganismos: *Escherichia coli*, *Salmonella sp* y *Listeria monocytógenes*, durante las pruebas *in vitro* y en la aplicación de la biopelícula comestible.

Los resultados obtenidos de los productos cárnicos (chorizos y longanizas) recubiertos con la biopelícula formulada con los extractos de orégano (*Lippia graveolens* HBK), demostraron el extracto que cumple satisfactoriamente con lo establecido por Reglamento Técnico Centroamericano -RTCA- es el extracto seco. Adicionalmente, los aspectos físicos y visuales de los embutidos con la formulación empleada mejoran significativamente las características organolépticas de los productos cárnicos.

### Palabras claves

Conservante, preservante, actividad antimicrobiana, aditivo alimentario, biopelículas comestibles, aceite esencial.

## Abstract

This project had the purpose of evaluating the preservative potential of the extracts obtained from oregano (*Lippia graveolens* HBK), as an active principle in the formulation of biofilms to apply them to meat products: sausages and longanizas.

The extractive yield of the essential oil, oleoresin, fluid extract and dry extract of oregano was determined, being these:  $1.521 \pm 0.147\%$ ,  $16.689 \pm 0.904\%$ ,  $91.013 \pm 7.536\%$  and  $4.156 \pm 0.473\%$  respectively. Regarding the physicochemical characterization, the density and the refractive index were determined for these extracts. In the case of density, the predominant extract was oleoresin with a density of  $1.093 \pm 0.010$  g/mL, while for the dry extract the density was  $0.574 \pm 0.139$  g/mL, showing a statistically significant difference. Likewise, the refractive indices showed a significant difference.

Using Gas Chromatography Coupled to Mass Spectrometry (GC-MS), the chemical composition was determined for the four types of extracts, where the active components identified have a terpene nature, monoterpenes and sesquiterpenes in general. Among the members are: linalool, gamma terpinene, phytol and caryophyllene, which demonstrated biological activity against the three groups of microorganisms: *Escherichia coli*, *Salmonella* sp and *Listeria monocytogenes*, during in vitro tests and in the application of edible biofilm.

The results obtained from the meat products (chorizos and longanizas) coated with the biofilm formulated with oregano extracts (*Lippia graveolens* HBK), showed that the extract that satisfactorily complies with the provisions of the Central American Technical Regulation -RTCA- is the dry extract. Additionally, the physical and visual aspects of the sausages with the formulation used significantly improve the organoleptic characteristics of the meat products.

## Keyword

Preservative, antimicrobial activity, food additive, edible biofilms, essential oil.

## 3 Introducción

Con el desarrollo de la agricultura, se presentó la necesidad de almacenar una gran cantidad de alimentos después de cada cosecha, por lo que no se podía consumir todo a la vez, es por eso que surgió el interés de mantener el máximo tiempo de vida de los alimentos para poder comercializar y evitar pérdidas. Por otro lado, los conservantes naturales alimentarios también eran necesarios para evitar enfermedades, ya que las bacterias, mohos y levaduras pueden provocar graves enfermedades.

Los conservantes son sustancias utilizadas como aditivos alimenticios que se añaden a los alimentos (bien sean de origen natural o de origen artificial), detiene o minimiza el deterioro causado por la presencia de diferentes tipos de microorganismos bacteriales, levaduras y moho. Este deterioro microbiano de los alimentos puede producir pérdidas económicas sustanciales, tanto para la industria alimenticia así como los distribuidores y usuarios consumidores (tales como el deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo). Son sustancias orgánicas o inorgánicas que se le agregan a los alimentos con la intención de no solo preservar el tiempo de vida de anaquel, sino que con el objetivo de mejorar su textura, sabor, color, apariencia y contenido vitamínico.

La principal causa del deterioro de los alimentos es causada por la presencia de diferentes tipos de microorganismos (bacterias, mohos y levaduras). No solo presentan pérdidas económicas sustanciales, tanto para los productores y comercializadores, sino que también representan peligros para la salud de los consumidores. Se estima que aproximadamente el 20% de los alimentos producidos a nivel mundial se pierden debido a la acción de los microorganismos.

En el presente proyecto de investigación se evaluó el efecto conservante de los extractos obtenidos del orégano (*Lippia graveolens HBK*), que fueron; aceite esencial, oleoresina, extracto fluido y extracto seco, se evaluó su capacidad de conservante en películas comestibles y se realizó el proceso de aplicación en la elaboración de embutidos, chorizos y longanizas, con lo que se pudo evaluar su capacidad como bioconservante y se determinó qué extracto ofrece mejor actividad conservante en embutidos.

## 4 Planteamiento del problema

En los últimos años se ha tenido un gran auge en el uso de extractos de materias primas vegetales en la industria alimentaria, tal es el caso de los aceites esenciales, oleorresinas, extractos fluidos y extractos secos cuya demanda en varios países se ha incrementado, esto se debe a su uso como conservantes de alimentos, con el fin de protegerlos de alteraciones biológicas, como la fermentación, enmohecimiento y putrefacción. Por lo tanto, es recomendable el uso de películas comestibles con aditivos antimicrobianos en este caso de extractos de orégano, los cuales actúan como barrera para evitar la deterioración por oxidación, ataque microbiano con la finalidad de extender la vida útil del producto.

## 5 Delimitación en tiempo y espacio

La obtención de la materia prima orégano (*Lippia graveolens HBK*), se obtendrá en el municipio de Rio Hondo, Zacapa y la parte experimental de la investigación se llevará a cabo en la Universidad de San Carlos de Guatemala. La deshidratación, molienda de la materia prima, la obtención y caracterización fisicoquímica del aceite esencial, oleorresina, extracto fluido y extracto seco de orégano (*Lippia graveolens HBK*), se llevará a cabo en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (Liexve), Sección de Química Industrial del Centro de Investigaciones de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

La composición del aceite esencial obtenido se realizará por Cromatografía de gases con acoplamiento de espectrometría de masas CG-MS y la composición de la oleorresina, extracto fluido y extracto seco, se analizarán por HPLC. El análisis se llevará a cabo en el Laboratorio de Química Analítica en la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

El proceso de aplicación del aceite esencial y la oleorresina de orégano (*Lippia graveolens HBK*), en embutidos (chorizo y longaniza) se realizará en las instalaciones de la Finca La Esperanza, ubicada en Tecpán, Chimaltenango.

**Tabla 1***Delimitación en tiempo y espacio del proyecto*

| No. | Espacios  | Actividades  | Tiempo (Meses) |
|-----|---|--|----------------|
| 1   | Rio Hondo, Zacapa   | Recolección de materia prima de órgano   | 1              |
| 2   | Laboratorio de Investigación de extractos vegetales- Liexve- CII/USAC   | Proceso de Extracción a escala laboratorio   | 2              |
| 3   | Laboratorio de Investigación de extractos vegetales- Liexve- CII/USAC   | Proceso de Extracción a escala planta piloto   | 3              |
| 4   | Facultad de Ingeniería, DIGI, Liexve  | Procesos administrativos de solicitud y compra de equipos  | 1              |
| 5   | Laboratorio de Investigación de extractos vegetales- Liexve- CII/USAC   | Formulación y elaboración de Biopelícula comestible  | 1              |
| 6   | - Laboratorio de Investigación de extractos vegetales- Liexve- CII/USAC<br>-Departamento de toxicología CCQQ y farmacia, USAC | Aplicación de biopelícula comestible a embutidos, y análisis microbiológicos, así como análisis fisicoquímicos de extractos. | 1              |
| 7   | Facultad de Ingeniería USAC, CII, Liexve  | Elaboración de Informe final y divulgación   | 1              |

## 6 Marco teórico

### 6.1. Extractos Naturales

#### 6.1.1. Aceites esenciales

Son las fracciones líquidas volátiles que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas, son mezclas complejas de hasta 100 componentes, entre ellos: terpenoides, fenoles aromáticos, éteres, ésteres, aldehídos y cetonas que determinan el aroma característico de la planta (Bandoni, 2002; Sharapin, 2000).

#### 6.1.2. Oleorresinas

Son líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas. Constituyen las verdaderas esencias de las especias en su forma más concentrada y contienen gran variedad de compuestos volátiles y no volátiles. (Shiva, 2007).

#### 6.1.3. Extracto fluido

Los extractos fluidos son preparaciones de material vegetal que contienen alcohol como disolventes preparados de tal manera que en general corresponden al material vegetal seco en una proporción de 1:1 (1 mL de extracto corresponde a 1 g del material vegetal seco), también se les conoce como extractos líquidos. (Cáceres, 1996)

#### 6.1.4. Extracto seco

Son preparaciones sólidas con consistencia de polvo o granulados, son obtenidas por la evaporación del disolvente utilizado para la extracción. Presentan una fácil manipulación y dosificación y una menor carga bacteriana en relación con los otros tipos de extractos. (Durango et al., 2011)

#### 6.1.5. Actividad antimicrobiana de extractos naturales

Los principales extractos vegetales con actividad antimicrobiana son los aceites esenciales y las oleorresinas. (Hernández-Ochoa et al., 2011) estudiaron la actividad antimicrobiana y las propiedades

antioxidantes de los aceites esenciales y las oleorresinas, atribuyendo a la presencia de componentes fenólicos este comportamiento. (Bonivento & Berrocal, 2011).

## 6.2. Aditivos en los alimentos

Se define como cualquier sustancia que, normalmente no se consume como alimento en sí, ni se usa como ingrediente característico en la alimentación, independientemente de que tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada a los productos alimenticios afecte sus características (Madrid, 1992).

### 6.2.1. Conservantes y/o preservantes

Son sustancias que se añaden a los productos alimenticios para protegerlos de alteraciones biológicas, como fermentación, enmohecimiento y putrefacción. No deben de ser tóxicos ni perjudiciales en las dosis que son añadidos en los alimentos (Fernández et al., 2015).

## 6.3. Antecedentes del uso de extractos naturales como conservantes

Se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala por Samol Juárez, Vilma Gricelda y Santizo Paz Berta Corina, un estudio titulado “Actividad inhibitoria de extractos y aceites esenciales de especies condimentarias, alimenticias y medicinales contra *Campylobacter jejuni*”, encontrando actividad inhibitoria significativa en oleorresinas de orégano (*Lippia graveolens*), pericón (*Tagetes lucida*) y cordoncillo (*Piper jacquemontianum*) y aceites esenciales de orégano (*Lippia graveolens*), hierbade toro (*Ocimum micranthum*) y pimienta gorda (*Pimenta dioica*).

Se realizó el estudio “Aplicación del orégano como conservante para extender el tiempo de vida útil de hamburguesa refrigerada” realizado por Bonilla González, Tannya Noemí de la Universidad Tecnológica Equinoccial en Ecuador, comparando el efecto antimicrobiano de oleorresina de orégano obtenida por maceración estática y orégano en polvo tratado con radiación UV- C; contra los microorganismos *Staphylococcus aureus*, *E. coli* y *Salmonella*.

## 6.4. Películas comestibles

Las películas comestibles se definen como una o varias capas delgadas de un material depositadas sobre un alimento como un recubrimiento, que puede ser consumido y que a la vez actúa como barrera para evitar la deterioración por oxidación o ataque microbiano con la finalidad de extender la vida útil. (Ancos et al., 2015; Solano et al., 2018).

La utilidad de una película comestible reside en su capacidad de mejorar las características de los alimentos extendiendo su vida de anaquel y mejorando la eficiencia económica de los materiales de empaque. (Guzmán et al., 2015).

## 6.5. Orégano (*Lippia graveolens* HBK.)

### 6.5.1. Hábitat

*L. graveolens* es nativo del sur de Texas a Nicaragua, se encuentra en bosques secos y montes espinosos subtropicales. En Guatemala se ha descrito en El Progreso, Petén y Zacapa. (Cáceres, 1996)

### 6.5.2. Composición química

El tamizaje fitoquímico de hojas de *L. graveolens* contiene: aceite esencial (1.8%), glicósidos saponínicos, taninos y triterpenos, celulosa, pigmento y elementos minerales; la corteza y raíz contienen glicósidos saponínicos, aceite esencial y taninos. Las hojas contienen además flavononas (pinocembrina, naringenina) y lapachenol.

## 7. Estado del arte

En la industria alimentaria se utiliza una amplia variedad de empaques. Los empaques como las películas plásticas son una estructura independiente que envuelve a un alimento con la finalidad de prevenir el deterioro, alargar la vida de anaquel y proteger al producto contra daños mecánicos, además de facilitar la distribución y la comercialización de los productos alimenticios. (Sánchez et al., 2015, p.17). Son también llamadas películas inteligentes a los conservantes obtenidos de extractos vegetales las cuales tienen como principales ventajas su potencial de bioconservación, ya que inhibe las

actividades microbianas, son comestibles y preservan la integridad en alimentos perecederos como carnes, las cuales están expuestas a una tasa de degradación elevada (Prändl, 1994). Aunado a esto, al tratarse de un material biodegradable favorece la reducción de recursos como energía eléctrica durante la refrigeración, minimizando así el impacto ambiental asociado. Asimismo, la materia prima utilizada será endémica del país, favoreciendo su cultivo e impulsando la industrialización en sectores aledaños y a nivel nacional a mediano y largo plazo.

## 8. Objetivos

### 8.1. Objetivo General

Evaluar el efecto conservante del aceite esencial, oleorresina, extracto fluido y extracto seco de orégano (*Lippia graveolens HBK*), proveniente del corredor seco de Guatemala y aplicar como biopelículas comestibles en la producción de embutidos.

### 8.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el rendimiento extractivo y caracterizar fisicoquímicamente el aceite esencial de orégano a escala planta piloto.
2. Evaluar el rendimiento extractivo y caracterizar fisicoquímicamente la oleorresina de orégano a escala planta piloto.
3. Evaluar el rendimiento extractivo y caracterizar fisicoquímicamente el extracto fluido de orégano a escala planta piloto.
4. Evaluar el rendimiento extractivo y caracterizar fisicoquímicamente el extracto seco de orégano a escala planta piloto.
5. Aplicar los extractos obtenidos de aceite esencial, oleorresina, extracto fluido y extracto seco de orégano a la película comestible analizando el efecto antimicrobiano ante microorganismos.
6. Aplicar la película alimenticia con cada uno de los extractos obtenidos de aceite esencial, oleorresina, extracto fluido y extracto seco de orégano a embutidos de chorizo y longaniza.
7. Realizar un análisis microbiológico en base al cumplimiento con la norma Coganor NGO 34125 Carne y productos cárnicos a los embutidos de chorizo y longaniza con las películas comestibles aplicadas a extractos de orégano.

## 9. Hipótesis

### 9.1. Hipótesis de Trabajo

Es factible evaluar el efecto preservante del aceite esencial, oleorresina, extracto fluido y extracto seco de orégano como potenciales bioconservantes de la producción de embutidos.

### 9.2. Hipótesis Estadística

#### Hipótesis nula

**H<sub>01</sub>:** No es factible evaluar el rendimiento extractivo y caracterizar fisicoquímicamente el aceite esencial, oleorresina, extracto fluido y extracto seco de orégano a escala planta piloto.

**H<sub>02</sub>:** No existe diferencia significativa del efecto antimicrobiano de los extractos obtenidos de aceite esencial, oleorresina, extracto fluido y extracto seco al aplicarlos en una película comestible.

**H<sub>03</sub>:** El análisis microbiológico a los embutidos de chorizo y longaniza con las películas comestibles aplicadas a extractos de orégano no cumple con la norma Coguanor NGO 34125 Carne y productos cárnicos.

#### Hipótesis alternativa

**H<sub>i1</sub>:** Es factible evaluar el rendimiento extractivo y caracterizar fisicoquímicamente el aceite esencial, oleorresina, extracto fluido y extracto seco de orégano a escala planta piloto.

**H<sub>i2</sub>:** Existe diferencia significativa del efecto antimicrobiano de los extractos obtenidos de aceite esencial, oleorresina, extracto fluido y extracto seco al aplicarlos en una película comestible.

**H<sub>i3</sub>:** El análisis microbiológico a los embutidos de chorizo y longaniza con las películas comestibles aplicadas a extractos de orégano cumple con la norma Coguanor NGO 34125 Carne y productos cárnicos.

## 10. Materiales y métodos

### 10.1. Tipo de investigación:

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, es experimental, tipo correlacional y exploratoria.

**10.2. Técnicas e instrumentos:** como recopilación, diagnósticos, guías, entrevistas, encuestas, muestreo, observación, experimentación, entre otros. Para recolectar y registrar la información se utilizará cuaderno de apuntes y formulario de tabla de datos en el paquete de *®Microsoft Office Excel* 2019.

### 10.3. Operacionalización de las variables:

**Tabla 2**

*Operacionalización de variables*

| Objetivo específicos | Variable  | Técnica  | Instrumentos        | Medición o cualificación        |
|----------------------|---|--|---------------------|---------------------------------|
| 1                    | Rendimiento<br>Extractivo<br>Caracterización<br>Fisicoquímica | Arrastre con vapor   | Planta Piloto       | Porcentaje de rendimiento (%)   |
| 2                    | Rendimiento<br>Extractivo<br>Caracterización<br>Fisicoquímica | Maceración<br>dinámica   | Planta<br>Piloto    | Porcentaje<br>de<br>Rendimiento |
| 3                    | Rendimiento<br>Extractivo<br>Caracterización<br>Fisicoquímica | Maceración<br>dinámica   | Planta<br>Piloto    | Porcentaje<br>de<br>Rendimiento |
| 4                    | Rendimiento<br>Extractivo<br>Caracterización<br>Fisicoquímica | Maceración<br>dinámica   | Planta<br>Piloto    | Porcentaje<br>de<br>Rendimiento |
| 5                    | Microorganismos   | Análisis microbio-<br>lógico   | Difusión en<br>Agar | UFC/g                           |
| 6                    | Dosis de aplicación   | Porcentaje en masa<br>respecto al total de<br>la aplicación en<br>embutidos. | Laboratorio         | Porcentaje de<br>dosis          |
| 7                    | Microorganismos   | Análisis microbio-<br>lógico   | Difusión en<br>Agar | UFC/g                           |

## 10.4. Productos, hallazgos, conocimientos o resultados esperados

Todo un conjunto de datos e información experimental acerca del potencial antimicrobiano y de bio-protección presente en los extractos obtenidos del orégano (*Lippia graveolens HBK*) y como resultado final la obtención de una biopelícula sintetizada a partir de extractos de orégano (*Lippia graveolens HBK*) que cumpla con todos los parámetros establecidos en la investigación.

## 10.1 Enfoque de la investigación

En la industria alimentaria se utiliza una amplia variedad de empaques. Los empaques como las películas plásticas son una estructura independiente que envuelve a un alimento con la finalidad de prevenir el deterioro, alargar la vida de anaquel y proteger al producto contra daños mecánicos, además de facilitar la distribución y la comercialización de los productos alimenticios. (Sánchez et al., 2015, p.17). Son también llamadas películas inteligentes a los conservantes obtenidos de extractos vegetales las cuales tienen como principales ventajas su potencial de bioconservación, ya que inhibe las actividades microbianas, son comestibles y preservan la integridad en alimentos perecederos como carnes, las cuales están expuestas a una tasa de degradación elevada (Prändl, 1994). Aunado a esto, al tratarse de un material biodegradable favorece la reducción de recursos como energía eléctrica durante la refrigeración, minimizando así el impacto ambiental asociado. Asimismo, la materia prima utilizada será endémica del país, favoreciendo su cultivo e impulsando la industrialización en sectores aledaños y a nivel nacional a mediano y largo plazo.

## 10.2 Método

### **Deshidratado y molido de materia prima**

El deshidratado del orégano (*Lippia graveolens HBK*) se realizará en el Liexve, en un secador de bandejas a temperatura de 40°C, para obtener un porcentaje de humedad menor al 10%.

La reducción de las dimensiones de materia prima se realizará en un molino de cuchillas ubicada en el Liexve, para posteriormente realizar su tamizaje utilizando tamices No. 8 y No. 12.

### **Extracción de aceite esencial a escala planta piloto**

1. Encender la caldera y esperar a que la presión sea mayor a 80 psi.
2. Colocar 10 lb de orégano (*Lippia graveolens HBK*) dentro de la marmita de destilación y humedecer la materia prima.
3. Encender el sistema de enfriamiento Chiller y abrir la válvula de vapor.
4. Cerrar válvula de vapor, apagar el sistema de enfriamiento chiller y descargar la mezcla de aceite esencial e hidrolato.
5. Colocar la mezcla en ampolla de decantación y dejar reposar por periodo de 24 horas.
6. Separar el aceite esencial del hidrolato por decantación.

### **Extracción de oleorresina a escala planta piloto, maceración dinámica**

1. Agregar 10 lb de orégano (*Lippia graveolens HBK*) y etanol al 95% en una relación entre materia prima y solvente de 1:10 m/v en la marmita de agitación.
2. Encender la marmita de agitación. El tiempo de lixiviación será de 2 horas.
3. Descargar y filtrar al vacío el extracto etanólico.
4. Separar el extracto etanólico en la unidad de concentración a presión reducida de la planta, eliminando el 70% del alcohol.
5. Transferir el extracto resultante al rotaevaporador y eliminar todo el solvente.

### **Extracción del extracto fluido a escala planta piloto, maceración estática**

1. Agregar 10 lb de orégano (*Lippia graveolens HBK*) y etanol al 70% en una marmita, hasta que la materia prima quede en completa inmersión con el solvente.
2. Realizar la maceración estática por 24 horas a temperatura ambiente.

3. Descargar y filtrar al vacío el extracto etanólico.
4. Separar el extracto etanólico en la unidad de concentración a presión reducida de la planta.
5. Transferir el extracto concentrado al rotaevaporador hasta obtener una relación 1:1 (1 mL de extracto corresponde a 1 g de materia vegetal seca).

## **Extracción del extracto seco a escala planta piloto, maceración estática**

1. Agregar 10 lb de orégano (*Lippia graveolens HBK*) y etanol al 70% en una marmita, hasta que la materia prima quede en completa inmersión con el solvente.
2. Realizar la maceración estática por 24 horas a temperatura ambiente.
3. Descargar y filtrar al vacío el extracto etanólico.
4. Concentrar el extracto etanólico en la marmita de concentración al vacío de la planta.
5. Transferir el extracto concentrado al rotaevaporador hasta obtener una relación 1:4 (1 mL de extracto corresponde a 4 g de materia vegetal seca).

