

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS
ESCUELA DE FARMACIA**



**DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA IN VITRO DEL
EXTRACTO DE LA PLANTA *LUFFA CYLINDRICA* CONTRA CEPAS DE
STHAPHYLOCOCCUS AUREUS A TRAVÉS DE DIFUSIÓN EN PLACA DE
AGAR PARA SU APROVECHAMIENTO EN PROBLEMAS TÓPICOS Y
CUTÁNEOS REALIZADO EN LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS DURANTE EL III CUATRIMESTRE DEL 2022**

**MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE
LICENCIATURA EN FARMACIA**

DANIEL FRANCISCO RODRÍGUEZ SÁNCHEZ

TUTOR

Lic. JAVIER ALPIZAR CORDERO

SEDE ARANJUEZ, SAN JOSÉ, JUNIO, 2022

Modalidad de tesis para optar por el grado de Licenciatura en Farmacia

CONTENIDO

Índice de Tablas	xii
Resumen.....	xvii
Abstract:	xviii
CAPITULO I - INTRODUCCIÓN	2
1.1. Introducción	2
1.2. Planteamiento del problema	4
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivo General	7
1.3.2. Objetivos Específicos	7
1.4. Justificación.....	8
1.5. Antecedentes.....	9
1.5.1. Antecedentes Históricos	10
1.5.2. Antecedentes Internacionales	12
1.5.3. Antecedentes Nacionales	15
1.6. Proyecciones:	16
CAPITULO II - MARCO TEÓRICO	18
2.1. Generalidades de la Piel.....	18
Figuras 1 Muestra la estructura general de la piel humana	19
2.1.1 Capas de la piel.....	19
2.1.1.1 Epidermis	20
Figuras 2 Muestras la estructura de las células epidérmicas.....	22
Figuras 3 Se muestra la localización de las células epidérmicas dentro de los diferentes estratos de la epidermis	24
2.1.1.2 Dermis.....	24
Figuras 4 Se muestran las células mas representativas que se encuentran en la epidermis, el dendrocito (A), mastocito (B) y fibroblasto (C).....	26

Figuras 5	Se muestran los estratos dérmicos, así como las células que conforman la dermis	27
2.1.1.3	Hipodermis	27
Figuras 6	Se muestra la estructura general de la hipodermis	28
2.1.2.	Funciones de la piel	28
2.1.3	Infecciones bacterianas cutáneas	30
2.2	Staphylococcus aureus:	32
2.2.1.	Generalidades:	32
Figuras 7	Se muestra tinción de gram de Staphylococcus aureus	33
2.2.2	Epidemiología:	34
2.2.3.	Fisiopatología	35
2.2.3.1.	Biopelícula:.....	37
2.2.3.2.	Proteínas MSCRAMM:	38
2.2.3.3	Factor Clumping:	39
2.2.3.4.	Proteínas ClfA y ClfB implicadas en los factores de virulencia y resistencia bacteriana:.....	39
2.2.3.5.	Proteínas de adhesión FnBPA y FnBPB implicadas en los factores de virulencia y resistencia bacteriana:	40
2.2.4.	Infecciones causadas por Staphylococcus aureus:	41
2.3.	Luffa cylindrica.....	44
Figuras 8	Planta de Luffa cylindrica	45
Cuadro 1.	Ubicación taxonómica de la planta Luffa cylindrica	45
2.4.	Métodos de extracción:.....	49
2.5.	Pruebas de identificación:	51
CAPITULO III - MARCO METODOLÓGICO		54
3.1.	Enfoque de la investigación.....	54
3.2.	Diseño de la investigación.....	54
3.3.	Fuentes de información	55

3.4. Población y muestra.....	55
3.5 Criterios de inclusión y exclusión	56
3.6 Criterios de búsqueda de la información.....	56
Tabla 2. Criterios de búsqueda utilizados, según objetivos.	56
3.7 criterios de inclusión y exclusión	57
Tabla 3. Criterios de inclusión y criterios de exclusión utilizados para la selección de artículos.....	58
3.8. Clasificación de la información según nivel de evidencia	58
Tabla 4. Cantidad de artículos según nivel de evidencia.....	59
3.9. Variables de la investigación.....	64
Tabla 5. Cuadro de operacionalización de variables.....	64
3.10. Descripción del procedimiento de recolección y análisis de datos.....	66
Tabla 6. Cronograma de tareas a realizar para cada objetivo planteado de la investigación.	67
Figuras 9 Diagrama de flujo para el proceso de extracción de los componentes de la luffa cylindrica.	69
Figuras 10 Diagrama de flujo para el proceso de tamizaje fitoquímico de los diferentes extractos vegetales de Luffa cylindrica.	70
Figuras 11 Diagrama de flujo para el proceso de determinación de la propiedad antimicrobiana de los componentes de la luffa cylindrica.	70
3.11. Descripción de instrumentos y técnicas	71
3.12. Materiales, equipos y condiciones	72
3.12.1. Materiales:	72
3.12.2. Equipo	73
Tabla 7. Equipos y materiales utilizados para llevar a cabo la investigación en la Universidad Internacional de las Américas.....	73
Tabla 8. Equipos y materiales utilizados para llevar a cabo la investigación en el laboratorio microbiológico Microlabs.	78
3.12.3. Condiciones	80

3.13. Componentes reactivos	80
Tabla 9. Reactivos utilizados para llevar a cabo la investigación en los balotarios de química de la Universidad Internacional de las Américas.....	80
Tabla 10. Reactivos utilizados para llevar a cabo la investigación en el laboratorio microbiológico Microlabs.....	86
3.14. Diseño de experimentos	87
3.14. 1. Parte I. Obtención del extracto a partir de <i>Luffa cylindrica</i>	87
3.14.2. Parte III. Tamizaje fitoquímico de los componentes de la planta <i>Luffa cylindrica</i>	88
3.14.3. Parte II. Determinación de capacidad antimicrobiana de la planta <i>Luffa cylindrica</i>	92
CAPITULO IV - RESULTADOS Y DISCUSIÓN	96
4.1. Realizar una revisión bibliográfica sistemática sobre las propiedades que presenta la planta de <i>Luffa cylindrica</i> y procesos de extracción a partir de material vegetal.	96
4.2. Obtener extractos a partir de diferentes tejidos de <i>Luffa cylindrica</i> , empleando como técnica de separación una maceración acelerada mediante equipo de extracción soxhlet.	97
Tabla 11. Pesos de los diferentes materiales vegetales utilizados de la planta <i>Luffa cylindrica</i> , en balanza analítica #12 ADAM Nimbus $\pm 0,0001$ g	97
4.2.1. Parte experimental I:	87
Tabla 12. Aceites obtenidos a partir de las diferentes partes de la planta <i>luffa cylindrica</i> mediante equipo soxhlet	98
4.2.2 Parte Experimental II	88
Tabla 13. Resultados de las Pruebas Fitoquímicas aplicadas a los extractos vegetales.	100
4.2.4. Determinación de la propiedad antimicrobiana de los extractos de la planta	93
Tabla 14. Asignación del numero de muestra de los diferentes extractos a partir de <i>Luffa cylindrica</i>	103

Figuras 12	Cultivo antimicrobiano de los extractos concentrados contra cepa de Staphylococcus aureus # 1, antes de la incubación.	104
Figuras 13	Cultivo antimicrobiano de los extractos concentrados contra cepa de Staphylococcus aureus # 1, luego de la incubación.	105
Tabla 15.	Resultados del halo de inhibición provocado por los extractos de luffa cylindrica concentrados sobre la cepa de Staphylococcus aureus #1	106
Figuras 14	Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de Staphylococcus aureus # 2, antes de la incubación.	108
Figuras 15	Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de Staphylococcus aureus # 2, luego de la incubación.	109
Figuras 16	Resultados del halo de inhibición provocado por los extractos de luffa cylindrica diluidos sobre la cepa de Staphylococcus aureus #2	110
Figuras 17	Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de Staphylococcus aureus # 3, antes de la incubación.	111
Figuras 18	Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de Staphylococcus aureus # 3, luego de la incubación.	112
Tabla 17.	Resultados del halo de inhibición provocado por los extractos de luffa cylindrica diluidos sobre la cepa de Staphylococcus aureus #3	112
Figuras 19	Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de Pseudomona aeruginosa, antes de la incubación.	114
Figuras 20	Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de Pseudomona aeruginosa, luego de la incubación.	115
Tabla 18.	Resultados del halo de inhibición provocada por los extractos de luffa cylindrica diluidos sobre la cepa de Pseudomona aeruginosa	115
Figuras 21	Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de salmonela, antes de la incubación.	117
Figuras 22	Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de salmonela, luego de la incubación.	118
Tabla 19.	Resultados del halo de inhibición provocada por los extractos de luffa cylindrica diluidos sobre la cepa de salmonella	119

CAPITULO V – CONCLUSIONES	121
CAPÍTULO VI – RECOMENDACIONES.....	124
capitulo 6 - Referencias Bibliográficas.....	127
CAPÍTULO VIII – ANEXOS	141
Anexo #1. Resultado de prueba fitoquímica Dragendorff para determinar alcaloides, realizada sobre el extracto a partir de semillas de luffa cylindrica.	141
Anexo #2. Resultado de prueba fitoquímica Dragendorff para determinar alcaloides, realizada sobre el extracto a partir de tallo, hojas, ramas, flores de luffa cylindrica.	141
Anexo #3. Resultado de prueba fitoquímica Dragendorff para determinar alcaloides, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica.	142
Anexo #4. Resultado de prueba fitoquímica Dragendorff para determinar alcaloides, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde o inmaduro de luffa cylindrica.	142
Anexo #5. Resultado de prueba fitoquímica para determinar fenoles y taninos, realizada sobre el extracto a partir de las semillas de luffa cylindrica.....	143
Anexo #6. Resultado de prueba fitoquímica para determinar fenoles y taninos, realizada sobre el extracto a partir de hojas, tallos, ramas y flores de luffa cylindrica.	143
Anexo #7. Resultado de prueba fitoquímica para determinar fenoles y taninos, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica.	144
Anexo #8. Resultado de prueba fitoquímica para determinar fenoles y taninos, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde o inmaduro de luffa cylindrica.	144
Anexo #9. Resultado de prueba fitoquímica de Salkowski para determinar flavonoides, realizada sobre el extracto a partir de semillas de luffa cylindrica.	145

Anexo #10. Resultado de prueba fitoquímica de Salkowski para determinar flavonoides, realizada sobre el extracto a partir de hojas, ramas, tallos y flores de luffa cylindrica.	145
Anexo #11. Resultado de prueba fitoquímica de Salkowski para determinar flavonoides, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica.	146
Anexo #12. Resultado de prueba fitoquímica de Salkowski para determinar flavonoides, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde o inmaduro de luffa cylindrica.	146
Anexo #13. Resultado de prueba fitoquímica Bornträger para determinar quinonas y antraquinonas, realizada sobre el extracto a partir de semillas de luffa cylindrica.	147
Anexo #14. Resultado de prueba fitoquímica Bornträger para determinar quinonas y antraquinonas, realizada sobre el extracto a partir de hojas, ramas, tallos y flores de luffa cylindrica.	147
Anexo #15. Resultado de prueba fitoquímica Bornträger para determinar quinonas y antraquinonas, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica	148
Anexo #16. Resultado de prueba fitoquímica Bornträger para determinar quinonas y antraquinonas, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde o inmaduro de luffa cylindrica.	148
Anexo #17. Resultado de prueba fitoquímica para determinar cumarinas por luz UV, realizada sobre el extracto a partir de semillas de luffa cylindrica. .	149
Anexo #18. Resultado de prueba fitoquímica para determinar cumarinas por luz UV, realizada sobre el extracto a partir de hojas, ramas, tallos y flores de luffa cylindrica.	149
Anexo #19. Resultado de prueba fitoquímica para determinar cumarinas por luz UV, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica.	150

Anexo #20. Resultado de prueba fitoquímica para determinar cumarinas por luz UV, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde o inmaduro de luffa cylindrica.	150
Anexo #21. Resultado de prueba fitoquímica Lieberman-Burchard para determinar triterpenos y esteroides, realizada sobre el extracto a partir de semillas de luffa cylindrica.	151
Anexo #22. Resultado de prueba fitoquímica Lieberman-Burchard para determinar triterpenos y esteroides, realizada sobre el extracto a partir de hojas, tallos, ramas y flores de luffa cylindrica.....	151
Anexo #23. Resultado de prueba fitoquímica Lieberman-Burchard para determinar triterpenos y esteroides, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica.....	152
Anexo #24. Resultado de prueba fitoquímica Lieberman-Burchard para determinar triterpenos y esteroides, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde o inmaduro de luffa cylindrica.....	152
Anexo #25. Resultado de prueba fitoquímica Molish para determinar azúcares reductores, realizada sobre el extracto a partir de semillas de luffa cylindrica.	153
Anexo #26. Resultado de prueba fitoquímica Molish para determinar azúcares reductores, realizada sobre el extracto a partir de hojas, tallos, ramas y flores de luffa cylindrica.	153
Anexo #27. Resultado de prueba fitoquímica Molish para determinar azúcares reductores, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica.	154
Anexo #28. Resultado de prueba fitoquímica Molish para determinar azúcares reductores, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde o inmaduro de luffa cylindrica.	154
Anexo #29. Resultado de prueba fitoquímica para determinar saponinas, realizada sobre el extracto a partir de semillas de luffa cylindrica.	155

Anexo #30. Resultado de prueba fitoquímica para determinar saponinas, realizada sobre el extracto a partir de hojas, tallos, ramas y flores de luffa cylindrica.	155
Anexo #31. Resultado de prueba fitoquímica para determinar saponinas, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica.	156
Anexo #32. Resultado de prueba fitoquímica para determinar saponinas, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde de luffa cylindrica.....	156
Anexo #33. Resultado de prueba fitoquímica para determinar antocianinas, realizada sobre el extracto a partir de semillas de luffa cylindrica.	157
Anexo #34. Resultado de prueba fitoquímica para determinar antocianinas, realizada sobre el extracto a partir de hojas, tallos, ramas y flores de luffa cylindrica.	157
Anexo #35. Resultado de prueba fitoquímica para determinar antocianinas, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica.	158
Anexo #36. Resultado de prueba fitoquímica para determinar antocianinas, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde o inmaduro de luffa cylindrica.	158
Anexo #37. Determinación del halo de inhibición del extracto concentrado de semillas contra la cepa Staphylococcus aureus #1.....	159
Anexo #38. Determinación del halo de inhibición del extracto concentrado de tallos, hojas, ramas y flores contra la cepa Staphylococcus aureus #1	159
Anexo #39. Determinación del halo de inhibición del extracto concentrado de fruto seco concentrado contra la cepa Staphylococcus aureus #1.....	160
Anexo #40. Determinación del halo de inhibición del extracto concentrado de fruto verde o inmaduro contra la cepa Staphylococcus aureus #1	160
Anexo #41. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de semillas contra la cepa Staphylococcus aureus #2	161
Anexo #42. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de tallos, hojas, ramas y flores contra la cepa Staphylococcus aureus #2	161
Anexo #43. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de fruto seco contra la cepa Staphylococcus aureus #2	162

Anexo #44. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de fruto verde o inmaduro contra la cepa Staphylococcus aureus #2.....	162
Anexo #45. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de semillas contra la cepa Staphylococcus aureus #3	163
Anexo #46. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de tallos, hojas, ramas y flores contra la cepa Staphylococcus aureus #3	163
Anexo #47. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de fruto seco contra la cepa Staphylococcus aureus #3	164
Anexo #48. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de fruto verde o inmaduro contra la cepa Staphylococcus aureus #3.....	164
Anexo #49. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de semillas contra la cepa Pseudomona aeruginosa.....	165
Anexo #50. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de tallos, hojas, ramas y flores contra la cepa Pseudomona aeruginosa	165
Anexo #51. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de fruto seco contra la cepa Pseudomona aeruginosa.....	166
Anexo #52. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de fruto verde o inmaduro contra la cepa Pseudomona aeruginosa	166
Anexo #53. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de semillas contra la cepa salmonella	167
Anexo #54. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de tallos, hojas, ramas y flores contra la cepa salmonella.....	167
Anexo #55. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de fruto seco contra la cepa salmonella.....	168
Anexo #53. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de fruto verde o inmaduro contra la cepa salmonella	168

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1. Ubicación taxonómica de la planta <i>Luffa cylindrica</i>	45
Tabla 2. Criterios de búsqueda utilizados, según objetivos.....	56
Tabla 3. Criterios de inclusión y criterios de exclusión utilizados para la selección de artículos.....	58
Tabla 4. Cantidad de artículos según nivel de evidencia	59
Tabla 5. Cuadro de operacionalización de variables	64
Tabla 6. Cronograma de tareas a realizar para cada objetivo planteado de la investigación.	67
Tabla 7. Equipos y materiales utilizados para llevar a cabo la investigación en la Universidad Internacional de las Américas.....	73
Tabla 8. Equipos y materiales utilizados para llevar a cabo la investigación en el laboratorio microbiológico Microlabs.	78
Tabla 9. Reactivos utilizados para llevar a cabo la investigación en los balotarios de química de la Universidad Internacional de las Américas	80
Tabla 10. Reactivos utilizados para llevar a cabo la investigación en el laboratorio microbiológico Microlabs.	86
Tabla 11. Pesos de los diferentes materiales vegetales utilizados de la planta <i>Luffa cylindrica</i>, en balanza analítica #12 ADAM Nimbus $\pm 0,0001$ g	97
Tabla 12. Aceites obtenidos a partir de las diferentes partes de la planta <i>luffa cylindrica</i> mediante equipo soxhlet.....	98
Tabla 13. Resultados de las Pruebas Fitoquímicas aplicadas a los extractos vegetales.....	100
Tabla 14. Asignación del numero de muestra de los diferentes extractos a partir de <i>Luffa cylindrica</i>.	103
Tabla 15. Resultados del halo de inhibición provocado por los extractos de <i>luffa cylindrica</i> concentrados sobre la cepa de <i>Staphylococcus aureus</i> #1	106
Tabla 16. Resultados del halo de inhibición provocado por los extractos de <i>luffa cylindrica</i> diluidos sobre la cepa de <i>Staphylococcus aureus</i> #2	110
Tabla 17. Resultados del halo de inhibición provocado por los extractos de <i>luffa cylindrica</i> diluidos sobre la cepa de <i>Staphylococcus aureus</i> #3	112

Tabla 18. Resultados del halo de inhibición provocada por los extractos de luffa cylindrica diluidos sobre la cepa de Pseudomona aeruginosa115

Tabla 19. Resultados del halo de inhibición provocada por los extractos de luffa cylindrica diluidos sobre la cepa de salmonella119

ÍNDICE FIGURAS

Figuras 1	Muestra la estructura general de la piel humana	19
Figuras 2	Muestras la estructura de las células epidérmicas.....	22
Figuras 3	Se muestra la localización de las células epidérmicas dentro de los diferentes estratos de la epidermis	24
Figuras 4	Se muestran las células mas representativas que se encuentran en la epidermis, el dendrocito (A), mastocito (B) y fibroblasto (C).....	26
Figuras 5	Se muestran los estratos dérmicos, asi como las células que conforman la dermis	27
Figuras 6	Se muestra la estructura general de la hipodermis	28
Figuras 7	Se muestra tinción de gram de Staphylococcus aureus.....	33
Figuras 8	Planta de Luffa cylindrica.....	45
Figuras 9	Diagrama de flujo para el proceso de extracción de los componentes de la luffa cylindrica.	69
Figuras 10	Diagrama de flujo para el proceso de tamizaje fitoquímico de los diferentes extractos vegetales de Luffa cylindrica.	70
Figuras 11	Diagrama de flujo para el proceso de determinación de la propiedad antimicrobiana de los componentes de la luffa cylindrica.	70
Figuras 12	Cultivo antimicrobiano de los extractos concentrados contra cepa de Staphylococcus aureus # 1, antes de la incubación.	104
Figuras 13	Cultivo antimicrobiano de los extractos concentrados contra cepa de Staphylococcus aureus # 1, luego de la incubación.....	105
Figuras 14	Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de Staphylococcus aureus # 2, antes de la incubación.	108

Figuras 15	Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de Staphylococcus aureus # 2, luego de la incubación.....	109
Figuras 16	Resultados del halo de inhibición provocado por los extractos de luffa cylindrica diluidos sobre la cepa de Staphylococcus aureus #2	110
Figuras 17	Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de Staphylococcus aureus # 3, antes de la incubación.	111
Figuras 18	Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de Staphylococcus aureus # 3, luego de la incubación.....	112
Figuras 19	Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de Pseudomona aeruginosa, antes de la incubación.	114
Figuras 20	Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de Pseudomona aeruginosa, luego de la incubación.	115
Figuras 21	Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de salmonela, antes de la incubación.....	117
Figuras 22	Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de salmonela, luego de la incubación.	118

Agradecimientos

Primero le doy gracias a Dios y a la Virgencita, por brindarme salud, esperanza, paz y haberme guiado siempre por el camino del bien. Doy gracias también por darme una familia ejemplar de la cual me siento muy bendecido ya que gracias he logrado ser la persona que ahora soy, a mis amigos y las personas que han estado conmigo en este camino les estoy muy agradecido.

A mis papás y mi hermano por todo el esfuerzo y apoyo incondicional que me han demostrado en todo momento. A mi mamá Julia Sánchez Wong, mi papá José Ángel Rodríguez Martínez y mi hermano Oscar Rodríguez Sánchez, les agradezco por siempre estar a mi lado y le doy gracias infinitas a Dios por poder contar con ustedes todo el tiempo, el decirme si puedo y siempre decirme que no me rinda, de verdad muchas gracias.!

Quiero agradecer a la familia Jara Chavarría, a Nati, don Adrián, Doña Eugenia, Adri, Jose Daniel y Carlos que siempre estuvieron pendientes de este proceso. ¡Les agradezco de corazón por el estar siempre pendientes, muchas gracias!

A mis amigos de años, que me han acompañado durante el tiempo que ha durado este proceso Mauricio Monge, Mario Gutiérrez, Eddy Carrillo, Diego Villegas, Maximiliano Carmona, William Acosta y Tamara Marín gracias infinitas por acompañarme, ayudarme y estar presentes al igual que mi familia y por eso los considero parte de ella.!

A mis amigos y compañeros de los últimos cursos universitarios, en especial a Edgar Navarro, Eduardo Mora y José Mario Salazar les quiero agradecer por ayudarme de mil maneras, escucharme, no tengo palabras y en serio no se imaginan el sentimiento que tengo hacia ustedes, en serio muchas gracias.!

Quiero agradecerle también al personal de la Universidad Internacional de las Américas ya que sin la ayuda y guía de ellos este trabajo no hubiese sido posible. En especial a mi Tutor Javier Alpízar por haber sido mi guía durante este proceso que con su ayuda y el conocimiento transmitido se pudo concretar, muchas gracias.!

También quiero agradecer al Dr. Roldan Ajun, microbiólogo dueño y encargado del laboratorio microbiológico Microlabs; y su personal por la ayuda y la información brindada para desarrollar la investigación.

RESUMEN

En el área de investigación de farmacia los productos de origen natural como lo son los extractos vegetales y sus componentes tienen gran importancia para combatir diferentes microorganismos patógenos con base en el desarrollo de nuevos fármacos. En el presente trabajo se realizó una extracción vegetal a partir de 4 partes de la planta mediante una técnica de maceración acelerada utilizando el equipo Soxhlet e isopropanol como disolvente. El trabajo de investigación tiene como objetivo principal determinar la actividad antimicrobiana *in vitro* del extracto de *Luffa cylindrica* contra cepas de *Staphylococcus aureus* a través de difusión por placa de agar para su aprovechamiento en problemas tópicos y cutáneos, obteniendo resultados positivos que demuestran actividad antimicrobiana de los extractos obtenidos que son dependientes de la concentración.

ABSTRACT:

In the area of pharmaceutical research, products of natural origin such as plant extracts and their components are of great importance to combat different pathogenic microorganisms based on the development of new drugs. In the present work, a vegetable extraction was carried out from 4 parts of the plant using an accelerated maceration technique with the Soxhlet equipment and isopropanol as a solvent. The main objective of the research work is to determine the in vitro antimicrobial activity of luffa cylindrica extract against Staphylococcus aureus strains through agar plate diffusion for its use in topical and skin problems, obtaining positive results that demonstrate antimicrobial activity of the extracts obtained that are concentration dependent.

CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN

CAPITULO I - INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El ser humano durante su evolución ha utilizado la naturaleza a su alrededor para lograr satisfacer sus necesidades, desde las más básicas como vestimenta y alimento; hasta necesidades más complejas de la era actual, donde se producen fragancias y se elaboran fertilizantes y medicamentos. La evolución de la medicina moderna se ha basado de la medicina tradicional, y, a su vez, esta está basada en la medicina natural, donde el uso de plantas medicinales desde hace miles de años dan relevancia a las propiedades curativas, generando la fabricación de nuevos fármacos ¹.

Por otro lado, también se ha hecho referencia del descubrimiento de nuevos microorganismos y la evolución que estos ha sufrido, desencadenando diferentes tipos de patología o enfermedades a nivel mundial, se reconoce a las enfermedades infecciosas como una amenaza global que dependen de la tasa de prevalencia y de incidencia de estas. Algunas infecciones pueden llegar a causar la muerte de los pacientes, como las infecciones en el tracto respiratorio inferior, una infección causada por: el virus de inmunodeficiencia humana (VIH), enfermedades diarreicas, malaria, tuberculosis y las enfermedades infecciosas en niños prevenibles por vacunación ².

Las plantas tienen una gran cantidad de metabolitos primarios y secundarios que le permiten crecer, multiplicarse, defenderse y sobrevivir. Los metabolitos secundarios pueden definirse como el nivel funcional del metabolismo que, aunque no es indispensable para el crecimiento y desarrollo del vegetal, lo es para la supervivencia de la especie. Debido a la riqueza química que contienen las plantas, éstas se consideran una fuente natural de numerosos medicamentos y por ello fueron usadas en la medicina tradicional, popular o folklórica y sus cualidades fueron transmitidas a través de las culturas de los pueblos. El estudio fitoquímico de los vegetales permite conocer los principios activos y evaluar la complejidad de sus caminos de biosíntesis y degradación,

así como los mecanismos de regulación. En este trabajo analizamos la importancia de su estudio en la carrera de Farmacia ¹⁻².

Existen otras enfermedades infecciosas que son menos graves y que no provocan la muerte si se les da un tratamiento adecuado, como las enfermedades infecciosas de carácter dermatológico. Estas enfermedades son provocadas por microorganismos que pueden o no afectar la piel directamente, las partes blandas y tejidos, donde logran reproducirse y ocasionalmente dan como resultado una alteración muy grave en la piel del individuo, algunas veces este tipo de microorganismos se vuelven resistentes a los antibióticos ³.

Los problemas tópicos y cutáneos que son causados por hongos y levaduras reciben el nombre de dermatomicosis y generalmente suelen afectar las uñas, el pelo y la piel estos microorganismos se proliferan y penetran tejidos más profundos transformándose en infecciones crónicas y difíciles de eliminar. Por otro lado, los problemas tópicos que son causados por bacterias causan diferentes reacciones como erisipela, pústulas, carbúnculos, infecciones posoperatorias e inflamación aguda en el paciente. Ambos problemas tópicos afectan el estrato córneo ⁴.

Actualmente, a nivel mundial gran parte de los problemas en la piel son generados por microorganismo que se transmiten por contacto directo con objetos o alguna persona infectada. Los padecimientos inducidos por estos microorganismos dependen de la etiología de: la bacteria, la patogenicidad, de los cuadros clínicos que esta provoque, así como de la localización cutánea de la infección. Estas bacterias tienen la capacidad de atacar u hospedarse en cualquier tipo de población, afectando mayoritariamente la población pediátrica y pacientes con factores de riesgo asociados o con un sistema inmune comprometido ²⁻⁴.