## **Aplicación del extracto en embutidos por medio de una película comestible**

1. Mezclar colágeno (15% base estructural proteínico) y sorbitol (10% como plastificante) en agua destilada con agitación constante.
2. Colocar mezcla en baño de maría a 90 °C por 30 min con agitación constante.
3. Agregar cera de abeja a la solución y mantener en baño de maría 5 min.
4. Retirar el recipiente del baño de maría y adicionar ácido ascórbico (antioxidante) en agitación constante.
5. Mezclar y agregar Tween 20 (polisorbato 20 emulsificante), homogenizar a máxima velocidad por 2 min y dejar reposar por 1 min.
6. Agregar los extractos obtenidos de orégano y homogenizar por 1 min.
7. Verter 15 mL de la solución en placas de vidrio de 10 cm \*10 cm, dejar por 24 h a temperatura ambiente.

## **Aplicación de película comestible a caldos de cultivo**

1. Colocar 100  $\mu$ L de cada microorganismo en su respectivo medio de cultivo.
2. Colocar círculos de película comestible con el extracto de orégano sobre el agar.
3. Incubar los microorganismos y realizar el recuento de carga microbiana.
4. Determinar efectividad de cada extracto según norma Coguanor NGO 34125 Carne y productos cárnicos.

## **Aplicación de película comestible a embutidos**

1. Realizar una inmersión del embutido en la solución formadora de película durante un minuto.
2. Secar el embutido durante dos minutos a temperatura ambiente.
3. Realizar una segunda inmersión del embutido en la solución formadora de película durante 10 segundos.
4. Secar el embutido durante cinco minutos a temperatura ambiente.
5. Refrigerar.
6. Realizar un análisis microbiológico por el método de difusión en agar.

## **Preparación de chorizo**

1. Moler la grasa y carne (carne de porcino 50%, carne de bovino 30% y tocino 20%), formando cubos aproximadamente de 3 cm de lado.
2. Triturar la grasa, la carne y las especias vegetales en un molino de discos.
3. Mezclar los componentes que caracterizan el producto (sal, pimentón, pimienta, chile, ajo, nuez moscada) dentro de un contenedor.
4. Introducir la mezcla en una tripa natural de cerdo calibre 30 mm y porcionar cada 10 cm.
5. Suspender en un escabiladero para asegurar que el chorizo segregue un alto contenido de grasa y proporcionar maduración.

## Preparación de longaniza

1. Triturar las carnes (carne de porcino 80% y tocino 20%) formando cubos de 5 cm de lado.
2. Triturar la carne en un molino de discos.
3. Mezclar los componentes (sal, cebolla, ajo, pimienta, comino, vinagre).
4. Introducir la mezcla a una tripa natural de cordero, preferiblemente, o de cerdo; y porcionar cada 70 cm.
5. Suspender en un escabiladero para garantizar que la longaniza segregue un alto contenido de grasa y proporcionar maduración.

## 10.3 Recolección de información

Recolección de datos mediante la investigación in situ a escala planta piloto en las instalaciones del Liexve.

La obtención de la materia prima orégano (*Lippia graveolens HBK*), se obtendrá en Río Hondo, Zacapa y la parte experimental de la investigación se llevará a cabo en la Universidad de San Carlos de Guatemala. La deshidratación, molienda de la materia prima, la obtención y caracterización fisicoquímica del aceite esencial, oleorresina, extracto fluido y extracto seco de orégano (*Lippia graveolens HBK*), se llevará a cabo en el Liexve.

## 10.4 Técnicas e instrumentos

**Tabla 3**

*Técnicas e Instrumentos*

| Objetivo específicos | Variable  | Técnica   | Instrumentos     | Medición o cualificación      |
|----------------------|---|---|------------------|-------------------------------|
| 1                    | Rendimiento Extractivo<br>Caracterización Físicoquímica | Arrastre con vapor  | Planta Piloto    | Porcentaje de rendimiento (%) |
| 2                    | Rendimiento Extractivo<br>Caracterización Físicoquímica | Maceración dinámica   | Planta Piloto    | Porcentaje de Rendimiento     |
| 3                    | Rendimiento Extractivo<br>Caracterización Físicoquímica | Maceración dinámica   | Planta Piloto    | Porcentaje de Rendimiento     |
| 4                    | Rendimiento Extractivo<br>Caracterización Físicoquímica | Maceración dinámica   | Planta Piloto    | Porcentaje de Rendimiento     |
| 5                    | Microorganismos   | Análisis microbiológico   | Difusión en Agar | UFC/g                         |
| 6                    | Dosis de aplicación                                     | Porcentaje en masa respecto al total de la aplicación en embutidos. | Laboratorio      | Porcentaje de dosis           |
| 7                    | Microorganismos   | Análisis microbiológico   | Difusión en Agar | UFC/g                         |

## 10.5 Procesamiento y análisis de la información

Se utilizará un diseño completamente al azar con un arreglo combinatorio, se realizarán 4 extractos naturales (aceite esencial, oleorresina, extracto fluido y extracto seco) de orégano, cada uno de los cuales, con 3 repeticiones, obteniendo un total 12 tratamientos. Los 12 tratamientos obtenidos de los extractos de orégano serán utilizados para elaborar películas comestibles a 1000 ppm cada uno de ellos con 3 repeticiones, obteniendo un total 36 películas comestibles, a las cuales se le realizarán pruebas microbiológicas in vitro; aplicándolas a 3 microorganismos de los cuales se determinará las películas con el extracto que cumplen con la norma Coguanor NGO 34125 obteniendo un total 108 actividades microbianas, que posteriormente serán aplicadas a los embutidos de chorizo y longaniza a las que

presenten una actividad antimicrobiana efectiva para determinar su actividad microbiana in vivo, por último para la evaluación estadística se utilizará un análisis de varianza basado en la prueba de medias de Tukey.

## 11. Resultados y discusión

### 11.1. Rendimiento extractivo de aceite esencial, oleorresina, extracto fluido y extracto seco

Se realizó la recolección y pretratamiento del material vegetal, orégano (*Lippia graveolens* HBK), el cual se sometió a un proceso de destilación de arrastre con vapor directo para la obtención de aceite esencial. Por otro lado, se realizó el proceso de extracción sólido-líquido con maceración estática utilizando etanol como solvente extractivo para la obtención de oleorresina; también se obtuvo extracto seco mediante concentración al vacío de la oleorresina hasta conseguir una relación de 1:4 extracto-solvente. Por último, el extracto fluido se obtuvo a través de un proceso controlado de concentración al vacío hasta obtener una relación extracto-solvente de 1:1.

La figura 1, muestra que el porcentaje de rendimiento en cuanto al extracto fluido es mayor en comparación a sus homólogos, ya que el extracto fluido en sí mismo es una solución extracto-solvente, en proporciones que mantienen disperso al componente activo. Mientras que, el extracto seco se trata de la separación completa de la matriz-solvente del principio activo, dejando exento y virtualmente cristalizado el producto bajo las condiciones a las que fue sometido. En cuanto al aceite esencial, sus bajos rendimientos reflejan parámetros no controlados como la rugosidad de la superficie interna de las tuberías por las cuales el vapor es transportado. Así también, las condensaciones súbitas del vapor saturado resultan en implosiones dentro de la carcasa de la marmita de extracción que compromete áreas de transferencia de calor y masa, influyendo en los resultados finales para la obtención del aceite esencial.

La oleorresina, ajena a la destilación de arrastre con vapor directo, es obtenida a través de una extracción sólido-líquido, para la cual se debe de controlar el proceso de maceración y concentración, las pérdidas inevitables que tienden a generarse como consecuencias del proceso intermitente de obtención imperan en rendimientos relativamente bajos, en comparación del extracto fluido y seco, pero prevaleciendo por arriba del obtenido en el aceite esencial.

En la figura 2 se muestran los extractos obtenidos, el aceite esencial presenta una apariencia amarillenta [1] mientras que, la oleorresina [2] su consistencia es semisólida, con cuerpo y poco fluida en comparación con el aceite esencial. El extracto seco [3], tiene apariencia cristalina con tonalidad marrón y el extracto fluido [4] por otro lado, es ligeramente marrón y con mayor fluidez.

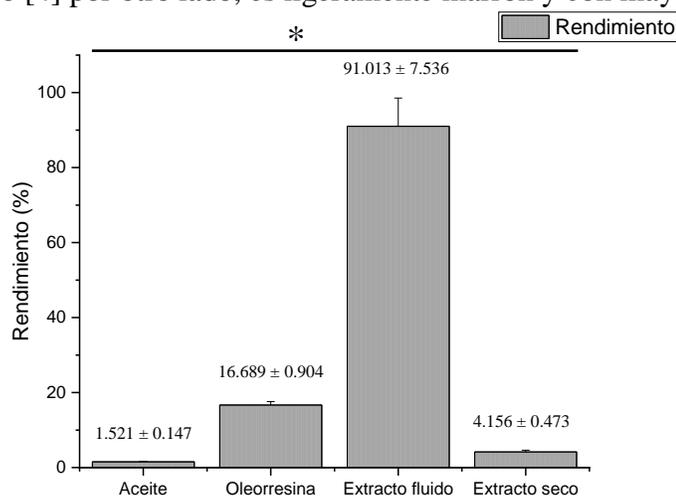


Figura 1. Rendimiento porcentual de extractos de orégano (*Lippia graveolens* HBK) obtenidos a escala planta piloto.

Nota. El \* representa diferencia significativa entre las muestras ( $p < 0.05$ )

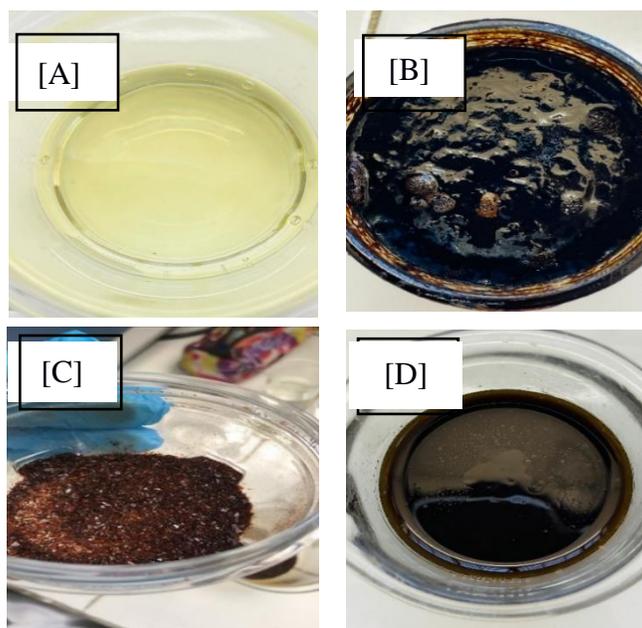
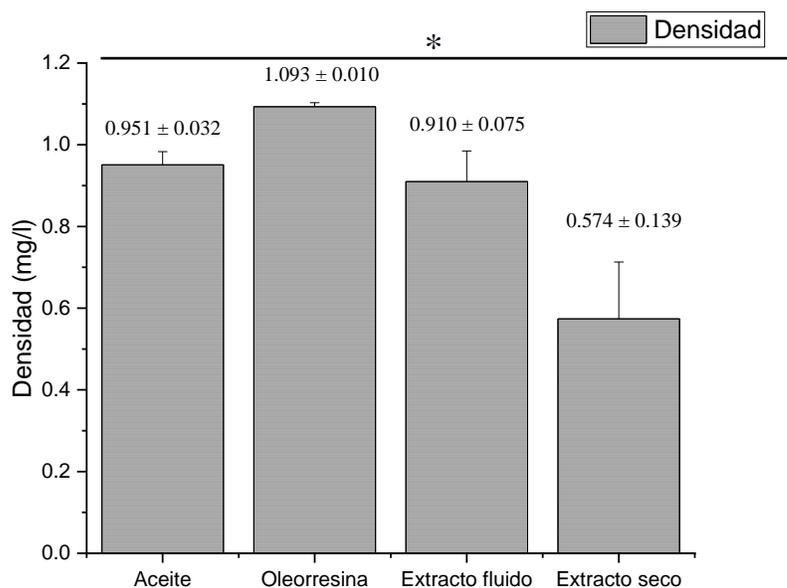


Figura 2. Extractos obtenidos de orégano (*Lippia graveolens* HBK) a escala planta piloto, [A]: Aceite esencial, [B]: oleorresina, [C]: extracto seco y [D]: extracto fluido.

## 11.2. Caracterización fisicoquímica de los extractos obtenidos de orégano (*Lippia graveolens* HBK)

### 11.2.1. Densidad de los extractos obtenidos de orégano (*Lippia graveolens* HBK)



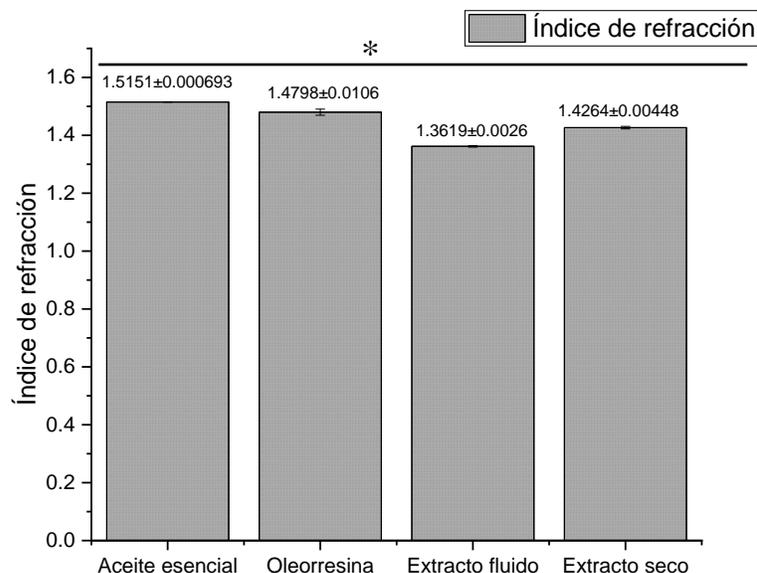
**Figura 3.** Densidad de extractos de orégano (*Lippia graveolens* HBK) obtenidos a escala planta piloto.

*Nota.* El \* representa diferencia significativa entre las muestras ( $p < 0.05$ )

En la figura 3, se muestran los resultados de las densidades de los cuatro tipos de extractos obtenidos. La mayor densidad se determinó para la oleorresina y la menor fue para el extracto seco. La elevada densidad obtenida de la oleorresina supone la disolución no solo de las moléculas orgánicas correspondiente a terpenos sino también, de colorantes, saponinas, polifenoles, resinas etc. Esto como consecuencias de la amplia selectividad disolutiva asociada a la constante dieléctrica del etanol (dato no mostrado), las masas de esas macromoléculas que integran la matriz del extracto influyen en la densidad. Sin embargo, en cuanto al aceite esencial, el método extractivo discrimina un rango amplio de moléculas lo que da lugar a un extracto más selectivo integrado especialmente por terpenos y derivados.

Este hecho se ilustra en la composición química que se muestra en las figuras 5, 6 y 7 donde el mayor porcentaje de área reside en el contenido mayoritario de canfeno, óxido de cariofileno y gama terpineno.

## 11.2.2. Índice de Refracción de los extractos obtenidos de orégano (*Lippia graveolens* HBK)



*Figura 4.* Índice de refracción de extractos de orégano (*Lippia graveolens* HBK) obtenidos a escala planta piloto.

*Nota.* El \* representa diferencia significativa entre las muestras ( $p < 0.05$ )

En la figura 4, se muestran los resultados de los índices de refracción (IR) para los cuatro tipos de extractos. Se puede observar como el aceite esencial refracta la luz con mayor intensidad debido a la presencia de moléculas orgánicas de naturaleza alifática satura, insaturada y cíclica como el caso de los terpenos que en su mayoría son monoterpenos y sesquiterpenos (figuras 4-6). Mientras que, en la oleorresina, la constitución química del mismo difiere del aceite esencial (figuras 7-9), esto refleja una ligera reducción en el valor del IR. Por otro lado, el extracto fluido indica un valor relativamente cercano al IR del etanol (dato no mostrado) ya que este extracto guarda una relación extracto-solvente 1:1, lo que admite una fracción considerable de etanol. En el caso del extracto seco, los valores indican cierta similitud con los obtenidos de la oleorresina, sin embargo, el proceso de cristalización implica la pérdida de cierta fracción de moléculas que influye en una mayor refracción de la luz.

### 11.2.3. Composición química de los extractos obtenidos de orégano (*Lippia graveolens* HBK)

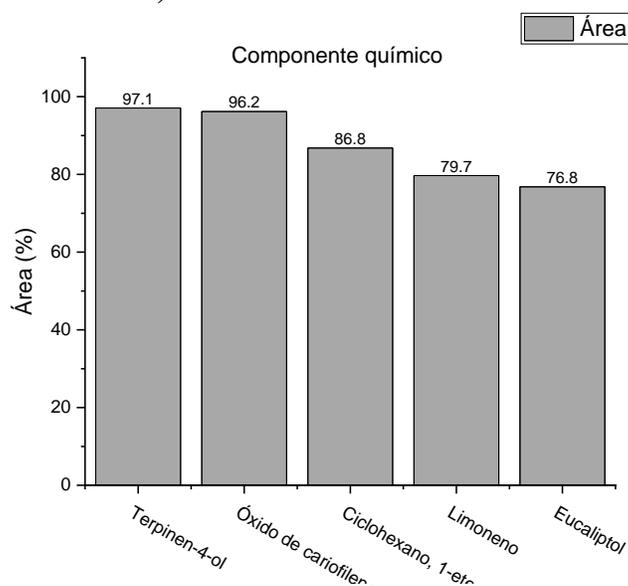


Figura 5. Composición química del aceite esencial de orégano (*Lippia graveolens* HBK), repetición 1.

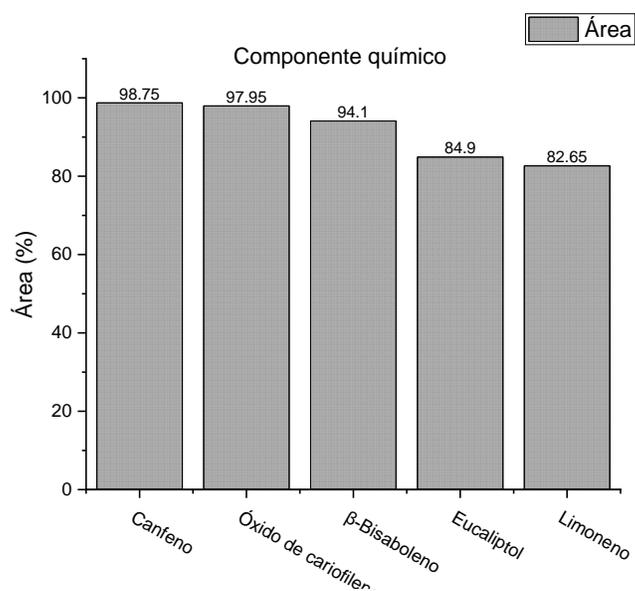


Figura 6. Composición química del aceite esencial de orégano (*Lippia graveolens* HBK), repetición 2

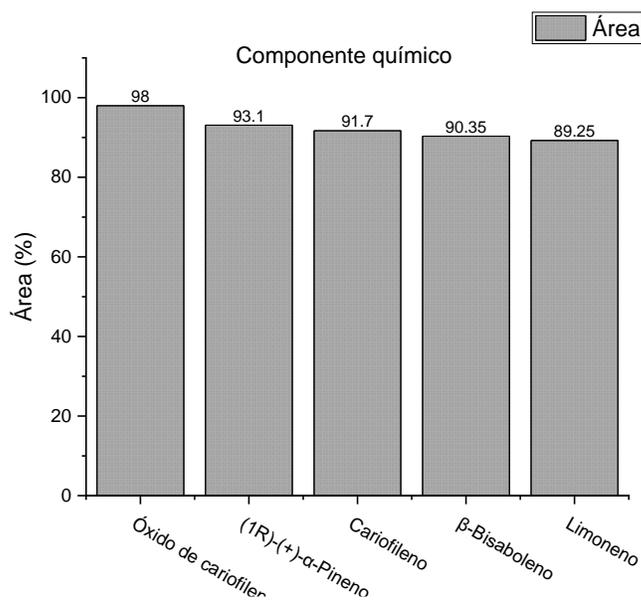


Figura 7. Composición química del aceite esencial de orégano (*Lippia graveolens* HBK), repetición 3.

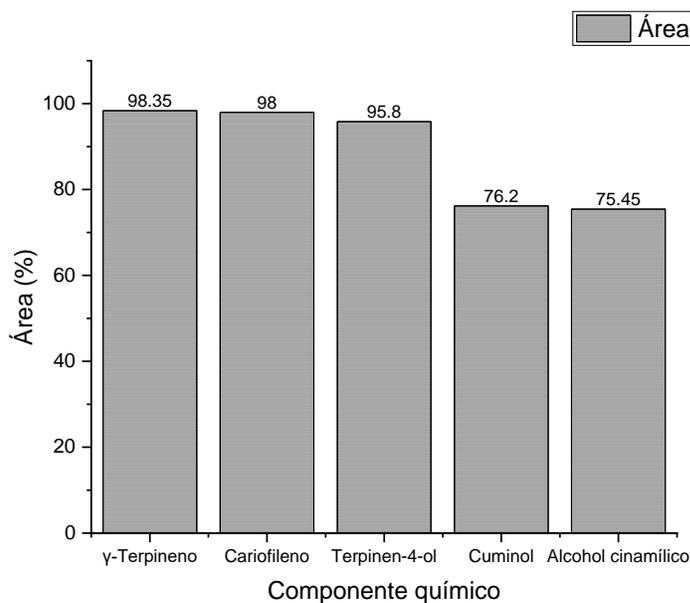


Figura 8. Composición química del extracto oleorresina de orégano (*Lippia graveolens* HBK), repetición 1.

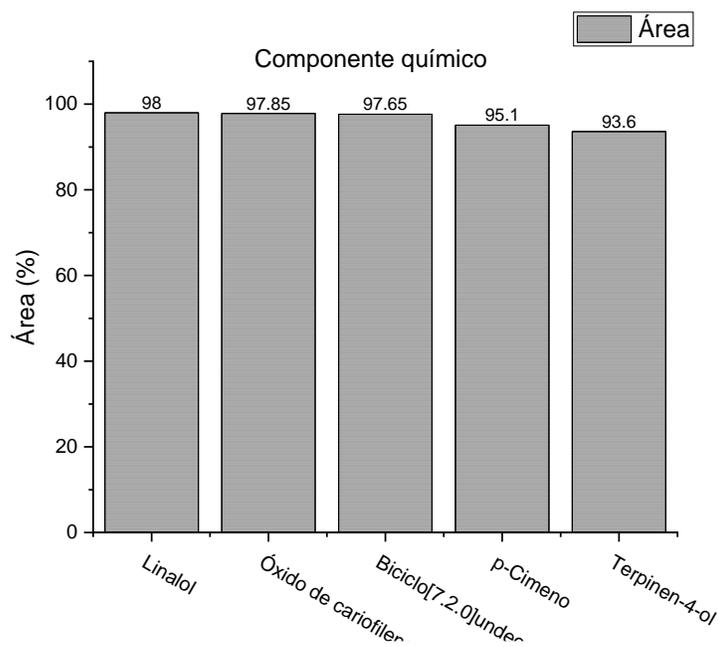


Figura 9. Composición química del extracto oleorresina de orégano (*Lippia graveolens* HBK), repetición 2.

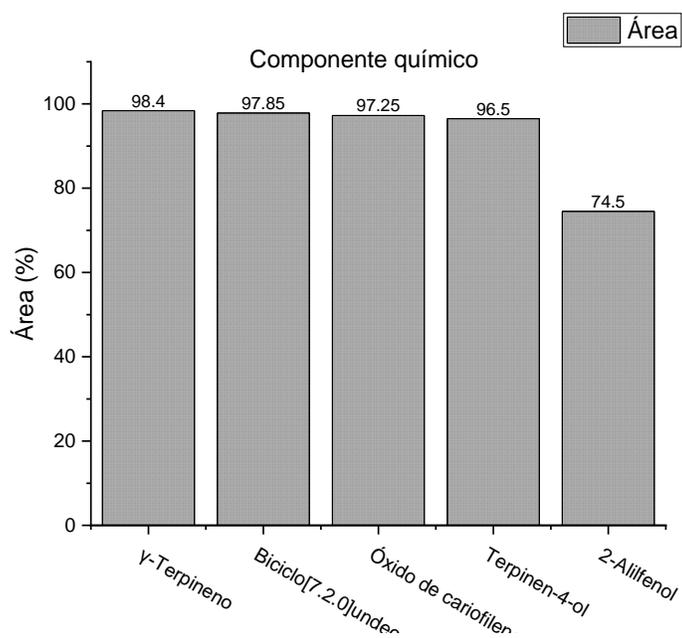


Figura 10. Composición química del extracto oleorresina de orégano (*Lippia graveolens* HBK), repetición 3.

Para la composición química del extracto de oleorresina de orégano mediante cromatografía de gases acoplada a espectroscopía de masas, se tiene como componentes mayoritarios linalol y gama terpineno, (figuras 8, 9 y 10) siendo este último el que predomina de manera global en dicho extracto. Al igual que ocurre con los aceites esenciales, su elevada volatilidad radica en moléculas con bajo peso molecular y constantes dieléctricas que favorecen su rápida migración del seno del extracto.

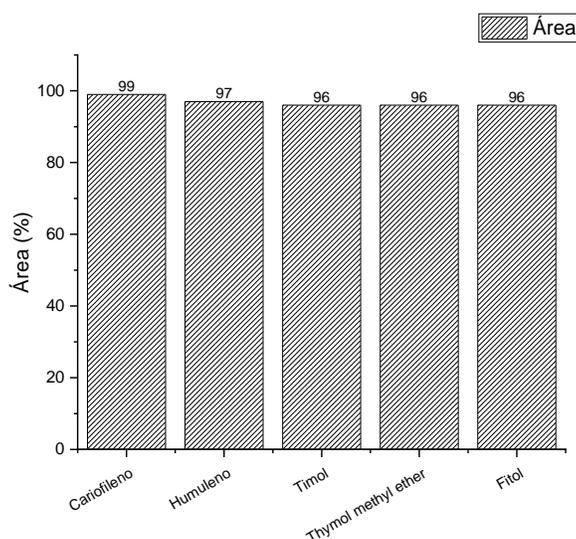


Figura 11. Extracto fluido proveniente de orégano (*Lippia graveolens HBK*) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 1.

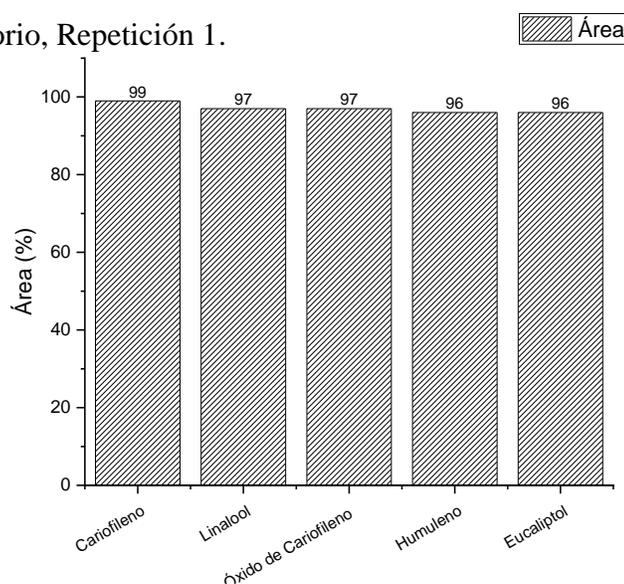


Figura 12. Extracto fluido proveniente de orégano (*Lippia graveolens HBK*) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 2.

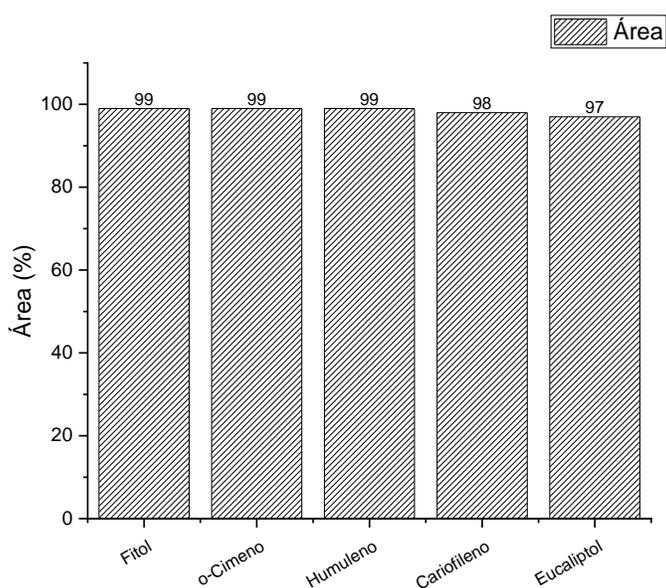


Figura 13. Extracto fluido proveniente de orégano (*Lippia graveolens HBK*) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 3.

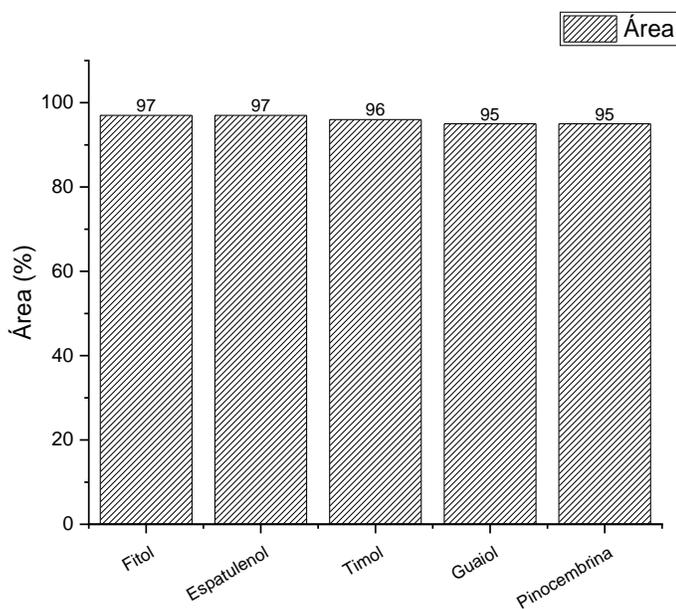


Figura 14. Extracto seco proveniente de orégano (*Lippia graveolens HBK*) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 1.

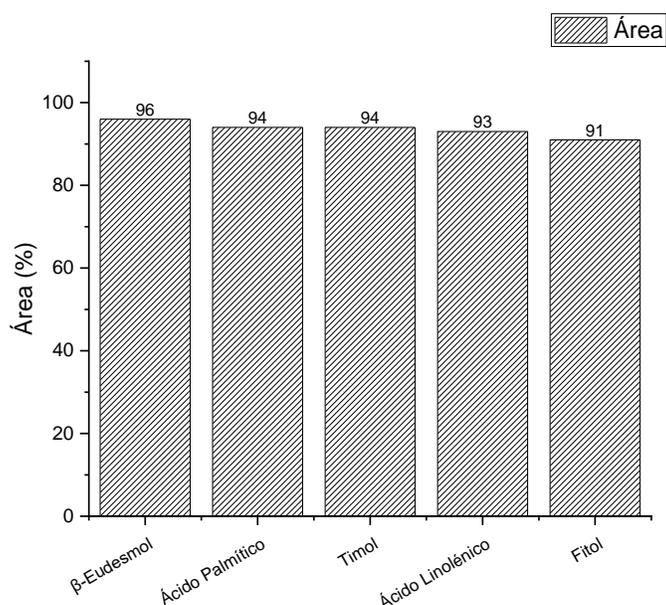


Figura 15. Extracto seco proveniente de orégano (*Lippia graveolens HBK*) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 2.

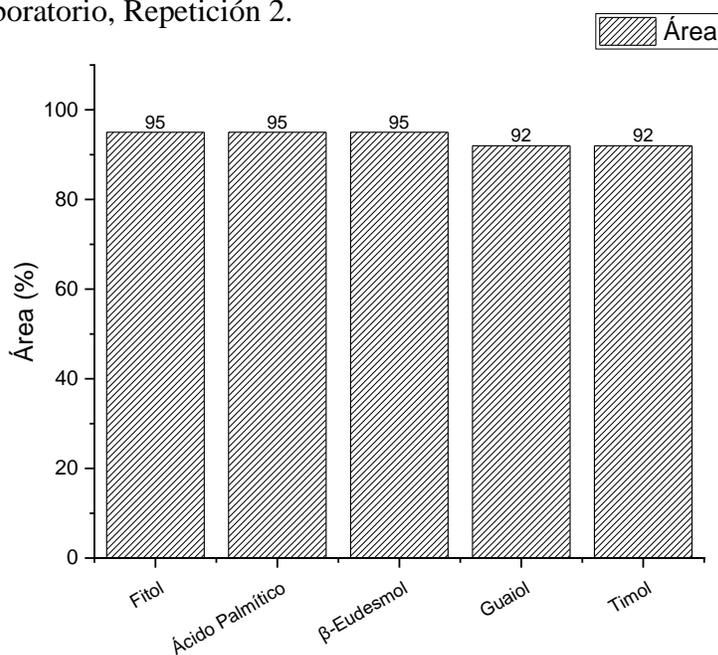


Figura 16. Extracto seco proveniente de orégano (*Lippia graveolens HBK*) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 3.

En las figuras 11, 12 y 13, se muestra la composición química del extracto fluido, las moléculas que describen la huella aromática del mismo residen en el contenido de fitol y cariofileno, siendo el primero un alcohol diterpénico acíclico mientras que el segundo se trata de un sesquiterpeno: polímero orgánico constituido por tres unidades de cinco carbonos que, a diferencia del fitol, este no muestra grupos funcionales y predomina frente a éste.

Por otro lado, para la composición química del extracto seco, en las figuras 14, 15 y 16, se identifica al fitol como componente mayoritario y el beta-eudesmol como segundo componente. Dichos resultados suponen un carácter aromático para los cuatros extractos con naturaleza terpénica y con hidroxilo como grupo funcional.

### 11.3. Análisis microbiológicos de los extractos obtenidos de orégano (*Lippia graveolens* HBK)

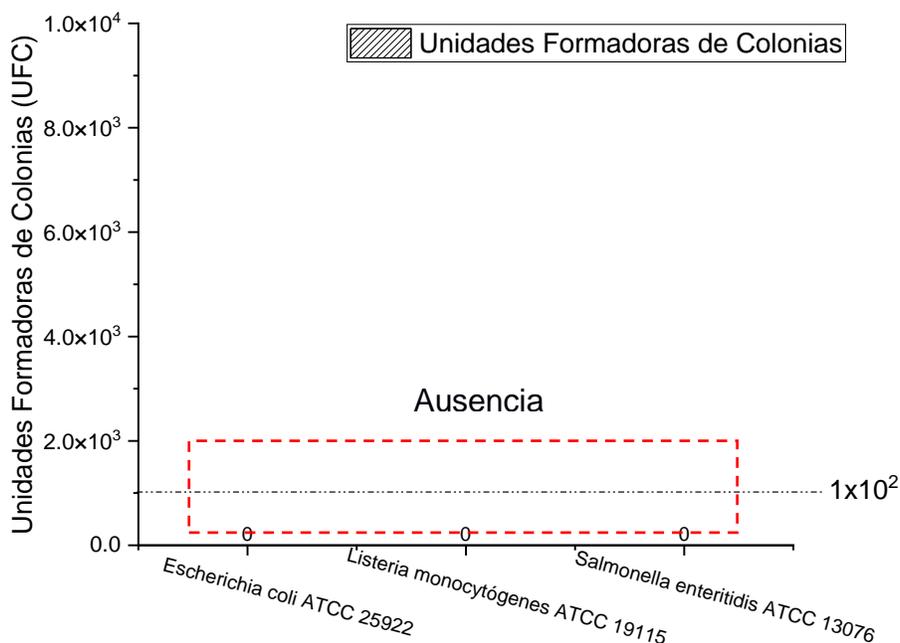


Figura 17. Análisis microbiológico de aceite esencial y oleorresina de orégano (*Lippia graveolens* HBK)

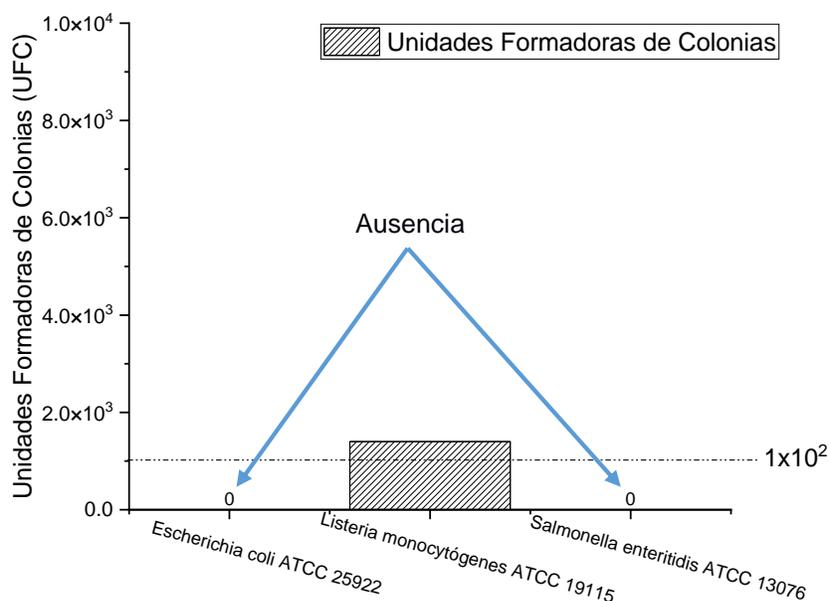


Figura 18. Análisis microbiológico del extracto fluido de orégano (*Lippia graveolens* HBK)

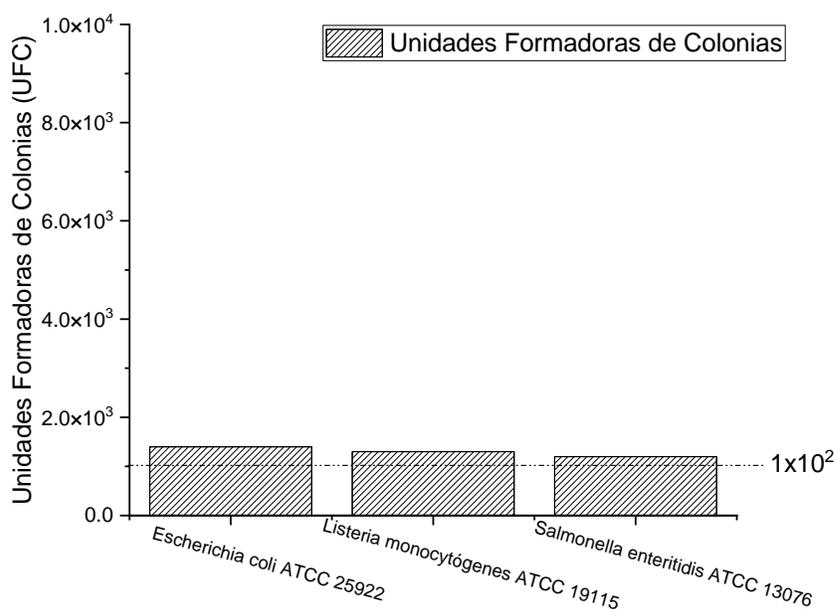


Figura 19. Análisis microbiológico del extracto seco orégano (*Lippia graveolens* HBK)

En la figura 17, 18 y 19, se muestran los resultados microbiológicos *in vitro* de los extractos de orégano (*Lippia graveolens* HBK): aceite esencial, oleorresina, extracto fluido y extracto seco, aplicados a tres variedades de microorganismos: *Escherichia Coli*, *Listeria monocytógenes* y *Salmonella enteritidis*. En la figura 17, se muestra que el aceite esencial y oleorresina inhiben en su totalidad la aparición de dichos microorganismos. La ausencia exhibe valores que se encuentran por debajo de 0 en las UFC, infiriendo que cumple con los límites requeridos por el RTCA. Por otro lado, en la figura 17, el extracto fluido muestra ausencia para la *Escherichia Coli* y *Salmonella sp*, sin embargo, existe presencia de *Listeria monocytógenes aureus*. La presencia de este último microorganismo radica en la relación extracto-solvente que guarda dicho producto extractivo, debido a que el elevado contenido de solvente supone la dilución de los componentes activos que influyen en el efecto inhibitorio. Lo mismo sucede en el caso del extracto seco (figura 18), el proceso de secado que conlleva a la cristalización del extracto para obtener una relación 1:4, también conduce de una manera imperante a la eliminación del efecto inhibitorio, reflejando el crecimiento de los tres microorganismos.

### 11.3.1. Análisis microbiológicos de las biopelículas formuladas con los extractos obtenidos de orégano (*Lippia graveolens* HBK)

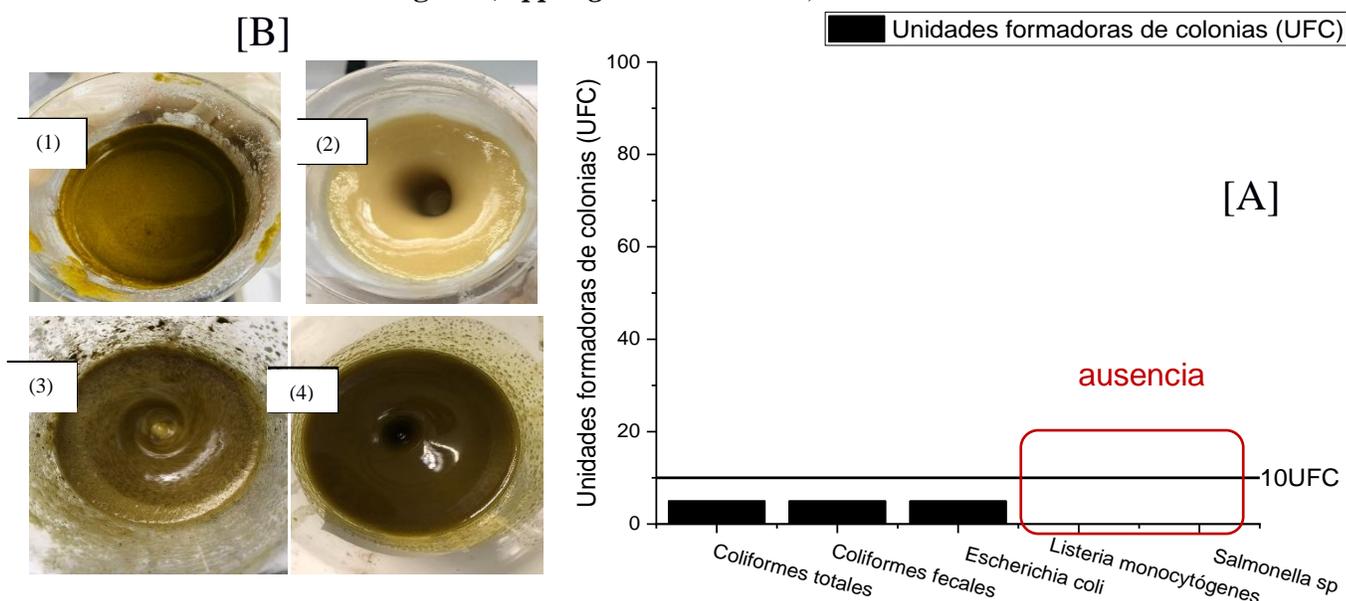


Figura 20. [A] Análisis microbiológico de las biopelículas formuladas con oleorresina [B] (1), aceite esencial [B] (2), extracto fluido [B] (3), y extracto seco [B] (4), de orégano (*Lippia graveolens* HBK) como principios activos en la elaboración de biopelícula comestible.