La incidencia de las infecciones en la piel ha tenido un incremento en los últimos años esto debido a la fácil evolución de las bacterias, su diseminación y su rápida proliferación y sumado a estas características la habilidad de crear mecanismos de

resistencia antibiótica hace que la incidencia de las infecciones en la piel sea mucho mayor en la actualidad. En la mayoría de casos las bacterias involucradas son las bacterias Gram positivas, destacando entre ellas el *Staphylococcus aureus* y el *Staphylococcus pyogenes* como los microorganismos más comunes que producen daño en piel y tejidos blandos ²⁻⁵.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La piel es considerada el ecosistema más grande que posee el ser humano, ya que este alberga una gran cantidad y variedad de microorganismo que habitan diferentes nichos fisiológicos y topográficos en el cuerpo. La biodiversidad de este microbiota está constituida por alrededor de 5000 géneros bacterianos, caracterizando tradicionalmente especies de *Staphylococcus spp* como las principales causantes de mantener la salud de la piel o por el contrario producir enfermedades e infecciones cutáneas y en la piel ⁴.

Los desórdenes dermatológicos que se manifiestan de forma estereotípica en diferentes zonas del cuerpo son algunos de los factores responsables que potencian la alteración o perturbación de la flora microbiana en el organismo, generado la colonización de estas bacterias. Además de estos factores dermatológicos se debe incluir los factores propios de cada persona: sexo, etnia, edad, etc.; y los factores exógenos: medicamentos, heridas, estilo de vida entre otras) pueden ser la causa del aumento de los problemas tópicos y cutáneos ⁴.

El *Staphylococcus aureus* es una bacteria gram positivo, carece de movimiento y posee forma de coco, es un microorganismo aerobio y anaerobio facultativo que es no formador de esporas. Su principal nicho de colonización es la piel, el área de las narinas, ingles y el tracto gastrointestinal, la invasión de los microorganismos se generan debido a bajos mecanismo de defensa del huésped, por aspiración o la inserción de estos en piel dañada o durante procesos quirúrgicos donde se presentan las mejores condiciones para producir un reservorio de microorganismos favoreciendo finalmente la infección ²⁻³.

Las infecciones provocadas por *S. aureus* son un problema de salud mundial, ya que este agente patógeno poseen una rápida proliferación y una fácil transmisión entre los pacientes, la adaptabilidad que posee el microorganismo hace que este aísle con mayor facilidad en infecciones de piel y tejidos blandos, infecciones endovasculares, neumonías, artritis séptica, endocarditis, osteomielitis, prótesis y sepsis, así como también en pacientes con alteración del estado inmunológico (diabéticos, pacientes con cáncer o alguna inmunodeficiencia) ²⁻⁵.

Sumado a lo anterior, se responsabiliza a esta bacteria como uno de los principales patógenos encargados de generar la mayoría de las infecciones intrahospitalarias e infecciones de la comunidad, contribuyendo a un aumento en los casos infecciosos que se tiene que atender diariamente en los centros de salud. Una de las características de la bacteria por la cual se presenta este aumento en los casos infecciosos es por su capacidad evolutiva que le otorga la habilidad para adquirir diferentes mecanismos de resistencia a los antibióticos ²⁻⁴.

Esta evolución de los microorganismos se ha convertido en una amenaza para la salud pública mundial, esta problemática también se debe a la mala utilización de medicamentos antibióticos y antifúngicos por parte de los usuarios. Debido a esto, los investigadores en salud han venido efectuando extracciones y estudiando con atención los diferentes compuestos que son biológicamente activos dentro de diversas especies de plantas tradicionales con usos en la medicina herbal, esto con el fin de usar esas extracciones como alternativa en el manejo de los procesos infecciosos ⁵.

La resistencia antimicrobiana es un problema de salud a nivel mundial, y se define como la capacidad que tiene un microorganismo para resistir el efecto de los medicamentos antibióticos. Esta capacidad que poseen la mayoría de los microorganismos puede ser propia del tipo de bacteria o puede ser una capacidad que desarrolla durante el proceso de infección o durante la aplicación del tratamiento. Ejerciendo un gran impacto en la salud y la economía mundial ⁶.

En este sentido, y partiendo de lo anteriormente mencionado, surge una pregunta necesaria dentro de ese campo ¿Es posible determinar una acción antimicrobiana

proveniente de los extractos de la planta con poco uso en medicina tradicional como la *Luffa cylindrica*?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar de la actividad antibacteriana in vitro del extracto de la planta *Luffa cylindrica* contra cepas de *Staphylococcus aureus* a través de difusión en placa de agar para su aprovechamiento en problemas tópicos y cutáneos.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar una revisión bibliográfica sistemática sobre las propiedades que presenta la planta de *Luffa cylindrica* y procesos de extracción a partir de material vegetal.
2. Obtener extractos a partir de diferentes tejidos de *Luffa cylindrica*, empleando como técnica de extracción una maceración acelerada mediante equipo de extracción soxhlet.
3. Evaluar de la actividad antibacteriana in vitro del extracto de la planta *Luffa cylindrica* contra cepas de *Staphylococcus aureus*.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El *Staphylococcus aureus* es reconocido como una bacteria de gran importancia que constituye parte de la flora transitoria de la piel y es el desencadenante más común de las infecciones cutáneas provocando con frecuencia lesiones de menor gravedad como celulitis, impétigo y abscesos. Pero, en ocasiones cuando aparece la infección asociada a otros factores de riesgo para el paciente ocurren con mayor gravedad o severidad y pueden producir cuadros de neumonía, sepsis y otras infecciones. Aunado a lo anterior se hace una revisión bibliográfica para generar información importante sobre el agente patógeno y su correcto tratamiento ²⁻⁵.

A pesar del desarrollo que ha tenido el ser humano sigue utilizando las plantas medicinales que tiene un gran valor como precursor y como parte del tratamiento para los diferentes tipos de enfermedades existentes. Existen estudios donde se evidencian profundos avances y descubrimientos científicos donde se originan sustancias bioactivas que son generadoras de medicamentos de carácter natural o de materia prima para la formulación de medicamentos. Por lo que la utilización de plantas medicinales ayuda a solventar los problemas infecciosos de la población ⁶.

La gran variedad de especies vegetales al rededor del mundo ha permitido al ser humano estudiarlas y utilizarlas como tratamientos para muchas enfermedades. Siendo las plantas medicinales un buen precursor de compuestos o agentes antimicrobianos, lo cual es una opción ante la problemática del mecanismo de resistencia a los antibióticos. Por lo tanto, los extractos de la planta *Luffa cylindrica* se ha caracterizado por poseer compuestos con propiedades antimicrobianas que pueden ser usados de manera natural o para síntesis de compuestos con mayor eficacia y seguridad ⁶⁻⁹.

Cabe destacar que durante los últimos años de la historia farmacológica ha venido prestando mucha atención en diferentes tipos de plantas que han sido muy poco estudiadas, pero son pertenecientes a tipos de familia que, si tiene estudios científicos, la diversidad biológica existente en ellas origina cierto interés por las actividades biológicas

de las plantas identificando los compuestos a los que se les puede atribuir los efectos farmacológicos ⁶⁻⁸.

La gran cantidad de propiedades medicinales que contienen las plantas se debe básicamente al contenido de compuestos esenciales y proteínas capaces de inhibir la regulación de la síntesis de proteínas del microorganismo o de participar en la defensa contra estos. Algunos de estos compuestos esenciales presentan estructuras químicas como alcoholes, aldehídos, ácidos carboxílicos; responsables de las diferentes propiedades farmacológicas que poseen las plantas ⁸⁻¹³.

La *Luffa cylindrica* es una especie importante de la familia de cucurbitácea que se utiliza para la elaboración de materiales industriales como material de embalaje ecológico, paneles de aislamiento térmico y acústico, plantillas para calzado, esponja para aseo personal. Por otro lado, también ha sido utilizada en medicina natural debido al alto contenido de sustancias con propiedades medicinales que posee como saponinas, terpenos, polifenoles, ácidos grasos y flavonoides presentes en las diferentes partes de las plantas (tallos, hojas, flor, fruto y semillas) ⁷⁻¹⁵.

Debido a la composición química de la planta se le atribuyen diferentes propiedades farmacológicas como propiedades antieméticas, antiasmáticas, antitusivas, antiinflamatorias, antifúngicas y antibacterianas. También, diferentes estudios señalan la presencia de proteínas inhibitorias que inhiben la síntesis de proteínas como la proteína luffin que depuran ARN ribosómico grande haciendo que esta modificación de tamaño no permita que el ribosoma se una al factor de elongación inhibiendo de esta manera la síntesis de proteína del organismo ⁶⁻²⁵.

1.5. ANTECEDENTES

En este apartado de la investigación se mostrará como la investigación científica en farmacia ha estado involucrada en el descubrimiento de propiedades medicinales de

nuevos extractos de plantas que son poco utilizadas en la medicina natural convencional. Como bien se sabe, los problemas tópicos y cutáneos causados por infecciones de microorganismos han venido presentando un aumento de casos dentro de la población. Además, se demuestra la actividad antimicrobiana contra diferentes patógenos que poseen los extractos de plantas poco utilizadas dentro de la medicina natural convencional, que, contemplando los antecedentes históricos, se puede concluir en la actualidad que estos antecedentes nos funcionarían como precedentes para el desarrollo de la investigación.

1.5.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Islam, Nishida & Funatsa ⁸ (1990) con su investigación “completed amino acid sequence of luffin-a, a ribosome inactivating protein from seeds of sponge gourd (*Luffa cylindrica*)”, han determinado la secuencia completa de aminoácidos de luffin-a de la semilla de *Luffa cylindrica*. Esta investigación se realizó empleando el método de doble acoplamiento con 4'-isotiocianato de 4-N, N-dimetilaminoazobenceno y con fenilisotiocianato, obteniendo un total de 248 aminoácidos de los cuales se aislaron 22 péptidos. Estas proteínas obtenidas se compararon con la secuencia de la cadena A del ricino que tiene una proteína inactivadora de ribosoma, obteniendo como resultado una identidad de secuencia de un 33%.

Gbeassor M, Kedjagni A, Koumaglo K, de Souza C, Agbos K, Aklikokou K et al ⁹ (1990) al realizar el estudio “In vitro antimalarial activity of six medicinal plants”, consiguen extractos etanólicos de diferentes plantas, entre ellas *Luffa cylindrica*, con el uso de material vegetal seco y pulverizado en alcohol de 95% para luego, este extracto terminarlo de secar con presión reducida y así realizar las pruebas in vitro. El resultado que se obtuvo fue positivo ya que la inhibición del crecimiento bacteriano fue proporcional a la dosis y a la concentración utilizada.

En 2003 Lapenna E, Medina G, Díaz L, Aguillón K, Marín H ¹⁰. Describen en su estudio “Actividad fungicida y bactericida y fungicida de algunas plantas utilizadas en la

medicina tradicional venezolana” diferentes procedimientos de extracción de los compuestos antibacterianos a partir de hojas secas y limpias, durante su elaboración en uno de los procesos se utilizó agua como disolvente en un proceso de cocción y para otra extracción se utilizó metanol como disolvente y se macero el material vegetal, durante las pruebas microbianas los resultados fueron muy variados que dependieron de la planta utilizada y el método de extracción empleado, pero la mayoría si demostraron tener actividad antimicrobiana.

En 2007 Kamatenesi M, Makawiti D, Oryem H, Odyek O, Nganga J ¹¹ en su estudio “The oxytocic properties of *Luffa cylindrica* (L.) M. Roem. and *Bidens pilosa* L. traditionally used medicinal plants from western Uganda” realizan una recopilación de datos, estudiando varias plantas utilizadas en medicina natural. El estudio se aplicó de forma in vitro en animales de laboratorio y se recopilaron datos de los indicadores terapéuticos de los remedios a base de las hierbas que se emplearon, obteniendo una respuesta positiva para poder registrar su uso.

Amaya L, Díaz F, García N, Moncada M, Guerrero G ¹² (2007) en su estudio “Obtención del aceite de las semillas de *Luffa cylindrica* y evaluación de su potencial uso en la industria cosmética”, realizan la extracción del aceite de las semillas de *Luffa cylindrica* mediante método soxhlet utilizando n-hexano como disolvente y el aceite obtenido se sometió a un análisis cromatográfico determinan la caracterización fisicoquímica del aceite extraído, las pruebas microbiológicas realizadas al aceite fresco no dieron un resultado ya que la proliferación de los agentes estudiados sobrepasa el límite establecido debido a una mala manipulación.

Devi G et al ¹³ (2009) en “Studies on the antibacterial and antifungal activities of the ethanolic extracts of *Luffa cylindrica* (Linn) fruit”, en el procedimiento utilizaron fruto fresco para la obtención de los extractos. La extracción se realizó mediante el método de soxhlet usando etanol como disolvente, obteniendo como resultado diferentes fracciones de los extractos que demostraron tener una capacidad antimicrobiana y antifúngica contra las diferentes bacterias gram positivas y gram negativas analizadas.

1.5.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

En 2010 Ismail M, Hussain M, Dastagir M, Billah M, Quader A ¹⁴, a través de su investigación *Phytochemical and antimicrobial investigation of Luffa cylindrica* han aislado los componentes responsables de la actividad antimicrobiana a partir de frutos secos; estos extractos fueron obtenidos por el método soxhlet utilizando como disolventes el éter de petróleo y el acetato de etilo, ambas extracciones se realizaron por separado y los productos obtenidos demostraron tener actividad antimicrobiana de leve a moderada a contra la mayoría de las cepas de bacterias y hongos con las que se realizó la investigación.

Nagarajan K, Saxena P, Mazumder A, Ghosh L & Devi G ¹⁵ (2010) en la investigación *“Effect of various chromatographic terpenoid fractions of Luffa cylindrica seeds on in vitro antimicrobial studies”* aíslan diferentes fracciones de terpenoides obtenidas a partir de las semillas de *Luffa cylindrica* mediante método soxhlet, utilizando metanol como disolvente. Las fracciones obtenidas fueron sometidas al método de difusión agar demostrando una capacidad antimicrobiana frente a las diferentes bacterias utilizadas durante el ejercicio.

En 2012 Bal K, Bal Y, Cote G & Chagnes A ¹⁶, mencionan en su estudio *“Morphology and antimicrobial properties of Luffa cylindrica fibers/chitosan biomaterial as micro-reservoirs for silver delivery”* la morfología y la actividad antimicrobiana presentes en las fibras del fruto seco de *Luffa cylindrica*, el proceso utilizado incorpora soluciones de hidróxido de sodio al 5% y ácido acético al 2% en experimentos separados sumergiendo las fibras en las soluciones para después comprobar la actividad antimicrobiana presente en las fibras de la planta mediante pruebas con los agentes bacterianos en disco de agar sangre.

En 2012 Partap S, Kumar A, Kant N, Jha K ¹⁷. Con su artículo *“Luffa cylindrica: an important medicinal plant”*, mediante una revisión bibliográfica hacen relevancia al uso medicinal de la planta *Luffa cylindrica* y describen cada uno de los componentes bioactivos de la planta y el efecto terapéutico que posee cada uno de ellos, haciendo

relevancia a la finalidad farmacológica presente en estos compuestos bioactivos presentes en la planta.

Aboh M, Okhale S, Ibrahim K ¹⁸ (2012) en su estudio “Preliminary studies on *Luffa cylindrica*: comparative Phytochemical and antimicrobial screening of the fresh and dried aerial parts”, describen el procedimiento utilizando material aéreo (tallos, hojas, flores) seco, limpio y macerado, para su extracción se empleó agua, cloroformo y metanol. Al producto obtenido se examinó en búsqueda de los metabolitos secundarios y se reporta que el extracto contiene alcaloides, saponinas y taninos. En las pruebas antimicrobianas realizadas se demostró la actividad antimicrobiana que posee el extracto.

Difurnó J, Lorente C, Frías J, Ocaña R Ramírez R ⁷ (2012) en su estudio “evaluación microbiológica preliminar de plantas de la flora cubana en Granma” elaboraron el estudio a partir de material vegetal seco y limpio, este material fue macerado y se utilizó alcohol al 70% como disolvente para obtener una tintura al 20%. El extracto tuvo una respuesta positiva para las diferentes pruebas antibacterianas que se realizaron.

En 2013 Ahmad B & Khan A ¹⁹ con su estudio “Antibacterial, antifungal and phytotoxic activities of *Luffa cylindrica* and *Momordica charantia*”, examinan la actividad antibacteriana, antifúngica y fitotóxica de los extractos de ambas plantas se obtuvieron a partir Frutos limpios y secos mediante extracción metanol, para luego suspenderla en agua destilada y elaborar diferentes fracciones repartidas con n-hexano, cloroformo, acetato de etilo, butanol y agua. Las pruebas antimicrobianas aplicadas a las diferentes fracciones del extracto sobre los microorganismos resultan positivas ya que demuestran una inhibición del crecimiento de regular a buena dependiendo del tipo de fracción utilizado.

Swain T, Sahoo R & Kar D ²⁰ en 2013 presentan el estudio “Phytochemical potential of *Luffa cylindrica* (L.) Roem extracts” examinaron las propiedades antimicrobianas de los extractos de la *Luffa cylindrica*. Esto lo hicieron con frutos secos, limpios y pulverizados utilizando un aparato soxhlet y etanol y agua como disolventes. Los extractos obtenidos fueron sometidos a pruebas microbiológicas con diferentes agentes microbianos, mostrando tener efecto bactericida ya que no se mostró un crecimiento bacteriano en las pruebas aun después de 48 horas de incubación.

En 2014 Mankilik M & Mikailu A ²¹ en su estudio “Phytochemical Content and antimicrobial activities of *Luffa aegyptiaca* (sponge gourd) leaves extracts”, analizaron las propiedades antimicrobianas que poseen los extractos de hojas secas de *Luffa aegyptiaca*. Los fitoquímicos fueron obtenidos mediante extracción con equipo soxhlet utilizando diferentes disolventes como metanol, etanol, cloroformo y agua. Los diferentes extractos obtenidos se sometieron a análisis fitoquímico demostrando la presencia de taninos, saponinas, flavonoides, glucósidos, esteroides, cumarinas antraquinonas y flobataninas. Por otra parte, los extractos fueron sometidos a pruebas antimicrobianas obteniendo buenos resultados, ya que los componentes bioactivos presentes en la planta poseen actividad antimicrobiana potencial.

Antia B, Essien E, Okokon J & Alalade I ²² (2015) con su estudio “Wound healing, Phytochemical and antimicrobial properties of *Luffa cylindrica* (Linn.) seed extracts” la capacidad de cicatrización y la actividad antimicrobiana de diferentes extractos obtenidos a partir de semillas pulverizadas de *Luffa cylindrica*, para esto utilizaron el equipo de destilación y n-hexano como disolvente, el residuo exento se extrajo con disolventes de polaridad creciente (cloroformo, éter dietílico, acetato de etilo, n-butanol y metanol). Para las pruebas de actividad antimicrobiana se utilizaron diferentes bacterias y se evaluaron diferentes concentraciones de los extractos mediante el método de difusión pozos de agar, demostrando una actividad de regular a buena.

En 2018 Onyegbule F, Okeye Ch, Chukwunwejim Ch, Umeokoli B & Eze P ²³ durante su estudio “Evaluation of Antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial activities of the leaf extracts of *Luffa cylindrica*”, se evaluó la actividad antioxidante, antiinflamatoria y antimicrobiana de los extractos crudos de etanol y acetato de etilo obtenidos a partir de hojas secas y limpias, mediante un proceso de maceración durante dos días para luego ser filtrado y evaporar el exceso de humedad. Los resultados para las pruebas microbiológicas fueron positivos, ya que si presentaron acción sobre bacterias gram positivas y gram negativas empleadas.

Arias Q, Valdés L, Remón N & Ramírez J ²⁴ (2018) en su estudio “Capacidad antioxidante in vitro de extractos etanólicos del fruto de *Luffa cylindrica* L. Roem” determinaron la capacidad antioxidante de los extractos obtenidos a partir de frutos verdes

y frutos secos de *Luffa cylindrica*. Para la extracción utilizaron el procerco de maceración con etanol al 70%, su capacidad antioxidante fue determina mediante espectrofotometría ultravioleta. La composición fitoquímica de los extractos fue explorada cualitativamente por tamizaje, los compuestos detectados fueron triterpenos, polifenoles, anticianidinas y cumarinas que son los responsables de las actividades antimicrobianas del extracto.

Ali Esmail Al-Snafi ²⁵ en 2019 presenta el estudio “Constituents and pharmacology of *Luffa cylindrica*. A review”, donde presenta una revisión bibliográfica sobre planta evidenciando los efectos biológicos que esta presenta, el cribado fitoquímico reveló que la planta contenía diferentes compuestos como: las antocianinas, glucósidos, flavonoides, saponinas, carbohidratos, proteínas, alcaloides y taninos, algunos de estos compuestos según la investigación son los encargados de las diferentes acciones farmacológicas que tiene la planta.

1.5.3. ANTECEDENTES NACIONALES

En este apartado de antecedentes nacionales se realizó una búsqueda exhaustiva en la biblioteca de la Universidad Internacional de las Américas (UIA). Además, se revisaron diferentes motores de búsqueda de fuentes acreditadas y confiables como Scielo y Pubmed; pero, lastimosamente no se encontró ninguna relación entre el extracto de *Luffa cylindrica* y la actividad antimicrobiana presente en la planta. También cabe destacar que durante la investigación se revisaron revistas nacionales como Binass que proporciona información científica relacionada con la salud y tampoco se encontró ningún artículo a nivel nacional. Sin embargo, si se encontraron artículos científicos de Costa Rica relacionados a la parte agroindustrial de la plant por lo que no se pueden incluir en este apartado, pero tienen importancia para la elaboración de la investigación.

1.6. PROYECCIONES:

- Se pretende obtener el extracto de la planta luffa cylindrica de diferentes tejidos de la planta como hojas, tallos, semillas. En el laboratorio de la Universidad Internacional de las Américas.
- Se pretende comprobar la actividad antimicrobiana presente en la planta contra cepas de *S. aureus*. Este procedimiento se hará con placas certificadas obtenidas en el laboratorio microbiológico Microlabs, en Guadalupe.
- Se busca identificar los componentes presentes en el extracto obtenido mediante pruebas de tamizaje fitoquímico. El procedimiento para realizar estas pruebas se desarrollará en las instalaciones de los laboratorios de química de la Universidad Internacional de las Américas.

CAPITULO II - MARCO TEÓRICO

CAPITULO II - MARCO TEÓRICO

En este apartado se va a presentar las ideas teóricas que sustentan el tema que se está investigando. Dado a la naturaleza del tema, el aspecto técnico del tema, permitió explorar términos y mecanismos que están involucrados en la determinación de la actividad antimicrobiana.

2.1. GENERALIDADES DE LA PIEL

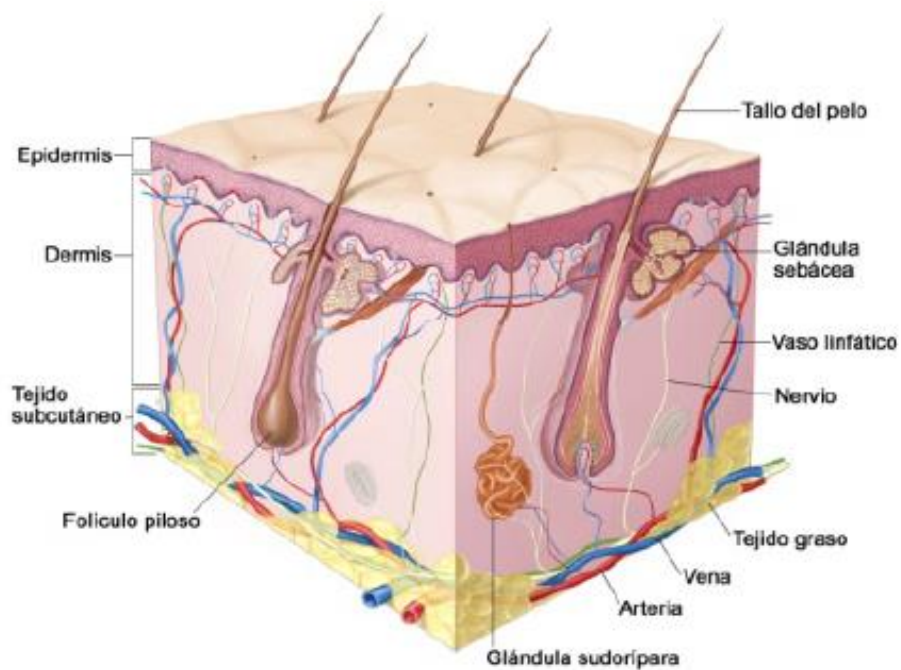
La piel destaca como el órgano más grande que posee el ser humano, es considerado como el más extenso (1,5-2 m²) y el de mayor peso (Aprox. 3,5 kg) en el organismo, dos características que van a depender del tamaño y del peso corporal del individuo. Presenta algunas funciones como la termorregulación, protección, sensorial, entre otras. La piel se puede clasificar tradicionalmente por su grosor en piel gruesa y piel fina y estructuralmente se dividen en epidermis (capa externa), dermis (capa subyacente) y la hipodermis (capa interna) ³⁸.

La composición histológica de una piel es una epidermis y una dermis. La epidermis es el epitelio de revestimiento plano pluriestratificado cornificado en el que es posible diferenciar 5 estratos. Mientras que la dermis es descrita como un tejido conjuntivo donde se observa una capa superficial, la dermis papilar que contiene tejido conjuntivo laxo y una capa profunda, la dermis reticular que está formada por tejido conjuntivo denso. Particularmente en la piel gruesa se describe una epidermis gruesa con queratina protectora abundante y compacta ³⁹.

La piel no es un órgano uniforme en toda su superficie, existiendo algunas variaciones topográficas que son características de sus diferentes funciones. Así, en palmas de la manos y plantas de los pies tiene una importante misión de protección y, en consecuencia, muestra una epidermis muy gruesa, con una gran capa córnea y una

hipodermis también voluminosa. Por otro lado, otro tipo de piel ubicada en los labios menores de genitales femeninos la piel es muy fina, exquisitamente sensible por la gran cantidad de terminaciones nerviosas libres que posee, y prácticamente carece de hipodermis ⁴⁰.

Figuras 1 Muestra la estructura general de la piel humana



Fuente: Imagen tomada de referencia “Caracterización histológica, histoquímica e inmunohistoquímica de la piel palmoplantar humana” ³⁸

2.1.1 CAPAS DE LA PIEL

Las capas de la piel se encuentran a diferente profundidad y su funcionalidad está directamente ligada a las estructuras que las componen, seguidamente se hace referencia a las tres capas que componen la piel.

2.1.1.1 Epidermis

La epidermis es la capa más externa de la piel que se encuentra visible, es un epitelio escamoso y pluriestratificado. Esta capa está formada por diferentes tipos de células como los queratinocitos; que son los responsables de producir queratina y representan entre un 80-95% del total de células en la epidermis, los porcentajes restantes se distribuyen en células como melanocitos que producen melanina, células de Merkel que poseen un papel sensitivo y células Langerhans con función inmunológica ⁴¹.

Los queratinocitos tienen como función principal formar una barrera de protección entre el individuo y el medio externo, esta capa es continuamente sustituida o eliminada por descamación y debido a la replicación celular. Estas células poseen origen ectodérmico y su función morfológica varía según el estrato donde este se encuentre, en el estrato más profundo presentan forma prismática con actividad mitótica y menos actividad bioquímica y conforme se avanza hacia estratos más externos estas van adquiriendo forma cubicas y aplanadas con actividad bioquímica ⁴².

El melanocito es el principal responsable de la producción de melanina, esta célula se origina en la cresta neural y se desplaza hacia el estrato basal de la epidermis. Una vez establecido en el estrato basal el melanocito hace contacto con los queratinocitos circundantes y se fija entre ellas, a este conjunto de células formado se le denomina unidad melánica epidérmica, proporcionando una protección extra sobre los efectos de la radiación solar ⁴³.