En la figura 21, se muestra el análisis microbiológico de las biopelículas formuladas con cada uno de los extractos de orégano (*Lippia graveolens HBK*). Se puede observar que, para las cuatro biopelículas se satisfacen los parámetros establecidos por el RTCA. Adicionalmente, se puede apreciar un comportamiento muy peculiar en el caso de la biopelícula formulada con el extracto fluido y seco, donde se muestra un efecto inhibitorio total, en comparación con sus homólogos que fueron aplicados *in vitro* al mismo perfil de microorganismos (figuras 18 y 19), esto demuestra un posible efecto sinérgico que desarrolla el componente activo con la matriz polimérica de la biopelícula formulada.

### 11.3.2. Análisis microbiológicos de las biopelículas formuladas con los extractos obtenidos de orégano (*Lippia graveolens HBK*) y aplicadas a embutidos.

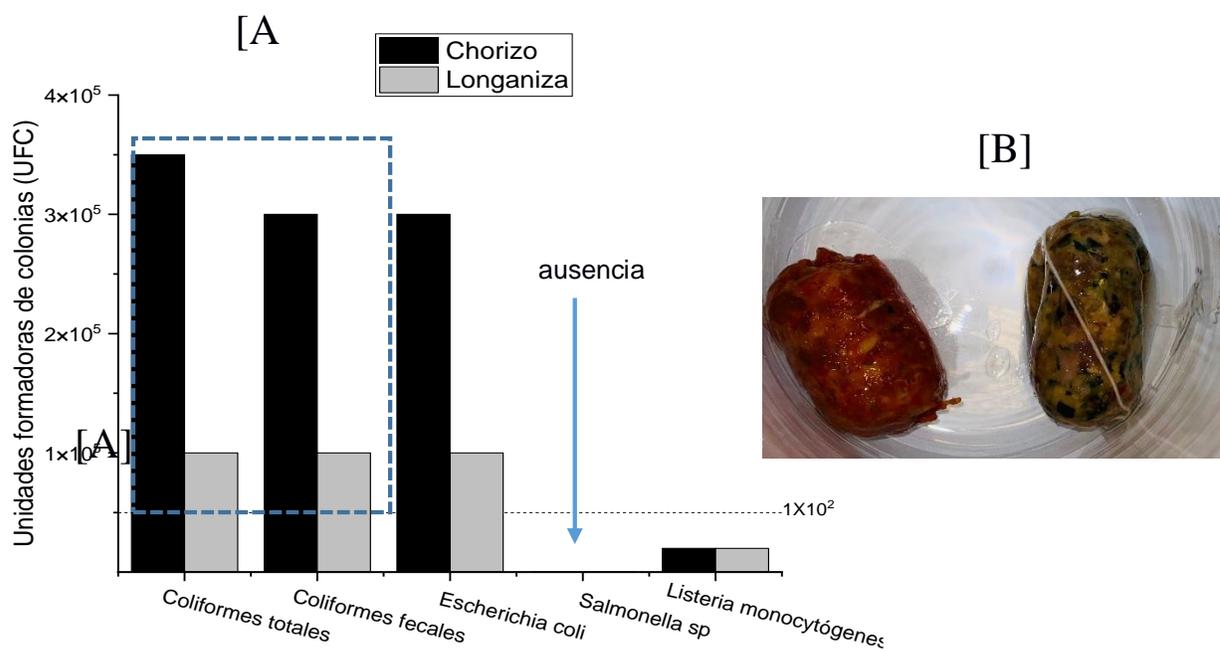


Figura 21. [A] Análisis microbiológico de las biopelículas formuladas con aceite esencial de orégano (*Lippia graveolens HBK*). [B]. Chorizo (izquierda) y Longaniza (derecha) recubiertas con la biopelícula formulada con aceite esencial de orégano (*Lippia graveolens HBK*). Nota: recuadro punteado en azul indica que no presentan límites según RTCA 8.3

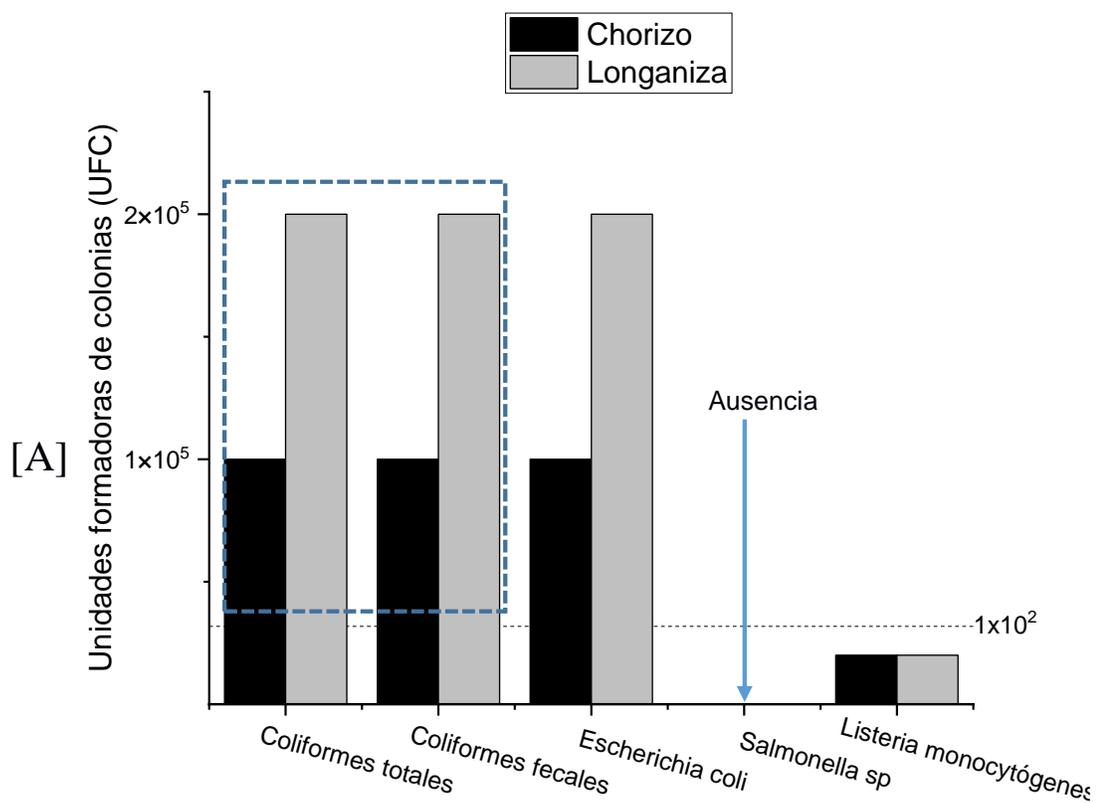


Figura 22. [A] Análisis microbiológico de las biopelículas formuladas con oleoresina de orégano (*Lippia graveolens HBK*). [B]. Chorizo (izquierda) y Longaniza (derecha) recubiertas con la biopelícula formulada con oleoresina de orégano (*Lippia graveolens HBK*).

Nota: recuadro punteado en azul indica que no presentan límites según RTCA 8.3

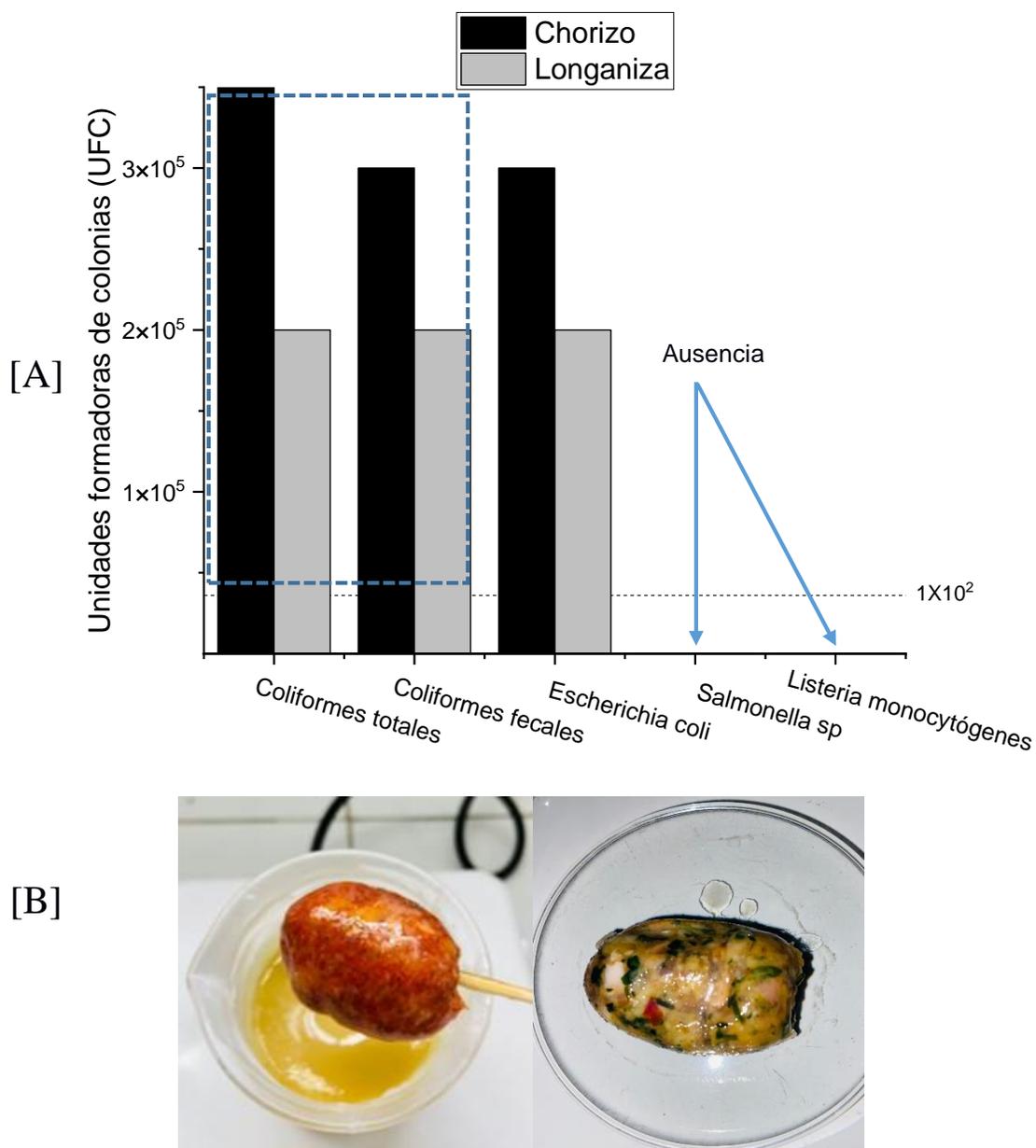


Figura 23. [A] Análisis microbiológico de las biopelículas formuladas con extracto fluido de orégano (*Lippia graveolens* HBK). [B]. Chorizo (izquierda) y Longaniza (derecha) recubiertas con la biopelícula formulada con extracto fluido (*Lippia graveolens* HBK).

Nota: recuadro punteado en azul indica que no presentan límites según RTCA 8.3

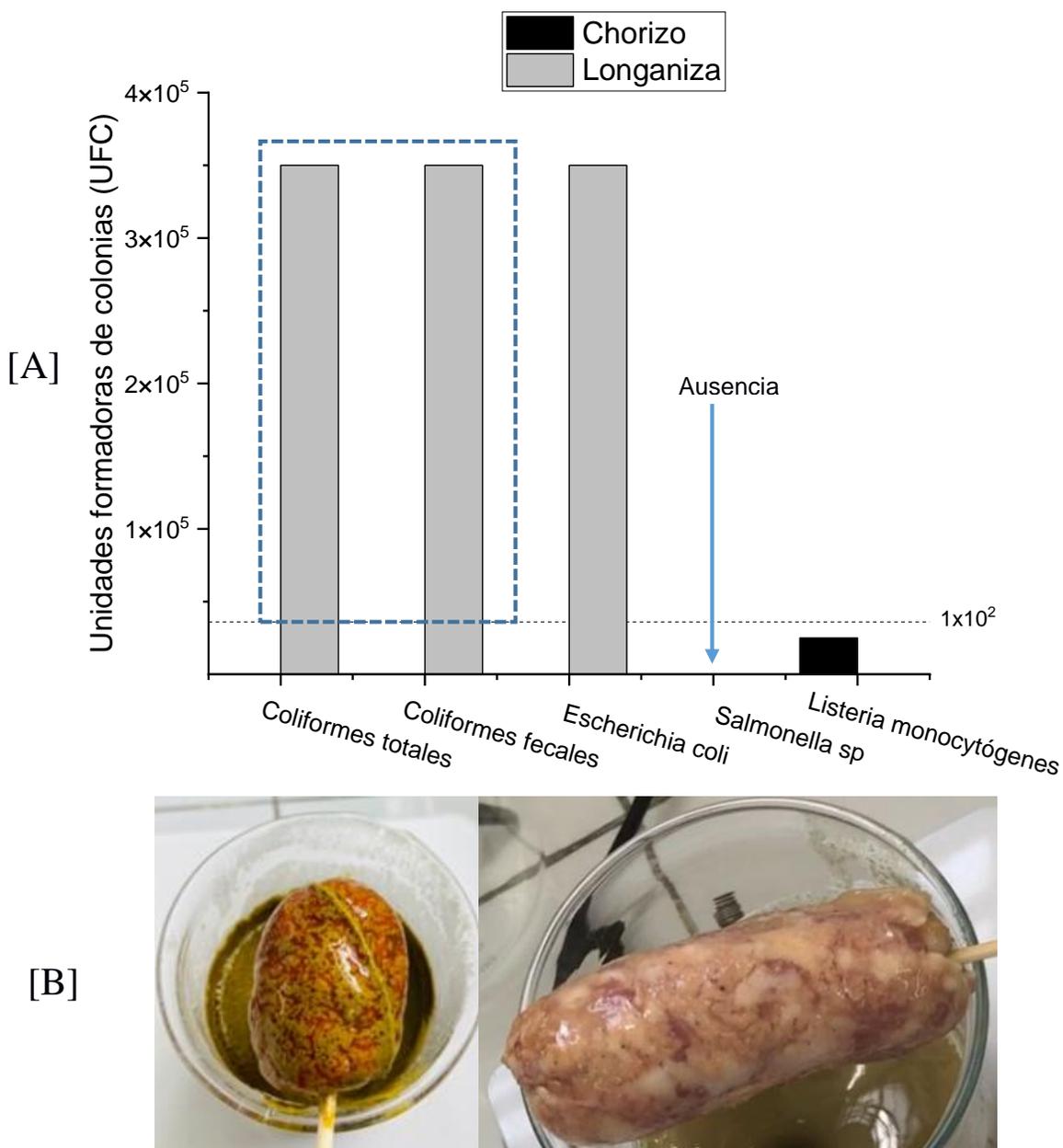


Figura 24. [A] Análisis microbiológico de las biopelículas formuladas con extracto seco de orégano (*Lippia graveolens* HBK). [B]. Chorizo (izquierda) y Longaniza (derecha) recubiertas con la biopelícula formulada con extracto seco de orégano (*Lippia graveolens* HBK).

Nota: recuadro punteado en azul indica que no presentan límites según RTCA 8.3

En la figura 21, se muestran los resultados microbiológicos de la biopelícula formulada con aceite esencial y aplicada a embutidos. El embutido más afectado fue el chorizo, mostrando cargas de UFC superiores a los encontrados en la longaniza que corresponden a la *Escherichia coli*, mientras que, para las otras dos sepas se satisfacen los requisitos de inocuidad establecidas por el RTCA. Por otro lado, en cuanto a la biopelícula formulada con oleoresina (figura 22), se obtuvieron resultados similares a los anteriores mencionados, persistiendo la existencia de *Escherichia coli* en la longaniza. Contrariamente a lo que se ha mencionado, en la figura 23, se muestran incidencias de contaminación mayormente en el chorizo y no en la longaniza, cumpliendo de igual manera con las especificaciones para las otras sepas. Uno de los puntos críticos de control al momento de aplicar el recubrimiento son las buenas prácticas de manufactura ya que, si se compara la actividad antimicrobiana de las películas de forma aislada el comportamiento difiere al comentado, lo que sugiere una posible contaminación al momento de manipular los productos cárnicos previo a aplicar el contenido de biopelícula lo que promovió el crecimiento de dichos microorganismos.

Finalmente, en la figura 24, el chorizo ostenta una ausencia total de UFC cuando se le adhiere la biopelícula formulada con extracto seco, esto debido al proceso de concentración que sufre el extracto cuando es sometido a una cristalización por secado, donde el principio activo actúa en forma directa cuando aplicado a la matriz polimérica, convirtiéndolo en la mejor elección como aditivo de recubrimiento.

## 11. Discusión de resultados:

Se formularon biopelículas comestibles utilizando extractos de orégano (*Lippia graveolens HBK*): aceite esencial, oleoresina, extracto fluido y extracto seco, para determinar su efecto preservante y biocida para tres diferentes tipos de microorganismos *Escherichia coli*, *Salmonella sp* y *Listeria monocytógenes aureus*. Además, se realizó la caracterización de cada tipo de extracto, así como su evaluación antimicrobiana *in vitro* y aplicado a la biopelícula.

La resistencia a la formación de colonia de bacterias sobre la superficie de los embutidos al aplicar la biopelícula formulada con extractos de orégano (*Lippia graveolens HBK*) reside en el principio activo composicional de dichos extractos (Bandoni, 2003). Sin embargo, se determinó que para la *Escherichia coli*, las cargas de UFC se encontraron fuera de los límites permitidos por el RTCA,

infiriendo contaminación bacteriana en la superficie del producto cárnico, esto a causa de que las bacterias Gram positivas como la *Listeria monocytógenes aureus* son más susceptibles que las Gram negativas (*E. coli* y *Salmonella sp.*) a los compuestos antimicrobianos de aceites esenciales de especias, como los compuestos fenólicos, aldehídos, cetonas y terpenos (Hernández et al., 2011). En términos generales, la diferencia consiste en que la pared celular de las bacterias Gram negativas es más delgada que las de las Gram positivas y, las Gram negativas contiene una membrana externa con un alto porcentaje de lípidos (García y col., 2004). La presencia de esta segunda membrana protege a la pared celular (Benson, 1997), considerando que la pared celular es esencial para mantener la integridad de la célula (García, 2005). También se encontró que todos los extractos: aceites esenciales, oleoresina, extracto fluido y extracto seco tuvieron actividad biológica, sin embargo, el extracto seco presentó mayor actividad antimicrobiana. Ayoola y col. 2008, afirman que, compuestos como el cariofileno poseen propiedades antimicrobianas. Dorman y Denas (2000) afirman que, la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales se relaciona con la composición química de los mismos, con la configuración estructural de los compuestos que la constituyen, con sus grupos funcionales y con las posibles interacciones sinérgicas entre los compuestos. Por otro lado, los aspectos físicos y visuales de los embutidos indican una reducida pérdida de humedad al formular la membrana con un contenido del 0 al 0,6% de cera de abeja, lo que mejora las características organolépticas del producto cárnico (Romero Bonivento, Laura Estrada Berrocal, 2011). Adicionalmente, la biopelícula al tratarse de lípidos en combinación con hidrocoloides (polisacáridos y proteínas), aportan resistencia al vapor de agua y crean una buena cohesión estructural, de integridad y duración de la película (Ancos, Begoña, Gonzales-Peña Diana & Sánchez-Moreno, 2015).

## 12. Referencias

- Ancos, Begonia, Gonzales-Peña Diana & Sánchez-Moreno, C. (2015). Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V gama. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 16(1), 8–17. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81339864002>
- Ayoola, G.A., Lawore, F.M., Adelowotan, T., Aibinu, I.E., Adenipekun E., Coker H.A.B. y Odugbemi, T. O. (2008). Chemical analysis and antimicrobial activity of the essential oil of *Syzygium aromaticum* (clove). *African Journal of Microbiology Research* 2, 162-166.
- Bandoni, A. L. (2003). *Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica. Su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores*. <https://doi.org/10.3/JQUERY-UIJS>
- Benson S.A. (1997). *Ultrastructure of bacteria, Principles of medical biology: microbiology*. Elsevier Applied Science Publisher. London, England.
- Cáceres, A. (1996). *Plantas de uso medicinal en Guatemala*. Editorial Universitaria.
- Dorman, H.J. y Deans S.G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology* 88, 308-316.
- Durango, A., Soares, N., & Arteaga, M. (2011). Filmes y revestimientos comestibles como empaques activos biodegradables en la conservación de alimentos. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 9(1).
- García, M.A., Pinotti, A., Martino, M.N. y Zaritzky, N.E. (2004). Characterization of composite hydrocolloid films. *Carbohydrate Polymers* 56, 339-345.
- Hernández, L., González, A., Gutierrez, N., Muñoz, L., & Quintero, A. (2011). Estudio de la actividad antibacteriana de películas elaboradas con quitosano a diferentes pesos moleculares incorporando aceites esenciales y extractos de especias como agentes antimicrobianos. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 10(3).
- Hernández-Ochoa, L., Macias-Castañeda C.A., Nevarez-Moorillon, G.V., Salas-Muñoz E. y Sandoval-Salas F. (2011). Antimicrobial Activity of chitosan-based films including spices essential oils and functional extracts. *Journal of Food* 10, 23-37.
- Madrid Vicente, A., & Madrid Cenzano, J. (2000). Los aditivos en los alimentos. *Los Aditivos En Los Alimentos*.
- Prändl, O., Fischer, A., Schmidhofer, T., & Sinell, H. J. (1994). Tecnología e higiene de la carne. Acribia. In *Zaragoza, España*.

- Quintero, C., Falguera, V., & Muñoz, H. (2010). Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Tumbaga*, 1(5).
- Romero Bonivento, Laura Estrada Berrocal, Y. (2011). *Elaboración de una película comestible a base de colágeno incorporado con nisina como agente antimicrobiano para reducir la pérdida de humedad y oxidación de las grasas en filetes de carne de cerdo en refrigeración*. <https://doi.org/10.1/JQUERY.MIN.JS>
- Sánchez Aldana, D., Contreras-Esquivel, J. C., Nevárez-Moorillón, G. V., & Aguilar, C. N. (2015). Caracterización de películas comestibles a base de extractos pécticos y aceite esencial de limón Mexicano. *CYTA - Journal of Food*, 13(1). <https://doi.org/10.1080/19476337.2014.904929>
- Sharapin, N., Rocha, L. M., & Pinzón S., R. (2000). Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos. In *Serie ciencia y tecnología no. 78*. Programa Iberoamericano de Ciencias y Tecnología para el Desarrollo ;;Subprograma X Química Fina Farmacéutica,.
- Shiva Ramayoni, C. M. (2007). Estudio de la actividad antimicrobiana de extractos naturales y ácidos orgánicos . Posible alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento. *Universidad Autónoma de Barcelona*.
- Solano-Doblado, L. G., Alamilla-Beltrán, L., & Jiménez-Martínez, C. (2018). Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 21. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.153>

**13. Apéndice****Tabla 4**

*Rendimiento porcentual de extractos de orégano (Lippia graveolens HBK) obtenidos a escala planta piloto.*

| Extracto        | Rendimiento (%) |
|-----------------|-----------------|
| Aceite Esencial | 1.521 ± 0.147   |
| Oleorresina     | 16.689 ± 0.904  |
| Extracto Fluido | 91.013 ± 7.536  |
| Extracto Seco   | 4.156 ± 0.473   |

**Tabla 5**

*Densidad de extractos de orégano (Lippia graveolens HBK) obtenidos a escala planta piloto.*

| Extracto        | Densidad (g/mL) |
|-----------------|-----------------|
| Aceite Esencial | 0.951 ± 0.032   |
| Oleorresina     | 1.093 ± 0.010   |
| Extracto Fluido | 0.910 ± 0.075   |
| Extracto Seco   | 0.574 ± 0.139   |

**Tabla 6**

*Análisis microbiológico de la Biopelícula con extracto de aceite esencial de orégano (Lippia graveolens HBK).*

| Análisis  | Resultado  | Límites permitidos<br>RTCA 8.3 |
|---|------------|--------------------------------|
| Recuento Coliformes Totales   | < 10 UFC/g | No presenta límites            |
| Recuento Coliformes Fecales   | < 10 UFC/g | No presenta límites            |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>             | < 10 UFC/g | 10 <sup>2</sup> UFC/g          |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella sp/25 g.</i>          | Ausencia   | Ausencia                       |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenes/25 g.</i> | Ausencia   | Ausencia                       |

**Tabla 7**

*Análisis microbiológico de la Biopelícula con extracto de oleorresina de orégano (Lippia graveolens HBK).*

| Análisis  | Resultado  | Límites permitidos<br>RTCA 8.3 |
|---|------------|--------------------------------|
| Recuento Coliformes Totales   | < 10 UFC/g | No presenta límites            |
| Recuento Coliformes Fecales   | < 10 UFC/g | No presenta límites            |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>             | < 10 UFC/g | 10 <sup>2</sup> UFC/g          |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella sp/25 g.</i>          | Ausencia   | Ausencia                       |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenes/25 g.</i> | Ausencia   | Ausencia                       |

**Tabla 8***Análisis microbiológico de la Biopelícula con extracto fluido de orégano (Lippia graveolens HBK).*

| Análisis   | Resultado  | Límites permitidos RTCA 8.3 |
|--|------------|-----------------------------|
| Recuento Coliformes Totales  | < 10 UFC/g | No presenta límites         |
| Recuento Coliformes Fecales  | < 10 UFC/g | No presenta límites         |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>              | < 10 UFC/g | 10 <sup>2</sup> UFC/g       |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella sp</i> /25 g.          | Ausencia   | Ausencia                    |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenes</i> /25 g. | Ausencia   | Ausencia                    |

**Tabla 9***Análisis microbiológico de la Biopelícula con extracto seco de orégano (Lippia graveolens HBK).*

| Análisis   | Resultado  | Límites permitidos RTCA 8.3 |
|--|------------|-----------------------------|
| Recuento Coliformes Totales  | < 10 UFC/g | No presenta límites         |
| Recuento Coliformes Fecales  | < 10 UFC/g | No presenta límites         |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>              | < 10 UFC/g | 10 <sup>2</sup> UFC/g       |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella sp</i> /25 g.          | Ausencia   | Ausencia                    |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenes</i> /25 g. | Ausencia   | Ausencia                    |

**Tabla 10**

*Análisis microbiológico de los embutidos de chorizo y longaniza con la biopelícula con extracto de aceite esencial de orégano (Lippia graveolens HBK) aplicada.*

| Análisis   | Resultado                   | Resultado                   | Límites permitidos<br>RTCA 8.3 |
|--|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|  | Chorizo                     | Longaniza                   |                                |
| Recuento Coliformes Totales  | 3.5 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | 1.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | No presenta límites            |
| Recuento Coliformes Fecales  | 3.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | 1.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | No presenta límites            |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>              | 3.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | 1.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | 10 <sup>2</sup> UFC/g          |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella sp</i> /25 g.          | Ausencia                    | Ausencia                    | Ausencia                       |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenes</i> /25 g. | Presencia                   | Presencia                   | Ausencia                       |

**Tabla 11** *Análisis microbiológico de los embutidos de chorizo y longaniza con la biopelícula con extracto de oleorresina de orégano (Lippia graveolens HBK) aplicada.*

| Análisis   | Resultado                   | Resultado                   | Límites permitidos<br>RTCA 8.3 |
|--|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|  | Chorizo                     | Longaniza                   |                                |
| Recuento Coliformes Totales  | 1.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | 2.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | No presenta límites            |
| Recuento Coliformes Fecales  | 1.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | 2.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | No presenta límites            |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>              | 1.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | 2.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | 10 <sup>2</sup> UFC/g          |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella sp</i> /25 g.          | Ausencia                    | Ausencia                    | Ausencia                       |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenes</i> /25 g. | Presencia                   | Presencia                   | Ausencia                       |

**Tabla 12**

*Análisis microbiológico de los embutidos de chorizo y longaniza con la biopelícula con extracto fluido de orégano (Lippia graveolens HBK) aplicada.*

| Análisis  | Resultado<br>Chorizo    | Resultado<br>Longaniza  | Límites permitidos<br>RTCA 8.3 |
|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Recuento Coliformes Totales   | $3.5 \times 10^5$ UFC/g | $2.0 \times 10^5$ UFC/g | No presenta límites            |
| Recuento Coliformes Fecales   | $3.0 \times 10^5$ UFC/g | $2.0 \times 10^5$ UFC/g | No presenta límites            |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>             | $3.0 \times 10^5$ UFC/g | $2.0 \times 10^5$ UFC/g | $10^2$ UFC/g                   |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella sp/25 g.</i>          | Ausencia                | Ausencia                | Ausencia                       |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenes/25 g.</i> | Ausencia                | Ausencia                | Ausencia                       |

**Tabla 13**

*Análisis microbiológico de los embutidos de chorizo y longaniza con la biopelícula con extracto seco de orégano (Lippia graveolens HBK) aplicada.*

| Análisis  | Resultado<br>Chorizo | Resultado<br>Longaniza  | Límites permitidos<br>RTCA 8.3 |
|---|----------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Recuento Coliformes Totales   | $< 10$ UFC/g         | $3.0 \times 10^5$ UFC/g | No presenta límites            |
| Recuento Coliformes Fecales   | $< 10$ UFC/g         | $3.0 \times 10^5$ UFC/g | No presenta límites            |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>             | $< 10$ UFC/g         | $3.0 \times 10^5$ UFC/g | $10^2$ UFC/g                   |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella sp/25 g.</i>          | Ausencia             | Ausencia                | Ausencia                       |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenes/25 g.</i> | Presencia            | Ausencia                | Ausencia                       |

**Tabla 14**

*Composición química del aceite esencial de orégano (Lippia graveolens HBK), repetición 1*

| No. | Tiempo de retención (min) | Área (%) | Componente químico                                  | Número CAS |
|-----|---------------------------|----------|---|------------|
| 1   | 8.84                      | 97.10    | Terpinen-4-ol                                       | 562-74-3   |
| 2   | 19.15                     | 96.20    | Óxido de cariofileno                                | 1139-30-6  |
| 3   | 15.33                     | 86.80    | Ciclohexano, 1-etenil-1-metil-2,4-bis(1-metiletil)- | 515-13-9   |
| 4   | 4.29                      | 79.70    | Limoneno  | 138-86-3   |
| 5   | 5.42                      | 76.80    | Eucaliptol  | 470-82-6   |

**Tabla 15**

*Composición química del aceite esencial de orégano (Lippia graveolens HBK), repetición 2*

| No. | Tiempo de retención (min) | Área (%) | Componente químico   | Número CAS |
|-----|---------------------------|----------|----------------------|------------|
| 1   | 3.44                      | 98.75    | Canfeno              | 79-92-5    |
| 2   | 19.06                     | 97.95    | Óxido de cariofileno | 1139-30-6  |
| 3   | 17.30                     | 94.10    | $\beta$ -Bisaboleno  | 495-61-4   |
| 4   | 5.31                      | 84.90    | Eucaliptol           | 470-82-6   |
| 5   | 4.27                      | 82.65    | Limoneno             | 138-86-3   |

**Tabla 16**

*Composición química del aceite esencial de orégano (Lippia graveolens HBK), repetición 3*

| No. | Tiempo de retención (min) | Área (%) | Componente químico       | Número CAS |
|-----|---------------------------|----------|--------------------------|------------|
| 1   | 19.04                     | 98.00    | Óxido de cariofileno     | 1139-30-6  |
| 2   | 3.16                      | 93.10    | (1R)-(+)- $\alpha$ -Pino | 7785-70-8  |
| 3   | 15.15                     | 91.70    | Cariofileno              | 87-44-5    |
| 4   | 17.25                     | 90.35    | $\beta$ -Bisaboleno      | 495-61-4   |
| 5   | 4.24                      | 89.25    | Limoneno                 | 138-86-3   |

**Tabla 17**

*Composición química repetición 1 de la oleorresina de orégano (Lippia graveolens HBK)*

| No. | Tiempo de retención (min) | Área (%) | Componente químico  | Número CAS |
|-----|---------------------------|----------|---------------------|------------|
| 1   | 5.67                      | 98.35    | $\gamma$ -Terpineno | 99-85-4    |
| 2   | 14.82                     | 98.00    | Cariofileno         | 87-44-5    |
| 3   | 8.89                      | 95.80    | Terpinen-4-ol       | 562-74-3   |
| 4   | 12.38                     | 76.20    | Cuminol             | 536-60-7   |
| 5   | 4.99                      | 75.45    | Alcohol cinamílico  | 104-54-1   |

**Tabla 18**

*Composición química repetición 2 de la oleorresina de orégano (Lippia graveolens HBK)*

| No. | Tiempo de retención (min) | Área (%) | Componente químico  | Número CAS |
|-----|---------------------------|----------|---|------------|
| 1   | 6.93                      | 98.00    | Linalol   | 78-70-6    |
| 2   | 18.87                     | 97.85    | Óxido de cariofileno  | 1139-30-6  |
| 3   | 14.83                     | 97.65    | Biciclo[7.2.0]undec-4-eno,4,11,11-trimetil-8-metilen-, (1R,4Z,9S) | 118-65-0   |
| 4   | 4.93                      | 95.10    | p-Cimeno  | 99-87-6    |
| 5   | 8.91                      | 93.60    | Terpinen-4-ol   | 562-74-3   |

**Tabla 19**

*Composición química repetición 2 de la oleorresina de orégano (Lippia graveolens HBK)*

| No. | Tiempo de retención (min) | Área (%) | Componente químico  | Número CAS |
|-----|---------------------------|----------|---|------------|
| 1   | 5.67                      | 98.40    | $\gamma$ -Terpineno   | 99-85-4    |
| 2   | 14.82                     | 97.85    | Biciclo[7.2.0]undec-4-eno,4,11,11-trimetil-8-metilen-, (1R,4Z,9S) | 118-65-0   |
| 3   | 18.86                     | 97.25    | Óxido de cariofileno  | 1139-30-6  |
| 4   | 8.90                      | 96.50    | Terpinen-4-ol   | 562-74-3   |
| 5   | 12.62                     | 74.50    | 2-Alilfenol   | 1745-81-9  |

**Tabla 20**

*Densidad del aceite esencial de orégano (Lippia graveolens HBK)*

| Repetición | Densidad del aceite esencial (g/mL) |
|------------|-------------------------------------|
| 1          | 0.9686                              |
| 2          | 0.9701                              |
| 3          | 0.9131                              |

**Tabla 21**

*Densidad de la oleoresina de orégano (Lippia graveolens HBK)*

| Repetición | Densidad del aceite esencial (g/mL) |
|------------|-------------------------------------|
| 1          | 1.0888                              |
| 2          | 1.1045                              |
| 3          | 1.0869                              |

**Tabla 22**

*Composición química del extracto fluido proveniente de orégano (Lippia graveolens HBK) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 1.*

| No. | Tiempo de retención (min) | Área (%) | Componente químico                    | Número CAS |
|-----|---------------------------|----------|---------------------------------------|------------|
| 1   | 14.788                    | 99       | Cariofileno                           | 87-44-5    |
| 2   | 15.689                    | 97       | Humuleno                              | 6753-98-6  |
| 3   | 12.708                    | 96       | Timol                                 | 89-83-8    |
| 4   | 10.067                    | 96       | 2-metoxi-4-metil-1-propan-2-ilbenceno | 1076-56-8  |
| 5   | 29.93                     | 96       | Fitol                                 | 150-86-7   |

**Tabla 23**

*Composición química del extracto fluido proveniente de orégano (Lippia graveolens HBK) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 2.*

| No. | Tiempo de retención | Área (%) | Componente químico   | Número CAS |
|-----|---------------------|----------|----------------------|------------|
| 1   | 14.778              | 99       | Cariofileno          | 87-44-5    |
| 2   | 6.86                | 97       | Linalool             | 78-70-6    |
| 3   | 18.795              | 97       | Óxido de cariofileno | 1139-30-6  |
| 4   | 15.694              | 96       | Humuleno             | 6753-98-6  |
| 5   | 5.07                | 96       | Eucaliptol           | 470-82-6   |

**Tabla 24**

*Composición química del Extracto fluido proveniente de orégano (Lippia graveolens HBK) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 3.*

| No. | Tiempo de retención | Área (%) | Componente químico | Número CAS |
|-----|---------------------|----------|--------------------|------------|
| 1   | 29.935              | 99       | Fitol              | 150-86-7   |
| 2   | 4.915               | 99       | o-Cimeno           | 527-84-4   |
| 3   | 15.679              | 99       | Humuleno           | 6753-98-6  |
| 4   | 14.778              | 98       | Cariofileno        | 87-44-5    |
| 5   | 5.06                | 97       | Eucaliptol         | 470-82-6   |

**Tabla 25**

*Composición química del extracto seco proveniente de orégano (Lippia graveolens HBK) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 1.*

| No. | Tiempo de retención | Área (%) | Componente químico | Número CAS |
|-----|---------------------|----------|--------------------|------------|
| 1   | 29.945              | 97       | Fitol              | 150-86-7   |
| 2   | 18.78               | 97       | Espatulenol        | 6750-60-3  |
| 3   | 12.358              | 96       | Timol              | 89-83-8    |
| 4   | 19.275              | 95       | Guaiol             | 489-86-1   |
| 5   | 38.033              | 95       | Pinocembrina       | 480-39-7   |

**Tabla 26**

*Composición química del extracto seco proveniente de orégano (Lippia graveolens HBK) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 2.*

| No. | Tiempo de retención | Área (%) | Componente químico | Número CAS |
|-----|---------------------|----------|--------------------|------------|
| 1   | 20.591              | 96       | $\beta$ -Eudesmol  | 473-15-4   |
| 2   | 27.689              | 94       | Ácido palmítico    | 57-10-3    |
| 3   | 12.363              | 94       | Timol              | 89-83-8    |
| 4   | 30.925              | 93       | Ácido linolénico   | 463-40-1   |
| 5   | 29.939              | 91       | Fitol              | 150-86-7   |

**Tabla 27**

*Composición química del extracto seco proveniente de orégano (Lippia graveolens HBK) con método de percolación, a escala laboratorio, Repetición 3.*

| No. | Tiempo de retención | Área (%) | Componente químico | Número CAS |
|-----|---------------------|----------|--------------------|------------|
| 1   | 29.95               | 95       | Fitol              | 150-86-7   |
| 2   | 27.694              | 95       | Ácido palmítico    | 57-10-3    |
| 3   | 20.611              | 95       | $\beta$ -Eudesmol  | 473-15-4   |
| 4   | 19.28               | 92       | Guaiol             | 489-86-1   |
| 5   | 12.363              | 92       | Timol              | 89-83-8    |

**Tabla 28**

*Composición química del Extracto fluido proveniente de orégano (Lippia graveolens HBK) con método de maceración dinámica, a escala planta piloto, Repetición 1.*

| No. | Tiempo de retención | Área (%) | Componente químico     | Número CAS |
|-----|---------------------|----------|------------------------|------------|
| 1   | 12.383              | 92       | Timol                  | 89-83-8    |
| 2   | 8.281               | 91       | Hidroxi dihidro maltol | 28564-83-2 |
| 3   | 27.579              | 89       | Ácido palmítico        | 57-10-3    |
| 4   | 3.489               | 88       | Ciclohexanona          | 108-94-1   |
| 5   | 30.81               | 87       | Cloruro de linoleoilo  | 7459-33-8  |

**Tabla 29**

*Composición química del extracto fluido proveniente de orégano (Lippia graveolens HBK) con método de maceración dinámica, a escala planta piloto, Repetición 2.*

| No. | Tiempo de retención | Área (%) | Componente químico     | Número CAS |
|-----|---------------------|----------|------------------------|------------|
| 1   | 12.37               | 96       | Timol                  | 89-83-8    |
| 2   | 8.24                | 95       | Hidroxi dihidro maltol | 28564-83-2 |
| 3   | 3.45                | 88       | Ciclohexanona          | 108-94-1   |
| 4   | 2.534               | 85       | Alcohol furfurílico    | 98-00-0    |
| 5   | 8.811               | 83       | Terpinen-4-ol          | 562-74-3   |

**Tabla 30**

*Composición química del extracto fluido proveniente de orégano (Lippia graveolens HBK) con método de maceración dinámica, a escala planta piloto, Repetición 3.*

| No. | Tiempo de retención | Área (%) | Componente químico     | Número CAS |
|-----|---------------------|----------|------------------------|------------|
| 1   | 12.36               | 98       | Timol                  | 89-83-8    |
| 2   | 8.81                | 91       | Terpinen-4-ol          | 562-74-3   |
| 3   | 27.58               | 91       | Ácido palmítico        | 57-10-3    |
| 4   | 3.359               | 87       | Ciclohexanona          | 108-94-1   |
| 5   | 4.134               | 86       | Hidroxi dihidro maltol | 28564-83-2 |

**Tabla 31**

*Composición química del extracto seco proveniente de orégano (Lippia graveolens HBK) con método de maceración dinámica, a escala planta piloto, Repetición 1.*

| No. | Tiempo de retención | Área (%) | Componente químico     | Número CAS |
|-----|---------------------|----------|------------------------|------------|
| 1   | 12.36               | 98       | Timol                  | 89-83-8    |
| 2   | 8.22                | 96       | Hidroxi dihidro maltol | 28564-83-2 |
| 3   | 27.59               | 95       | Ácido palmítico        | 57-10-3    |
| 4   | 29.93               | 93       | Fitol                  | 150-86-7   |
| 5   | 20.6                | 87       | $\beta$ -Eudesmol      | 473-15-4   |

**Tabla 32**

*Extracto seco proveniente de orégano (Lippia graveolens HBK) con método de maceración dinámica, a escala planta piloto, Repetición 2.*

| No. | Tiempo de retención | Área (%) | Componente químico     | Número CAS |
|-----|---------------------|----------|------------------------|------------|
| 1   | 8.24                | 96       | Hidroxi dihidro maltol | 28564-83-2 |
| 2   | 27.55               | 88       | Ácido palmítico        | 57-10-3    |
| 3   | 12.36               | 84       | Timol                  | 89-83-8    |
| 4   | 7.07                | 79       | 2-Hidroxitiofenol      | 1121-24-0  |
| 5   | 29.92               | 71       | Fitol                  | 150-86-7   |

**Tabla 33**

*Extracto seco proveniente de orégano (Lippia graveolens HBK) con método de maceración dinámica, a escala planta piloto, Repetición 3.*

| No. | Tiempo de retención | Área (%) | Componente químico     | Número CAS |
|-----|---------------------|----------|------------------------|------------|
| 1   | 12.37               | 97       | Timol                  | 89-83-8    |
| 2   | 18.8                | 96.5     | Óxido de cariofileno   | 1139-30-6  |
| 3   | 29.94               | 95.8     | Fitol                  | 150-86-7   |
| 4   | 27.62               | 89       | Ácido palmítico        | 57-10-3    |
| 5   | 8.201               | 86.1     | Hidroxi dihidro maltol | 28564-83-2 |

**Tabla 34**

*ANOVA para el Porcentaje de Rendimiento del Extracto Fluido de Orégano a Escala Planta Piloto y Laboratorio*

**RESUMEN**

| Grupos                     | Cuenta | Suma       | Promedio   | Varianza   |
|----------------------------|--------|------------|------------|------------|
| %Rendimiento Planta Piloto | 3      | 273.039648 | 91.0132159 | 56.7893807 |
| %Rendimiento Laboratorio   | 3      | 291.417    | 97.139     | 3.639979   |

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F          | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|------------|--------------|----------------------|
| Entre grupos              | 56.287847         | 1                  | 56.287847                 | 1.86293044 | 0.24401942   | 7.70864742           |
| Dentro de los grupos      | 120.858719        | 4                  | 30.2146799                |            |              |                      |
| Total                     | 177.146566        | 5                  |                           |            |              |                      |

**Tabla 35**

*ANOVA para la Densidad del Extracto Fluido de Orégano a Escala Planta Piloto y Laboratorio*

Análisis de varianza de un factor

**RESUMEN**

| <i>Grupos</i>          | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|------------------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Densidad Planta Piloto | 3             | 2.73039648  | 0.91013216      | 0.00567894      |
| Densidad Laboratorio   | 3             | 3.049       | 1.01633333      | 0.00371633      |