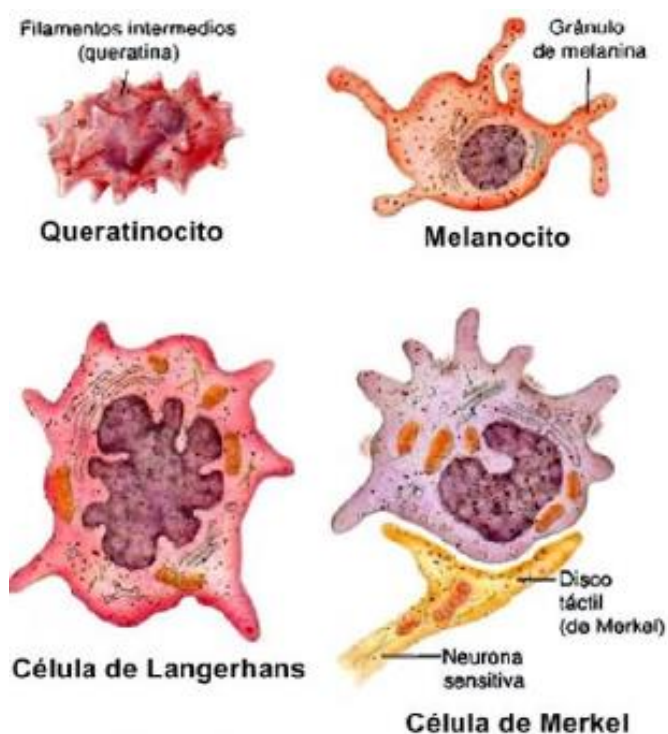
Cabe destacar que, aunque las células de Merkel se encuentran en menor cantidad también están presentes en la epidermis, específicamente en el estrato basal y varían según la localización anatómica. Estas células al ser mecanorreceptor de adaptación lenta, responsables de las propiedades neuroendocrinas y epiteliales que responden del tacto superficial y también de una función paracrina y endocrina, se cree que pueden originarse en la cresta neural y en células madres epidérmicas ⁴⁴.

Por otro lado, las células de Langerhans le dan la capacidad inmune a la piel y suelen observarse a lo largo de todos los estratos de la epidermis, pero con mayor frecuencia en el estrato espinoso. Las células inmaduras de Langerhans se originan de precursores de medula ósea y son transportadas por medio del torrente sanguíneo hasta piel, donde llegan como células maduras de Langerhans que dentro de su contenido poseen antígeno perteneciente al sistema inmune ⁴⁵.

Por otro lado, las células llamadas queratinocitos ejercen una función de barrera de protección presente entre el individuo y el medio ambiente externo, en donde se pueden encontrar diferentes microorganismos que son los responsables de muchas de las enfermedades a nivel tóxico y cutáneo producido por los microorganismos, esta capa se encuentra en constante sustitución y eliminación mediante procesos de descamación y replicación celular, sustituyendo así el tejido muerto de esta capa superficial de la piel ⁴¹⁻⁴².

Estas células que constituyen la epidermis son de origen ectodérmico, es decir, son células que se forman en la capa más externa que forma el embrión y es la primera capa que se forma a partir de epiblasto, esta capa posee una función morfológica varía según el estrato donde este se encuentre, en el estrato más profundo presentan forma prismática con actividad mitótica y menos actividad bioquímica y conforme se avanza hacia estratos más externos estas van adquiriendo forma cubicas y aplanadas con actividad bioquímica ⁴²⁻⁴⁴.

Figuras 2 Muestras la estructura de las células epidérmicas



Fuente: Imagen tomada de referencia “Caracterización histológica, histoquímica e inmunohistoquímica de la piel palmoplantar humana”³⁸

La epidermis esta seccionada en cinco estratos o capas, cada una de ellas constituidas por diferentes células diferentes y se dividen desde la más profunda hasta la más superficial de la siguiente manera:

Estrato germinativo o basal: es el estrato que sen encuentra más profundo de todos y está constituido principalmente por células de queratinocitos que tienen forma de prismas y poseen gran actividad mitótica dando lugar a la división celular efectuando la regeneración de la epidermis en varias fases. Además de estas células, existen otras como los melanocitos y las células de Merkel⁴⁰⁻⁴³.

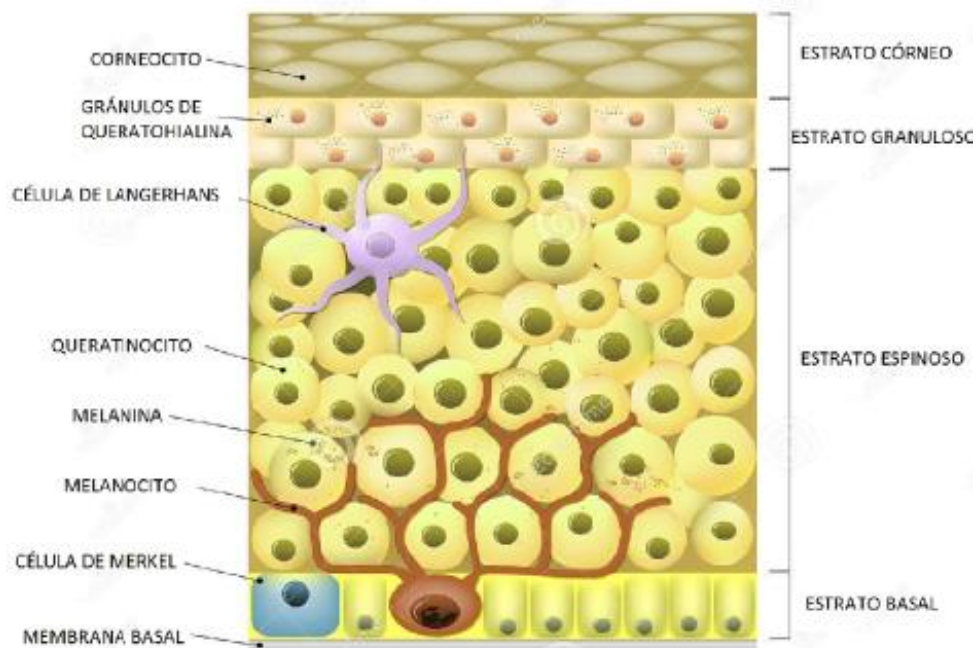
Estrato espinoso de Malpighi: está formado por aproximadamente 8 capas de células, donde predominan los queratinocitos con forma cúbica y a medida que van ascendiendo por los diferentes estratos epidérmicos se van volviendo de forma plana y van perdiendo la capacidad de división celular. Esta capa los queratinocitos se encargan de sintetizar la proteína empaquetadora involucrina, además presenta otras células como melanocitos y las células de Langerhans ⁴⁰⁻⁴⁴.

Estrato granuloso: aquí sucede una queratinización progresiva causados por lo alta actividad productora queratohialina presentes en los gránulos de queratinocitos que pierden capacidad divisoria y a su vez se van volviendo más planos e irregulares formando de 3-5 capas del estrato, estas células aumentan de tamaño y número a medida que se van acercando a la capa más externa de la piel terminando el proceso con la muerte celular. Además, se encuentran cuerpos de Odland fundamentales en la producción de lípidos de la capa cornea ⁴⁵.

Estrato lucido: esta capa predomina en las partes del cuerpo donde la piel es más gruesa como en planta de pies y palma de las manos, es muy rica en lipoproteínas y se encarga de aportar elasticidad a la piel que es sometida a estrés mecánico e impedir la salida o la entrada del agua. Esta capa es muy delgada y los queratinocitos presentan formas muy planas e irregulares ³⁸⁻⁴³.

Estrato córneo: es la capa más superficial y ancha de la epidermis, es el estrato más grueso y eosinófilo de la epidermis y está formada por aproximadamente 20-30 capas de células escamosas, aplanadas y muertas llamadas corneocitos; presentando una bicapa fosfolipídica que le otorga las funciones de protección mecánica y permeabilidad cutánea, siendo el resultado de la diferenciación final de los queratinocitos epidérmicos ⁴⁶.

Figuras 3 Se muestra la localización de las células epidérmicas dentro de los diferentes estratos de la epidermis



Fuente: Imagen tomada de referencia “Caracterización histológica, histoquímica e inmunohistoquímica de la piel palmoplantar humana”³⁸

2.1.1.2 Dermis

El grosor de la dermis varía dependiendo de la zona anatómica donde se encuentre, es una capa más gruesa que la epidermis; constituida por tejido conjuntivo denso de origen mesodérmico, este se encuentra subyacente a la membrana basal de la epidermis proporcionándole soporte estructural, resistencia, elasticidad y capacidad de adaptación a movimientos y cambios de volumen. La dermis funciona como protección de vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas, vasos linfáticos, células del sistema inmunológico, folículos pilosos y glándulas³⁸⁻⁴¹.

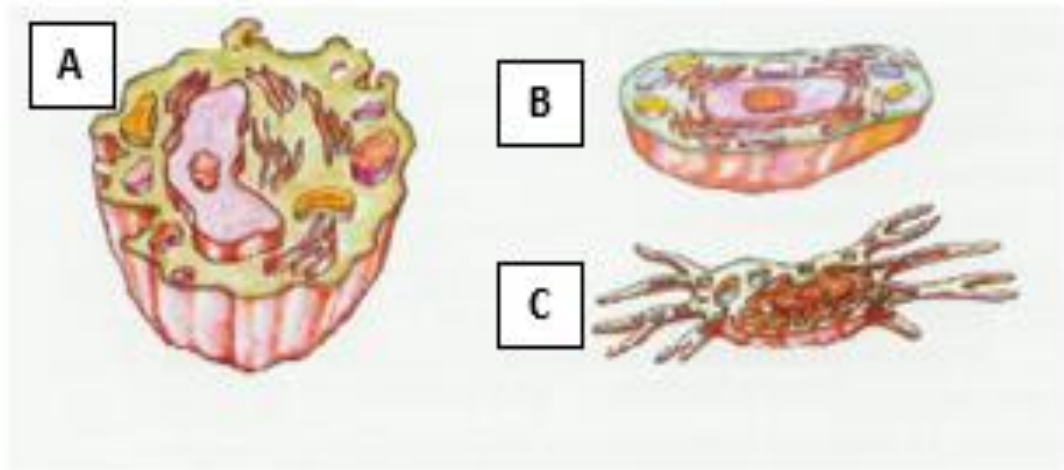
Dentro de la composición celular de la dermis se encuentran los fibroblastos en mayor proporción, encargados de la síntesis y degradación de fibras de la matriz extracelular. Además, dentro de su composición celular existe presencia de mastocitos y macrófagos células encargadas de la defensa del organismo y de células dendríticas o células transitorias del sistema inmune. La matriz extracelular de la presenta composición fibrilar y no fibrilar ³⁸⁻⁴².

La epidermis, mucosas y anejos epidérmicos proceden del ectodermo, mientras que dermis e hipodermis del mesodermo. Aproximadamente en la tercera semana, el embrión está cubierto de una fina membrana unicelular que, a partir de la quinta o sexta, se divide en dos: una superficial, o peridermo, y otra profunda, o estrato germinativo. Ya en el tercer mes Dos meses después, por encima de la glándula sebácea, brota un nuevo engrosamiento, en el que se forma la glándula sudorípara apocrina ⁴⁰⁻⁴².

Posteriormente, en la etapa de diferenciación, parten desde la epidermis células para formar el canal del pelo y otras exteriores que dan lugar a la vaina epitelial externa y en la porción distal o bulbo piloso, que ya engloba las células de la papila, se forma la matriz, cuyas células se multiplican, dando lugar al pelo y vaina epitelial interna. Desde aproximadamente el tercer mes de vida intrauterino, las células matriciales que se encuentran en el abultamiento superior del folículo dan lugar a la glándula sebácea ³⁹⁻⁴².

Entre el quinto y sexto mes prolifera el abultamiento superior, o de la glándula sudorípara apocrina, en forma de cordón sólido, que avanza hasta un nivel bastante profundo, donde las células se separan y determinan la luz glandular. El otro germen epitelial es el de las glándulas sudoríparas ecrinas, que profundiza en la dermis desde el tercer o cuarto mes, diferenciándose paulatinamente glomérulo secretor y conducto excretor, que se canaliza hacia el octavo mes, adoptando en ese momento el aspecto que poseen en el adulto ⁴⁰⁻⁴¹.

Figuras 4 Se muestran las células más representativas que se encuentran en la epidermis, el dendrocito (A), mastocito (B) y fibroblasto (C)



Fuente: Imagen tomada de referencia “Caracterización histológica, histoquímica e inmunohistoquímica de la piel palmoplantar humana”³⁹

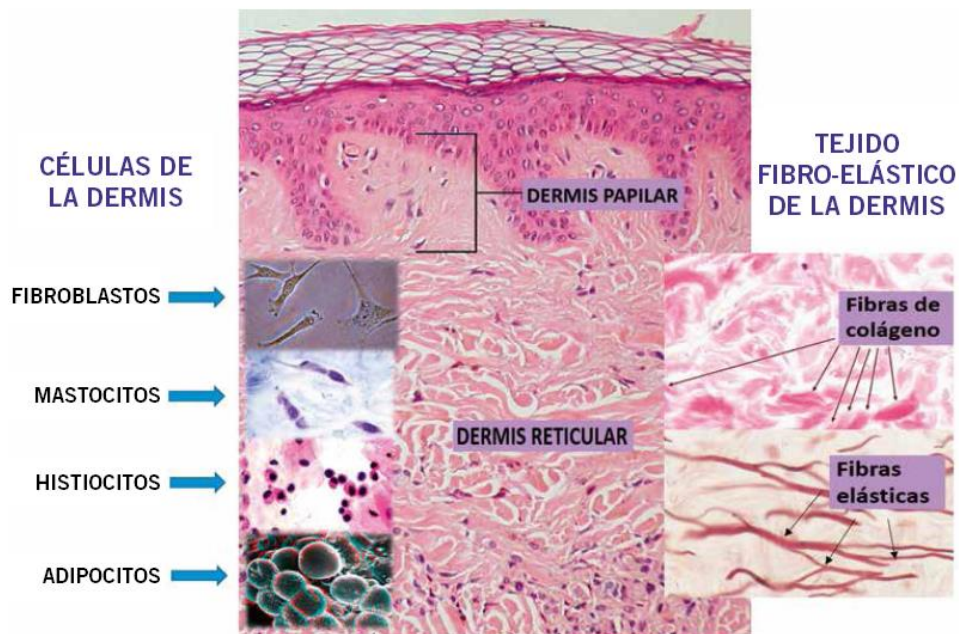
La dermis está constituida por diferentes capas que se encuentran a diferentes profundidades. A continuación, se nombran cada una de las capas y se hace una breve reseña acerca de las capas que conforman las dermis:

Estrato papilar: está compuesto por tejido laxo, es la capa más superior y fina de la dermis que hace contacto con la epidermis a través de las papilas dérmicas, una vez en la epidermis estos se alternan con los procesos interpapilares de la epidermis. En el estrato papilar se encuentran numerosos vasos sanguíneos, vasos linfáticos, glándulas, terminaciones nerviosas y receptores sensoriales⁴⁶.

Estrato reticular: está compuesta por tejido conectivo denso adulto no modelado, es la capa más profunda, más gruesa y con menos contenido celular de la dermis. Se encuentra inmediato a la capa de la hipodermis, integrada por mayoritariamente por haces de colágeno y fibras elásticas gruesas. Al igual que en estrato

papilar, el reticular también contienen vasos sanguíneos y ramificaciones nerviosas, entre otros componentes ⁴⁷.

Figuras 5 Se muestran los estratos dérmicos, así como las células que conforman la dermis



Fuente: Imagen tomada de referencia “Anatomía y fisiología de la piel” ³⁹

2.1.1.3 Hipodermis

Esta es la capa más profunda de la piel, su tamaño va a depender de la región corporal y es de origen mesodérmico, constituido por tejido conjuntivo laxo, células adiposas (adipocitos), vasos sanguíneos y terminaciones nerviosas. La hipodermis funciona como reservorio de energía, de protección a daño mecánico, sirve como termorregulador ya que el tejido adiposo produce calor mediante la oxidación de ácidos grasos ⁴⁸.

Figuras 6 Se muestra la estructura general de la hipodermis



Fuente: Imagen tomada de referencia “Estudio del efecto de polifenoles vegetales sobre un modelo de fotoenvejecimiento en ratones skh1”⁴⁰

2.1.2. FUNCIONES DE LA PIEL

La diversidad en la composición celular de la piel hace que esta tenga muchas y diferentes funciones para el correcto funcionamiento del organismo, dentro de ellas podemos destacar las siguiente:

Función de barrera epidérmica: es la principal función del estrato corneal de la epidermis para mantener y garantizar la protección y permeabilidad del medio interno de las lesiones ambientales, del ingreso de sustancias tóxicas y de la colonización de bacterias patológicas⁴⁰⁻⁴².

Función de soporte, termorregulación y protección: son funciones desempeñadas por la hipodermis y la dermis en mayor parte ya que gracias a su composición forman el esqueleto perfecto, otorgándole además de soporte y protección a órganos más profundos del organismo, le da flexibilidad y fuerza⁴⁰⁻⁴⁵.

Función inmunitaria: posee una estrecha relación con la función de la barrera de protección ya que impiden el ingreso de sustancias y agente patógenos al organismo. Durante la respuesta inmunitaria de la piel participan las células de Langerhans que viajan por la periferia y activan el resto del sistema inmunitario ⁴⁹.

Función endocrina: esta función ocurre en epidermis, donde ocurre una producción endógena de colecalciferol por conversión fitoquímica a partir del 7-dehidrocolesterol y con ayuda de luz ultravioleta natural. Que luego de hidrolizarse en hígado produce vitamina D responsable de aumentar la absorción de calcio ⁴²⁻⁴⁶.

Función exocrina: básicamente en esta función hace referencia a la secreción de sudor y de otras sustancias que se pueden eliminar por medio de este. También dentro de esta función exocrina incluimos las secreciones de las glándulas sebáceas ⁴²⁻⁴⁶.

Función en la curación de heridas: esta es una de las funciones más complejas que presenta la piel, incluye la hemostasia donde los espacios subendoteliales desencadenan la cascada de la coagulación formando coágulo de fibrina, en la fase inflamatoria participan neutrófilos y monocitos que llegan al lugar a eliminar patógenos. Por medio de la proliferación de queratinocitos y fibroblastos forman tejido de granulación y por último en el proceso de remodelación están involucrados los macrófagos ⁴⁸.

Función sensorial: en la piel esta función está establecida por numerosas terminaciones nerviosas que presentan receptores para diferentes acciones como tacto, presión, frío, calor, vibración y en especial dolor ⁴⁰⁻⁴¹.

2.1.3 INFECCIONES BACTERIANAS CUTÁNEAS

El proceso de infección puede ser causado por bacterias, hongos, virus y protozoos. Este proceso ocurre cuando un organismo huésped es invadido y colonizado por un agente o microorganismo patógeno que busca reproducirse a toda costa en el individuo ocasionando infecciones a nivel local o sistémico. Cuando las condiciones son las indicadas la gran mayoría de microorganismos pueden volverse patógenos y generar una infección más comprometedoras para la salud ³⁰.

Tanto bacterias gram negativas como gram positivas son los agentes causales de diversos tipos de patologías e infecciones tanto a nivel intrahospitalario y como a nivel extrahospitalario, destacando entre ellas las infecciones cutáneas (piel y tejidos blandos) que prevalecen y presentan un gran aumento de los casos, debido a la capacidad y velocidad que poseen estos microorganismos invasores para dispersarse dentro de la continuidad. La mayoría de las infecciones cutáneas están causadas en la mayoría de las veces por *Staphylococcus aureus* ³⁰.

Las infecciones cutáneas y en la piel son definidas como los cambios inflamatorios en la epidermis, dermis, tejido celular subcutáneo, fascia profunda o músculo, producidos por un agente infeccioso. La presentación de estas infecciones se debe a un desequilibrio entre el hospedero y los microorganismos que colonizan la piel, el ambiente o por infecciones sistémicas con diseminación hematológica. Los síntomas y lesiones varían y dependiendo del microorganismo invasor en la piel y del compromiso de las estructuras anatómicas subyacentes ³¹.

En piel y tejidos blandos las manifestaciones que se encuentran con más frecuencia son los abscesos y en su mayoría se forman como contenedores del nido de la infección, la principal defensa celular del huésped contra las infecciones por *S. aureus* son los leucocitos polimorfonucleares o conocidos como neutrófilos, estas células contienen y producen muchos agentes antimicrobianos que son efectivos para matar

bacterias, pero también pueden causar daño inespecífico a los tejidos del hospedador y contribuir a la formación de abscesos ³⁸.

La mayor cantidad de las infecciones de piel y tejidos blandos son una de las infecciones que prevalece en la población pediátrica, esto gracias a su facilidad de diseminación y la frecuencia con la que los niños presentan lesiones cutáneas. Algunas de las bacterias de suma importancia implicadas en infecciones cutáneas son *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pyogenes*. Otras bacterias que producen infecciones de piel con menos frecuencia son *Streptococcus agalactiae*, los bacilos gram negativos provocan infecciones perirrectales, inmunodeprimidos, infección nosocomial, *Clostridium* u otros anaerobios y otras bacterias oportunistas, incluyendo micobacterias atípicas ³⁹.

Las infecciones tópicas y cutáneas de carácter bacteriano son infecciones que afectan a las diferentes partes de la piel, epidermis, dermis e hipodermis, a las que se suman las infecciones de los tejidos subcutáneos, y que están provocadas por bacterias. El espectro clínico que poseen estas bacterias es amplio y su diagnóstico es casi siempre clínico, pero es preferible disponer de una muestra microbiológica si se van a prescribir antibióticos. Las dos bacterias principales relacionadas con estos procesos son *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pyogenes*. La antibioticoterapia es probabilista, ya que el diagnóstico clínico suele orientar hacia un germen particular ⁴⁰.

Las infecciones cutáneas abarcan un amplio espectro de cuadros clínicos con pronóstico variable, afectando desde las capas superficiales de la piel hasta la fascia y el músculo, constituyendo un frecuente motivo de consulta en el ámbito tanto ambulatorio como hospitalario. En los últimos años a nivel mundial se ha descrito un incremento de la incidencia de infecciones de piel y tejidos blandos producidos por *Staphylococcus aureus* meticilino resistentes (SAMR) con un 70% pero sin que estos hayan presentado factores de riesgo producto de las infecciones ⁴¹.

2.2 STAPHYLOCOCCUS AUREUS:

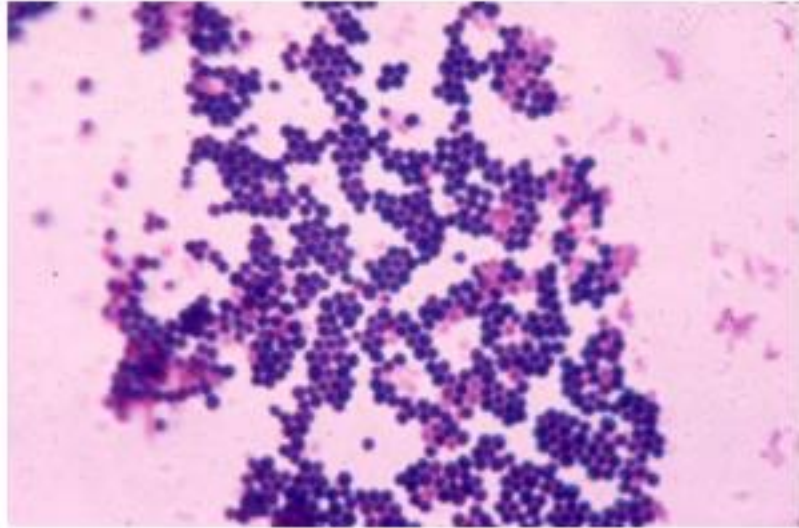
2.2.1. GENERALIDADES:

Esta bacteria agrupada en racimos es clasificada como una bacteria gram positiva y es un microorganismo que se encuentra en la flora normal de los seres humanos. El estudio de esta bacteria es de gran importancia ya que generan diferentes tipos de patologías que están codificadas por distintos genes durante el ciclo de vida del hospedador. Por otro lado, los mecanismos de patogenicidad de la bacteria producen el efecto infeccioso principalmente en el tejido de la piel, en el área nasofaríngea y en los pliegues inguinales y axilares ⁵⁰.

El nombre de este microorganismo fue otorgado por su descubridor, el médico cirujano de origen escocés el Dr. Alexander Ogston en 1882 tan solo 2 años después de su descubrimiento (1880), él observó que el pus que se encontraba producto de las heridas quirúrgicas era originado por esta bacteria, esta observación se dio mediante un microscopio sobre un absceso de una herida. Posteriormente para el año de 1884, otro médico cirujano de origen alemán el Dr. Anton J. Rosenbach descubrió dos cepas de *Staphylococcus*, el *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus albus* ⁵¹.

Este microorganismo Gram positivo pertenece a la familia de los micrococcaceae del género *Staphylococcus* que posee una forma esférica u ovoide y se agrupan en forma de racimos de uvas, se han descrito 35 especies y 17 subespecies de importancia. Las colonias de estos microorganismos suelen presentarse con dos pigmentos diferentes el dorado o color amarillo y las colonias que se presentan en blanco, estas cepas infecciosas necesitan de oxígeno para poder desarrollarse, también necesitan una temperatura de entre 30° - 37° C, a un pH entre 7,0 - 7,5. Por lo que las condiciones que le propician los hospedadores son las más adecuadas para su propagación ⁵².

Figuras 7 Se muestra tinción de gram de Staphylococcus aureus



Fuente: imagen tomada de referencia “Colonización nasal y vaginal por Staphylococcus aureus meticilino resistente y su relación con Streptococcus del grupo b en embarazadas en Posadas, Misiones, Argentina”⁵³

La colonización por parte del microorganismo Staphylococcus aureus puede presentarse en varios tejidos o sistemas del huésped; cuando se presentan infecciones en piel y tejidos blandos, este microorganismo evade la respuesta inmune mediada por neutrófilos y macrófagos al bloquear la quimiotaxis, secuestrando anticuerpos u ocultándose por medio de la formación de biopelícula. También puede hospedarse es en el endotelio cardiaco debido a diferentes factores como un traumatismo directo, inflamación o una enfermedad precedente que contribuyen a que las células subendoteliales produzcan proteínas como proteínas de unión al fibrinógeno y proteínas de unión a la fibronectina que se expresan en la matriz extracelular y son clave para invasión, colonización e inflamación del tejido⁵³.

2.2.2 EPIDEMIOLOGÍA:

Las cepas de *Staphylococcus aureus* pueden ser similares y se considera parte de la flora normal del humano, debido a que uno de cada tres individuos está colonizado con esta bacteria sin estar asociado a enfermedad. Pero una exposición previa a los agentes microbianos puede ser un factor de riesgo para adquirir cepas que se pueden transmitir a partir de contacto directo con personas que posean la infección, por medio de alimentos contaminado, o bien a través de vectores como los animales domésticos y de algunos animales de granjas como caballos y cerdos infectados ⁵⁴.

Mundialmente se estimada que alrededor de un 25 a 35% de personas que gozan de buena salud poseen en piel y mucosa el microorganismo *S. aureus*; con este dato se puede estimar que cerca de dos mil millones de individuos pueden ser portadores a nivel mundial. Se ha evidenciado que la diseminación y la transmisión del microorganismo tanto a nivel intrahospitalario y extrahospitalario son los principales agentes causales de infecciones de piel y tejidos blandos, generalmente forúnculos y abscesos, en ocasiones neumonía necrosante grave en niños y adultos jóvenes sanos, que suelen aparecer y producir pequeños brotes en el individuo ⁵⁵.

Este microorganismo siempre se ha descrito con más prevalencia en la población masculina, podemos observar que en pacientes mayores de 60 años la incidencia aumenta considerablemente, ya que se relaciona a que esta población posee mayores comorbilidades con respecto a poblaciones más jóvenes. En la comunidad y en los hospitales la frecuencia de infección de piel y tejidos blandos asociado a *S. aureus* en la última década ha sido una de las causas más frecuentes, lo cual explica que la infección de piel y tejidos blandos sea un factor de riesgo importante para el desarrollo de una infección por *S. aureus* ⁵⁰⁻⁵².

2.2.3. FISIOPATOLOGÍA

Las lesiones en piel formadas por *Staphylococcus aureus* en la mayoría de ocasiones se caracterizan por la formación de abscesos. El hecho de que la lesión sea limitada o generalizada depende de una interrelación compleja entre los determinantes de virulencia del *S. aureus* y los mecanismos de defensa del hospedador. La patología estafilocócica podemos dividirla en localizada y generalizada; las localizadas están favorecidas por una higiene personal deficiente, por traumatismos menores y procesos dermatológicos. También se pueden clasificar también en: aquellas con exantema y las que carecen de éste ⁵⁶.

La fisiopatología del *S. aureus* tiene dentro de su ADN secuencias de inserción que pueden transportarse de una posición cromosómica similar o una distinta, además presentan bacteriófagos e islas de patogenicidad, que son partes del microorganismo que le da las propiedades virulentas, el genoma presente en este microorganismo puede cambiar dependiendo de la cepa sobre la cual se está trabajando. Los genes que codifican las proteínas de superficie de *S. aureus* provocan que la patogenia requiera múltiples factores de virulencia que están controlados por múltiples sistemas reguladores ⁵⁷.