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i>   | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos                     | 0.01691803               | 1                         | 0.01691803                       | 3.60139341 | 0.13057979          | 7.70864742                  |
| Dentro de los grupos             | 0.01879054               | 4                         | 0.00469764                       |            |                     |                             |
| Total                            | 0.03570858               | 5                         |                                  |            |                     |                             |

**Tabla 36**

*ANOVA para el Índice de Refracción a 20°C del Extracto Fluido de Orégano a escala planta piloto y laboratorio*

Análisis de varianza de un factor

**RESUMEN**

| <i>Grupos</i>                      | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|------------------------------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Índice de refracción Planta Piloto | 3             | 4.0858      | 1.36193333      | 6.6033E-06      |
| Índice de refracción Laboratorio   | 3             | 4.1852      | 1.39506667      | 1.5623E-05      |

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i>   | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos                     | 0.00164673               | 1                         | 0.00164673                       | 148.175765 | 0.0002614           | 7.70864742                  |
| Dentro de los grupos             | 4.4453E-05               | 4                         | 1.1113E-05                       |            |                     |                             |
| Total                            | 0.00169118               | 5                         |                                  |            |                     |                             |

**Tabla 37**

*ANOVA para el Porcentaje de Rendimiento del Extracto Seco de Orégano a Escala Planta Piloto y Laboratorio*

Análisis de varianza de un factor

**RESUMEN**

| <i>Grupos</i>                 | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|-------------------------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Rendimiento (%) Laboratorio   | 3             | 16.134      | 5.378           | 2.01481077      |
| Rendimiento (%) Planta Piloto | 3             | 12.4669604  | 4.15565345      | 0.22333702      |

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i>   | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos                     | 2.24119663               | 1                         | 2.24119663                       | 2.00272443 | 0.22993772          | 7.70864742                  |
| Dentro de los grupos             | 4.47629558               | 4                         | 1.1190739                        |            |                     |                             |
| Total                            | 6.71749221               | 5                         |                                  |            |                     |                             |

**Tabla 38**

*Tabla 10. ANOVA para el Índice de Refracción del Extracto Seco de Orégano a escala planta piloto y laboratorio*

| Análisis de varianza de un factor  |                          |                           |                                  |                 |                     |                             |
|------------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|
| <b>RESUMEN</b>                     |                          |                           |                                  |                 |                     |                             |
| <i>Grupos</i>                      | <i>Cuenta</i>            | <i>Suma</i>               | <i>Promedio</i>                  | <i>Varianza</i> |                     |                             |
| Índice de refracción Laboratorio   | 3                        | 4.1434                    | 1.38113333                       | 2.4743E-05      |                     |                             |
| Índice de refracción Planta Piloto | 3                        | 4.2793                    | 1.42643333                       | 2.0083E-05      |                     |                             |
| <b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>        |                          |                           |                                  |                 |                     |                             |
| <i>Origen de las variaciones</i>   | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i>        | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
| Entre grupos                       | 0.00307814               | 1                         | 0.00307814                       | 137.334994      | 0.00030325          | 7.70864742                  |
| Dentro de los grupos               | 8.9653E-05               | 4                         | 2.2413E-05                       |                 |                     |                             |
| <b>Total</b>                       | <b>0.00316779</b>        | <b>5</b>                  |                                  |                 |                     |                             |

**Tabla 39**

*ANOVA para el Porcentaje de Rendimiento de aceite esencial y oleorresina de orégano a escala planta piloto*

Análisis de varianza de un factor

**RESUMEN**

| <i>Grupos</i>          | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|------------------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| <b>Rendimiento (%)</b> |               |             |                 |                 |
| Aceite Esencial        | 3             | 4.55367181  | 1.5178906       | 0.02229076      |
| <b>Rendimiento (%)</b> |               |             |                 |                 |
| Oleorresina            | 3             | 50.0660793  | 16.6886931      | 0.81620705      |

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i>   | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos                     | 345.229873               | 1                         | 345.229873                       | 823.448475 | 8.7775E-06          | 7.70864742                  |
| Dentro de los grupos             | 1.67699563               | 4                         | 0.41924891                       |            |                     |                             |
| <b>Total</b>                     | <b>346.906868</b>        | <b>5</b>                  |                                  |            |                     |                             |

**Tabla 40**

*ANOVA para la Densidad de aceite esencial y oleorresina de orégano a escala planta piloto*

Análisis de varianza de un factor

**RESUMEN**

| <i>Grupos</i>                      | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|------------------------------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Densidad Aceite<br>Esencial (g/mL) | 3             | 2.85176268  | 0.95058756      | 0.0010551       |
| Densidad<br>Oleorresina (g/mL)     | 3             | 3.28023144  | 1.09341048      | 9.364E-05       |

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

| <i>Origen de las<br/>variaciones</i> | <i>Suma de<br/>cuadrados</i> | <i>Grados de<br/>libertad</i> | <i>Promedio de los<br/>cuadrados</i> | <i>F</i>   | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor<br/>crítico para<br/>F</i> |
|--------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|------------|---------------------|-------------------------------------|
| Entre grupos                         | 0.03059758                   | 1                             | 0.03059758                           | 53.2714835 | 0.0018736           | 7.70864742                          |
| Dentro de los<br>grupos              | 0.00229748                   | 4                             | 0.00057437                           |            |                     |                                     |
| Total                                | 0.03289506                   | 5                             |                                      |            |                     |                                     |

**Tabla 41**

*ANOVA para el índice de Refracción a 20°C de aceite esencial y oleorresina de orégano a escala planta piloto*

Análisis de varianza de un factor

**RESUMEN**

| <i>Grupos</i>                           | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Índice de refracción de Aceite Esencial | 3             | 4.5453      | 1.5151          | 4.8E-07         |
| Índice de refracción de Oleorresina     | 3             | 4.4395      | 1.47983333      | 0.00011292      |

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i>   | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos                     | 0.00186561               | 1                         | 0.00186561                       | 32.9021487 | 0.0045757           | 7.70864742                  |
| Dentro de los grupos             | 0.00022681               | 4                         | 5.6702E-05                       |            |                     |                             |
| Total                            | 0.00209241               | 5                         |                                  |            |                     |                             |

Figura 25. Materia prima utilizada para la elaboración del proyecto.



Figura 26. Preparación de la materia prima para los procesos de extracción de aceite esencial y oleorresina a escala laboratorio.

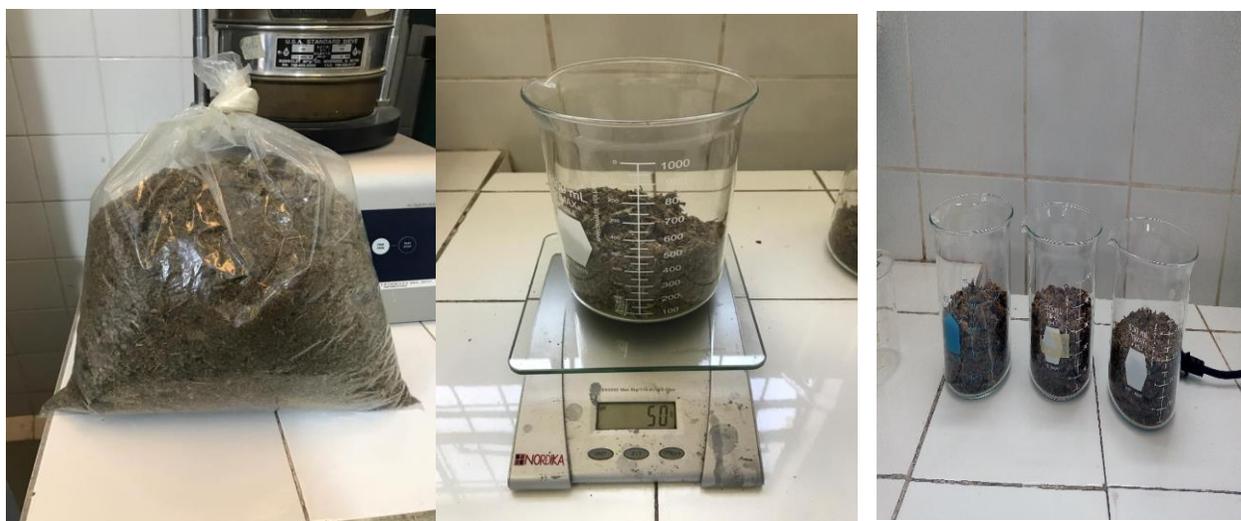
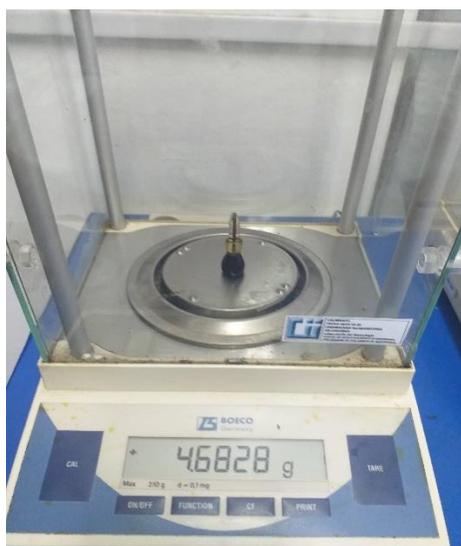


Figura 27. Proceso de extracción de aceite esencial a escala laboratorio, utilizando el sistema Neoclevenger.



Figura 28. Obtención del aceite esencial de orégano a escala laboratorio



*Figura 29.* Proceso de extracción de oleorresina a escala laboratorio, utilizando el método Soxhlet.



*Figura 30.* Aceite esencial y oleorresina obtenidos de las extracciones a escala laboratorio, almacenados en frascos ámbar.



*Figura 31.* Preparación de la materia prima para los procesos de obtención de extracto fluido y extracto seco a escala laboratorio.



*Figura 32.* Proceso de extracción y de filtrado de extracto fluido por el método de percolación.



Figura 33. Obtención del extracto fluido por medio del equipo Rotaevaporador.



Figura 34. Extracto fluido obtenido a escala laboratorio



Figura 35. Proceso de obtención del extracto seco por el método de percolación.



Figura 36. Proceso de secado en la plancha para la obtención del extracto seco.

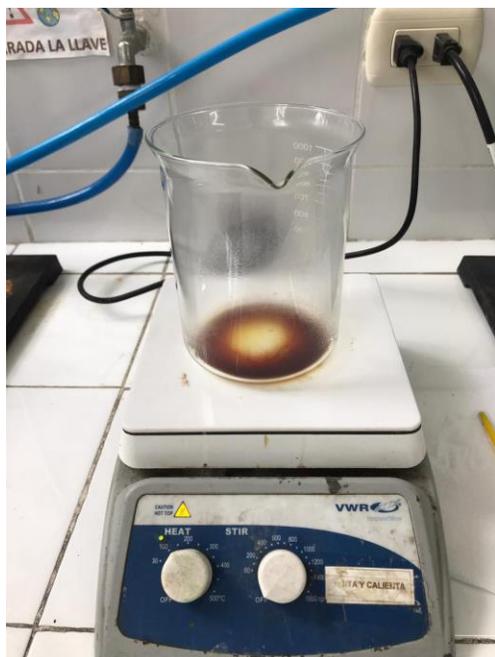


Figura 37. Extracto seco obtenido a escala laboratorio.

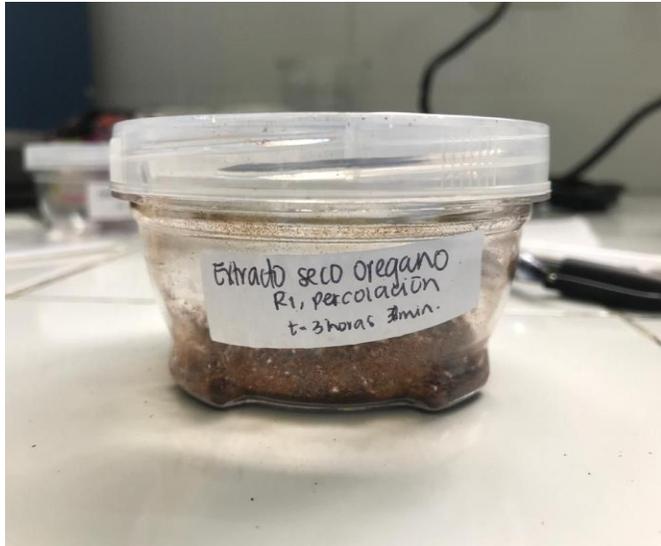


Figura 38. Proceso de extracción de aceite esencial de orégano utilizando el proceso de arrastre por vapor, a escala planta piloto.



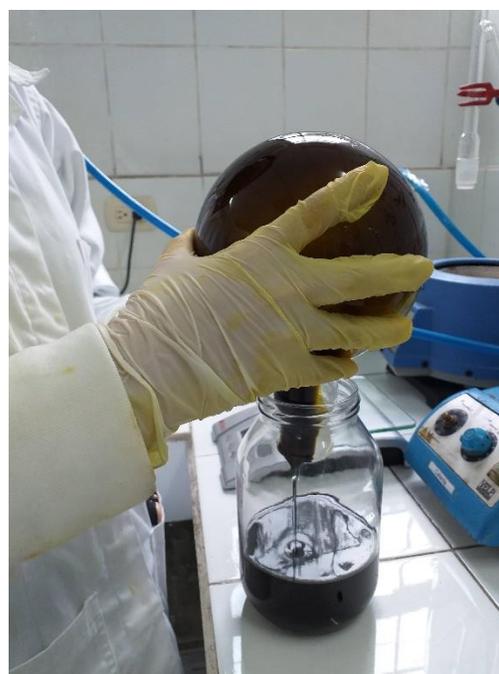
Continuación figura 38



Figura 39. Proceso de extracción de oleoresina a escala planta piloto.



Continuación figura39



Continuación figura39

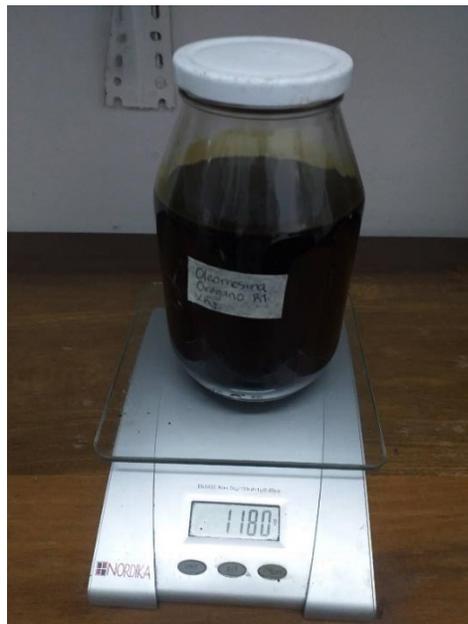


Figura 40. Proceso de obtención de extracto fluido a escala planta piloto, utilizando el método por maceración dinámica.



Continuación figura 40



*Figura 41.* Proceso de obtención de extracto seco a escala planta piloto, utilizando el método de maceración dinámica.



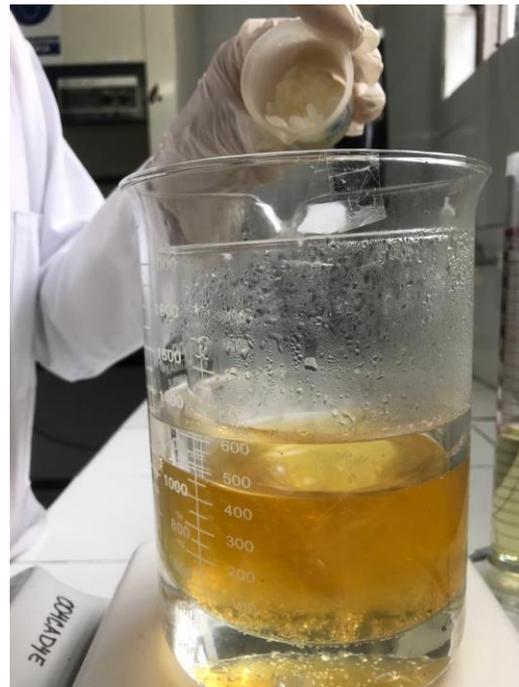
Continuación figura 41



Figura 42. Aceite esencial, oleorresina, extracto fluido y extracto seco obtenidos durante la ejecución del proyecto.



Figura 43. Proceso de elaboración de la biopelícula, aplicándolo a muestras de chorizo y longaniza.



## Continuación figura 43



Figura 44. Poder bactericida del aceite esencial de orégano

|   | <b>Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM</b><br>3a. Calle 6-47, Zona 1<br>Centro Histórico, Guatemala Ciudad<br>Tel: 2253-1319<br>Email: lafymusac@gmail.com |                |         |                                    |                     |  |                     |  |                     |
|--|---|----------------|---------|------------------------------------|---------------------|--|---------------------|--|---------------------|
| Empresa : ING. MARIO MERIDA<br>N° de la muestra : 12926 (Protocolo firmado)<br>Temperatura : Ambiente<br>Muestra : PODER BACTERICIDA<br>Captación : No aplica  | Fecha de toma de la muestra : 18/01/2022 11:19<br>Fecha de recepción : 18/01/2022 11:09<br>Número de lote : ACEITE ESENCIAL   |                |         |                                    |                     |  |                     |  |                     |
| <b>ANÁLISIS PODER BACTERICIDA</b>  |   |                |         |                                    |                     |  |                     |  |                     |
| <table border="1"><thead><tr><th>Microorganismo</th><th>Directo</th></tr></thead><tbody><tr><td><i>Escherichia coli</i> ATCC 25922</td><td>No hubo crecimiento</td></tr><tr><td><i>Listeria monocytógenes</i> ATCC 19115</td><td>No hubo crecimiento</td></tr><tr><td><i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076</td><td>No hubo crecimiento</td></tr></tbody></table> |   | Microorganismo | Directo | <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 | No hubo crecimiento | <i>Listeria monocytógenes</i> ATCC 19115 | No hubo crecimiento | <i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076 | No hubo crecimiento |
| Microorganismo   | Directo   |                |         |                                    |                     |  |                     |  |                     |
| <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922   | No hubo crecimiento   |                |         |                                    |                     |  |                     |  |                     |
| <i>Listeria monocytógenes</i> ATCC 19115   | No hubo crecimiento   |                |         |                                    |                     |  |                     |  |                     |
| <i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076   | No hubo crecimiento   |                |         |                                    |                     |  |                     |  |                     |
| * Metodología USP:   |   |                |         |                                    |                     |  |                     |  |                     |
| <b>Conclusion: La muestra recibida y analizada es eficiente para la eliminación de las bacterias utilizadas en este ensayo.</b>  |   |                |         |                                    |                     |  |                     |  |                     |
| *Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM. Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.  |   |                |         |                                    |                     |  |                     |  |                     |
| <p>Licda. Ana Rosa de García, QB.<br/>Jefatura</p> <p><i>Licda. Ana E. Rojas García</i><br/>QUÍMICA BIÓLOGA<br/>COL. 2323</p> <p><small>Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.<br/>El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.</small></p>                                   |   |                |         |                                    |                     |  |                     |  |                     |
| ID: 12926 - PODER BACTERICIDA ING. MARIO MERIDA  | Página 1 de 1   |                |         |                                    |                     |  |                     |  |                     |

Figura 45. Poder bactericida de la oleorresina de orégano

|   |   |
|---|---|
|    | <b>Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM</b><br>3a. Calle 6-47, Zona 1<br>Centro Histórico, Guatemala Ciudad<br>Tel: 2253-1319<br>Email: lafymusac@gmail.com |
| Empresa : ING. MARIO MERIDA<br>N° de la muestra : 12927 (Protocolo firmado)<br>Temperatura : Ambiente<br>Muestra : PODER BACTERICIDA<br>Captación : No aplica<br>Nota : ORÁ%GANO (Lippia graveolens) PROYECTO DIGI B31-2021 | Fecha de toma de la muestra : 18/01/2022 11:21<br>Fecha de recepción : 18/01/2022 11:11<br>Número de lote : OLEORRESINA   |

---

**PODER BACTERICIDA**

---

| Microorganismo                           | Directo             |
|--|---------------------|
| <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922       | No hubo crecimiento |
| <i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115 | No hubo crecimiento |
| <i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076 | No hubo crecimiento |

\* Metodología USP:

**Conclusion:** La muestra recibida y analizada es eficiente para la eliminación de las bacterias utilizadas en este ensayo.

\*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM. Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

  
Licda. Ana Rosa de García, QB.  
Jefatura

*Licda. Ana E. Rojas García*  
QUÍMICA BIÓLOGA  
COL. 2323

Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.  
El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

ID: 12927 - PODER BACTERICIDA ING. MARIO MERIDA Pagina 1 de 1

Figura 46. Poder bactericida del extracto fluido de orégano

|  <p><b>USAC</b><br/>TRICENTENARIA<br/>Universidad de San Carlos de Guatemala</p>  | <p><b>Laboratorio de Análisis Físicoquímicos<br/>y Microbiológicos - LAFYM</b><br/>3a. Calle 6-47, Zona 1<br/>Centro Histórico, Guatemala Ciudad<br/>Tel: 2253-1319<br/>Email: lafymusac@gmail.com</p> |                |         |                                    |                     |  |                  |  |                     |
|--|--|----------------|---------|------------------------------------|---------------------|--|------------------|--|---------------------|
| <p>Empresa : ING. MARIO MERIDA<br/>N° de la muestra : 12928 (Protocolo firmado)<br/>Temperatura : Ambiente<br/>Muestra : PODER BACTERICIDA<br/>Captación : No aplica<br/>Nota : ORÁGANO (Lippia graveolens) PROYECTO DIGI B31-2021</p>   | <p>Fecha de toma de la muestra : 18/01/2022 11:23<br/>Fecha de recepción : 18/01/2022 11:13<br/>Número de lote : EXTRACTO FLUIDO</p>   |                |         |                                    |                     |  |                  |  |                     |
| <b>PODER BACTERICIDA</b>   |  |                |         |                                    |                     |  |                  |  |                     |
| <table border="1"><thead><tr><th>Microorganismo</th><th>Directo</th></tr></thead><tbody><tr><td><i>Escherichia coli</i> ATCC 25922</td><td>No hubo crecimiento</td></tr><tr><td><i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115</td><td>Hubo crecimiento</td></tr><tr><td><i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076</td><td>No hubo crecimiento</td></tr></tbody></table>  |  | Microorganismo | Directo | <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 | No hubo crecimiento | <i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115 | Hubo crecimiento | <i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076 | No hubo crecimiento |
| Microorganismo   | Directo  |                |         |                                    |                     |  |                  |  |                     |
| <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922   | No hubo crecimiento  |                |         |                                    |                     |  |                  |  |                     |
| <i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115   | Hubo crecimiento   |                |         |                                    |                     |  |                  |  |                     |
| <i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076   | No hubo crecimiento  |                |         |                                    |                     |  |                  |  |                     |
| <p>* Metodología USP:</p> <p><b>Conclusion:</b> La muestra recibida y analizada es eficiente para la eliminación de <i>E. coli</i> y <i>Salmonella enteritidis</i> únicamente.</p> <p>*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM. Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.</p> <p style="text-align: center;">Licda. Ana Rodríguez García, QB.<br/>Jefatura</p> <p style="text-align: center;"><i>Licda. Ana E. Rodríguez García</i><br/>QUÍMICA BIÓLOGA<br/>COL. 2323</p> <p style="text-align: center;"><small>Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.<br/>El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.</small></p> |  |                |         |                                    |                     |  |                  |  |                     |
| ID: 12928 - PODER BACTERICIDA ING. MARIO MERIDA  | Página 1 de 1  |                |         |                                    |                     |  |                  |  |                     |

Figura 47. Poder bactericida del extracto seco de orégano

|  <b>USAC</b><br>TRICENTENARIA<br>Universidad de San Carlos de Guatemala  | <b>Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos<br/>y Microbiológicos - LAFYM</b><br>2a. Calle 6-47, Zona 1<br>Centro Histórico, Guatemala Ciudad<br>Tel: 2253-1319<br>Email: lafymusac@gmail.com |         |                                    |                  |  |                  |  |                  |  |
|---|---|---------|------------------------------------|------------------|--|------------------|--|------------------|--|
| Empresa : ING. MARIO MERIDA<br>N° de la muestra : 12929 (Protocolo firmado)<br>Temperatura : Ambiente<br>Muestra : PODER BACTERICIDA<br>Captación : No aplica<br>Nota : ORÁ%GANO (Lippia graveolens) PROYECTO DIGI B31-2021   | Fecha de toma de la muestra : 18/01/2022 11:24<br>Fecha de recepción : 18/01/2022 11:14<br>Número de lote : EXTRACTO SECO   |         |                                    |                  |  |                  |  |                  |  |
| <b>PODER BACTERICIDA</b>  |   |         |                                    |                  |  |                  |  |                  |  |
| <table border="1"><thead><tr><th>Microorganismo</th><th>Directo</th></tr></thead><tbody><tr><td><i>Escherichia coli</i> ATCC 25922</td><td>Hubo crecimiento</td></tr><tr><td><i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115</td><td>Hubo crecimiento</td></tr><tr><td><i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076</td><td>Hubo crecimiento</td></tr></tbody></table> | Microorganismo  | Directo | <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 | Hubo crecimiento | <i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115 | Hubo crecimiento | <i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076 | Hubo crecimiento |  |
| Microorganismo  | Directo   |         |                                    |                  |  |                  |  |                  |  |
| <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922  | Hubo crecimiento  |         |                                    |                  |  |                  |  |                  |  |
| <i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115  | Hubo crecimiento  |         |                                    |                  |  |                  |  |                  |  |
| <i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076  | Hubo crecimiento  |         |                                    |                  |  |                  |  |                  |  |
| * Metodología USP:  |   |         |                                    |                  |  |                  |  |                  |  |
| <b>Conclusion: La muestra recibida y analizada no es eficiente para la eliminación de las bacterias utilizadas en este ensayo.</b>  |   |         |                                    |                  |  |                  |  |                  |  |
| *Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM. Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.   |   |         |                                    |                  |  |                  |  |                  |  |
| <br>Licda. Ana E. Rodas García, QB.<br>Jefatura  |   |         |                                    |                  |  |                  |  |                  |  |
| <br>Licda. Ana E. Rodas García<br>QUÍMICA BIÓLOGA<br>COL. 2323   |   |         |                                    |                  |  |                  |  |                  |  |
| <small>Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.<br/>El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.</small>   |   |         |                                    |                  |  |                  |  |                  |  |
| ID: 12929 - PODER BACTERICIDA ING. MARIO MERIDA   | Página 1 de 1   |         |                                    |                  |  |                  |  |                  |  |

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

Figura 48. Análisis microbiológico de biopelícula elaborada con aceite esencial.

|    | <b>Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM</b><br>3a. Calle 6-47, Zona 1<br>Centro Histórico, Guatemala Ciudad<br>Tel: 2253-1319<br>Email: lafymusac@gmail.com |                             |
|---|---|-----------------------------|
| Empresa : PROYECTO DIGI B31-2021<br>N° de la muestra : 12428 (Protocolo firmado)<br>Temperatura : Refrigeración<br>Muestra : ALIMENTO<br>Captación : Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM | Fecha de toma de la muestra : 29/09/2021 10:00<br>Fecha de recepción : 01/10/2021 10:55<br>Número de lote : BIOPELÁCULA ACEITE ESENCIAL   |                             |
| <b>ALIMENTOS</b>  |   |                             |
| ANÁLISIS  | RESULTADO   | Límites permitidos RTCA 8.3 |
| Recuento Coliformes Totales   | < 10 UFC/g  | No presenta límites         |
| Recuento Coliformes Fecales   | < 10 UFC/g  | No presenta límites         |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>   | < 10 UFC/g  | 10 <sup>2</sup> UFC/g       |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.  | Ausencia  | Ausencia                    |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenas</i> /25 g.  | Ausencia  | Ausencia                    |
| *Métodos de Referencia: BAM-FDA: Capítulos 4, 5, 10,12 APHA 5ta. ed: Capítulos 9, 35, 36, 39 PCR ANSER  |   |                             |
| <b>Conclusión:</b><br>La muestra recibida y analizada es satisfactoria en comparación con los límites recomendados en el RTCA.  |   |                             |
| <b>Nomenclatura utilizada:</b><br>UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo<br>NMP/g Número Más Probable por gramo   |   |                             |
| <br>Licda. Ana E. Rojas García, Q.B.<br>Jefatura<br><br>Licda. Ana E. Rojas García<br>QUÍMICA BIÓLOGA<br>COL. 2323                   |   |                             |
| <small>Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.<br/>El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.</small>                           |   |                             |
| ID: 12428 - ALIMENTO PROYECTO DIGI B31-2021   | Pagina 1 de 1   |                             |

Figura 49. Análisis microbiológico de biopelícula elaborada con oleorresina de orégano

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | <b>Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM</b>                                      |  |
|   | 3a. Calle 6-47, Zona 1<br>Centro Histórico, Guatemala Ciudad<br>Tel: 2253-1319<br>Email: lafymusac@gmail.com |  |

|  |  |
|--|--|
| Empresa : PROYECTO DIGI B31-2021   | Fecha de toma de la muestra : 29/09/2021 10:00 |
| N° de la muestra : 12430 (Protocolo firmado)                                   | Fecha de recepción : 01/10/2021 10:56          |
| Temperatura : Refrigeración  | Número de lote : BIOPELÁCULA OLEORESINA        |
| Muestra : ALIMENTO   |  |
| Captación : Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM |  |

---

**ALIMENTOS**

---

| ANÁLISIS   | RESULTADO  | Límites permitidos RTCA 8.3 |
|--|------------|-----------------------------|
| Recuento Coliformes Totales  | < 10 UFC/g | No presenta límites         |
| Recuento Coliformes Fecales  | < 10 UFC/g | No presenta límites         |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>              | < 10 UFC/g | 10 <sup>2</sup> UFC/g       |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.           | Ausencia   | Ausencia                    |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytogenes</i> /25 g. | Ausencia   | Ausencia                    |

\*Métodos de Referencia: BAM-FDA: Capítulos 4, 5, 10,12 APHA 5ta. ed: Capítulos 9, 35, 36, 39 PCR ANSER

**Conclusión:**  
La muestra recibida y analizada es satisfactoria en comparación con los límites recomendados en el RTCA.

**Nomenclatura utilizada:**  
UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo  
NMP/g Número Más Probable por gramo

  
Licda. Ana Rosal de García, Q.B.  
Jefatura

*Licda. Ana E. Rosal García*  
QUÍMICA BIÓLOGA  
COL. 2323

Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.  
El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

---

|   |               |
|---|---------------|
| ID: 12430 - ALIMENTO PROYECTO DIGI B31-2021 | Página 1 de 1 |
|---|---------------|

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

Figura 50. Análisis microbiológico de biopelícula elaborada con extracto fluido

|   | <b>Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM</b><br>3a. Calle 6-47, Zona 1<br>Centro Histórico, Guatemala Ciudad<br>Tel: 2253-1319<br>Email: lafymusac@gmail.com |                             |
|--|---|-----------------------------|
| Empresa: PROYECTO DIGI B31-2021<br>N° de la muestra: 12429 (Protocolo firmado)<br>Temperatura: Refrigeración<br>Muestra: ALIMENTO<br>Captación: Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM | Fecha de toma de la muestra: 29/09/2021 10:00<br>Fecha de recepción: 01/10/2021 10:55<br>Número de lote: BIOPELÁCULA EXTRACTO FLUIDO  |                             |
| <b>ALIMENTOS</b>   |   |                             |
| ANÁLISIS   | RESULTADO   | Límites permitidos RTCA 8.3 |
| Recuento Coliformes Totales  | < 10 UFC/g  | No presenta límites         |
| Recuento Coliformes Fecales  | < 10 UFC/g  | No presenta límites         |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>  | < 10 UFC/g  | 10 <sup>2</sup> UFC/g       |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.   | Ausencia  | Ausencia                    |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytogenes</i> /25 g.   | Ausencia  | Ausencia                    |
| *Métodos de Referencia: BAM-FDA: Capítulos 4, 5, 10,12 APHA 5ta. ed: Capítulos 9, 35, 36, 39 PCR ANSER   |   |                             |
| <b>Conclusión:</b><br>La muestra recibida y analizada es satisfactoria en comparación con los límites recomendados en el RTCA.   |   |                             |
| <b>Nomenclatura utilizada:</b><br>UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo<br>NMP/g Número Más Probable por gramo  |   |                             |
| <br>Licda. Ana Rosal de García, Q.B.<br>Jefatura<br><br>Licda. Ana E. Rosal García<br>QUÍMICA BIÓLOGA<br>COL. 2323              |   |                             |
| <small>Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.<br/>El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.</small>                      |   |                             |
| ID: 12429 - ALIMENTO PROYECTO DIGI B31-2021  | Pagina 1 de 1   |                             |

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

Figura 51. Análisis microbiológico de biopelícula elaborada con extracto seco

|    | <b>Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM</b><br>3a. Calle 6-47, Zona 1<br>Centro Histórico, Guatemala Ciudad<br>Tel: 2253-1319<br>Email: lafymusac@gmail.com |                             |
|---|---|-----------------------------|
| Empresa : PROYECTO DIGI B31-2021<br>N° de la muestra : 12431 (Protocolo firmado)<br>Temperatura : Refrigeración<br>Muestra : ALIMENTO<br>Captación : Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM | Fecha de toma de la muestra : 29/09/2021 10:00<br>Fecha de recepción : 01/10/2021 10:57<br>Número de lote : BIOPELÁCULA EXTRACTO SECO   |                             |
| <b>ALIMENTOS</b>  |   |                             |
| ANÁLISIS  | RESULTADO   | Límites permitidos RTCA 8.3 |
| Recuento Coliformes Totales   | < 10 UFC/g  | No presenta límites         |
| Recuento Coliformes Fecales   | < 10 UFC/g  | No presenta límites         |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>   | < 10 UFC/g  | 10 <sup>2</sup> UFC/g       |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.  | Ausencia  | Ausencia                    |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenes</i> /25 g.  | Ausencia  | Ausencia                    |
| *Métodos de Referencia: BAM-FDA: Capítulos 4, 5, 10,12 APHA 5ta. ed: Capítulos 9, 35, 36, 39 PCR ANSER  |   |                             |
| <b>Conclusión:</b><br>La muestra recibida y analizada es satisfactoria en comparación con los límites recomendados en el RTCA.  |   |                             |
| <b>Nomenclatura utilizada:</b><br>UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo<br>NMP/g Número Más Probable por gramo   |   |                             |
| <br>Licda. Ana Rosal de García, Q.B.<br>Jefatura<br><br>Licda. Ana E. Rosal García<br>QUÍMICA BIÓLOGA<br>COL. 2323                   |   |                             |
| <small>Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.<br/>El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.</small>                           |   |                             |
| ID: 12431 - ALIMENTO PROYECTO DIGI B31-2021   | Pagina 1 de 1   |                             |

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

Figura 52. Biopelícula aceite esencial aplicada a chorizo.

|  <p><b>USAC</b><br/>TRICENTENARIA<br/>Universidad de San Carlos de Guatemala</p>  | <p><b>Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM</b><br/>3a. Calle 6-47, Zona 1<br/>Centro Histórico, Guatemala Ciudad<br/>Tel: 2253-1319<br/>Email: lafymusac@gmail.com</p> |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
|--|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|---|-----------------------------|-----------|--|----------|----------|--|-----------|----------|--|
| <p>Empresa: PROYECTO DIGI B31-2021<br/>N° de la muestra: 12423 (Protocolo firmado)<br/>Temperatura: Refrigeración<br/>Muestra: ALIMENTO<br/>Captación: Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM<br/>Nota: BIOPELÁCULA ACEITE ESENCIAL</p>  | <p>Fecha de toma de la muestra: 29/09/2021 10:00<br/>Fecha de recepción: 01/10/2021 10:50<br/>Número de lote: CHORIZO</p>  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| <b>ALIMENTOS</b>   |  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| <table border="1"><thead><tr><th>ANÁLISIS</th><th>RESULTADO</th><th>Límites permitidos RTCA 8.3</th></tr></thead><tbody><tr><td>Recuento Coliformes Totales</td><td>3.5 x 10<sup>5</sup> UFC/g</td><td>No presenta límites</td></tr><tr><td>Recuento Coliformes Fecales</td><td>3.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</td><td>No presenta Límites</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i></td><td>3.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</td><td>102 UFC/g</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.</td><td>Ausencia</td><td>Ausencia</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenes</i>/25 g.</td><td>Presencia</td><td>Ausencia</td></tr></tbody></table> | ANÁLISIS   | RESULTADO                   | Límites permitidos RTCA 8.3 | Recuento Coliformes Totales | 3.5 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | No presenta límites | Recuento Coliformes Fecales | 3.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | No presenta Límites | Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i> | 3.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | 102 UFC/g | Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g. | Ausencia | Ausencia | Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenes</i> /25 g. | Presencia | Ausencia |  |
| ANÁLISIS   | RESULTADO  | Límites permitidos RTCA 8.3 |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| Recuento Coliformes Totales  | 3.5 x 10 <sup>5</sup> UFC/g  | No presenta límites         |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| Recuento Coliformes Fecales  | 3.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g  | No presenta Límites         |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>  | 3.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g  | 102 UFC/g                   |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.   | Ausencia   | Ausencia                    |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenes</i> /25 g.   | Presencia  | Ausencia                    |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| <p>*Métodos de Referencia: BAM-FDA: Capítulos 4, 5, 10,12    APHA 5ta. ed: Capítulos 9, 35, 36, 39 PCR ANSER</p>   |  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| <p><b>Conclusión:</b><br/>De la muestra recibida y analizada se aislaron bacterias patógenas, además la cuantificación de <i>E. coli</i> es mayor a los límites recomendados en el RTCA.</p>   |  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| <p><b>Nomenclatura utilizada:</b><br/>UFC/g    Unidades Formadoras de Colonia por gramo<br/>NMP/g    Número Más Probable por gramo</p>   |  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| <p>Licda. Ana Rosa de García, Q.B.<br/>Jefatura</p> <p>Licda. Ana E. Rojas García<br/>QUÍMICA BIÓLOGA<br/>COL. 2323</p> <p><small>Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.<br/>El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.</small></p>   |  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| ID: 12423 - ALIMENTO PROYECTO DIGI B31-2021  | Página 1 de 1  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

Figura 53. Biopelícula aceite esencial aplicada a longaniza

|  <p><b>USAC</b><br/>TRICENTENARIA<br/>Universidad de San Carlos de Guatemala</p>  | <p><b>Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM</b><br/>3a. Calle 6-47, Zona 1<br/>Centro Histórico, Guatemala Ciudad<br/>Tel: 2253-1319<br/>Email: lafymusac@gmail.com</p> |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
|--|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|---|-----------------------------|-----------|--|----------|----------|--|-----------|----------|--|
| <p>Empresa: PROYECTO DIGI B31-2021<br/>N° de la muestra: 12425 (Protocolo firmado)<br/>Temperatura: Refrigeración<br/>Muestra: ALIMENTO<br/>Captación: Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM<br/>Nota: BIOPELÁCULA ACEITE ESENCIAL</p>  | <p>Fecha de toma de la muestra: 29/09/2021 10:00<br/>Fecha de recepción: 01/10/2021 10:52<br/>Número de lote: LONGANIZA</p>  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| <b>ALIMENTOS</b>   |  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| <table border="1"><thead><tr><th>ANÁLISIS</th><th>RESULTADO</th><th>Límites permitidos RTCA 8.3</th></tr></thead><tbody><tr><td>Recuento Coliformes Totales</td><td>1.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</td><td>No presenta límites</td></tr><tr><td>Recuento Coliformes Fecales</td><td>1.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</td><td>No presenta Límites</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i></td><td>1.0 x 10<sup>8</sup> UFC/g</td><td>102 UFC/g</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.</td><td>Ausencia</td><td>Ausencia</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenes</i>/25 g.</td><td>Presencia</td><td>Ausencia</td></tr></tbody></table> | ANÁLISIS   | RESULTADO                   | Límites permitidos RTCA 8.3 | Recuento Coliformes Totales | 1.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | No presenta límites | Recuento Coliformes Fecales | 1.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | No presenta Límites | Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i> | 1.0 x 10 <sup>8</sup> UFC/g | 102 UFC/g | Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g. | Ausencia | Ausencia | Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenes</i> /25 g. | Presencia | Ausencia |  |
| ANÁLISIS   | RESULTADO  | Límites permitidos RTCA 8.3 |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| Recuento Coliformes Totales  | 1.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g  | No presenta límites         |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| Recuento Coliformes Fecales  | 1.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g  | No presenta Límites         |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>  | 1.0 x 10 <sup>8</sup> UFC/g  | 102 UFC/g                   |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.   | Ausencia   | Ausencia                    |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenes</i> /25 g.   | Presencia  | Ausencia                    |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| <p>*Métodos de Referencia: BAM-FDA: Capítulos 4, 5, 10, 12 APHA 5ta. ed: Capítulos 9, 35, 36, 39 PCR ANSER</p>   |  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| <p><b>Conclusión:</b><br/>De la muestra recibida y analizada se aislaron bacterias patógenas, además la cuantificación de <i>E. coli</i> es mayor a los límites recomendados en el RTCA.</p>   |  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| <p><b>Nomenclatura utilizada:</b><br/>UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo<br/>NMP/g Número Más Probable por gramo</p>   |  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| <p>Licda. Ana Rosa de García, Q.B.<br/>Jefatura</p> <p>Licda. Ana E. Rojas García<br/>QUÍMICA BIÓLOGA<br/>COL. 2323</p> <p><small>Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.<br/>El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.</small></p>   |  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |
| ID: 12425 - ALIMENTO PROYECTO DIGI B31-2021  | Página 1 de 1  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |           |          |  |

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

Figura 54. Biopelícula elaborada con oleoresina aplicada a chorizo

|   | <b>Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM</b><br>3a. Calle 6-47, Zona 1<br>Centro Histórico, Guatemala Ciudad<br>Tel: 2253-1319<br>Email: lafymusac@gmail.com |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |                  |          |  |
|--|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|---|-----------------------------------|-----------|--|----------|----------|--|------------------|----------|--|
| Empresa: PROYECTO DIGI B31-2021<br>N° de la muestra: 12422 (Protocolo firmado)<br>Temperatura: Refrigeración<br>Muestra: ALIMENTO<br>Captación: Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM<br>Nota: BIOPELÁCULA OLEORESINA   | Fecha de toma de la muestra: 29/09/2021 10:00<br>Fecha de recepción: 01/10/2021 10:50<br>Número de lote: CHORIZO  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |                  |          |  |
| <b>ALIMENTOS</b>   |   |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |                  |          |  |
| <table border="1"><thead><tr><th>ANÁLISIS</th><th>RESULTADO</th><th>Límites permitidos RTCA 8.3</th></tr></thead><tbody><tr><td>Recuento Coliformes Totales</td><td>1.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</td><td>No presenta límites</td></tr><tr><td>Recuento Coliformes Fecales</td><td>1.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</td><td>No presenta límites</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i></td><td><b>1.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</b></td><td>102 UFC/g</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.</td><td>Ausencia</td><td>Ausencia</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytogenes</i>/25 g.</td><td><b>Presencia</b></td><td>Ausencia</td></tr></tbody></table> | ANÁLISIS  | RESULTADO                   | Límites permitidos RTCA 8.3 | Recuento Coliformes Totales | 1.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | No presenta límites | Recuento Coliformes Fecales | 1.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | No presenta límites | Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i> | <b>1.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</b> | 102 UFC/g | Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g. | Ausencia | Ausencia | Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytogenes</i> /25 g. | <b>Presencia</b> | Ausencia |  |
| ANÁLISIS   | RESULTADO   | Límites permitidos RTCA 8.3 |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |                  |          |  |
| Recuento Coliformes Totales  | 1.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g   | No presenta límites         |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |                  |          |  |
| Recuento Coliformes Fecales  | 1.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g   | No presenta límites         |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |                  |          |  |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>  | <b>1.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</b>   | 102 UFC/g                   |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |                  |          |  |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.   | Ausencia  | Ausencia                    |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |                  |          |  |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytogenes</i> /25 g.   | <b>Presencia</b>  | Ausencia                    |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |                  |          |  |
| *Métodos de Referencia: BAM-FDA: Capítulos 4, 5, 10.12    APHA 5ta. ed: Capítulos 9, 35, 36, 39    PCR ANSER   |   |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |                  |          |  |
| <b>Conclusión:</b><br>De la muestra recibida y analizada se aislaron bacterias patógenas, además la cuantificación de <i>E. coli</i> es mayor a los límites recomendados en el RTCA.   |   |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |                  |          |  |
| Nomenclatura utilizada:<br>UFC/g    Unidades Formadoras de Colonia por gramo<br>NMP/g    Número Más Probable por gramo   |   |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |                  |          |  |
| <br>Licda. Ana E. Rojas García, Q.B.<br>Jefatura<br><br>Licda. Ana E. Rojas García<br>QUÍMICA BIÓLOGA<br>COL. 2323  |   |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |                  |          |  |
| Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.<br>El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.  |   |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |                  |          |  |
| ID: 12422 - ALIMENTO PROYECTO DIGI B31-2021  | Página 1 de 1   |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |                  |          |  |