El *Staphylococcus aureus* presenta genes que codifican las proteínas de superficie de la célula y genes que codifican la formación de biopelículas. La patogenia que presenta este microorganismo requiere múltiples factores de virulencia, y la expresión de esos factores de virulencia está controlada por múltiples sistemas reguladores como los factores de transcripción celular, el sistema de detección de quórum y el sistema de dos componentes que está compuesto por el sensor quinasa y el regulador de respuesta junto con dos proteínas auxiliares ⁵⁸.

En las lesiones en la piel un factor de virulencia importante es la enzima coagulasa, esta se utiliza como marcador de virulencia que permite diferenciar la especie *Staphylococcus aureus* de otras especies estafilocócicas, la enzima coagulasa causa la

formación de una capa de fibrina alrededor del absceso estafilocócico, localizando la infección y protegiendo a la bacteria de la fagocitosis, la bacteria también sintetiza algunos factores de virulencia como desoxirribonucleica, fibrinolisisina, hialuronidasa, lipasa, penicilinasas o b-lactamasas, catalasa y exotoxinas pirógenas ⁵⁹.

Las islas de patogenicidad que presenta la bacteria es una característica de suma importancia y la más importante de ellas es el elemento móvil catabólico arginina. Su existencia le permite a la *Staphylococcus aureus* persistir en ambientes similares a la piel humana, además de prosperar en ambientes ácidos y con poliamidas similares al sudor, lo que contribuye a una mayor virulencia de la cepa. Por otro lado, se encuentra la isla de patogenicidad SCCmec (*Staphylococcal cassette chromosome mec*) responsables de la resistencia a la meticilina. También se encuentran las islas de patogenicidad *vSaα* y *vSaβ*, que codifican genes de virulencia como la leucocidina y superantígenos como enterotoxinas y exotoxinas ⁵²⁻⁵⁴.

Otros elementos móviles encontrados en la bacteria son dos clases de profagos, donde uno posee genes que codifican toxinas que producen proteínas encargadas de provocar muerte celular por apoptosis o necrosis y otro profago que tiene los genes que codifican las estafiloquinasas y las proteínas inhibidoras de quimiotaxis que generan un desplazamiento bacteriano a través de la fibrina disuelta en sangre y la inhibición del reclutamiento de neutrófilos respectivamente. Cabe destacar también la presencia de polisacáridos capsulares que contribuyen a la resistencia de la bacteria contra la fagocitosis, mediada por los neutrófilos polimorfonucleares ⁵³⁻⁵⁶.

Existe evidencia de más factores importantes y asociados a la virulencia que posee el *Staphylococcus aureus*; uno de ellos es la encapsulación que presenta esta bacteria que tiene componentes como los polisacáridos capsulares (CP5 y CP8) que están relacionados en todas las cepas de esta bacteria. Cabe destacar también, la presencia de otro factor importante para que la bacteria presente una alta virulencia que es la capacidad que presenta de formar biopelícula, generando que sea más complicado tratar infecciones

causadas por este patógeno y contribuyendo a la resistencia bacteriana ⁵⁶. A continuación se describirán cada uno de los factores de virulencia que presenta la bacteria:

2.2.3.1. BIOPELÍCULA:

La biopelícula que presentan este microorganismo se forma mediante conglomerados de células adheridas a una superficie, formando una matriz extracelular conformada principalmente por exopolisacáridos, proteínas y ácidos nucleicos esto hace que la bacteria sea mil veces más resistente que las bacterias que viven en forma planctónica. La formación de esta biopelícula bacteriana se realiza a través de varias etapas partir de una adhesión bacteriana ⁵¹⁻⁵³.

Como primera etapa de formación de la biopelícula tenemos la adhesión, para que esta se lleve a cabo debe presentar condiciones ambientales adecuadas como temperatura, osmolaridad, pH, presencia de hierro y oxígeno, para generar una adecuada unión entre las células y la superficie que se desean colonizar; también interviene la polaridad y las interacciones hidrofóbicas presentándose una mayor unión en superficies rugosas e hidrofóbicas como el látex y el plástico. Para que se dé la adhesión de estos microorganismos intervienen las proteínas de superficie, polisacárido/adhesinas capsulares, la autolisina y fibrillas poliméricas extracelulares ⁵⁰⁻⁵⁵.

Generalmente, después del proceso de adhesión las bacterias pierden sus flagelos para empezar a formar la biopelícula. Es importantes destacar que para que ocurra una adhesión intercelular en esta etapa es indispensable la presencia de glucosa y de los polisacáridos de adhesina intercelular que posee los genes reguladores y genes biosintéticos. Posterior a esta etapa de maduración, ocurre un crecimiento y las células se dividen produciendo una diseminación por el lugar colonizado y forman una matriz extracelular. Estas etapas se llevan a cabo por un mecanismo intercelular denominado quorum sensing (QS); proceso de señalización donde la biopelícula actúa como una comunidad en lugar de un grupo de células independientes ⁵⁰⁻⁵⁶.

El mecanismo intercelular (QS) en el *Staphylococcus aureus* está mediado por el sistema agr, que es de suma importancia para regular los factores de virulencia de la bacteria, por lo tanto, cuando ocurre una mutación en este sistema, disminuye la patogénesis o la severidad de la enfermedad. La última etapa de formación de la biopelícula es la separación, que se genera cuando el ambiente se encuentra sobresaturado o escasean los nutrientes y debido a esto por medio de señales químicas comienza el desprendimiento de las bacterias para colonizar nuevas superficies ⁶⁰.

La importancia de la biopelícula radica en su papel en la producción y degradación de materia orgánica, la degradación de contaminantes ambientales y la infección. En cuanto al papel que tienen estas estructuras en las enfermedades y considerando que las bacterias formadoras de biopelícula presentan una sensibilidad reducida a los tratamientos convencionales, por lo que se estima que más del 60% de todas las infecciones microbianas son causadas por biopelículas, estas también pueden colonizar dispositivos médicos como catéteres y válvulas cardíacas, que pueden conducir a bacteriemias o sepsis ⁵⁴⁻⁵⁹.

Por otra parte, se han descrito que la producción de biopelícula por estos microorganismos contribuye a la persistencia bacteriana y a la complicación en el tratamiento de las infecciones producidas por *Staphylococcus aureus*. También, existen otros factores propios de la bacteria que están implicados en esto, uno de ellos son las MSCRAMM, las cuales se mencionan a continuación ⁶¹.

2.2.3.2. PROTEÍNAS MSCRAMM:

Los grupos de proteínas MSCRAMM son componentes que constituyen la superficie microbiana reconociendo moléculas de la matriz adhesiva. Este grupo de proteínas proporciona la adherencia de las bacterias a los componentes de la matriz extracelular del huésped, tales como colágeno, fibronectina, fibrinógeno, elastina, factor

de von Willebrand, vitronectina y sialoproteína ósea. Las proteínas que componen esta familia tienen una estructura general, en la cual hay un dominio A (contiene subdominios importantes para la formación del sitio de unión al ligando) en el extremo amino terminal y una región R ⁶².

2.2.3.3 FACTOR CLUMPING:

El factor Clumping es una de las características más importantes del *Staphylococcus aureus*. Se define como la capacidad que posee la bacteria para formar grumos en presencia de plasma, esta habilidad está dada por proteínas de adhesión al fibrinógeno que permiten que se cree una red entre la bacteria y el fibrinógeno, lo que a su vez ocasiona aglutinación celular que se puede producir en bajas concentraciones de fibrinógeno. Se ha visto que las proteínas involucradas en este factor podrían tener una implicación directa en la endocarditis invasiva producida por la bacteria al unirse al fibrinógeno presente en el cuerpo del huésped ⁶³.

2.2.3.4. PROTEÍNAS CLFA Y CLFB IMPLICADAS EN LOS FACTORES DE VIRULENCIA Y RESISTENCIA BACTERIANA:

Dichas proteínas tienen gran importancia sobre los factores de virulencia asociados a la bacteria ya que son las encargadas de reconocer el fibrinógeno presente en el plasma del huésped causando un acúmulo de células bacterianas. El fibrinógeno es una glicoproteína sintetizada en el hígado con un alto peso molecular, se estima que podemos encontrar en circulación concentraciones de 2 a 3,5 mg/mL. La importancia de esta proteína está dada por ser el precursor de la fibrina la cual interviene en los procesos de coagulación y su posible participación en enfermedades aterotrombóticas ⁵⁶⁻⁵⁹.

Estas proteínas de unión al fibrinógeno son expresadas en diferentes etapas del desarrollo bacteriano dándose la expresión de la proteína ClfA durante todo proceso de crecimiento, mientras que la proteína ClfB sólo es expresada en la fase temprana de

crecimiento exponencial. Una de las principales diferencias entre estas proteínas son los sitios de unión del fibrógeno en las diferentes cadenas polipeptídicas con las que se relaciona cada una de las proteínas establecidas ⁵⁶⁻⁶⁰.

2.2.3.5. PROTEÍNAS DE ADHESIÓN FNBPA Y FNBPB IMPLICADAS EN LOS FACTORES DE VIRULENCIA Y RESISTENCIA BACTERIANA:

Se define a la fibronectina como una glicoproteína que se puede encontrar en su forma soluble en el plasma sanguíneo y en otros fluidos con la capacidad de incrementar la coagulación de la sangre, así como también está presente en la cicatrización y en la fagocitosis, y tisularmente se ensambla en la matriz celular. El *Staphylococcus aureus* es una bacteria que presenta reconocimiento de la fibronectina presente en la matriz extracelular de los humanos, este reconocimiento es de gran importancia debido a que es el mediador de la colonización e invasión de las células y está dado por las proteínas de adhesión FnBPA y FnBPB, jugando un papel importante en la adhesión de las células a la matriz y actuando como guía de las migraciones celulares que tiene lugar en los embriones de los vertebrados ⁵³⁻⁵⁶.

Dentro de los microorganismos *Staphylococcus aureus* presentan otro componente que es propuesto como un factor importante de virulencia es el receptor de fibrinógeno de la superficie celular. Este factor es denominado como factor de agregación o factor Clumping y generalmente se encuentra presente casi en la mayoría de las cepas de *S. aureus* humanas; su nombre es debido a la interacción que sucede entre el microorganismo con el fibrinógeno plasmático que conduce a una aglomeración instantánea de las células bacterianas ⁶³.

2.2.3.6. ETAPAS DEL PROCESO INFECCIOSO:

Las infecciones en piel ocasionadas por *Staphylococcus aureus* presentan abscesos como manifestación clínica frecuente y se forman, en parte, para contener el

nido de infección, los leucocitos polimorfonucleares (neutrófilos) son la principal defensa celular que posee el huésped contra estas infecciones. Los neutrófilos contienen y producen muchos agentes antimicrobianos que son efectivos para matar bacterias, pero también pueden causar daño inespecífico a los tejidos del hospedador y contribuir a la formación de los abscesos característicos ⁶⁴.

Luego de una contaminación a través de la piel o mediante el tejido cutáneo ocurre la primera etapa de un proceso infeccioso, la contaminación provocada puede causar cambios mediante la interacción de los componentes de la bacteria y los agentes protectores del huésped; cuando la bacteria ha ingresado al huésped, experimenta neutrófilos y macrófagos que liberan una reacción respiratoria para dañar las proteínas o el ADN de los microbios y con la finalidad de neutralizar la reacción desencadenante el *Staphylococcus aureus* inicia una reacción de presión oxidativa para prevenir o tratar el daño creado por la reacción respiratoria inducida por los neutrófilos y macrófagos ⁵¹⁻⁵⁹.

Cuando la bacteria ya se encuentra establecida en el huésped se empieza a acumular en diferentes órganos, especialmente huesos y ligamentos, pero también pueden aparecer abscesos hepáticos, esplénicos o renales; generando una bacteriemia estafilocócica que puede mostrar un cuadro de coagulación intravascular diseminada o shock, uno de los resultados más característicos de esta contaminación es la endocarditis; normalmente, el microorganismo llega al sistema circulatorio desde un punto periférico asintomático, eligiendo una válvula recientemente dañada ⁵⁵⁻⁵⁸.

2.2.4. INFECCIONES CAUSADAS POR STAPHYLOCOCCUS AUREUS:

Cuando existe una sospecha clínica de una cepa de *Staphylococcus aureus* se cambia por completo la conducta terapéutica ante la infección. Estas infecciones generalmente son difíciles de manejar y tienen un mayor costo ya que son resistentes a alguno antibióticos. Debido a esa resistencia que presenta el microorganismo se ha descubierto nuevos antimicrobianos con acción antiestafilocócica han entrado al

mercado. Indiscutiblemente, el lavado de manos, el uso juicioso de antibióticos, el aislamiento, y el respeto de la unidad individual de cada paciente, debe seguir siendo la norma que guíe sabiamente nuestro trabajo diario ⁶⁰⁻⁶².

La sintomatología que causa el microorganismo *S. aureus* se caracteriza por ocasionar lesiones en la piel y tejidos blandos como: infección de heridas, abscesos, celulitis, impétigo ampollar, foliculitis y forunculosis. Sin embargo, este microorganismo también puede producir enfermedades a nivel sistémico como: endocarditis, empiema, neumonía, artritis séptica, osteomielitis, bacteriemias e infecciones quirúrgicas con prótesis articulares y óseas. El *S. aureus* contiene toxinas que causan el síndrome de piel escaldada, síndrome tóxico alimentario y el síndrome del Shock Tóxico ⁶⁵.

Las infecciones causadas por *Staphylococcus* poseen una diversidad de sintomatología clásica de infecciones, que están asociados a las diferentes variaciones que posee la bacteria sobre los factores de virulencia, una de estas infecciones es la leucocidina que tiene como principal síntoma la neumonía necrosante. Estas manifestaciones tienen una cercana asociación epidemiológica con las infecciones extrahospitalarias ocasionadas por *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina; sin embargo, existen otros factores como la sobrepoblación, el hacinamiento en el hogar, las condiciones de pobreza y la mala higiene personal para empeorar el cuadro infeccioso ⁶⁶.

Staphylococcus aureus es capaz de causar un amplio espectro de enfermedades, que van desde afecciones leves y generalmente autolimitadas, como el impétigo, hasta graves y potencialmente mortales, enfermedades, como neumonía, endocarditis y sepsis, la preexposición a la bacteria proporciona una ventaja en la lucha contra las infecciones invasivas. Las infecciones por *S. aureus* varían desde infecciones leves de piel y tejidos blandos hasta endocarditis potencialmente mortales, osteomielitis crónica, neumonía o bacteriemia, que se asocian con morbilidad y mortalidad significativas ⁵⁸⁻⁶⁶.

El cuadro clínico provocado por *S. aureus* se describe por llagas en la piel y tejidos blandos (enfermedad de lesiones cuidadosas y no cuidadosas, abscesos, celulitis, impétigo bulloso, foliculitis y forunculosis), asimismo, provoca enfermedades sistémicas (endocarditis, neumonía, inflamación de las articulaciones sépticas, osteomielitis, bacteriemia y contaminaciones cuidadosas con prótesis articulares y óseas), las toxinas que presenta este microorganismo son la causa de la afección cutánea, el trastorno alimentario tóxico y la condición de shock tóxico ⁶⁰⁻⁶⁶.

Cuando la bacteria *Staphylococcus aureus* se hospeda en el torrente sanguíneo causa una infección asociada con una mortalidad significativa; la secreción de coagulasas, proteínas asociadas con el factor hemostático protrombina del huésped, y la exhibición de aglutininas en la superficie bacteriana, son estrategias de virulencia clave para la patogénesis de las infecciones del torrente sanguíneo por *S. aureus*, que culminan en el establecimiento de lesiones de abscesos, controlados por patógenos, que involucran un amplio espectro de factores secretados, son responsables de la invasión y destrucción de las células inmunes, transformando las lesiones del absceso en exudado purulento, con el cual los estafilococos se diseminan para producir nuevas lesiones infecciosas o infectar nuevos hospedadores ⁶⁵.

Este microorganismo gram positivos es el agente causal más común de infecciones intrahospitalarias asociadas a las heridas quirúrgicas, la infección suele aparecer frecuentemente entre los 7-10 días luego de haber hecho la intervención quirúrgica, mientras que en fuentes literarias el rango aceptable para la aparición de heridas generalmente es de 2-30 días. Cabe destacar que sobre ese periodo donde se genera la infección influyen otros factores como la administración profiláctica de antimicrobianos, las dosis y duración del régimen terapéutico, los procedimientos quirúrgicos, el grado de contaminación microbiológica en el quirófano, el tiempo de la cirugía y la condición intrínseca del paciente ⁶¹⁻⁶⁴.

Cuando los microorganismos invaden una piel previamente sana y de acuerdo con el mecanismo y la forma de presentación pueden causar infecciones primarias o secundarias, cuando se originan sobre una dermatosis preexistente o mediadas por toxinas

a partir de un foco de colonización o de infección Según su etiología, en bacterianas, micóticas y virales. El *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pyogenes* son los microorganismos más frecuentemente implicados. El diagnóstico, dirigido a establecer causa y gravedad es fundamentalmente clínico. En la anamnesis deben quedar registrados además de la edad, patologías previas, traumatismos, exposición a animales, viajes recientes y actividades de ocio y en la exploración física datos relativos a localización, extensión y signos locales o a distancia ⁶⁶.

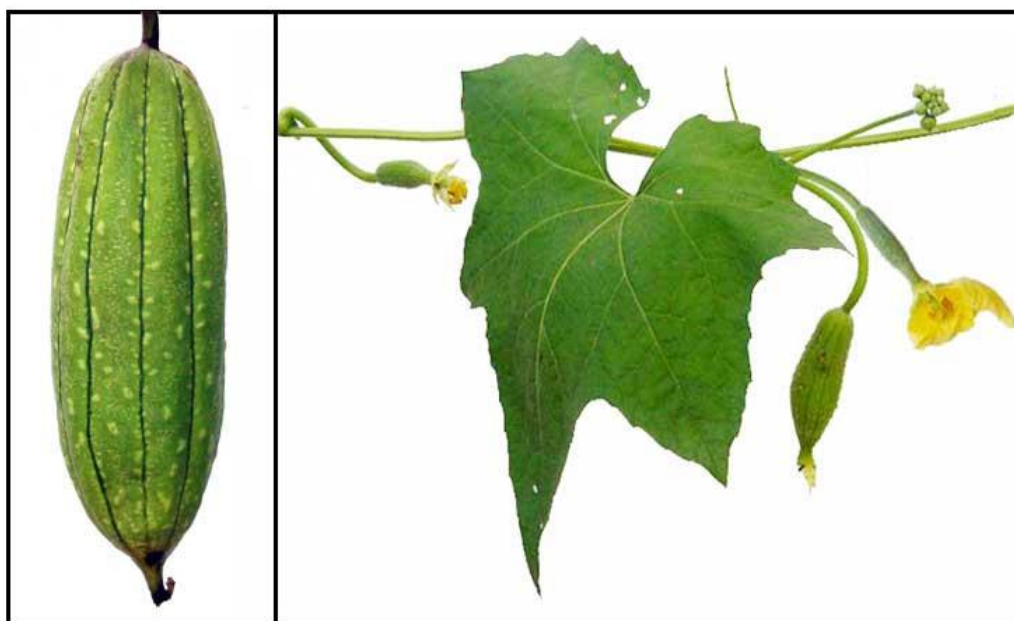
2.3. LUFFA CYLINDRICA

La *Luffa cylindrica* es una planta de floración anual y aunque no se sabe con certeza su origen, algunos expertos coinciden que es originaria del sur y sureste asiático desde el año 600 a.C. Al ser una planta tropical requiere abundante calor y humedad para desarrollarse. *Luffa aegyptiaca* es una especie de luffa cultivada por su fruto. La fruta inmadura es consumida como verdura de estación en forma similar a un calabacín o zapallito, y en Asia generalmente se cultiva para tal fin. Es una planta trepadora que crece mejor si se le proporciona un soporte donde crecer. Al contrario de la fruta inmadura, la fruta madura es muy fibrosa y se usa para hacer esponjas de baño exfoliantes, conocidas como esponjas vegetales ⁷⁻⁹.

Los extractos vegetales con frecuencia poseen agentes antioxidantes, estos agentes puede actuar de acuerdo a varios mecanismos tales como la prevención de una cadena de oxidación mediante la eliminación de radicales iniciadores, descomposición de peróxidos para suprimir la formación de radicales libres, donando su propio hidrógeno para prevenir los radicales libres continúen con la extracción del hidrógeno, además de la capacidad reductora, unión de transición ion de metal catalizadores y eliminación de radicales libres ¹³.

Figuras 8

Planta de *Luffa cylindrica*



Fuente: imagen tomada de referencia “Capacidad antioxidante in vitro de extractos etanólicos del fruto de *Luffa cylindrica* L. Roem”²⁴

A continuación, en la tabla 1 se hace referencia manera general la ubicación taxonómica que presenta la planta *Luffa cylindrica*

Cuadro 1. Ubicación taxonómica de la planta *Luffa cylindrica*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Cucurbitales
Familia	Curcubitaceae
Genero	<i>Luffa</i>
Especie	<i>Luffa cylindrica</i> o <i>aegyptiaca</i>

Fuente: elaboración propia, 2022

La planta a nivel mundial recibe el nombre científico de *Luffa cylindrica* y en Costa Rica es conocida por el nombre común o popular de paste, mientras que en otros países de Latinoamérica como en Colombia y Venezuela se le llama pepinillo de esponja o estropajo y quimbomgo, respectivamente. La planta perteneciente a la familia de cucurbitáceas se encuentra distribuida ampliamente por el mundo en zonas tropicales donde se hace más fácil su reproducción y propagación debido a las condiciones climáticas de la región ¹⁶⁻²⁰.

Como se mencionó anteriormente la planta de paste es una enredadera vigorosa con un ciclo de floración anual, que presenta un sistema radicular de una raíz principal con abundante cantidad de pelos absorbentes en sus raíces secundarias. Los tallos son característicos de la familia de plantas ya que son herbáceos y sólidos cuando la planta se encuentra en desarrollo y cuando esta llega a la etapa de maduración sus tallos son huecos. Los zarcillos son partes estructurales que le dan la capacidad a la planta de unirse a árboles altos, estos zarcillos se originan de los nudos de cada rama y su longitud es variable y depende del clima, las características genéticas de la planta y del manejo que se le dé a esta ¹⁴⁻²³.

Dentro de las características físicas que posee la planta se describe un tallo finamente largo, delgado y veloso segmentado en 5 ángulos, sus hojas pecioladas son grandes con vellosidades y cuentan con 5 lóbulos, estas presentan una coloración verde oscuro, miden alrededor de 8-25 cm de ancho y sus lóbulos poseen forma triangular. Por otro lado, el pecíolo mide aproximadamente 5-15 cm de largo y sus flores son de color amarillo brillante con unos 5-6 cm de ancho; otra de las partes presentes en la planta es el fruto es cilíndrico, liso y fusiforme, este cuenta con al menos 20-50 cm de largo, unos 6-10 cm de ancho. Finalmente, sus semillas son de color negro opaco, con una forma elíptica u ovoide y cuentan con un tamaño de 10-12 mm de largo, el ancho que presentan estas semillas es de alrededor de 6-8 mm de ancho con un grosor de aproximadamente 1 mm ¹⁵⁻¹⁸.

La *Luffa cylindrica* se considera una planta monoica ya que en ella se presentan flores con ambos sexos (masculino y femenino). Las flores masculinas son relativamente pequeñas en comparación con las flores féminas y se originan en los racimos axilares de la enredadera, presentan 5 estambres de color verdoso y su vida se considera

relativamente corta ya que se cierran o caen el mismo día de su aparición. Por su parte cuando se orina una sola flor se consideran flores femeninas que tienen un pedúnculo largo, ovario ínfero, cilíndrico, liso que se abren durante el día y pueden permanecer abiertas por espacio de dos días y medio, son de gran tamaño y presentan corolas amarillas de cinco pétalos y cáliz verdoso ¹⁹⁻²³.

El tamaño de los frutos de la planta de estropajo o esponja vegetal es variable y si recibe una adecuada polinización produce frutos alargados y cilíndricos, pero si la polinización es mala el resultado origina frutos deformes. Este fruto inmaduro o verde presenta marcas (líneas) longitudinales oscuras y puede ser utilizado como comestible ya que es suave y tierno. Mientras que el fruto seco presenta en el interior una red cerrada de fibras que, en su mayoría, dividiendo el fruto en 4 o 5 cavidades donde se originan y se desprenden las semillas cuando el fruto llega a su madurez ²⁴.

Existe evidencia de diferentes propiedades medicinales de la planta cuando se consume el fruto joven (calabaza), hojas jóvenes, brotes o las flores de la planta. Estas propiedades o beneficios son a nivel interno y externo del organismo humano, se le otorgan propiedades diuréticas y purgantes, también resulta útil para el tratamiento del asma, dolencias pulmonares, bronquitis crónica y para el agrandamiento del bazo. A nivel externo se puede utilizar para tratar el herpes, forúnculos y para infecciones en piel causadas por *S. aureus* ²⁵.

Se ha descrito específicamente que los tallos y las hojas han sido utilizadas desde la antigüedad debido a sus propiedades medicinales. Para el tratamiento de afectaciones en la piel, el alivio de las hemorroides, para atacar parásitos y aliviar conjuntivitis se utilizan los tallos y hojas molidas. Aunado a ello; también, se ha descrito que la planta posee actividad antialérgica debido al ácido bryonólico presente en esta planta, destacando un efecto fuerte sobre la reacción anafiláctica sin mostrar alguna toxicidad visible. Por otro lado, la savia que contiene el tallo es usada en la elaboración de cremas de corporales ²⁶⁻³².

El fruto maduro o paste seco que se obtiene de la planta *Luffa cylindrica* posee múltiples usos a nivel industrial debido a la fibra que se obtiene de él. Cabe destacar la fabricación de suelas para zapatillas como una de tantos usos. También es utilizado como

relleno en industrias mobiliarias y textiles como medio de aislamiento y embalaje natural, se considera base para cierta variedad de papel, para producir cartón, filtros para piscinas, filtros para agua y aceite. También se utilizan en la elaboración de artesanía y floristería; como pulidor ²⁹⁻³¹.

El paste seco tambien posee actividad sobre la salud e higiene personal, su importancia no solo prevalece en la limpieza de la piel ya que cuando se frota la piel con la fibra del paste esta permite la reactivación de la circulación sanguínea e inclusive se ha descrito y mencionado que este tejido vegetal tiene la capacidad de reducir la celulitis presente en la piel del individuo. Por otro lado, existe evidencia que estos frutos poseen otras propiedades medicinales diuréticas, emolientes y expectorantes ³².

Inicialmente de las semillas se extrae un aceite fino, el cual se compara con el aceite de oliva y podría ser sustituto del mismo. Por otra parte, el subproducto que resulta del proceso de extracción del aceite sirve como fertilizante, dada la riqueza en nitrógeno y fósforo en el remanente de dicho proceso. Además, en estas semillas de *Luffa cylindrica* se ha encontrado dos proteínas que poseen un efecto terapéutico sobre enfermedades como el cáncer y el SIDA; no obstante, tambien se ha demostrado y reportado que las semillas poseen cierto tipo de toxicidad, por lo que hace falta investigación en este particular sobre este tema. En Costa Rica es utilizado principalmente para el aseo corporal como esponja de baño y en una pequeña proporción para uso artesanal ³³.

Los resultados de estudio fitoquímicos revelan la presencia de metabolitos secundarios en la planta de *Luffa cylindrica*. Estos componentes son los responsables de las diferentes propiedades medicinales que posee la planta, entre ellos destacan las antocianinas, glucósidos, flavonoides, triterpenoides, glucósidos cardíacos, saponinas, carbohidratos, proteínas, alcaloides y taninos. Estos componentes descritos en la especie *Luffa cylindrica*, son los responsables de las diferentes propiedades que se atribuyen como las propiedades antiparasitarias, antimicrobianas, antihidrópicas, vermífugas, antiblenorrágicas, antihelmínticas, entre otras y se utiliza de forma tradicional para afecciones tales como eczema, tiña, fiebre ²⁸⁻³⁰.

En general puede determinarse que la familia de Curcubitaceae existe la presencia de los metabolitos secundarios y su acción medicinal está estrechamente

relacionada con un componente llamado curcubitacina que se caracteriza por otorgarle el sabor amargo a los vegetales. Sin embargo, las curcubitacinas presenta acción farmacológica registrada ante padecimientos como estreñimiento ya que posee actividad purgativa, también presenta actividad citotóxica, antitumoral, antiinflamatoria y hepatoprotectora ³⁴.

En diferentes estudios realizados a los extractos obtenidos de la planta de *Luffa cylindrica* se han demostrado científicamente los efectos antiinflamatorios y analgésicos sobre la piel, debido a la inhibición de producción de las quimiocinas que se encuentran relacionadas con la dermatitis atópica. Además de esto, la planta posee una proteína llamada lufino, es una proteína que inactiva los ribosomas que ha demostrado ser eficaz contra el crecimiento de parásitos, protozoos, insectos, hongos y que también posee actividad antiinflamatoria en células de macrófagos ³⁵.

2.4. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN:

Para elegir el solvente a utilizar se debe tener en cuenta el origen de los sólidos a extraer, así como de la naturaleza de los materiales a emplear y el proceso mecánico y químico previo a la extracción. La forma en que se distribuye el soluto en el material sólido es un factor determinante para que el disolvente pueda ingresar al soluto para realizar la extracción. Cuando esta reacción ocurre con facilidad es porque se produce una transferencia del soluto regida por las leyes físicas. Sólo en algunos casos poco prácticos se ha comprendido suficientemente la estructura de los sólidos y la distribución del soluto para un análisis válido de los principios en que se basa la transferencia de los solutos ⁶⁵.

Durante el proceso de extracción sólido-líquido existen algunos factores que ejercen influencia determinante sobre la velocidad de extracción. El tamaño de las partículas sólidas es uno de ellos ya que evidentemente cuanto más pequeñas sean las partículas, mayor es la superficie de contacto generando una mayor velocidad de transferencia debido a que existe una longitud más corta entre poros. Otro factor asociado a la velocidad de extracción es el tipo de disolvente utilizado ya que debe ser lo más

selectivo posible y de baja viscosidad. Por otro lado, existe una relación entre la temperatura y la velocidad de extracción ya que un aumento de la temperatura favorece la solubilidad y aumentan los coeficientes de transferencia de materia. Como último un factor que favorece la transferencia de metabolitos se encuentra la agitación del disolvente-soluto y evita la sedimentación y apelmazamiento del sólido ⁶⁶.

En una solución el solvente se define como una sustancia líquida que forma parte en mayor cantidad de una solución. La fácil adaptabilidad que posee el agua para dar lugar a nuevas moléculas y la neutralidad que esta presenta durante cualquier proceso de extracción le otorgan cualidades para ser el disolvente universal. El solvente envuelve y nutre a las moléculas del soluto formando un compuesto con propiedades combinadas del sólido y líquido, este proceso es conocido en la preparación de soluciones como solvatación. La concentración de la solución está representada por la concentración del material sólido presente, estableciendo que a menor cantidad de solvente y mayor de soluto y en algunos casos, hasta otro tipo de condición física, como por ejemplo el estado acuoso, un estado físico de la materia a medio camino entre el líquido y el sólido ⁶⁷.

La técnica de separación con equipo soxhlet es la más utilizada para separar sólido-líquido y puede ser utilizada como técnica preparativa de muestra como paso previo al análisis mediante otra técnica instrumental. El procedimiento para llevar a cabo su extracción se basa en la extracción sólido-líquido en continuo, empleando un disolvente, con posterior evaporación de éste y pesada final del residuo. El resultado representa el contenido de sustancias extraíbles, que mayoritariamente son grasas, aunque también hay otras sustancias como las vitaminas liposolubles y pigmentos en el caso de su determinación en alimentos ⁶⁸.

El funcionamiento del equipo soxhlet consiste en hacer hervir en el matraz que contiene el disolvente, encargado de extraer la materia sólida deseada que se encuentra en la muestra depositado en el cartucho del Soxhlet. Los vapores del disolvente ascienden por el extractor y se condensan en el refrigerante cayendo gota a gota sobre el cartucho. La parte soluble pasa por gravedad al matraz. El proceso se repite automáticamente hasta

que la extracción se completa. Generalmente se le pone un filtro de algodón o filtro de papel en el compartimento donde se encuentra la sustancia sólida para evitar el paso de material sólido hacia el solvente ⁶⁶⁻⁶⁸.

2.5. PRUEBAS DE IDENTIFICACIÓN:

Experimentalmente para determinar la composición química de las plantas medicinales y así conocer parte de los metabolitos secundario biológicamente activos pueden seguirse metodologías que van desde un análisis fitoquímico preliminar hasta estudios químicos sistemáticos bioguiados. Los estudios fitoquímicos permiten hacer una discriminación de las plantas a estudiar en términos de su composición química, con el fin de seleccionar únicamente aquellas más interesantes para posteriores estudios sistemáticos ⁷⁰.

Las pruebas fitoquímicas tienen como objetivo principal determinar la presencia o ausencia de los principales grupos de metabolitos en una especie vegetal, a saber: alcaloides, antraquinonas y naftoquinonas, esteroides y triterpenos, flavonoides, taninos, saponinas, cumarinas, lactonas terpénicas y cardiotónicos. Dado que cada uno de estos grupos de compuestos está relacionado con actividades biológicas específicas, partiendo de los resultados obtenidos en el estudio fitoquímico preliminar es posible orientar investigaciones posteriores para determinar la actividad biológica de las especies en cuestión y los principios activos involucrados ⁷¹.

El tamizaje fitoquímico que se aplica a los extractos vegetales se basa fundamentalmente en la identificación de los metabolitos secundarios presentes en los extractos de productos naturales, a través de reacciones y análisis químicos bien descritos en la literatura. Dicho tamizaje fitoquímico se le realiza consecutivamente a los extractos etéreo, alcohólico y acuoso del producto natural con el fin de identificar y comparar los metabolitos secundarios extraídos con cada disolvente de diferentes polaridades ⁷².

La cromatografía de capa fina es una técnica de separación de componentes presentes en una mezcla, esta técnica de carácter analítico es relativamente rápida y sencilla, además, esta técnica es de fácil comprensión y ejecución, lo que permite separaciones en corto tiempo, versátiles y de bajo costo. La separación contenida en la mezcla se da mediante una migración diferencial de los componentes a través de una capa delgada de adsorbente, generalmente sostenido por una superficie plana inerte. El principio de esta técnica se basa en la adsorción entre dos fases y la separación se realiza de acuerdo con los coeficientes de reparto de las moléculas en la muestra ⁷³.

Durante un análisis químico cualitativo la cromatografía de capa fina es una técnica de las más útiles dentro de un laboratorio químico, pero existen algunos científicos que la consideran anticuada, que esta antigüedad puede estar relacionada a la falta de capacitación de quienes la usan, inadecuada estandarización de las metodologías, problemas de separación de los analitos y disminución de la sensibilidad debidos a efectos ambientales, además de la alta manipulación de la muestra por no ser una técnica estandarizada e, incluso, intereses comerciales que buscan promocionar otras técnicas de separación con características similares, pero a un alto costo ⁷⁴.

La cromatografía de capa fina se basa en la separación de los analitos mediante las diferencias de velocidad a la que estos son transportados por una fase móvil líquida a través de una fase fija o estacionaria. La separación de los componentes de la muestra se da principalmente por el fenómeno de la adsorción de tal modo que un compuesto de la fase líquida entra en contacto con el sólido adsorbente y se adhiere a la superficie del mismo mediante una fuerza física, sin implicar intercambio de electrones, lo que lo hace reversible. Antes de comenzar el proceso, primero se introduce un pequeño volumen del solvente o mezcla de solventes que constituyen la fase móvil en un recipiente cerrado y se espera a que se sature el ambiente ⁷³⁻⁷⁵.

CAPITULO III - MARCO METODOLÓGICO

CAPITULO III - MARCO METODOLÓGICO

3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Las investigaciones que poseen enfoques mixtos se caracterizan por recoger y examinar los datos de orígenes cuantitativos y de origen cualitativos, esto con la finalidad de brindar una interpretación a la información recopilada para la obtención de los resultados finales. Por otro lado, cabe destacar que en los enfoques mixtos se produce una incorporación de procedimientos experimentales y procedimientos sistemáticos que son objeto de análisis críticos, en estos enfoques también se involucra información de carácter cuantitativo y cualitativo, con la finalidad de debatir de manera conjunta toda la información recopilada para mejorar el conocimiento y entendimiento del objeto de la investigación ⁶⁵.

La presente investigación posee un enfoque de carácter mixto, debido a que se pretende obtener un extracto de la planta de *L. cylindrica* en el laboratorio de la Universidad Internacional de las Américas. Por otro lado, se le realizarán pruebas *in vitro* al extracto obtenido de la planta sobre cepas bacterianas del stock bacteriológico del agente patógeno *S. aureus* obtenidas en la bacterioteca del laboratorio microbiológico microlabs ubicado en Guadalupe de Goicochea, San José, Costa Rica. Por último, se le realizarán pruebas fitoquímicas a los extractos obtenidos de la planta en los laboratorios de la Universidad Internacional de las Américas, en barrio Aranjuez, Costa Rica, donde todos los procedimientos se harán durante el III-Cuatrimestre del 2022

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Una investigación con un diseño exploratorio secuencial de tipo comparativo se comprende de dos fases; introduciendo la fase inicial como la etapa donde se hace una recolección de datos cualitativos que son examinados de manera exhaustiva. Para la segunda fase se realiza un procedimiento contrario ya que se recolectan datos

cuantitativos y se la hace la respectiva revisión e interpretación de estos. Dentro del diseño comparativo secuencial se encuentran disponibles dos fases fundamentadas en su propósito, pueden ser derivativa o comparativa ⁶⁶.

Este estudio pertenece a la modalidad de diseño exploratorio secuencial de tipo comparativa debido a que es un estudio de carácter mixto, ya que este comprende una etapa inicial donde se recolectan los datos de orden cualitativo para indagar más sobre el objeto de estudio o problemas asociados a este formando nuestra base de datos. Posteriormente, se realiza la fase de recolección de datos cuantitativos generando una segunda base de datos, los cuales se analizarán para dar una interpretación a la respuesta efectiva del objeto problema y poder confeccionar el reporte final ⁶⁷.

3.3. FUENTES DE INFORMACIÓN

Durante el proceso de recolección de información se consultaron fuentes primarias, estas fuentes están constituidas por artículos científicos originales de revistas confiables y registradas. También, se consultaron las fuentes de información secundarias, como por ejemplo artículos confiables de revisión bibliográfica, trabajos finales de graduación que se han basado en otras fuentes primarias para la creación de estos, los cuales lograron reportar el objeto en estudio.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Este proceso investigativo presenta características de una investigación con enfoque de tipo mixto, ya que este se realiza mediante un muestreo de diseño secuencial. Cabe destacar que para la parte de la obtención de los datos cualitativos lo que se consultó fueron artículos de fuentes primarias y secundarias, donde se tomaron en cuenta aspectos sobre los procedimientos para la obtención del extracto de la planta *Luffa cylindrica* para el cumplimiento del segundo objetivo. No obstante, para la obtención de los datos cuantitativos la muestra que se selecciona es tipo no probabilística para poder cuantificar las propiedades del extracto y determinar sus valores.

3.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Al hacer referencia de los criterios de inclusión y de exclusión que se utilizaron, debemos destacar que se incluyeron todos aquellos artículos y revistas científicas, trabajos finales de graduación para optar por grados o postrados académicos, libros y otras fuentes con información veraz y asertiva. Esta información se basó en una búsqueda donde se identificaron artículos desde el año 2011 hasta el año 2022 tanto en idiomas español, inglés y portugués; donde la idea central girara en la actividad antimicrobiana del extracto de la planta *L. cylindrica*. Por otro lado, los criterios de exclusión para la investigación fueron todas aquellas investigaciones donde los criterios de búsqueda no cumplieran con lo mencionado anteriormente.

3.6 CRITERIOS DE BÚSQUEDA DE LA INFORMACIÓN

En el desarrollo de esta investigación se determinaron los criterios de información para su desarrollo, establecidos en un determinado periodo de tiempo (2012-2022) y buscados en diferente idioma. Estos criterios fueron basados en los objetivos específicos, seleccionando los descriptores para cada uno de ellos, se muestran a continuación en la tabla 2.

Tabla 2. Criterios de búsqueda utilizados, según objetivos.

Objetivo	Descriptores	Motor de búsqueda	Periodo de estudio	Idioma
Realizar una revisión bibliográfica sistemática sobre las propiedades que	<ul style="list-style-type: none">• Revisión bibliográfica sistemática• Propiedades medicinales	<ul style="list-style-type: none">• Google académico• Scielo• El sevier• Pubmed	2012-2022	Español Inglés Varios

presenta la planta Luffa cylindrica	Luffa cylindrica			
Obtener extractos a partir de diferentes tejidos de Luffa cylindrica, empleando como técnica de extracción una maceración acelerada mediante equipo de extracción soxhlet.	<ul style="list-style-type: none"> • Extractos de Luffa cylindrica • Extracción por destilación fraccionada 	<ul style="list-style-type: none"> • Google académico • Scielo • El sevier • Pubmed 	2012-2022	Español Inglés Varios
Evaluación de la actividad antibacteriana in vitro del extracto de la planta Luffa cylindrica para su aprovechamiento en problemas tópicos y cutáneos	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad antimicrobiana • Ensayo in vitro • Problemas tópicos y cutáneos • Propiedades medicinales Luffa cylindrica 	<ul style="list-style-type: none"> • Google académico • Scielo • El sevier • Pubmed 	2012-2022	Español Inglés Varios

Fuente: elaboración propia, 2022

3.7 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Para desarrollar este apartado de la investigación sobre los criterios de inclusión y exclusión, inicialmente, se recopiló información de las revistas indexadas, artículos científicos, trabajos finales y de graduación, así como libros en donde se detectará información relacionada, para luego incluir los que realmente dieran información certera. Algunos artículos, aunque con información fundamental sobre la planta fueron descartados ya que no tenían una información relevante para la dirección de la

investigación, pero si no sirvieron de manera didáctica acerca de la taxonomía de la planta empleada durante el proyecto.

Tabla 3. Criterios de inclusión y criterios de exclusión utilizados para la selección de artículos.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> • Artículos sobre extractos vegetales • Artículos sobre actividad antimicrobiana • Artículos sobre la planta <i>Luffa cylindrica</i> • Artículos sobre la piel • Artículos sobre problemas tópicos y cutáneos • Artículos sobre <i>Staphylococcus aureus</i> • Artículos sobre infecciones cutáneas 	<ul style="list-style-type: none"> • Artículos sobre usos agroindustriales de la <i>Luffa cylindrica</i> • Artículos con otras patologías que no estuvieran relacionados al <i>Staphylococcus aureus</i> • Artículos que no estén relacionados a actividad antimicrobiana • Artículos sobre problemas cardiacos, pulmonares, entre otros. • Artículos sobre problemas cutáneos como cancer, quemaduras, entre otros

Fuente: elaboración propia, 2022

3.8. CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN SEGÚN NIVEL DE EVIDENCIA

No toda la información de los articulo científicos publicados poseen el mismo impacto o valor sobre determinado tema, teniendo esto en cuenta se logran observar diferentes niveles de la calidad de la información que van a depender del tipo de investigación y sus las proyecciones. Para esta investigación el nivel de evidencia de la información disponible y recopilada se ve reflejado en la tabla 4 que se presenta a continuación:

Tabla 4. Cantidad de artículos según nivel de evidencia

Autor/Año /Revista	# Ref.	Título del artículo	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Población	Método	Conclusiones y resultados
Lorente C, Cañete F, Castillo A, Frías J / 2017 / Multimed	6	Actividad antimicrobiana de los extractos de <i>Luffa cylindrica</i> L.	Estudio observacional, experimental de tipo analítico	3	Planta <i>Luffa cylindrica</i> y cepas salvajes e internacionales de microorganismo	Método experimental donde se comprobaba la capacidad inhibitoria de las tinturas	Las tinturas elaboradas a partir de los diferentes partes de la planta <i>Luffa cylindrica</i> presentan actividad antimicrobiana frente a diferentes microorganismos
Difurnó J, de la Paz C, Frías J, Ocaña J, Ramírez R. / 2017 / Multimed	7	Evaluación microbiológica preliminar de plantas de la flora cubana en Granma	Estudio observacional, experimental de tipo analítico	3	Cuatro plantas de familias diferentes y cepas de <i>Staphylococcus aureus</i>	Método experimental donde se comprobaba la capacidad inhibitoria de las tinturas	Las tinturas elaboradas a partir de diferentes especies de plantas presentan actividad antimicrobiana frente a diferentes microorganismos
Ahmad B & Khan A. and Momordica charantia / 2013 / J.	19	Antibacterial, antifungal and phytotoxic activities	Estudio observacional, experimental de tipo	4	Planta <i>Luffa cylindrica</i> y cepas salvajes e internacionales	Método experimental para comprobar la	Las tinturas elaboradas a partir de diferentes especies de plantas presentan actividad

Med. Plants Res.		of Luffa cylindrica	analítico		ales de microorganismo	capacidad inhibitoria	antimicrobiana frente a diferentes microorganismos
Swain T, Sahoo R & Kar D. / 2013 / J. Pure Appl. Microbio	20	Phytochemical potential of Luffa cylindrica (L.) Roem extracts.	Estudio observacional, experimental de tipo analítico	3	Planta Luffa cylindrica y cepas de microorganismo	Método experimental donde se comprobaba la capacidad inhibitoria de los extractos de la planta	Los extractos obtenidos si presentan actividad antimicrobiana contra las diferentes cepas contra los que fueron probados
Mankilik M & Mikailu A. / 2014 / IJRPB	21	Phytochemical Content and antimicrobial activities of Luffa aegyptiaca (sponge gourd) leaves extracts	Estudio experimental analítica, se realiza una extracción a partir de la planta L. cylindrica	3	Planta Luffa cylindrica y cepas de microorganismo	Método experimental, se hacen extractos vegetales y se evalúa la capacidad antimicrobiana	Los resultados de la investigación demostraron la capacidad antimicrobiana que poseen los extractos de L. cylindrica sobre diferentes especies de microorganismos
Antia B, Essien E, Okokon J, Alalade I. / 2015 / IJPSDR	22	Wound healing, Phytochemical and antimicrobial	Estudio experimental analítica, se realizan	3	Planta Luffa cylindrica y cepas de microorganismo	Método experimental, se hacen extractos	Se determina que los resultados de la investigación demostraron la capacidad antimicrobiana

		properties of <i>Luffa cylindrica</i> (Linn.) seed extracts	extractos a partir de la planta <i>L. cylindrica</i>			os vegetal es y se evalúa la capacidad antimicrobiana	que poseen los extractos de <i>L. cylindrica</i> sobre diferentes especies de microorganismos
Onyegbule F, Okeye Ch, Chukwunwejim Ch, Umeokoli B & Eze P. / 2018 / JHSci.	23	Evaluation of Antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial activities of the leaf extracts of <i>Luffa cylindrica</i>	Estudio experimental analítica, se realizan extractos a partir de la planta <i>L. cylindrica</i>	3	Planta <i>Luffa cylindrica</i> y cepas de microorganismo	Método experimental, se hacen extractos vegetales y se evalúa la capacidad antimicrobiana, antioxidante y antiinflamatoria	Se determina mediante los resultados de este estudio que la planta posee propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y antioxidantes
Arias Q, Valdés L, Remón N & Ramírez J. / 2018 / Multimed	24	Capacidad antioxidante in vitro de extractos etanólicos del fruto de <i>Luffa cylindrica</i> L. Roem	Estudio experimental analítica, se realizan extractos a partir del	3	Extractos a partir del fruto maduro de la planta <i>L. cylindrica</i>	Método experimental, elaborando los extractos vegetales con capacidad	El estudio determina mediante pruebas fitoquímicas el contenido del extracto y poder asociar la capacidad antioxidante a estos

			fruto de L. cilindrica			ad antioxidante	
Ali Al-Snafi / 2019 / IOSRPHR	25	Constituent and pharmacology of luffa cylindrica: a review	Revisión bibliográfica acerca de los constituyentes de la planta Luffa cylindrica y su farmacología	5	Planta luffa cylindrica y sus principales propiedades farmacológicas	Revisión bibliográfica acerca de la planta	La revisión bibliográfica aporta numerosas propiedades farmacológicas que posee la planta
Sangh P, Amit K, Neeraj S, KK J / 2012 / J. Nat. Prod. Plant Resour	38	Luffa cylindrica: una importante planta medicinal	Revisión bibliográfica acerca de la farmacología de la planta Luffa cylindrica	5	Planta luffa cylindrica y sus principales propiedades farmacológicas	Revisión bibliográfica acerca de la importancia de la planta en medicina	La revisión bibliográfica concluye que la planta luffa cylindrica posee propiedades farmacológicas
Clavijo N & Cruz B / 2017 / Bol Semi Amb	53	Análisis fitoquímico preliminar de pachira quinata (Jacq.) W.S.	Estudio experimental analítica, donde se realizan	3	Planta pachira quinata y los reactivos a utilizar durante el	Método experimental para elaborar las pruebas de	El estudio señala los procedimientos a seguir para realizar las diferentes pruebas fitoquímicas sobre

		Alverson, Bogotá, Colombia	pruebas fitoquímicas		experimento	tamizaje fitoquímico	extractos vegetales
García R, Cruz F, Alarcón F, Nieto A & Gallegos M / 2019 / Polibotánica	54	Análisis fitoquímico cualitativo de los extractos acuosos de thalassia testudinum bank ex koning et sims de la localidad de Champotón, Campeche, México, durante el ciclo anual 2016-2017	Estudio experimental analítica, donde se realizan pruebas fitoquímicas a extractos vegetales	3	Extractos acuosos de thalassia testudinum bank ex koning et sims y reactivos para las diferentes pruebas fitoquímicas	Método experimental para elaborar las pruebas de tamizaje fitoquímico a extractos vegetales	El estudio describe los procedimientos a seguir para realizar las diferentes pruebas fitoquímicas sobre extractos vegetales y concluir que tipo de componentes están presentes
Pujol A, Tamargo B, Salas E, Calzadilla C, Acevedo R & Sierra G / 2020 / Bionatura	55	Tamizaje fitoquímico de extractos obtenidos de la planta sapindus saponaria L que crece en Cuba	Estudio experimental analítica, donde se realizan pruebas fitoquímicas a extractos vegetales	3	Extractos de la planta sapindus saponaria L y los reactivos para las diferentes pruebas fitoquímicas	Método experimental para elaborar las pruebas de tamizaje fitoquímico a extractos	Se concluye en el estudio los componentes presentes en los extractos vegetales mediante pruebas fitoquímicas

						vegetal es	
--	--	--	--	--	--	---------------	--

Fuente: elaboración propia,2022

3.9. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

En el siguiente apartado mediante la tabla 5, se muestran las variables que se tomaron en cuenta para realizar la investigación

Tabla 5. Cuadro de operacionalización de variables

Objetivo	VARIABLES	Concepto	Indicador	Instrumento o técnica
Realizar una revisión bibliográfica sistemática sobre las propiedades que presenta la planta de Luffa cylindrica y procesos de extracción a partir de material vegetal.	El material vegetal y los procesos de extracción	La revisión bibliográfica es base fundamental para desarrollar cualquier tipo de investigación ya podemos tomar en cuenta procesos para mejorar la parte experimental	Revisar los procedimientos acerca de la extracción para mejorar el proceso	Revisión bibliográfica sobre los diferentes procesos de extracción, separación y tamizaje fitoquímico. Asi como, las diferentes propiedades antimicrobianas que posee la planta

		de la investigación		
Obtener extractos a partir de diferentes tejidos de Luffa cylindrica, empleando como técnica de extracción una maceración acelerada mediante equipo de extracción soxhlet.	Obtención del extracto vegetal a partir de diferentes partes vegetales de la luffa cylindrica	Técnica de extracción mediante equipo soxhlet para obtener los extractos vegetales poseen componentes que son los responsables de diferentes actividades antimicrobianas	Obtener los componentes deseados que posean actividad antimicrobiana	Ensayo experimental y pruebas de laboratorio
Evaluación de la actividad antibacteriana in vitro del extracto de la planta Luffa cylindrica contra cepas de Staphylococcus aureus.	Extracto vegetal y las cepas de los diferentes microorganismos	Los extractos vegetales poseen metabolitos secundarios responsables de las actividades farmacológicas	Evaluación de la capacidad antimicrobiana del extracto frente a cepas de Staphylococcus aureus	Ensayo experimental y pruebas de laboratorio

Fuente: elaboración propia, 2022

3.10. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Durante la recolección de los datos de los objetivos de la investigación se implementa el uso de un instrumento, donde se realiza un muestreo de las diferentes variables o categorías según corresponda para la construcción de dichos objetivos. Posteriormente, se empieza a establecer un procedimiento para lograr la correcta extracción de los extractos de *Luffa cylindrica* mediante el equipo de destilación fraccionada, utilizando diferentes tejidos vegetales de la planta.

Los datos cualitativos utilizados en estudio fueron tomados como evidencia de artículos consultados de fuentes confiables, donde la relevancia brindada sobre el procedimiento para obtener el extracto de la planta *Luffa cylindrica* a partir de diferentes tejidos como tallos, hojas y semillas mediante diferentes tipos de extracción. Para esto, basamos la investigación especialmente en los siguientes artículos.

Lapenna et al⁸, en su estudio “Actividad bactericida y fungicida de algunas plantas utilizadas en la medicina tradicional venezolana”, durante el año de 2003, nos da una referencia de las potenciales aplicaciones en medicina que poseen algunas plantas que aún son desconocidas para la ciencia a pesar que estas tienen uso tradicional desde hace mucho tiempo, cabe destacar que el artículo tiene un proceso de extracción utilizando el equipo soxhlet, este proceso para los diferentes tipos de plantas con los que se trabajó incluyendo la planta de *Luffa cylindrica*, los que se revisaron bien y se tomaron en cuenta para la investigación.

Lorente et al⁶, en 2012, con el artículo nombrado como “Actividad antimicrobiana de los extractos de *Luffa cylindrica* L”, le brinda a nuestro trabajo una base fundamental sobre la información que presenta la actividad antimicrobiana del extracto de dicha planta obtenido mediante maceración con diferentes disolventes, cabe destacar que el trabajo nos proporciona información sobre qué tipo de tejidos de la planta ya sean tallos, hojas, frutos o semillas son las que se pueden emplear para su respectiva extracción, así como los diferentes solventes que presentaron acción.

Difurnó et all ⁷, en su investigación titulada “evaluación microbiológica preliminar de plantas de la flora cubana en Granma”, este artículo nos difunde información sobre la actividad microbiana que poseen ciertas tinturas elaboradas con diferentes plantas, donde se incluye la planta de *Luffa cylindrica*, en este estudio se establecieron patrones sobre la concentración mínima inhibitoria y el comportamiento microcida o microstático que posee el extracto obtenido de las plantas.

Tabla 6. Cronograma de tareas a realizar para cada objetivo planteado de la investigación.