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

Figura 55. Biopelícula elaborada con oleoresina aplicada a longaniza

|  <p><b>USAC</b><br/>TRICENTENARIA<br/>Universidad de San Carlos de Guatemala</p>  | <p><b>Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos<br/>y Microbiológicos - LAFYM</b><br/>2a. Calle 6-47, Zona 1<br/>Centro Histórico, Guatemala Ciudad<br/>Tel: 2253-1319<br/>Email: lafymusac@gmail.com</p> |                             |
|--|--|-----------------------------|
| <p>Empresa : PROYECTO DIGI B31-2021<br/>N° de la muestra : 12424 (Protocolo firmado)<br/>Temperatura : Refrigeración<br/>Muestra : ALIMENTO<br/>Captación : Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM<br/>Nota : BIOPELÍCULA OLEORESINA</p> | <p>Fecha de toma de la muestra : 29/09/2021 10:00<br/>Fecha de recepción : 01/10/2021 10:51<br/>Número de lote : LONGANIZA</p>   |                             |
| <b>ALIMENTOS</b>   |  |                             |
| <hr/>  |  |                             |
| <hr/>  |  |                             |
| ANÁLISIS   | RESULTADO  | Límites permitidos RTCA 8.3 |
| Recuento Coliformes Totales  | 2.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g  | No presenta límites         |
| Recuento Coliformes Fecales  | 2.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g  | No presenta límites         |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>  | <b>2.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</b>  | 10 <sup>2</sup> UFC/g       |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.   | Ausencia   | Ausencia                    |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógen</i> s/25 g.  | <b>Presencia</b>   | Ausencia                    |
| ID: 12424 - ALIMENTO PROYECTO DIGI B31-2021  | Pagina 1 de 1  |                             |

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

Figura 56. Biopelícula elaborada con extracto fluido aplicada a chorizo

|   | <b>Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM</b><br>3a. Calle 6-47, Zona 1<br>Centro Histórico, Guatemala Ciudad<br>Tel: 2253-1319<br>Email: lafymusac@gmail.com |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
|--|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|---|-----------------------------------|-----------|--|----------|----------|--|----------|----------|--|
| Empresa : PROYECTO DIGI B31-2021<br>N° de la muestra : 12420 (Protocolo firmado)<br>Temperatura : Refrigeración<br>Muestra : ALIMENTO<br>Captación : Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM<br>Nota : BIOPELICULA EXTRACTO FLUIDO  | Fecha de toma de la muestra : 29/09/2021 10:00<br>Fecha de recepción : 01/10/2021 10:46<br>Número de lote : CHORIZO   |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| <b>ALIMENTOS</b>   |   |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| <table border="1"><thead><tr><th>ANÁLISIS</th><th>RESULTADO</th><th>Límites permitidos RTCA 8.3</th></tr></thead><tbody><tr><td>Recuento Coliformes Totales</td><td>3.5 x 10<sup>5</sup> UFC/g</td><td>No presenta límites</td></tr><tr><td>Recuento Coliformes Fecales</td><td>3.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</td><td>No presenta Límites</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i></td><td><b>3.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</b></td><td>102 UFC/g</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.</td><td>Ausencia</td><td>Ausencia</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenas</i>/25 g.</td><td>Ausencia</td><td>Ausencia</td></tr></tbody></table> | ANÁLISIS  | RESULTADO                   | Límites permitidos RTCA 8.3 | Recuento Coliformes Totales | 3.5 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | No presenta límites | Recuento Coliformes Fecales | 3.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | No presenta Límites | Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i> | <b>3.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</b> | 102 UFC/g | Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g. | Ausencia | Ausencia | Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenas</i> /25 g. | Ausencia | Ausencia |  |
| ANÁLISIS   | RESULTADO   | Límites permitidos RTCA 8.3 |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| Recuento Coliformes Totales  | 3.5 x 10 <sup>5</sup> UFC/g   | No presenta límites         |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| Recuento Coliformes Fecales  | 3.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g   | No presenta Límites         |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>  | <b>3.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</b>   | 102 UFC/g                   |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.   | Ausencia  | Ausencia                    |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenas</i> /25 g.   | Ausencia  | Ausencia                    |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| *Métodos de Referencia: BAM-FDA: Capítulos 4, 5, 10,12 APHA 5ta. ed: Capítulos 9, 35, 36, 39 PCR ANSER   |   |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| <b>Conclusión:</b><br>De la muestra recibida y analizada no se aislaron bacterias patógenas. Sin embargo la cuantificación de <i>E. coli</i> es mayor a los límites recomendados en el RTCA.   |   |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| Nomenclatura utilizada:<br>UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo<br>NMP/g Número Más Probable por gramo   |   |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| <br>Licda. Ana Rojas de García, Q.B.<br>Jefatura<br><br>Licda. Ana E. Rojas García<br>QUÍMICA BIÓLOGA<br>COL. 2323  |   |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.<br>El informe de ensayo no debe ser reproducido ni tal o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.   |   |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| ID: 12420 - ALIMENTO PROYECTO DIGI B31-2021  | Página 1 de 1   |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

Figura 57. Biopelícula elaborada con extracto fluido aplicada a longaniza

|  <p><b>USAC</b><br/>TRICENTENARIA<br/>Universidad de San Carlos de Guatemala</p>   | <p><b>Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM</b><br/>3a. Calle 6-47, Zona 1<br/>Centro Histórico, Guatemala Ciudad<br/>Tel: 2253-1319<br/>Email: lafymusac@gmail.com</p> |                             |          |           |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |          |          |
|---|--|-----------------------------|----------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|---|-----------------------------|-----------|--|----------|----------|--|----------|----------|
| <p>Empresa : PROYECTO DIGI B31-2021<br/>N° de la muestra : 12427 (Protocolo firmado)<br/>Temperatura : Refrigeración<br/>Muestra : ALIMENTO<br/>Captación : Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM<br/>Nota : BIOPELÁCULA EXTRACTO FLUIDO</p>   | <p>Fecha de toma de la muestra : 29/09/2021 10:00<br/>Fecha de recepción : 01/10/2021 10:54<br/>Número de lote : LONGANIZA</p>   |                             |          |           |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |          |          |
| <b>ALIMENTOS</b>  |  |                             |          |           |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |          |          |
| <table border="1"><thead><tr><th>ANÁLISIS</th><th>RESULTADO</th><th>Límites permitidos RTCA 8.3</th></tr></thead><tbody><tr><td>Recuento Coliformes Totales</td><td>2.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</td><td>No presenta límites</td></tr><tr><td>Recuento Coliformes Fecales</td><td>2.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</td><td>No presenta Límites</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i></td><td>2.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</td><td>102 UFC/g</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.</td><td>Ausencia</td><td>Ausencia</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenas</i>/25 g.</td><td>Ausencia</td><td>Ausencia</td></tr></tbody></table> |  |                             | ANÁLISIS | RESULTADO | Límites permitidos RTCA 8.3 | Recuento Coliformes Totales | 2.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | No presenta límites | Recuento Coliformes Fecales | 2.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | No presenta Límites | Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i> | 2.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | 102 UFC/g | Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g. | Ausencia | Ausencia | Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenas</i> /25 g. | Ausencia | Ausencia |
| ANÁLISIS  | RESULTADO  | Límites permitidos RTCA 8.3 |          |           |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |          |          |
| Recuento Coliformes Totales   | 2.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g  | No presenta límites         |          |           |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |          |          |
| Recuento Coliformes Fecales   | 2.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g  | No presenta Límites         |          |           |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |          |          |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>   | 2.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g  | 102 UFC/g                   |          |           |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |          |          |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.  | Ausencia   | Ausencia                    |          |           |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |          |          |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenas</i> /25 g.  | Ausencia   | Ausencia                    |          |           |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |          |          |
| <p>*Métodos de Referencia: BAM-FDA: Capítulos 4, 5, 10, 12 APHA 5ta. ed: Capítulos 9, 35, 36, 39 PCR ANSER</p>  |  |                             |          |           |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |          |          |
| <p><b>Conclusión:</b><br/>De la muestra recibida y analizada no se aislaron bacterias patógenas. Sin embargo la cuantificación de <i>E. coli</i> es mayor a los límites recomendados en el RTCA.</p>  |  |                             |          |           |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |          |          |
| <p><b>Nomenclatura utilizada:</b><br/>UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo<br/>NMP/g Número Más Probable por gramo</p>  |  |                             |          |           |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |          |          |
| <p><br/>Licda. Ana Rojas de García, Q.B.<br/>Jefatura</p> <p><br/>Licda. Ana E. Rojas García<br/>QUÍMICA BIÓLOGA<br/>COL. 2323</p>  |  |                             |          |           |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |          |          |
| <p><small>Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.<br/>El informe de ensayo no debe ser reproducido ni tal o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.</small></p>   |  |                             |          |           |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |          |          |
| ID: 12427 - ALIMENTO PROYECTO DIGI B31-2021   |  | Página 1 de 1               |          |           |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                             |           |  |          |          |  |          |          |

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

Figura 58. Biopelícula elaborada con extracto seco aplicada a chorizo

|    | <b>Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM</b><br>3a. Calle 6-47, Zona 1<br>Centro Histórico, Guatemala Ciudad<br>Tel: 2253-1319<br>Email: lafymusac@gmail.com |                             |          |           |                             |                             |            |                     |                             |            |                     |   |            |                       |  |          |          |   |                  |          |
|---|---|-----------------------------|----------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|------------|---------------------|---|------------|-----------------------|--|----------|----------|---|------------------|----------|
| Empresa : PROYECTO DIGI B31-2021<br>N° de la muestra : 12421 (Protocolo firmado)<br>Temperatura : Refrigeración<br>Muestra : ALIMENTO<br>Captación : Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM<br>Nota : BIOPELÍCULA EXTRACTO SECO   | Fecha de toma de la muestra : 29/09/2021 10:00<br>Fecha de recepción : 01/10/2021 10:48<br>Número de lote : CHORIZO   |                             |          |           |                             |                             |            |                     |                             |            |                     |   |            |                       |  |          |          |   |                  |          |
| <b>ALIMENTOS</b>  |   |                             |          |           |                             |                             |            |                     |                             |            |                     |   |            |                       |  |          |          |   |                  |          |
| <table border="1"><thead><tr><th>ANÁLISIS</th><th>RESULTADO</th><th>Límites permitidos RTCA 8.3</th></tr></thead><tbody><tr><td>Recuento Coliformes Totales</td><td>&lt; 10 UFC/g</td><td>No presenta límites</td></tr><tr><td>Recuento Coliformes Fecales</td><td>&lt; 10 UFC/g</td><td>No presenta Límites</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i></td><td>&lt; 10 UFC/g</td><td>10<sup>2</sup> UFC/g</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella sp/25 g.</i></td><td>Ausencia</td><td>Ausencia</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytogenes/25 g.</i></td><td><b>Presencia</b></td><td>Ausencia</td></tr></tbody></table> |   |                             | ANÁLISIS | RESULTADO | Límites permitidos RTCA 8.3 | Recuento Coliformes Totales | < 10 UFC/g | No presenta límites | Recuento Coliformes Fecales | < 10 UFC/g | No presenta Límites | Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i> | < 10 UFC/g | 10 <sup>2</sup> UFC/g | Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella sp/25 g.</i> | Ausencia | Ausencia | Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytogenes/25 g.</i> | <b>Presencia</b> | Ausencia |
| ANÁLISIS  | RESULTADO   | Límites permitidos RTCA 8.3 |          |           |                             |                             |            |                     |                             |            |                     |   |            |                       |  |          |          |   |                  |          |
| Recuento Coliformes Totales   | < 10 UFC/g  | No presenta límites         |          |           |                             |                             |            |                     |                             |            |                     |   |            |                       |  |          |          |   |                  |          |
| Recuento Coliformes Fecales   | < 10 UFC/g  | No presenta Límites         |          |           |                             |                             |            |                     |                             |            |                     |   |            |                       |  |          |          |   |                  |          |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>   | < 10 UFC/g  | 10 <sup>2</sup> UFC/g       |          |           |                             |                             |            |                     |                             |            |                     |   |            |                       |  |          |          |   |                  |          |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella sp/25 g.</i>  | Ausencia  | Ausencia                    |          |           |                             |                             |            |                     |                             |            |                     |   |            |                       |  |          |          |   |                  |          |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytogenes/25 g.</i>   | <b>Presencia</b>  | Ausencia                    |          |           |                             |                             |            |                     |                             |            |                     |   |            |                       |  |          |          |   |                  |          |
| *Métodos de Referencia: BAM-FDA: Capítulos 4, 5, 10, 12 APHA 5ta. ed: Capítulos 9, 35, 36, 39 PCR ANSER   |   |                             |          |           |                             |                             |            |                     |                             |            |                     |   |            |                       |  |          |          |   |                  |          |
| <b>Conclusión:</b><br>De la muestra recibida y analizada se aislaron bacterias patógenas.   |   |                             |          |           |                             |                             |            |                     |                             |            |                     |   |            |                       |  |          |          |   |                  |          |
| <b>Nomenclatura utilizada:</b><br>UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo<br>NMP/g Número Más Probable: por gramo  |   |                             |          |           |                             |                             |            |                     |                             |            |                     |   |            |                       |  |          |          |   |                  |          |
| <br>Licda. Ana E. Rodas García, QB.<br>Jefatura<br><br>Licda. Ana E. Rodas García<br>QUÍMICA BIÓLOGA<br>COL. 2323  |   |                             |          |           |                             |                             |            |                     |                             |            |                     |   |            |                       |  |          |          |   |                  |          |
| <small>Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.<br/>El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.</small>   |   |                             |          |           |                             |                             |            |                     |                             |            |                     |   |            |                       |  |          |          |   |                  |          |
| ID: 12421 - ALIMENTO PROYECTO DIGI B31-2021   |   | Página 1 de 1               |          |           |                             |                             |            |                     |                             |            |                     |   |            |                       |  |          |          |   |                  |          |

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

Figura 59. Biopelícula elaborada con extracto seco, aplicada a longaniza.

|  <p><b>USAC</b><br/>TRICENTENARIA<br/>Universidad de San Carlos de Guatemala</p>  | <p><b>Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM</b><br/>3a. Calle 6-47, Zona 1<br/>Centro Histórico, Guatemala Ciudad<br/>Tel: 2253-1319<br/>Email: lafymusac@gmail.com</p> |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
|--|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|---|-----------------------------------|-----------|--|----------|----------|--|----------|----------|--|
| <p>Empresa : PROYECTO DIGI B31-2021<br/>N° de la muestra : 12426 (Protocolo firmado)<br/>Temperatura : Refrigeración<br/>Muestra : ALIMENTO<br/>Captación : Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM<br/>Nota : BIOPELÁCULA EXTRACTO SECO</p>  | <p>Fecha de toma de la muestra : 29/09/2021 10:00<br/>Fecha de recepción : 01/10/2021 10:53<br/>Número de lote : LONGANIZA</p>   |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| <b>ALIMENTOS</b>   |  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| <table border="1"><thead><tr><th>ANÁLISIS</th><th>RESULTADO</th><th>Límites permitidos RTCA 8.3</th></tr></thead><tbody><tr><td>Recuento Coliformes Totales</td><td>3.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</td><td>No presenta límites</td></tr><tr><td>Recuento Coliformes Fecales</td><td>3.0 x 10<sup>5</sup> UFC/g</td><td>No presenta Límites</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i></td><td><b>3.0 x 10<sup>6</sup> UFC/g</b></td><td>102 UFC/g</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.</td><td>Ausencia</td><td>Ausencia</td></tr><tr><td>Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenas</i>/25 g.</td><td>Ausencia</td><td>Ausencia</td></tr></tbody></table> | ANÁLISIS   | RESULTADO                   | Límites permitidos RTCA 8.3 | Recuento Coliformes Totales | 3.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | No presenta límites | Recuento Coliformes Fecales | 3.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g | No presenta Límites | Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i> | <b>3.0 x 10<sup>6</sup> UFC/g</b> | 102 UFC/g | Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g. | Ausencia | Ausencia | Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenas</i> /25 g. | Ausencia | Ausencia |  |
| ANÁLISIS   | RESULTADO  | Límites permitidos RTCA 8.3 |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| Recuento Coliformes Totales  | 3.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g  | No presenta límites         |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| Recuento Coliformes Fecales  | 3.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g  | No presenta Límites         |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>  | <b>3.0 x 10<sup>6</sup> UFC/g</b>  | 102 UFC/g                   |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.   | Ausencia   | Ausencia                    |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| Aislamiento e Identificación de <i>Listeria monocytógenas</i> /25 g.   | Ausencia   | Ausencia                    |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| <p>*Métodos de Referencia: BAM-FDA: Capítulos 4, 5, 10,12 APHA 5ta. ed: Capítulos 9, 35, 36, 39 PCR ANSER</p>  |  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| <p><b>Conclusión:</b><br/>De la muestra recibida y analizada no se aislaron bacterias patógenas. Sin embargo la cuantificación de <i>E. coli</i> es mayor a los límites recomendados en el RTCA.</p>   |  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| <p><b>Nomenclatura utilizada:</b><br/>UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo<br/>NMP/g Número Más Probable por gramo</p>   |  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| <p><br/>Licda. Ana Rojas de García, Q.B.<br/>Jefatura</p> <p><br/>Licda. Ana E. Rojas García<br/>QUÍMICA BIÓLOGA<br/>COL. 2323</p>   |  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| <p><small>Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.<br/>El informe de ensayo no debe ser reproducido ni tal o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.</small></p>  |  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |
| ID: 12426 - ALIMENTO PROYECTO DIGI B31-2021  | Página 1 de 1  |                             |                             |                             |                             |                     |                             |                             |                     |   |                                   |           |  |          |          |  |          |          |  |

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

## 14. Vinculación

Se tuvo contacto con productores de orégano se dieron charlas sobre los diversos usos que puede tener la materia prima que producen, así como una visión amplia de lo que el proyecto abarcaría, se tuvo una estrecha colaboración con Agro Servicios JAME.

Se realizaron los respectivos contactos con la Distribuidora de Alimentos Doña Lucy, a los cuales también se les mostró las ventajas de los usos de biopelículas para el aumento de vida útil de los productos cárnicos que comercian (chorizos, longanizas y otros embutidos), se tuvo la estrecha relación con dicha empresa emergente y colaboró con la preparación de lotes de embutidos sin ningún preservante para las aplicaciones y análisis de las biopelículas formuladas.

## 15. Estrategia de difusión, divulgación y protección intelectual

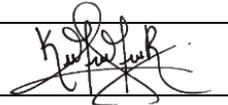
Los resultados preliminares fueron expuestos en el Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Química, así como los diferentes talleres y conferencias en la temática de biopelículas y resultados preliminares de las mismas en el curso de Extracciones Industriales.

En cada uno de los eventos de difusión y divulgación de los avances de la investigación los logotipos y créditos para la Dirección General de Investigación siempre fueron visibles y se le dieron a la institución financiera.

## 16. Aporte de la propuesta de investigación a los ODS:

La alimentación forma parte del desarrollo de los pueblos, cuando la alimentación es equitativa se tiene una igualdad social y por ende un crecimiento en todos los ámbitos sociales, contribuir a que se tenga acceso a tecnología para poder preservar alimentos ayuda a cumplir el ODS 02 “Hambre cero” la presente investigación ayudará que los alimentos cárnicos puedan prolongar su vida útil de anaquel y reducirá el desperdicio de alimentos.

## 17. Orden de pago final

| Nombres y apellidos         | Categoría (investigador /auxiliar) | Registro de personal | Procede pago de mes (Sí / No) | Firma   |
|-----------------------------|------------------------------------|----------------------|-------------------------------|---|
| Karol Mishél Medina Recinos | Auxiliar de Investigación II       | 20190347             | Sí                            |  |

## 18. Declaración del Coordinador(a) del proyecto de investigación

El Coordinador de proyecto de investigación con base en el *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación*, artículos 13 y 20, deja

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

constancia que el personal contratado para el proyecto de investigación que coordina ha cumplido a satisfacción con la entrega de informes individuales por lo que es procedente hacer efectivo el pago correspondiente.

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Ing.Qco. Mario José Mérida Meré</b><br/>coordinador del proyecto de investigación</p> |  |
| <p>Fecha: 28/02/2022</p>  |   |

## 19. Aval del Director(a) del instituto, centro o departamento de investigación o Coordinador de investigación del centro regional universitario

De conformidad con el artículo 13 y 19 del *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación* otorgo el aval al presente informe mensual de las actividades realizadas en el proyecto (escriba el nombre del proyecto de investigación) en mi calidad de (indique: Director del instituto, centro o departamento de investigación o Coordinador de investigación del centro regional universitario), mismo que ha sido revisado y cumple su ejecución de acuerdo a lo planificado.

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Ing.Qca. Telma Maricela Cano Morales</b><br/>Directora<br/>Centro de Investigaciones de Ingeniería</p> |  |
| <p>Fecha: 28/02/2022</p>   |  |

# Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

## 20. Visado de la Dirección General de Investigación

|   |  |
|---|--|
| <b>Vo.Bo. Inga. Liuba María Cabrera de Villagrán</b><br><b>Coordinadora del Programa Universitario de Investigación</b> |  |
| Fecha: 28/02/2022   |  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Vo.Bo. Ing. Agr.MARN Julio Rufino Salazar</b><br><b>Coordinador General de Programas Universitarios de Investigación</b> |  |
| Fecha: 28/02/2022   |  |