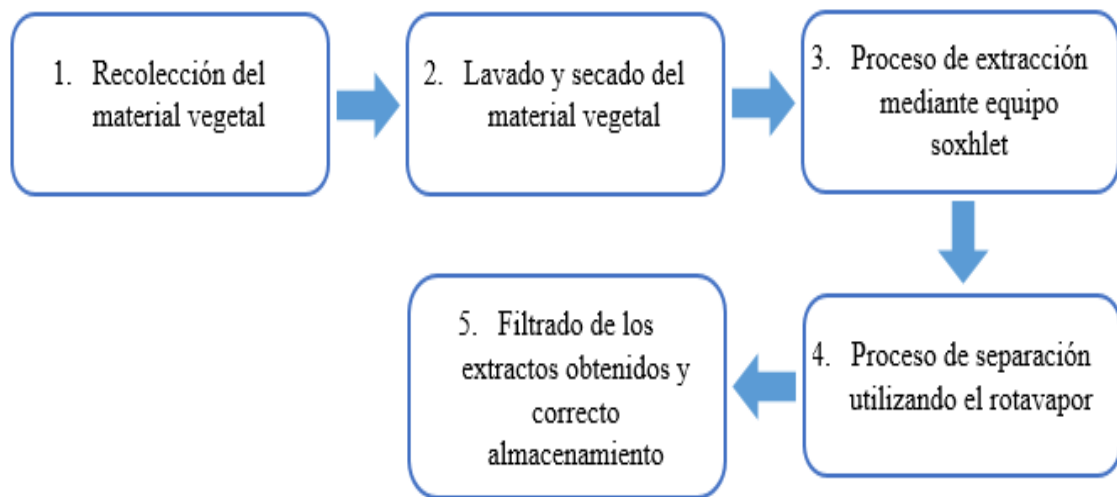
Objetivo por cumplir	Tarea por realizar	Fecha experimento	Cantidad de semanas
1. Realizar una revisión bibliográfica sistemática sobre las propiedades que presenta la planta de <i>Luffa cylindrica</i> y procesos de extracción a partir de material vegetal.	Realizar una revisión para obtener un proceso de extracción y elaborar un diagrama de flujo tomando en cuenta todos los pasos para el procedimiento a seguir	Semana 13 (IIC / 2022)	1
1. Realizar una revisión bibliográfica sistemática sobre las propiedades que presenta la planta de <i>Luffa cylindrica</i> y procesos de extracción a partir de material vegetal.	Se realiza una lista con los materiales, reactivos, cristalería, equipo y cantidades a utilizar durante la investigación	Semana 14 (IIC / 2022)	1
1. Realizar una revisión bibliográfica sistemática sobre las propiedades que presenta la planta de <i>Luffa cylindrica</i> y	Planificación de los días para elaborar la investigación	Semana 3 (IIC / 2022)	1

procesos de extracción a partir de material vegetal.			
2. Obtener extractos a partir de diferentes tejidos de <i>Luffa cylindrica</i> , empleando como técnica de extracción una maceración acelerada mediante equipo de extracción soxhlet.	Recolección y secado del material vegetal para realizar la investigación	Semana 2 (IIC / 2022)	
2. Obtener extractos a partir de diferentes tejidos de <i>Luffa cylindrica</i> , empleando como técnica de extracción una maceración acelerada mediante equipo de extracción soxhlet.	Realizar correctamente el procedimiento experimental que se elaboró previamente	Semana 4 (IIC / 2022)	1
2. Obtener extractos a partir de diferentes tejidos de <i>Luffa cylindrica</i> , empleando como técnica de extracción una maceración acelerada mediante equipo de extracción soxhlet.	Realizar el procedimiento para elaborar el tamizaje fitoquímico a los extractos obtenidos	Semana 4, 5 y 6 (IIC / 2022)	3
3. Evaluación de la actividad antibacteriana in vitro del extracto de la planta <i>Luffa cylindrica</i> contra cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> .	Se realiza correctamente el procedimiento para determinar la actividad antimicrobiana de los extractos vegetales concentrados contra cepas de <i>S. aureus</i> .	Semana 5 (IIC / 2022)	2
3. Evaluación de la actividad antibacteriana in vitro del extracto de la planta <i>Luffa</i>	Se realiza el procedimiento para determinar la actividad	Semana 5 y 6 (IIC / 2022)	2

cylindrica contra cepas de Staphylococcus aureus.	antimicrobiana de los extractos vegetales diluidos contra cepas diferentes de S. aureus y dos microorganismos gram negativos		
---	--	--	--

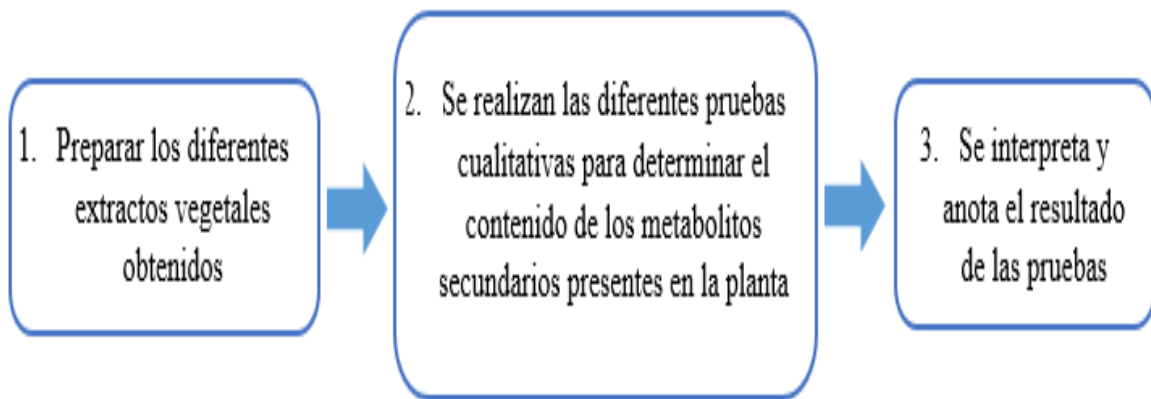
Fuente: elaboración propia, 2022

Figuras 9 Diagrama de flujo para el proceso de extracción de los componentes de la luffa cylindrica.



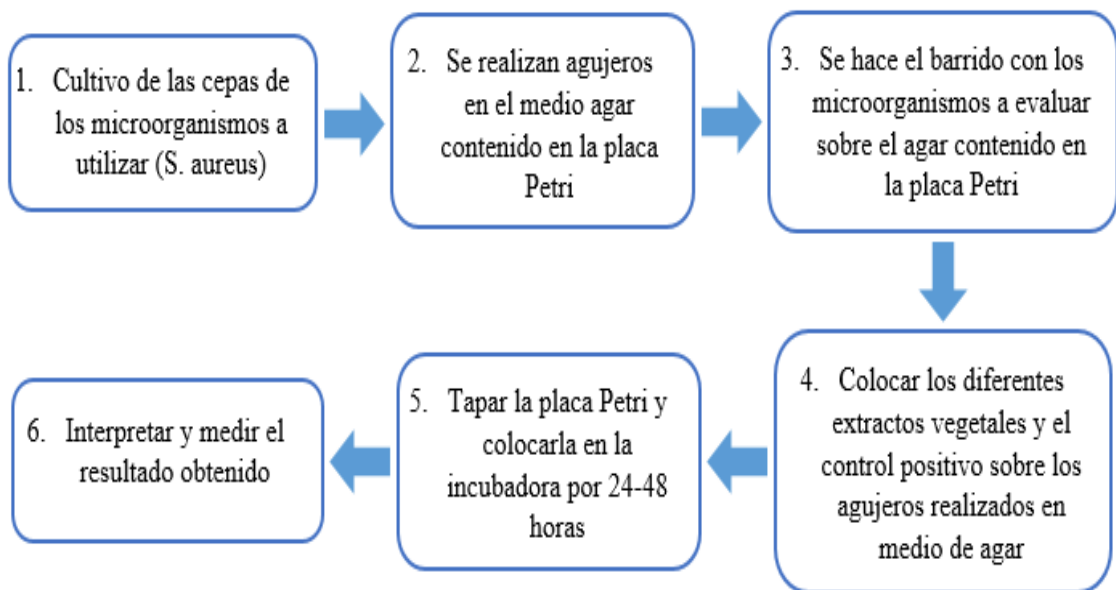
Fuente: elaboración propia, 2022

Figuras 10 Diagrama de flujo para el proceso de tamizaje fitoquímico de los diferentes extractos vegetales de *Luffa cylindrica*.



Fuente: elaboración propia, 2022

Figuras 11 Diagrama de flujo para el proceso de determinación de la propiedad antimicrobiana de los componentes de la *luffa cylindrica*.



Fuente: elaboración propia, 2022

3.11. DESCRIPCIÓN DE INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS

Durante el proceso de investigación se emplea un instrumento llamado observación, este incluye diferentes técnicas para aplicarlas de manera sistematizada y muchas veces de manera lógica para ejecutar algunas de las técnicas dentro del proceso de investigación; todo esto para poder obtener una información de alta calidad. En el instrumento de la observación también se debe de incluir como herramienta la recolección de datos mediante registro visual, donde se contemplará y estudiará el fenómeno para catalogar cuantitativamente la información obtenida ²².

Cuando el contenido de la investigación es de carácter cualitativo se recolecta una base de datos que va ser usada como mi sistema para fundamentar el estudio o investigación del tema objeto, donde se acomodaran los datos generando categorías para que posterior a su análisis se puedan generar diferentes teorías. Debido a estas características estos instrumentos permiten abordar los objetivos principales de la investigación, categorías y sus variables. Esta investigación al ser mixta se puede hacer una evaluación tanto cuantitativa como cualitativamente ²².

En las instalaciones de la Universidad Internacional de las Américas se realizará una maceración acelerada utilizando isopropanol como disolvente, el método de extracción se realizará mediante el equipo soxhlet para obtener los extractos de la planta *Luffa cylindrica*, ya que esta técnica se basa en la extracción sólido-líquido utilizando como materia prima el material vegetal que contiene los metabolitos secundarios que son solubles en el disolvente utilizado. Luego como técnica de separación se utilizará el equipo de rotavapor para separar la mayor cantidad de disolvente de la mezcla obtenida, mediante diferencia de presiones de vapor y su posterior condensación para obtener sustancias más puras.

Otras de las pruebas realizadas en los recintos universitarios de la UIA, son las pruebas de tamizaje fitoquímico que se aplicaran a los diferentes extractos obtenidos, los materiales, reactivos y equipo que se utilizaran son proporcionados por el laboratorio de

química. Estas pruebas aplicadas buscan demostrar la ausencia o la presencia de los diferentes metabolitos secundarios que poseen los extractos de material vegetal, permitiendo crear una relación entre estos componentes y las propiedades antimicrobianas.

Para llevar a cabo el análisis microbiológico para determinar la capacidad inhibitoria de los extractos obtenidos previamente, se contacta con un laboratorio microbiológico Microlabs que es externo a la universidad. Este proporcionó los cultivos de los microorganismos utilizados, con sus respectivas placas Petri y con un medio de agar óptimo para el correcto crecimiento de los microorganismos durante su incubación por 24-48 horas, para posteriormente ser revisados.

3.12. MATERIALES, EQUIPOS Y CONDICIONES

A continuación, en el siguiente apartado de la investigación se citará y mostrarán los materiales y el equipo utilizado para la obtención de los extractos a partir de la planta *Luffa cylindrica* durante el desarrollo de la investigación.

3.12.1. MATERIALES:

La recolección de la muestra vegetal utilizada para el desarrollo de la investigación se realizó entre los días 24 y 27 del mes de septiembre del 2022. Dentro del material recogido destacan semillas de *Luffa cylindrica*, tallos, hojas, flores, fruto verde y fruto seco que fue obtenido en la zona de Nicoya, Guanacaste. Al conocer la procedencia, el origen y las condiciones bajo las que habita el material se puede suponer que la composición química de los componentes de la planta puede resultar con un alto porcentaje de homogeneidad.

El material se lavó con abundante agua y se dejó secar en un lugar seco y ventilado durante tres semanas para que perdiera todo exceso de humedad. Al contar con el material seco y listo, este se separó, colocando las semillas en un recipiente diferentes al recipiente de las hojas y tallos y flores, los frutos secos y los frutos maduros también se colocaron un recipiente aparte. Luego fue transportado a hacia la Universidad Internacional de las Américas sin ningún inconveniente.


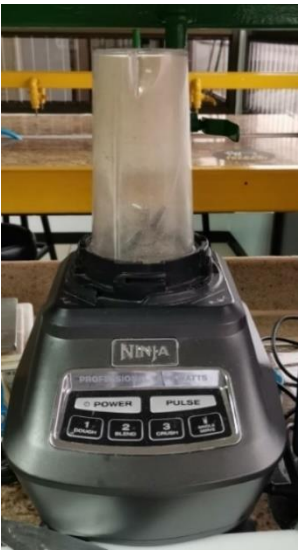

Las instalaciones, la cristalería y los reactivos a utilizar durante el proceso de extracción y caracterización fitoquímica de la investigación fueron suministrados por el laboratorio de química de la Universidad Internacional de las Américas sin ningún inconveniente. Por otro lado, para realizar las pruebas antimicrobianas se necesitaron diferentes materiales que fueron suministrados por el laboratorio microbiológico.




3.12.2. EQUIPO

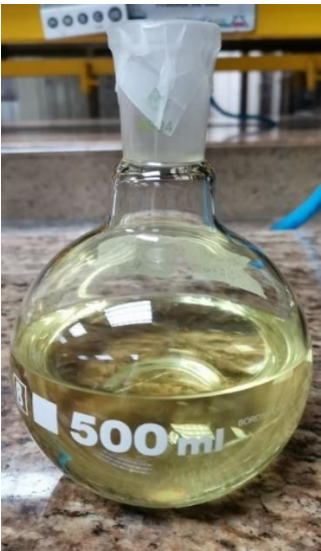


El equipo de laboratorio que se utilizará para elaborar el extracto vegetal y las diferentes pruebas de caracterización fitoquímica durante la investigación en los laboratorios de la Universidad Internacional de las Américas, se muestra a continuación en la tabla 7.



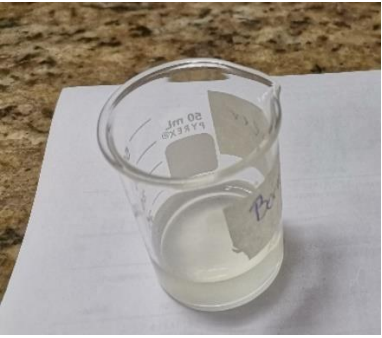

Tabla 7. Equipos y materiales utilizados para llevar a cabo la investigación en la Universidad Internacional de las Américas

Equipo	Fotografía	Propósito
Balanza analítica		El uso de la balanza permite medir la cantidad necesaria de material utilizado durante la el

		<p>desarrollo de la investigación.</p>
Licuadora		<p>En la investigación es utilizada para triturar lo más fino posible el material vegetal.</p>
Extractor Soxhlet		<p>Equipo utilizado para separaciones líquido-sólido, también se emplea para extraer sustancias de baja solubilidad</p>
Termómetro		<p>Es empleado para medir la temperatura a la cual se</p>

		<p>hará el proceso de extracción, esta temperatura es dirigida por el punto de ebullición del solvente.</p>
<p>Calentador y agitador</p>		<p>Se utiliza con el propósito de generar la temperatura necesaria para el solvente llegue al punto de ebullición, este presenta un agitador magnético para que la solución esté en constante agitación durante el proceso de la investigación.</p>
<p>Condensador para equipo Soxhlet</p>		<p>Este aparato proporciona la temperatura adecuada para que los vapores del disolvente se enfríen, logrando que este se devuelva a la cámara del equipo soxhlet que contiene el material solido vegetal</p>

<p>Balón de fondo plano</p>		<p>El balón de fondo plano es el recipiente que contiene el solvente para la extracción y su vez los metabolitos secundarios de la planta</p>
<p>Rotavapor</p>		<p>El equipo de rotavapor es utilizado para evaporar el disolvente de la mezcla mediante un proceso de destilación.</p>
<p>Bomba de recirculación de agua</p>		<p>Utilizada para dar una recirculación del agua fría contenida en el condensador del equipo, con la finalidad de enfriar el vapor del disolvente</p>

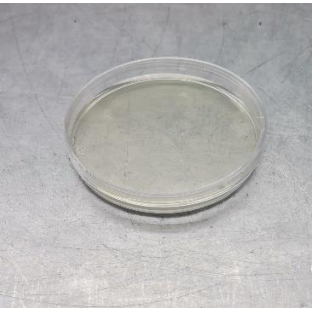

<p>Cámara de flujo laminar</p>		<p>Utilizada almacenar y evitar que los vapores de los reactivos utilizados sean dañinos para la elaboración del trabajo</p>
<p>Horno Biobase</p>		<p>Se utiliza para el exceso de disolvente en el extracto y poder separar por completo la mezcla</p>
<p>Beaker</p>		<p>Para recolectar y almacenar los diferentes extractos</p>
<p>Tubos de ensayo, pinzas y gradilla</p>		<p>Conjunto utilizado para llevar a cabo las diferentes pruebas fitoquímicas</p>
<p>Jeringas 5 mL y filtros de 0,20 µm</p>		<p>Utilizados con la finalidad de eliminar</p>




		<p>microorganismos presentes en el extracto.</p>
--	--	--

Fuente: elaboración propia, 2022

Para la determinación de la capacidad inhibitoria de los diferentes extractos obtenidos durante el desarrollo de la investigación, fue necesario el uso de equipo proporcionado por el laboratorio microbiológico Microlabs, el cual se mostrará a continuación en la tabla 8.

Tabla 8. Equipos y materiales utilizados para llevar a cabo la investigación en el laboratorio microbiológico Microlabs.

Equipo	Fotografía	Propósito
Placas Petri con medio de agar		Las placas Petri propician un medio de cultivo apto para el microorganismo con el que se elabora la investigación.
Cámara de flujo laminar		Se emplea la cámara con la finalidad de mantener un ambiente fuera de contaminación.

<p>Pipeta de 5 μL</p>		<p>La pipeta se utiliza para tomar la cantidad de muestra de los diferentes extractos y colocarlo en los agujeros correspondientes en el medio</p>
<p>Puntero de plástico</p>		<p>Utilizado para elaborar un orificio en el medio de agar para colocar los diferentes extractos y el control positivo</p>
<p>Incubadora microbiológica</p>		<p>Utilizada para crear las condiciones de temperatura aptas para el crecimiento bacteriano colocado en la placa Petri en medio de agar</p>

Fuente: elaboración propia, 2022

3.12.3. CONDICIONES




Las condiciones que se presentaron durante los días que se realizaron los diferentes procesos para el desarrollo de la investigación tuvieron en promedio valores de temperatura de 21.5 °C, la humedad relativa promedio que se obtuvo fue de 89 % durante los días de trabajo

3.13. COMPONENTES REACTIVOS




Los reactivos que se utilizaran durante el desarrollo de la extracción de los metabolitos secundarios de la planta; así mismo, como los reactivos empleados para realizar el análisis del tamizaje fitoquímico de estos componentes durante la elaboración de la investigación en la Universidad Internacional de las Américas se citaran a continuación en la tabla 9.

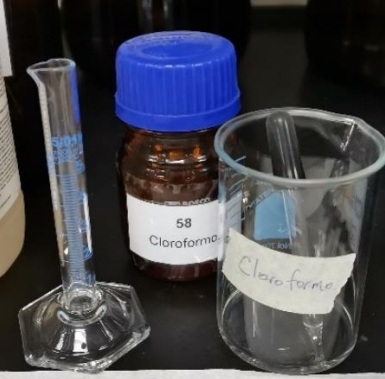


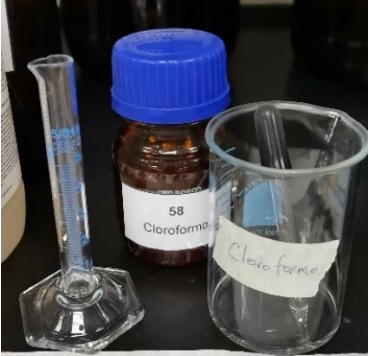
Tabla 9. Reactivos utilizados para llevar a cabo la investigación en los balotarios de química de la Universidad Internacional de las Américas

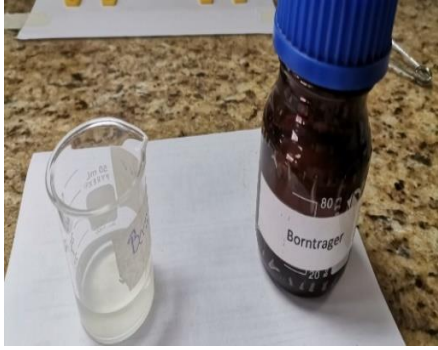


Reactivos	Fotografía	Propósito
Isopropanol		Es un disolvente utilizado para la extracción de los metabolitos secundarios de la planta, como lo son las cumarinas

		
<p>Reactivo de Dragendorff</p>		<p>Prueba de caracterización fitoquímica para alcaloides</p>
<p>Solucion de cloruro de hierro III</p>		<p>Prueba de caracterización fitoquímica para fenoles y taninos</p>
<p>Reactivo de Shinoda</p>		<p>Prueba de caracterización fitoquímica para flavonoides</p>

		
<p>Anhídrido acético + Ácido sulfúrico concentrado</p>		<p>Prueba de caracterización fitoquímica triterpenos y esteroides</p>
<p>Reactivo de vainillina</p>		<p>Prueba de caracterización fitoquímica triterpenos y esteroides</p>

<p>Reactivo de Molish</p>		<p>Prueba de caracterización fitoquímica para azúcares reductores</p>
<p>Hidróxido de sodio + luz UV</p>		<p>Prueba de caracterización fitoquímica para cumarinas por UV</p>
<p>Cloruro de hierro III + tetracloruro de carbono</p>		<p>Prueba de caracterización fitoquímica para antraquinonas</p>


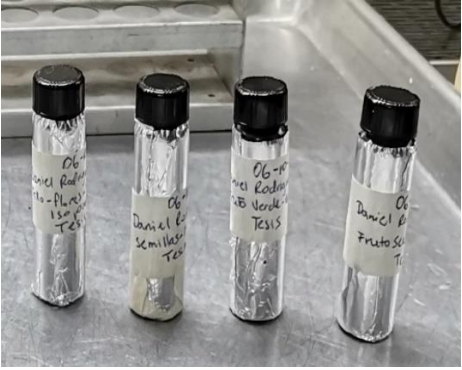
<p>Reactivo de Salkowski</p>	 	<p>Prueba de caracterización fitoquímica para flavonoides</p>
<p>Reactivo de Liebermann-Buchard</p>	 	<p>Prueba de caracterización fitoquímica para triterpenos y esteroides</p>

<p>Reactivo de Borträger</p>		<p>Prueba de caracterización fitoquímica para quinonas y antraquinonas</p>
<p>Hidróxido de Sodio + ácido mineral diluido</p>		<p>Prueba de caracterización fitoquímica para antocianinas</p>
<p>Agua destilada</p>		<p>Prueba de caracterización fitoquímica para saponinas</p>

Fuente: elaboración propia, 2022

Para realizar el proceso de determinar la capacidad inhibitoria que posee el extracto vegetal en el laboratorio de microbiología Microlabs se utilizaron los siguientes reactivos anotados en la tabla 10.

Tabla 10. Reactivos utilizados para llevar a cabo la investigación en el laboratorio microbiológico Microlabs.

Reactivos	Fotografía	Propósito
Ácido Fusídico 2% crema		Control positivo para <i>S. aureus</i> en antibiograma
Cloro comercial		Control positivo contra los microorganismos gram negativo
Extractos vegetales		Se utilizar para poder determinar si poseen actividad antimicrobiana

Fuente: elaboración propia, 2022

3.14. DISEÑO DE EXPERIMENTOS

3.14.1. Parte I. Obtención del extracto a partir de *Luffa cylindrica*.

Luego de la recolección y la limpieza del material vegetal es separado para ser transportado a los laboratorios de la Universidad Internacional de las Américas, donde se realizarán los siguientes procesos para obtener el aceite esencial. Luego se procederá a realizar una extracción con equipo soxhlet y separan el disolvente de aceite vegetal con una destilación mediante el equipo rotavapor y por ultimo se realizará la cromatografía de capa fina, siguiendo el siguiente procedimiento experimental:

3.14.1.2 Parte experimental I:

Procedimiento:

- Recolectar, lavar y secar el material vegetal
- Lavar, limpiar y secar la cristalería y equipo que se utilizará para elaborar el experimento.
- Con ayuda de un procesador o licuadora triturar el material vegetal con la finalidad de obtener un material más fino y homogéneo, este material se utilizará para llevar a cabo las diferentes extracciones vegetales.
- Armar el equipo de extracción soxhlet.
- Pesar por separado 40 gramos de cada una de las partes de la planta y rotular, agregarlos a la cámara del equipo soxhlet (colocar un pedazo de algodón al fondo de la cámara para evitar que caiga material vegetal al disolvente).
- Seguidamente adicionar 200 ml de isopropanol al balón de fondo plano, el cual se calentará hasta ebullición y al llegar al condensador este se devolverá y caerá sobre el material vegetal sólido.

- Se deja el equipo con una recirculación del disolvente durante 6 horas, con la finalidad de poder extraer los componentes necesarios que se encuentran presentes en el material vegetal.
- Realizar la separación del disolvente mediante un equipo de rotavapor.
- Recolectar cada extracto en envases de vidrio y rotularlos. Cubrir con papel aluminio en caso de que los extractos sean fotosensibles.
- Tomar 2 mL de cada extracto vegetal.
- Evaporar por completo el disolvente.
- Obtener el peso de material sólido de cada extracto.
- Realizar una cromatografía de capa fina a los diferentes extractos y observar la separación de compuestos con ayuda de luz UV

3.14.2. Parte II. Tamizaje fitoquímico de los componentes de la planta *Luffa cylindrica*.

Para realizar este apartado sobre las pruebas fitoquímicas se tomará una pequeña cantidad del extracto etanólico y se aplicarán los diferentes procedimientos experimentales a desarrollar y se observará y anotará el resultado obtenido.

3.14.2.1. Parte Experimental II. Analisis Fitoquímico.

Procedimiento:

En este apartado se realizarán los procedimientos a seguir para cada una de las pruebas de caracterización fitoquímica, describiendo detalladamente cada procedimiento de las pruebas y su indicador positivo a continuación:

Cromatografía de capa fina:

- Se toman una placa de sílica de gel y se traza una línea por debajo del borde inferior y el borde superior.
- Con un lápiz marcar 4 puntos con un poco de distancia entre ellos
- Con ayuda de un capilar tome una pequeña muestra del extracto vegetal y colóquelos sobre los puntos marcados en la placa de sílice
- En un beaker coloque la fase móvil, se empleará Hexano:Acetato de etilo en una proporción de 7:3
- Dejar separar
- Ver la separación de los componentes mediante la luz ultravioleta.

Prueba Dragendorff para caracterizar alcaloides:

- Se debe tomar 1 mL de la muestra del extracto alcohólico y se coloca en un tubo de ensayo.
- Luego se añade gota a gota una cantidad del reactivo de Dragendorff.
- Cuando la prueba es positiva para alcaloides se debe observar un precipitado de color rojo, naranja o marrón, persistentes por 24 horas.

Prueba con cloruro de hierro (III) para identificación de fenoles y taninos:

- Se toma 1mL del extracto alcohólico y colocarlo en un tubo de ensayo
- Adicionar unas gotas de cloruro de hierro (III) al 5-10 %.
- La prueba se considera positiva si hay aparición de un precipitado rojo, azul violeta o verde se considera positivo.

Prueba con el reactivo de Salkowski para identificación de flavonoides:

- Colocar en un tubo de ensayo una pequeña cantidad de muestra (1 mL de extracto clorofórmico) y se disuelve en 1 mL de ácido sulfúrico concentrado.
- La prueba es positiva para flavonas y flavonoles si la coloración es amarilla, si la coloración es naranja es positiva para flavonas, si presenta una coloración roja azulado significa que la prueba es positiva para chalconas y si el indicador final muestra una coloración rojo púrpura es positiva para la presencia de quinonas.

Prueba con el reactivo de Bornträger para identificación de quinonas y antraquinonas:

- Colocar en un tubo de ensayo aproximadamente unos 5 ml del extracto crudo.
- Luego añadir 1 ml de peróxido de hidrógeno al 20 %
- Posterior agregar 1 ml de ácido sulfúrico al 50 %.
- Aplicar calor la mezcla en un baño de agua hirviendo durante aproximadamente 15 minutos.
- Dejar enfriar.
- Añadir 5 mL de tolueno
- Agitar sin emulsionar.
- Recuperar la fase orgánica y trasvasar 2 ml fase orgánica a un tubo de ensayo.
- Añadir 1 ml de hidróxido de sodio al 5% con amoníaco al 2%.
- Agitar sin emulsionar.
- El resultado es positivo si la capa acuosa toma una coloración rosada a roja intensa es prueba positiva de la presencia de quinonas en la muestra.

Prueba para identificar cumarinas con Luz UV:

- En un tubo de ensayo colocar 2 ml del extracto etanólico de la planta, tapar con papel de filtro impregnado en solución diluida de NaOH y llevar a Baño de agua a 100°C por algunos minutos.
- Remover el papel de filtro y examinarlo bajo luz UV, siendo la fluorescencia amarilla indicativa de la presencia de cumarinas.

Prueba con reactivo de Liebermann-Burchard para identificar triterpenos y esteroides:

- En un tubo de ensayo tomar 1 mL del extracto alcohólico y evaporar hasta sequedad.
- Redisolver en 1 mL de cloroformo.
- Agitar cuidadosamente.
- Elaborar una mezcla agregando 1 mL de anhídrido acético más 1 mL de cloroformo y agregar una gota de ácido sulfúrico concentrado.
- Agregar la mezcla al tubo de ensayo con el extracto clorofórmico.
- La prueba resulta positiva con la formación de colores azul o verde para esteroides, cuando el resultado da coloraciones rojo, violeta o morado es indicador para triterpenos.

Prueba con el reactivo de Molish para identificar azúcares reductores:

- En un tubo de ensayo se coloca 1 mL del extracto alcohólico.
- Al mismo tubo de ensayo se añaden 3 gotas del reactivo de Molish.
- Agita
- Con precaución añadir 2 mL de ácido sulfúrico concentrado por las paredes del tubo de ensayo.
- La prueba resulta positiva si se forma un anillo coloreado en la interfase.

Prueba para identificar saponinas:

- En un tubo de ensayo agregar 1 mL del extracto vegetal.
- Agregar 5 mL de agua destilada al tubo con el extracto.
- Agitar vigorosamente hasta que se haga espuma.
- La prueba resulta positiva si la espuma perdura por más de 15 minutos, indicando la presencia de saponinas.

Prueba para identificar antocianinas:

- En un erlenmeyer colocar unos 10 mL del extracto crudo, se calienta a ebullición durante unos 5 minutos.
- Filtrar.
- En un tubo de ensayo colocar 2 mL de filtrado
- Añadir al tubo con el filtrado 1 mL de hidróxido de sodio diluido.
- Observar el color formado.
- En otro tubo de ensayo se colocan otros 2 mL de filtrado.
- Añadir al tubo con el filtrado unas 6 gotas de un ácido mineral diluido (ácido fosfórico 5%)
- Observar el color formado.
- La prueba resulta positiva si hay cambios de coloración en la mezcla ya que las antocianinas pueden producir diferentes colores a diferentes niveles de pH.

3.14.3. Parte III. Determinación de capacidad antimicrobiana de la planta *Luffa cylindrica*

Se solicitan las cepas microbiológicas con al menos 24 horas de anticipación. Para luego proceder a realizar el cultivo de la bacteria en el medio de agar y se procederá a comprobar la actividad antimicrobiana de los extractos obtenidos a partir de la planta *luffa cylindrica* en el laboratorio de microbiología Microlabs ubicado en Guadalupe, Costa Rica. luego de realizar el raspado bacteriológico se dejará en periodo de incubación por 24-48 h, para luego ir a revisar e interpretar los resultados. Se tomará en cuenta el siguiente procedimiento para realizar la tarea:

3.14.3.1. Determinación de la propiedad antimicrobiana de los extractos de la planta

Procedimiento:

En este apartado se revisarán los procedimientos a seguir para determinar si cada uno de los extractos vegetales obtenidos poseen actividad antimicrobiana contra cepas de microorganismo ya seleccionados, describiendo detalladamente el procedimiento a continuación:

- Se hace una suspensión con las cepas de las bacterias y agua pectonada y se deja durante 24 horas para promover el crecimiento bacteriano, se nota el crecimiento bacteriano cuando la suspensión presenta una turbidez.
- Agregar solución de agar a la placa Petri y dejar unos minutos para que esta solución adquiera la textura adecuada.
- Con ayuda de un puntero de plástico realizar cinco agujeros en el agar de la placa Petri, para colocar cada uno de los extractos vegetales y el medicamento para determinar el control positivo.
- Con ayuda de un hisopo estéril se procede con el rayado bacteriano, el cual se hace mojando el hisopo con la cepa bacteriana y se frota suavemente por el medio de agar en cuatro direcciones diferentes.
- Se coloca cada uno de los extractos vegetales y el control positivo en los agujeros asignados específicamente para cada uno.
- Se tapa la placa Petri y se coloca dentro de una incubadora durante 24-48 horas, bajo condiciones de temperatura adecuadas para la proliferación del cultivo.

Se mide el resultado obtenido y se interpreta.

A continuación, se presenta en la tabla 14 la numeración asignada a cada extracto obtenido de la planta *Luffa cylindrica* para realizar las pruebas antimicrobianas en el laboratorio Microlabs.

CAPÍTULO IV – ANALISIS DE RESULTADOS

CAPITULO IV - RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, en este capítulo se analizará toda la información recopilada durante el proceso de la investigación, con la finalidad de cumplir y ejecutar cada uno de los objetivos específicos planteados para el desarrollo de la misma. Así mismo, se exhibirán los resultados obtenidos y se realizará un análisis de estos, detallando el procedimiento para extraer los metabolitos secundarios de la planta *Luffa cylindrica*, los procedimientos de las respectivas pruebas de caracterización y la capacidad inhibitoria de los extractos obtenidos.

4.1. REALIZAR UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA SOBRE LAS PROPIEDADES QUE PRESENTA LA PLANTA DE LUFFA CYLINDRICA Y PROCESOS DE EXTRACCIÓN A PARTIR DE MATERIAL VEGETAL.

Con la finalidad de establecer un proceso válido para lograr la extracción de los componentes presentes en la planta *Luffa cylindrica* a partir de diferentes tejidos vegetales de la misma como las semillas, tallos y hojas, fruto seco y el fruto verde o inmaduro, se realizó minuciosamente una búsqueda profunda donde se seleccionaron cuatro artículos científicos y dos trabajos de grado para tomar en cuenta como base en la elaboración del procedimiento experimental para la obtención del extracto vegetal.

Ya establecido el procedimiento experimental a efectuar en el laboratorio se procede a recolectar y seleccionar el material vegetal, una vez lavado este material se almacena y se deja secar en un lugar fresco y con ventilación. Posterior a esto se trabajó durante cuatro semanas en el laboratorio para realizar todos los procedimientos del experimento, utilizando como disolvente isopropanol en una proporción de 5:1 con relación al material vegetal utilizado.

4.2. OBTENER EXTRACTOS A PARTIR DE DIFERENTES TEJIDOS DE LUFFA CYLINDRICA, EMPLEANDO COMO TÉCNICA DE SEPARACIÓN UNA MACERACIÓN ACELERADA MEDIANTE EQUIPO DE EXTRACCIÓN SOXHLET.

El desarrollo de la investigación se realiza una vez se encuentre seco el material vegetal. Una vez pasado este tiempo se realizan los procedimientos para el desarrollo de la parte experimental I y la parte experimental II para concretar el desarrollo de segundo objetivo. A continuación, en la tabla 10 se presentan las cantidades utilizadas de cada una de las partes de la planta, así como la cantidad de disolvente utilizado para llevar a cabo cada una de las extracciones.

Tabla 11. Pesos de los diferentes materiales vegetales utilizados de la planta *Luffa cylindrica*, en balanza analítica #12 ADAM Nimbus $\pm 0,0001$ g

Material de la planta	Peso (g) $\pm 0,0001$ g	Cantidad de disolvente (mL)
Semillas	40,0163 g	200 mL
Tallos, hojas, ramas y flores	40,0019 g	200 mL
Fruto seco	40,0061 g	200 mL
Fruto verde o inmaduro	40, 0225 g	200 mL

Fuente: elaboración propia, 2022

Tabla 12. Aceites obtenidos a partir de las diferentes partes de la planta luffa cylindrica mediante equipo soxhlet

Parte de la planta	Parte de la planta macerada	Aceite obtenido	Características físicas
 <p>semillas</p>			<p>El aceite es de coloración café con un olor característico muy suave</p>
 <p>Tallos-hojas-ramas-flores</p>			<p>El aceite posee un color verde debido a la cantidad de clorofila y tiene un olor suave vegetal</p>
 <p>Fruto verde o inmaduro</p>			<p>El aceite presenta una coloración amarilla con un olor característico suave y un poco dulce</p>
			<p>Este aceite es más transparente que</p>

 <p data-bbox="357 439 494 470">Fruto seco</p>			<p data-bbox="1139 197 1331 336">los demás y su coloración es amarilla tenue</p>
---	---	--	--

Fuente: elaboración propia, 2022.

Para realizar la extracción de los aceites se siguió el procedimiento descrito por Amaya et al ¹², y se tomaron diferentes partes de la planta y se procedieron a macerar, ya que a menor tamaño de partícula hay mayor superficie de contacto con el disolvente. La extracción se realizó con equipo soxhlet ya que este equipo proporciona una mejor técnica de extracción al poner repetidas veces en contacto al disolvente con el material vegetal sólido. El disolvente empleado en este caso fue el isopropanol como ya que posee características muy similares al etanol, al calentar el disolvente la extracción se realiza de la mejor manera ya que el disolvente caliente ayuda a favorecer la solubilidad de los analitos ⁴⁸⁻⁵¹.

Las pruebas fitoquímicas de los diferentes extractos a partir de semillas, hojas-ramas-flores, fruto seco y fruto inmaduro de *Luffa cylindrica* se presentan en la Tabla 13. Dicho análisis indica la presencia de metabolitos secundarios que incluyen taninos, flavonoides, saponinas, cumarinas, azúcares reductores, etc. Sin embargo, no se observaron antocianinas, ni antraquinonas en ninguno de los extractos vegetales analizados en la planta.

Tabla 13. Resultados de las Pruebas Fitoquímicas aplicadas a los extractos vegetales.

Pruebas fitoquímicas	Extracto vegetal			
	Semillas	Tallos-hojas-ramas-flores	Fruto seco	Fruto verde o inmaduro
Alcaloides	+	+	-	-
Fenoles y taninos	-	+	-	-
Flavonoides (Salkowski)	+(naranja-flavonas)	+(amarilla-flavonas, flavonoles)	+(amarilla-flavonas, flavonoles)	+(azulado-chalconas)
Quinonas y antraquinonas	-	-	-	-
Cumarinas luz UV	++	++	++	++
Triterpenos y esteroides	+(verde-esteroides)	+(verde-esteroides)	+(verde-esteroides)	-
Azúcares reductores (Molish)	+	+	+	+
Saponinas	-	+	-	-
Antocianinas	-	-	-	-
Leyenda: (-) sin presencia de metabolitos, (+) poca presencia de metabolitos, (++) presencia moderada de metabolitos y (+++) alta presencia de metabolitos				

Fuente: elaboración propia, 2022

Gracias a los aportes científicos se conoce que algunos componentes bioactivos que se encuentran en extractos de plantas, son los responsables de otorgarle la actividad antimicrobiana contra microorganismos causantes de ciertas patología y enfermedades, estos componentes también ofrecen protección a las plantas contra infecciones microbianas patógenas. Diferentes investigadores han hecho descubrimientos sobre la

actividad antimicrobiana que tienen algunos fitoquímicos vegetales. También se informa que la presencia de los flavonoides y los taninos en extractos vegetales, son responsables de las propiedades antimicrobianas. Los taninos son conocidos por sus propiedades astringentes, actividad antimicrobiana, propiedades antiinflamatorias y antidiarreicas. Las saponinas son conocidas por sus propiedades medicinales como limpiadores sanguíneos naturales, expectorantes y antibióticos ¹⁰⁻²⁷.

La presencia de triterpenos y cumarinas en los diferentes extractos vegetales obtenidos de planta *Luffa cylindrica*, son indicador de propiedad antimicrobiana; ya que estos compuestos se consideran como agentes antioxidantes lo que sugiere un uso potencial de estos extractos para el tratamiento de diferentes patologías como arterosclerosis, procesos antiinflamatorios, anticancerígenos y para reducir los niveles de colesterol. Las cumarinas son compuestos que además de ser antioxidantes, también son anticancerígenos y sirven como reductores de los niveles de colesterol. Por otro lado, en todos los extractos obtenidos se encontró presencia de azúcares reductores que además de contribuir a la caracterización bioquímica de esta especie, tiene una importancia adicional ya que estos azúcares interfieren con la extracción de saponinas, las cuales son de gran interés comercial¹⁴⁻¹⁸.

Se realizó la cromatografía de capa utilizando una fase móvil muy versátil, el resultado se muestra a continuación en la figura 12.

Figuras 12 Resultado de la cromatografía de capa fina aplicada a los diferentes extractos



Fuente: elaboración propia, 2022

La cromatografía realizada demuestra la presencia de clorofilas en los extractos que se hicieron a partir de los tallos, hojas, ramas y flores de la planta, en la figura se muestran con mayor intensidad y de coloración roja ⁷².

En esta técnica también se refleja el contenido de cumarinas de los diferentes extractos vegetales, ya que las cumarinas presentan una coloración azulada cuando se someten a luz ultravioleta, además, en los resultados vistos en las pruebas fitoquímicas se determina la presencia de cumarinas en los diferentes extractos y estas se encuentran a diferentes concentraciones. Por lo que podemos deducir que la presencia de las cumarinas en los diferentes extractos pueden ser las responsables de muchas de las propiedades farmacológicas que posee la planta.

Tabla 14. Asignación del número de muestra de los diferentes extractos a partir de *Luffa cylindrica*.

Extracto <i>Luffa cylindrica</i>	Número de muestra
Semillas	1
Fruto verde o inmaduro	2
Fruto seco	3
Tallos-hojas-ramas-flores	4

Fuente: elaboración propia, 2022

A continuación, se ven descritos los resultados obtenidos de la capacidad antimicrobiana que presentan los diferentes extractos vegetales concentrados frente a la cepa de *Staphylococcus aureus* #1

Figuras 13 Cultivo antimicrobiano de los extractos concentrados contra cepa de *Staphylococcus aureus* # 1, antes de la incubación.



Fuente: elaboración propia, 2022

Se presenta el cultivo microbiano sobre la placa Petri con medio de difusión en agar, donde se establecieron los puntos de control antimicrobiano de los extractos obtenidos. Luego se dejaron encubar a 30 ° C durante 24-48 horas para luego interpretar el resultado obtenido.

Figuras 14 Cultivo antimicrobiano de los extractos concentrados contra cepa de *Staphylococcus aureus* # 1, luego de la incubación.



Fuente: elaboración propia, 2022

Luego del periodo de incubación durante 36 horas se muestran resultados en el crecimiento bacteriano sobre el medio de agar, dejando resultados evidenciados sobre la actividad antimicrobiana sobre el microorganismo. Las mediciones de los halos que presenta la capacidad de los diferentes extractos concentrados de la planta contra cepas de *Staphylococcus aureus* #1, se demuestran a continuación en la tabla 15

Tabla 15. Resultados del halo de inhibición provocado por los extractos de luffa cylindrica concentrados sobre la cepa de Staphylococcus aureus #1

Extracto Luffa cylindrica	Capacidad inhibitoria / Halo inhibición (cm)
Semillas #1	0,2 cm
Tallos-hojas-ramas-flores #4	0,5 cm
Fruto seco #3	0,8 cm
Fruto verde o inmaduro #2	No presenta
Ácido fusídico (control +)	1,85 cm

Fuente: elaboración propia, 2022

Cabe destacar que los resultados que se obtuvieron durante la investigación tienen similitud en alguna medida con los resultados reportados por otros investigadores, quienes en sus investigaciones también emplearon cepas de Staphylococcus aureus como muestra en si para su experimentación. En la mayoría de ensayos se evaluaron extracciones alcohólicas. La decisión de tomar la metodología para el desarrollo de la investigación permite un paso de decisión en el tamizaje inicial de la especie vegetal antes de emplear todo el procedimiento de caracterización fitoquímica ¹⁶.

Analizando los diferentes resultados se puede determinar que tres de los extractos hechos a partir de las semillas, tallos, fruto seco y fruto verde o inmaduro, obtenidos a partir de la planta Luffa cylindrica poseen capacidad antimicrobiana leve contra las cepas de Staphylococcus aureus, debido a que sus halos de inhibición no sobrepasan 1 cm de diámetro y el halo de inhibición producido por el control positivo tiene una medida de 1,85 cm. Mientras que el único extracto que no presenta un halo de inhibición es el extracto de fruto verde.

Por otro lado, en los diferentes extractos analizados demostraron tener presencia de cumarinas, flavonoides y alcaloides. Estos compuestos pueden representar las bases químicas para sustentar el resultado sobre la capacidad antimicrobiana de la planta frente a cepas de Staphylococcus aureus. La presencia de estos metabolitos secundarios permite

asociar diferentes mecanismos de acción contra la bacteria empleada en aras de lograr la inhibición de su crecimiento ya sea mediante la muerte bacteriana o solo deteniendo temporalmente su crecimiento ¹⁷.

Para medir el halo de inhibición formado por los extractos vegetales se hizo con una regla. Es necesario conocer la susceptibilidad esperada de los microorganismos ya que esto tiene que ver con la resistencia innata que posee el microorganismo, esta resistencia microbiana se han desarrollado evolutivamente en las bacterias y que es un evento totalmente predecible. En los *Staphylococcus*, el surgimiento de cepas resistentes y la capacidad de producir enfermedad están fuertemente relacionados con el amplio uso de los antibióticos, además de su enorme potencial para desarrollar resistencia y multi-resistencia ⁶⁰.

Por tanto, los resultados obtenidos con estas especies son importantes, dado que podrían avalar su uso potencial en algunas infecciones causadas por tales microorganismos, inclusive ante cepas resistentes y de muy difícil erradicación, como ocurre con frecuencia en nuestros hospitales hoy en día. Resultará obvia entonces la realización de estudios fitoquímicos de mayor especificidad y sensibilidad que permitan aislar e identificar los compuestos responsables de tal actividad, así como investigaciones microbiológicas con cepas salvajes de alto poder resistente, tales como las que fluctúan en nuestros hospitales ⁶¹

A continuación, se presenta el cultivo microbiano sobre el medio de difusión en agar, donde se establecieron los cuatro puntos de control antimicrobiano de los extractos obtenidos. Luego se dejaron encubar a 30 ° C durante 24-48 horas para luego interpretar el resultado obtenido. Por otro lado, los resultados obtenidos de la actividad antimicrobiana que presentan los diferentes extractos vegetales diluidos frente a la cepa de *Staphylococcus aureus* #2

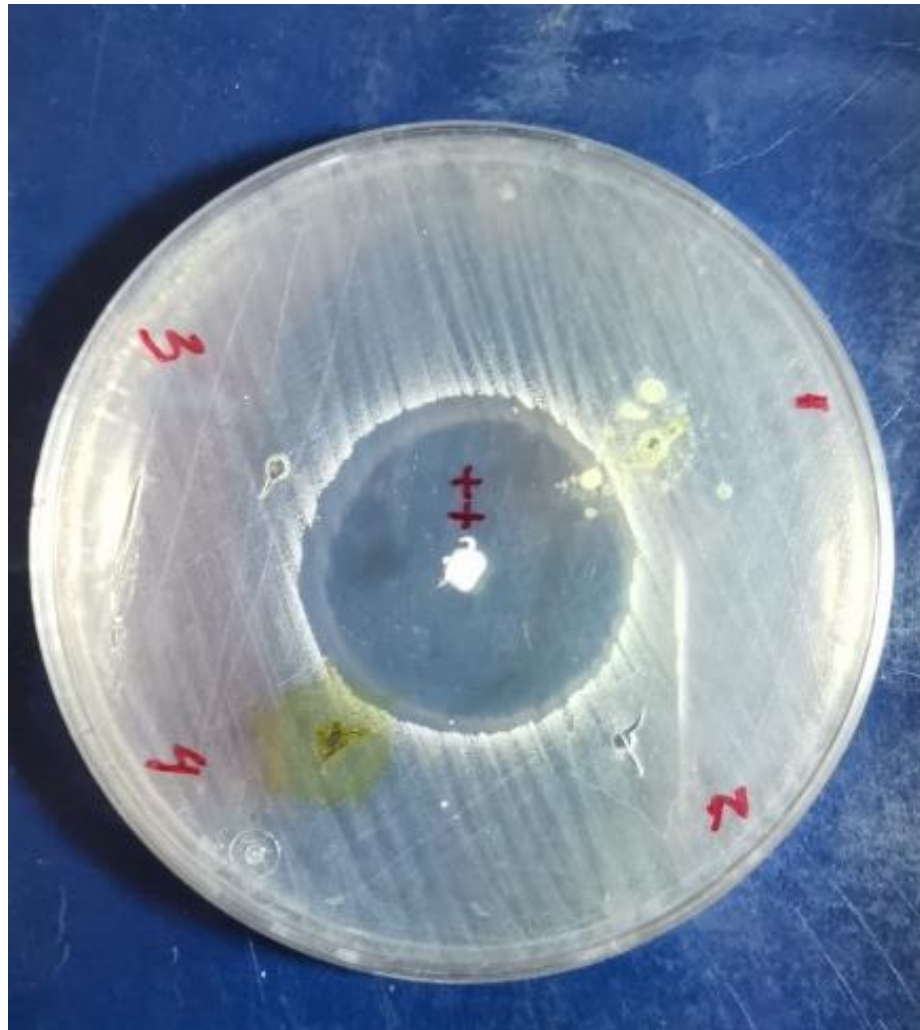
Figuras 15 Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de *Staphylococcus aureus* # 2, antes de la incubación.



Fuente: elaboración propia, 2022

En la figura 16 se muestra el crecimiento bacteriano, después de aplicarle temperatura constante (30 ° C) durante 36 horas para luego interpretar el resultado obtenido. El extracto utilizado es un extracto diluido de los productos obtenidos de la extracción por equipo soxhlet.

Figuras 16 Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de *Staphylococcus aureus* # 2, luego de la incubación.



Fuente: elaboración propia, 2022

Los resultados obtenidos de la capacidad inhibitoria que poseen los diferentes extractos diluidos de la planta contra cepas de *Staphylococcus aureus* #2, se demuestran a continuación en la tabla 16

Figuras 17 Resultados del halo de inhibición provocado por los extractos de luffa cylindrica diluidos sobre la cepa de Staphylococcus aureus #2

Extracto Luffa cylindrica	Capacidad inhibitoria / Halo inhibición (cm)
Semillas #1	No presenta
Tallos-hojas-ramas-flores #4	No presenta
Fruto seco #3	No presenta
Fruto verde o inmaduro #2	No presenta
Ácido fusídico (control +)	3,5 cm

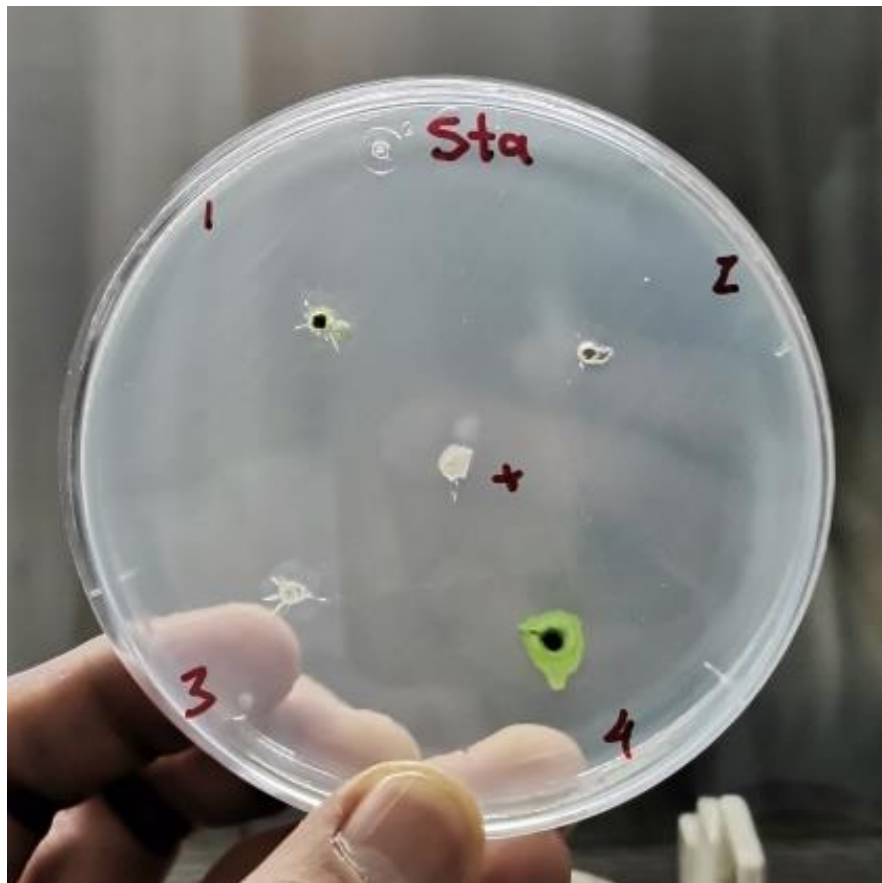
Fuente: elaboración propia, 2022

La actividad antimicrobiana de los extractos diluidos de las diferentes partes de la planta luffa cylindrica no presentan actividad antimicrobiana sobre la cepa de Staphylococcus aureus #2, esto puede deberse a una multiresistencia de la bacteria o a que los extractos están muy poco concentrados, por lo que se puede sugerir que la capacidad inhibitoria de los extractos es dependiente de la concentración. Por otro lado, que la capacidad inhibitoria del control positivo expresó un halo de inhibición de 3,5 cm, lo cual nos indica que la capacidad inhibitoria del control va a depender de la concentración del medicamento, es decir, cuando hay una mayor concentración del medicamento o extracto hay mayor halo inhibitorio ²⁵.

La resistencia bacteria en Staphylococcus se debe al surgimiento de cepas resistentes y la capacidad que tiene el microorganismo de producir enfermedad están fuertemente relacionados con el amplio uso de los antibióticos, además la capacidad de este microorganismo de resistir los efectos de un antimicrobiano, constituye un problema creciente de la salud pública en todo el mundo. La resistencia puede ser producida por selección natural, como producto de mutaciones ocurridas al azar, o puede inducirse mediante la aplicación de presión selectiva a una población ⁶⁰.

A continuación, se ven descritos los resultados obtenidos de la capacidad antimicrobiana que presentan los diferentes extractos vegetales diluidos frente a la cepa de *Staphylococcus aureus* #3

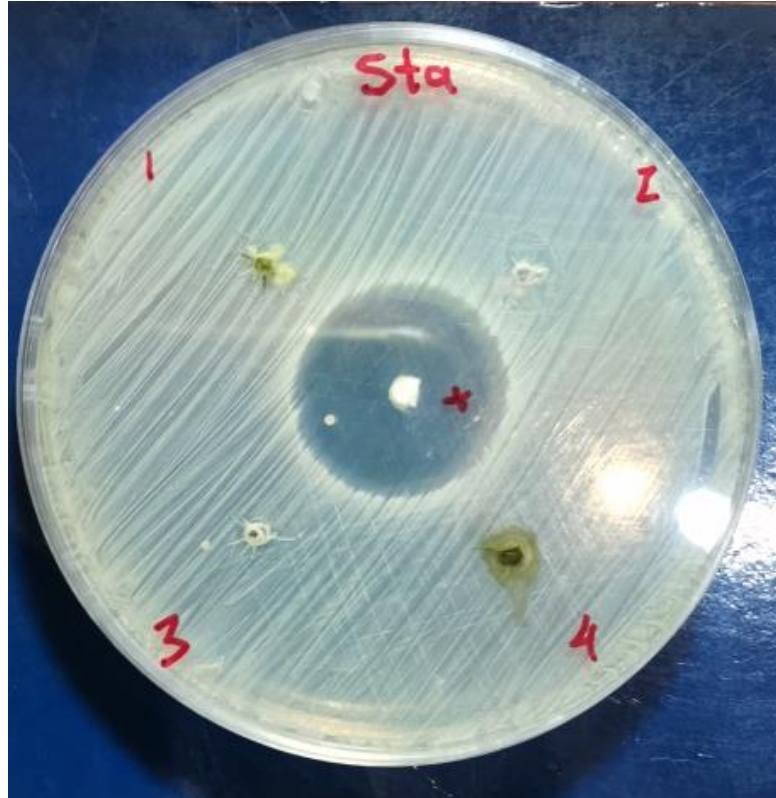
Figuras 18 Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de *Staphylococcus aureus* # 3, antes de la incubación.



Fuente: elaboración propia, 2022

Luego del periodo de incubación que tarda en efectuarse 36 horas, se procede a leer los resultados obtenidos, donde se utilizó una cepa diferente de *Staphylococcus aureus* diferente a las anteriores.

Figuras 19 Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de Staphylococcus aureus # 3, luego de la incubación.



Fuente: elaboración propia, 2022

Los resultados obtenidos de la capacidad inhibitoria que poseen los diferentes extractos diluidos de la planta contra cepas de Staphylococcus aureus #3, se demuestran a continuación en la tabla 17

Tabla 17. Resultados del halo de inhibición provocado por los extractos de luffa cylindrica diluidos sobre la cepa de Staphylococcus aureus #3

Extracto Luffa cylindrica	Capacidad inhibitoria / Halo inhibición (cm)
Semillas #1	No presenta
Tallos-hojas-ramas-flores #4	0,5 cm

Fruto seco #3	No presenta
Fruto verde o inmaduro #2	No presenta
Ácido fusídico (control +)	2,5 cm

Fuente: elaboración propia, 2022

Al presentar los resultados los diferentes extractos vegetales diluidos frente a otra cepa diferente (de *Staphylococcus aureus* #3), se demuestra que la cepa seleccionada es muy resistente a estos extractos, ya que de cuatro extractos analizados solo uno tiene capacidad inhibitoria. El extracto de tallos, hojas y ramas posee dentro de sus componentes alcaloides, flavonoides, taninos, cumarinas, esteroides y saponinas.

En la investigación se demuestra que la capacidad inhibitoria del control positivo es de 2,5 cm y al igual que en las otras pruebas realizadas sobre la capacidad antimicrobiana va a depender de la concentración. Por lo tanto, el halo de inhibición va a depender de la concentración del medicamento. Esto se evidencia en la investigación realizada por K.E. Bal, Y. Bal, G. Cote y A. Chagnes del 2011 donde se describen y exponen las actividades antimicrobianas in vitro contra *E. coli* y *S. aureus*, los materiales que se evaluaron biomateriales y mostraron una actividad antimicrobiana de más de 18 días.

La presencia de cumarinas, flavonoides y alcaloides en los extractos son los responsables de otorgarle la capacidad antimicrobiana de la planta frente a cepas de *Staphylococcus aureus*, en este caso el extracto esta diluido y aun asi presenta actividad antimicrobiana. La presencia de estos metabolitos secundarios permite asociar diferentes mecanismos de acción contra la bacteria empleada en aras de lograr la inhibición de su crecimiento ya sea mediante la muerte bacteriana o solo deteniendo temporalmente su crecimiento

Ya que los extractos diluidos de las diferentes partes de la planta *luffa cylindrica* no presentan actividad antimicrobiana sobre la cepa de *Staphylococcus aureus* #3, se puede sugerir que la bacteria es multirresistente o debido a que los extractos están muy

poco concentrados, por lo que se puede sugerir que la capacidad inhibitoria de los extractos es dependiente de la concentración el surgimiento de nuevas cepas de bacterias y una mala adherencia terapéutica pueden ser los responsables de la resistencia microbiana ³⁰.

A continuación, se ven descritos los resultados obtenidos de la capacidad antimicrobiana que presentan los diferentes extractos vegetales diluidos frente a la cepa de pseudomona aeruginosa.

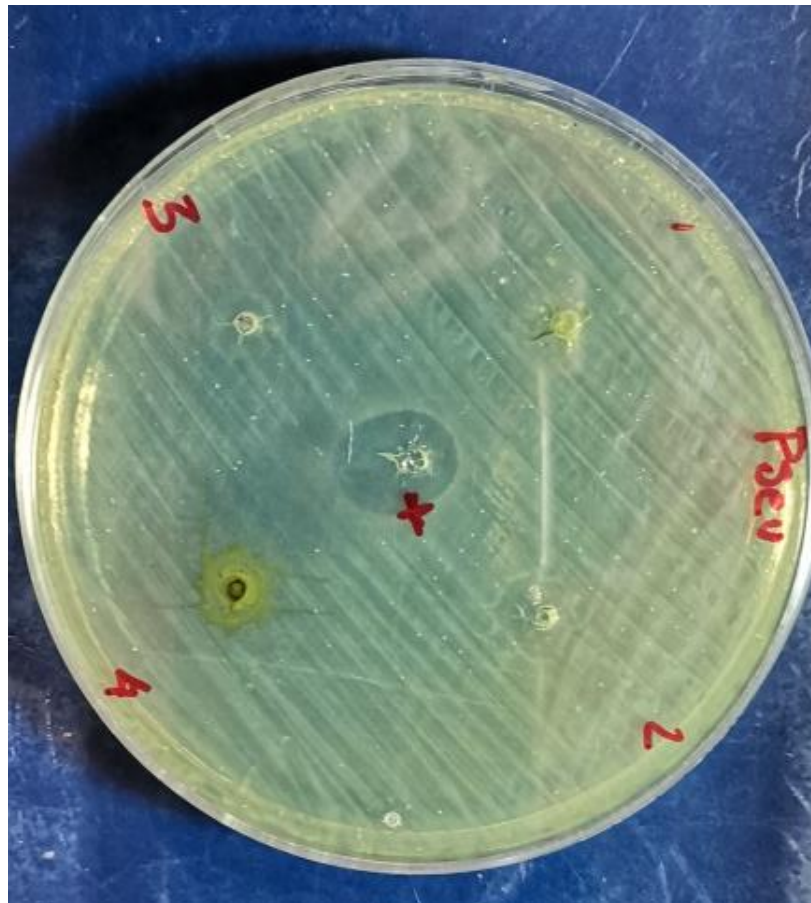
Figuras 20 Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de Pseudomona aeruginosa, antes de la incubación.



Fuente: elaboración propia, 2022

La interpretación de la actividad antimicrobiana para pseudomona aeruginosa se hace 24 horas después de incubar el cultivo, demostrando un leve de inhibición, se observa a continuación en la figura 21.

Figuras 21 Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de Pseudomona aeruginosa, luego de la incubación.



Fuente: elaboración propia, 2022

Los resultados obtenidos de la capacidad inhibitoria que poseen los diferentes extractos diluidos de la planta contra cepas de pseudomona aeruginosa, se demuestran a continuación en la tabla 18

Tabla 18. Resultados del halo de inhibición provocada por los extractos de luffa cylindrica diluidos sobre la cepa de Pseudomona aeruginosa

Extracto Luffa cylindrica	Capacidad inhibitoria / Halo inhibición (cm)
Semillas #1	No presenta

Tallos-hojas-ramas-flores #4	0,6 cm
Fruto seco #3	0,7 cm
Fruto verde o inmaduro #2	0,8 cm
Cloro comercial (control +)	1 cm

Fuente: elaboración propia, 2022

Estos resultados muestran que los extractos vegetales obtenidos poseen capacidad inhibitoria frente a microorganismos gram negativos. Queda demostrado que tres de los cuatro extractos presenta inhibición, que, aunque los halos son relativamente pequeños aun así presentan capacidad inhibitoria frente a estos microorganismos. Entonces a mayor concentración del extracto, mayor es el halo de inhibición. Por otro lado, el control positivo también presenta una capacidad inhibitoria relativamente baja y podemos adjuntarle el mismo principio de concentración ²¹.

No obstante, también se le puede otorgar a la bacteria es un poco de resistente a la acción de los extractos, por lo que el extracto de semillas no presenta ningún halo de inhibición. En una investigación hecha por Mankilik M, Mikailu A y Mhya D se observa también actividad antibacterial de la *pseudomona aeruginosa* en extractos de etanol y cloroformo. Donde la actividad antimicrobiana del extracto de cloroformo presentó la mayor actividad.²¹.

A continuación, se ven descritos los resultados obtenidos de la capacidad antimicrobiana que presentan los diferentes extractos vegetales diluidos frente a la cepa de salmonella.

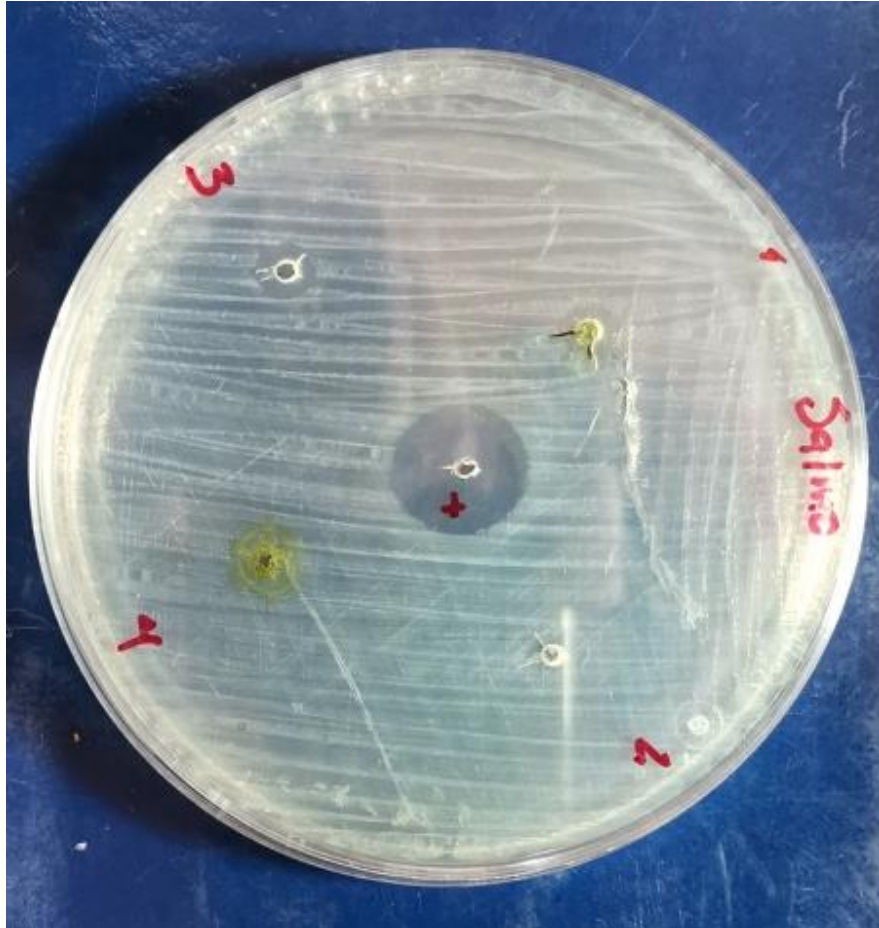
Figuras 22 Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de salmonela, antes de la incubación.



Fuente: elaboración propia, 2022

Luego de las 24 horas que tarda la bacteria en crecer sobre el medio adecuado se procede a leer e interpretar los resultados, y se observa que los extractos vegetales muestran capacidad antimicrobiana.

Figuras 23 Cultivo antimicrobiano de los extractos diluidos contra cepa de salmonela, luego de la incubación.



Fuente: elaboración propia, 2022

Los resultados obtenidos de la capacidad inhibitoria que poseen los diferentes extractos diluidos de la planta contra cepas de salmonella, se demuestran a continuación en la tabla 19

Tabla 19. Resultados del halo de inhibición provocada por los extractos de luffa cylindrica diluidos sobre la cepa de salmonella

Extracto Luffa cylindrica	Capacidad inhibitoria / Halo inhibición (cm)
Semillas #1	0,6 cm
Tallos-hojas-ramas-flores #4	0,7 cm
Fruto seco #3	0,55 cm
Fruto verde o inmaduro #2	No presenta
Cloro comercial (control +)	1,4 cm

Fuente: elaboración propia, 2022

En la investigación de Peter M. Eze en el 2018 sobre la evaluación de las actividades antioxidante, antiinflamatoria y antimicrobiana de los extractos de hojas de *Luffa cylindrica* ante el etanol y el acetato de etilo reveló actividad antimicrobial evidenciable. Los resultados muestran que los extractos vegetales obtenidos poseen capacidad inhibitoria frente a microorganismos gram negativos.

Queda demostrado que tres de los cuatro extractos presenta inhibición, que, aunque los halos son relativamente pequeños aun asi presentan capacidad inhibitoria frente a estos microorganismos. Entonces a mayor concentración del extracto, mayor es el halo de inhibición. Por otro lado, el control positivo también presenta una capacidad inhibitoria relativamente baja y podemos adjuntarle el mismo principio de concentración⁸⁸.

No obstante, tambien se le puede otorgar a la bacteria es un poco de resistente a la acción de los extractos, por lo que el extracto de semillas no presenta ningún halo de inhibición. En una investigación hecha por Mankilik M, Mikailu A y Mhya D se observa tambien actividad antibacterial de la pseudomona aeruginosa en extractos de etanol y cloroformo. Donde la actividad antimicrobiana del extracto de cloroformo presentó la mayor actividad⁸⁵.

CAPÍTULO V – CONCLUSIONES

CAPITULO V – CONCLUSIONES

Las infecciones tópicas y cutáneas bacterianas son frecuentes y potencialmente graves para la salud, para detectar los signos de gravedad de la infección se debe consultar a un especialista y obtener un tratamiento adecuado para combatir el microorganismo.

Una anamnesis y una exploración dermatológica minuciosas sirven para orientar hacia el tipo de germen responsable de la infección y para adaptar la antibioticoterapia, que siempre debe replantearse una vez conocidos los resultados de los análisis bacteriológicos de las muestras, que deberían ser más sistemáticas.

Con el trabajo de investigación actual se describieron los componentes químicos que componen la planta, sus efectos farmacológicos y la importancia terapéutica que presenta la planta *Luffa cylindrica* como una planta medicinal que cuenta con muchas actividades farmacológicas que podrían implementarse contra varios agentes patógenos.

Podemos concluir que las cumarinas que se encuentran presentes en los cuatro diferentes extractos son las responsables de la mayoría de actividad antimicrobiana que se presentó en el trabajo, ya que todos los extractos tuvieron algún tipo de actividad contra los microorganismos evaluados.

Con la cromatografía de capa fina se pueden elaborar estudios y análisis óptimos, con resultados eficientes y robustos, la aplicación de esta técnica juntos con otras técnicas y modificaciones son es favorable en las investigaciones ya que se puede ampliar la cantidad de metabolitos de interés para el estudio y mejorar los parametros y el desempeño de la misma y a su vez es una tecnica de bajo costo y fácil de aplicar.

Los extractos obtenidos presentan actividad antimicrobiana con los diferentes microorganismos evaluados, esta actividad va a depender de la concentración utilizada

ya que en la investigación se trabajo con extractos concentrados y diluidos, donde los concentrados mostraron mejor capacidad inhibitoria.

Los extractos diluidos presentaron poca actividad antimicrobiana contra las cepas de *Staphylococcus aureus* que son microorganismo gram positivos, mientras que contra las cepas negativos estas mostraron una mejoría en la capacidad antimicrobiana, concluyendo que se puede hacer mas estudio sobre la planta debido a los múltiples efectos farmacológicos que tiene la planta.

CAPÍTULO VI – RECOMENDACIONES

CAPÍTULO VI – RECOMENDACIONES

Luego de realizar esta investigación, los resultados demuestran la complejidad del tema, así como la necesidad de crear más estudios e investigaciones referentes a este tema. Dada la tecnicidad de los procesos, los resultados varían significativamente.

Por lo tanto, se presentan las siguientes recomendaciones para poder seguir investigando en el área, tomando como punto de partida o de ayuda los resultados expuestos en esta investigación.

Se recomienda la creación de más datos a partir de nuevas investigaciones relacionadas a plantas con características similares para poder tener una mayor base de datos con relación al tema de la actividad antimicrobiana en las plantas.

Se recomienda poder establecer estudios interdisciplinarios donde se pueda utilizar los datos aportados en esta investigación como aporte técnico dentro del área epidemiológica.

Se recomienda la creación de investigaciones utilizando la planta investigada aquí, pero con cepas diferentes. De manera que se pueda crear un fichero amplio sobre este tema, utilizable en futuras investigaciones de esta envergadura.

Se recomienda elaborar los extractos con mayor concentración ya que la capacidad inhibitoria de dichos extractos es dependiente de la concentración

Se recomienda probar los extractos obtenidos sobre diferentes cepas de microorganismos gram positivos ya que solo se probó contra diferentes cepas de un mismo microorganismo, *Staphylococcus aureus*.

Como ultima recomendación se puede elaborar un extracto a partir de todas las partes de las plantas juntas para determinar si este extracto posee actividad antimicrobiana.

CAPÍTULO VI - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPITULO VII - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Atanasov A, Waltenberger B, Pferschy-Wenzig E, Linder T, Wawrosch C, Uhrin P. et al. Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: A review. *Biotechnol* [Internet]. 2015 [01 Jun 2022]; 33(8): 1582-1614. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4748402/>
2. García Santamaría F. Enfermedades infecciosas emergentes: interacción entre el mundo microbiano y las sociedades humanas. *Acta méd. costarric* [Internet]. 2008 [01 Jun 2022]; 50(4): 136-143. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022008000300003&lng=en.
3. Burbano L, González A, Araujo L, Cruz R. Microorganismos más frecuentes en infecciones cutáneas en el Hospital Provincial General Ambato. *Rev Eug Esp* [Internet]. 2020 [01 Jun 2022]; 14(2): 19-29. Disponible en: <https://doi.org/10.37135/ee.04.09.05>
4. Rumbo J, Arantón L & Cortizas J. Mapa microbiano de la piel humana: conociendo a nuestros huéspedes. *Enferm. Dermatol.* [Internet]. 2018 [18 Jul 2022]; 12(34): 18-22. Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario1/Downloads/Dialnet-MapaMicrobianoDeLaPielHumana-6730139.pdf>
5. Giono S, Santos J, Rayo Morfín M, Torres F, Alcántar M. Resistencia antimicrobiana. Importancia y esfuerzos por contenerla. *Gac. Méd. Méx* [Internet]. 2020 [01 Jun 2022]; 156(2): 172-180. Disponible en: <https://doi.org/10.24875/gmm.20005624>.
6. Lorente C, Cañete F, Castillo A, Frías J. Actividad antimicrobiana de los extractos de *Luffa cylindrica* L. *Multimed* [Internet]. 2017 [01 Jun 2022]; 16(1): 679-686. Disponible en: <http://www.revmultimed.sld.cu/index.php/mtm/article/view/628>
7. Difurnó J, de la Paz C, Frías J, Ocaña J, Ramírez R. Evaluación microbiológica preliminar de plantas de la flora cubana en Granma. *Multimed* [Internet]. 2017 [01 Jun 2022]; 16(2). Disponible en: <http://www.revmultimed.sld.cu/index.php/mtm/article/view/582>
8. Islam R, Nishida H. & Funatsa G. Completed amino acid sequence of luffin-a, a ribosome inactivating protein from sedes of sponge gourd (*luffa cylindrica*). *Agri*.

- Biol. Chem. [Internet]. 1990 [16 Jun 2022]; 54(11): 2967-2978. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1368651/>
9. Gbeassor M, Kedjagni A, Koumaglo K, de Souza C, Agbos K, Aklikokou K et al. In vitro antimalarial activity of six medicinal plants. *Phytotherapy Research*. [Internet]. 1990 [16 Jun 2022]; 4(3): 115-117. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ptr.2650040309>
 10. Lapenna E, Medina G, Díaz L, Aguillón K, Marín H. Actividad bactericida y fungicida de algunas plantas utilizadas en la medicina tradicional venezolana. *INHRR* [Internet]. 2003 [01 Jun 2022]; 34(1). 6-9. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772003000100002&lng=es
 11. Belmar Ruiz M. Estudio del efecto de polifenoles vegetales sobre un modelo de fotoenvejecimiento en ratones skh1. [Trabajo de grado para doctor en medicina]. Murcia, España: Universidad de Murcia; 2014. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=97940>
 12. Kamatenesi M, Makawiti D, Oryem H, Odyek O, Nganga J. The oxytocic properties of *Luffa cylindrica* (L.) M. Roem. and *Bidens pilosa* L., traditionally used medicinal plants from western Uganda. *Afr. J. Ecol.* [Internet]. 2007 [01 Jun 2022]; 45(3). 88-93. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2007.00863.x>
 13. Amaya L, Díaz F, García N, Moncada M, Guerrero G. Obtención del aceite de las semillas de *Luffa cylindrica* y evaluación de su potencial uso en la industria cosmética. *Scientia et Technica*. [Internet]. 2007 [01 Jun 2022]; 33(1): 287-289. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84903378>
 14. Devi G, Muthu A, Kumar D, Rekha S, Indhumathy R & Nandhini R. Studies on the antibacterial and antifungal activities of the ethanolic extracts of *Luffa cylindrica* (Linn) fruit. *Int. J. Drug Dev & Res.* [Internet]. 2009 [06 Jun 2022]; 1(1): 105-109. Disponible en: <https://www.itmedicalteam.pl/articles/studies-on-the-antibacterial-and-antifungal-activities-of-theethanolic-extracts-of-luffa-cylindrica-linn-fruit.pdf>
 15. Ismail M, Hussain M, Dastagir M, Billah M, Quader A. Phytochemical and antimicrobial investigation of *Luffa cylindrica*. *Bol. Lat y Car de Plan. Med y aro.* [Internet]. 2010 [16 Jun 2022]; 9(4): 327-332. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/856/85615225003.pdf>

16. Nagarajan K, Saxena P, Mazumder A, Ghosh L & Devi G. Effect of various chromatographic terpenoid fractions of luffa cylindrica seeds on in vitro antimicrobial studies. Rev OPEM. [Internet]. 2010 [04 Jun 2022]; 10(1): 21-28. Disponible en: <http://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201010250394192.page>
17. Bal K, Bal Y, Cote G, Chagnes A. Morphology and antimicrobial properties of luffa cylindrica fibers/chitosan biomaterial as micro-reservoirs for silver delivery. Elsevier. [Internet]. 2012 [04 Jun 2022]; 79(1): 238-241. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/230647766_Morphology_and_antimicrobial_properties_of_Luffa_cylindrica_fiberschitosan_biomaterial_as_micro-reservoirs_for_silver_delivery
18. Partap S, Kumar A, Kant N, Jha K. Luffa cylindrica: An important medicinal plant. J. Nat. Prod. Plant Resour [Internet]. 2012 [01 Jun 2022]; 2(1). 127-134. Disponible en: https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Culture-plantes-alimentaires/FICHES_PLANTES/luffa/Luffa%20Cylindrica_An%20important%20medicinal%20plant.pdf
19. Tripathi A, Tandon M, Chandekar A, Soni N. & Upmanyu N. *In vitro* antioxidant and anthelmintic activity on *Luffa cylindrica* leaf extracts. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants 2016; 22(4):348-355. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10496475.2016.1224211>
20. Aboh M, Okhale S & Ibrahim K. Preliminary studies on *Luffa cylindrica*: comparative Phytochemical and antimicrobial screening of the fresh and dried aerial parts. Afr. Jour. Microb. Reser. [Internet]. 2012 [04 Jun 2022]; 6(13): 3088-3091. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Preliminary-studies-on-Luffa-cylindrica-%3A-and-of-Aboh-Ibrahim/51d84e73af99e2d0fdd726ae6706fe22523b66c5>
21. Ahmad B & Khan A. Antibacterial, antifungal and phytotoxic activities of *Luffa cylindrica* and *Momordica charantia*. J. Med. Plants Res. [Internet]. 2013. [04 Jun 2022]; 7(22): 1593-1599. Disponible en: <https://academicjournals.org/journal/JMPR/article-full-text-pdf/BE892CE28232>
22. Swain T, Sahoo R & Kar D. Phytochemical potential of *Luffa cylindrica* (L.) Roem extracts. J. Pure Appl. Microbio. [Internet]. 2013. [04 Jun 2022]; 7(1): 1-7. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/260518371_Phytomedicinal_Potential_of_Luffa_cylindrica_L_Reom_Extracts

23. Mankilik M & Mikailu A. Phytochemical Content and antimicrobial activities of *Luffa aegyptiaca* (sponge gourd) leaves extracts. IJRPB. [Internet]. 2014. [05 Jun 2022]; 1(1): 1-4. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/317275113_Phytochemical_Content_and_Antimicrobial_Activities_of_Luffa_Aegyptiaca_Sponge_Gourd_Leaves_Extracts
24. Lapenna E, Medina G, Díaz L, Aguillón K, Marín H. Actividad bactericida y fungicida de algunas plantas utilizadas en la medicina tradicional venezolana. INHRR [Internet]. 2003 [01 Jun 2022]; 34(1). 6-9. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772003000100002&lng=es
25. Antia B, Essien E, Okokon J, Alalade I. Wound healing, Phytochemical and antimicrobial properties of *Luffa cylindrica* (Linn.) seed extracts. IJPSDR. [Internet]. 2015. [05 Jun 2022]; 7(4): 340-344. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/279978778_Wound_Healing_Phytochemical_and_Antimicrobial_Properties_of_Luffa_cylindrica_Linn_Seed_Extracts
26. Onyegbule F, Okeye Ch, Chukwunwejim Ch, Umeokoli B & Eze P. Evaluation of Antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial activities of the leaf extracts of *Luffa cylindrica*. JHSci. [Internet]. 2018 [10 Jun 2022]; 8(2): 101-109. Disponible en: <https://doi.org/10.17532/jhsci.2018.423>
27. Bulbul IJ, Zulfiker A, Hamid K, Khatun H and Begum Y. Comparative study of in vitro antioxidant, antibacterial and cytotoxic activity of two Bangladeshi medicinal plants- *Luffa cylindrica* L and *Luffa acutangula*. Pharmacognosy Journal [Internet]. 2011 [10 Jun 2022]; 3(23): 59-66. Disponible en: <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-9c9ac3e1-749d-348a-b949-646e8ab5f0e9>
28. Arias Q, Valdés L, Remón N & Ramírez J. Capacidad antioxidante in vitro de extractos etanólicos del fruto de *Luffa cylindrica* L. Roem. Multimed. [Internet]. 2018 [04 Jun 2022]; 22(4): 738-748. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/multimed/mul-2018/mul184b.pdf>

29. Ali Esmail Al-Snafi. Constituents and pharmacology of luffa cylindrica: a review. IOSRPHR [Internet]. 2019 [01 Jun 2022]; 9(9). 68-79. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ali-Al-Snafi/publication/335842872_Constituents_and_pharmacology_of_Luffa_cylindrica-A_review/links/5d7ff87ba6fdcc66b001a9e6/Constituents-and-pharmacology-of-Luffa-cylindrica-A-review.pdf
30. Belmar Ruiz M. Estudio del efecto de polifenoles vegetales sobre un modelo de fotoenvejecimiento en ratones skh1. [Trabajo de grado para doctor en medicina]. Murcia, España: Universidad de Murcia; 2014. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=97940>
31. Vela Romera A. Caracterización histológica, histoquímica e inmunohistoquímica de la piel palmoplantar humana. [Tesis doctoral en medicina]. Granada, España: Universidad de Granada; 2018. Disponible en: <https://digibug.ugr.es/handle/10481/54527>
32. Garai S, Ghosh R, Bandopadhyay PP, Mandal NC and Chattopadhyay A. Anti-microbial and anti-cancer properties of echinocystic acid extracted from Luffa cylindrica. J Food Process Technol [Internet]. 2018 [10 Jul 2022]; 9(2): 1-4. Disponible en: <https://www.walshmedicalmedia.com/open-access/antimicrobial-and-anticancer-properties-of-echinocystic-acid-extracted-fromluffa-cylindrica-2157-7110-1000717.pdf>
33. Tripathi A, Tandon M, Chandekar A, Soni N. and Upmanyu N. In vitro antioxidant and anthelmintic activity on Luffa cylindrica leaf extracts. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants. [Internet]. 2016. [10 Jul 2022]; 22(4): 348-355. Disponible
34. Abdel I, Ashmawy A, Hilal A, Eldahshan O & Ashour M. Chemical composition of aqueous ethanol extract of Luffa cylindrica leaves and its effect on representation of caspase-8, caspase-3, and the proliferation marker Ki67 in intrinsic molecular subtypes of breast cancer in vitro. Chem Biodivers. [Internet]. 2018 [10 Jul 2022]; 15(8). Disponible en: <https://doi.org/10.1002/cbdv.201800045>
35. en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10496475.2016.1224211>
36. Partap S, Kumar S, Kumar A Sharma N and Jha K. In vitro anthelmintic activity of Luffa cylindrica leaves in Indian adult earthworm. PhytoJournal [Internet].

- 2012 [10 Jul 2022]; 1(2): 27-30. Disponible en: https://www.phytojournal.com/vol1Issue2/Issue_july_2012/6.6.pdf
37. Yadav R, Yadav B and Yadav R. Phenolic profile and antioxidant activity of thermally processed sponge gourd (*Luffa cylindrica*) as studied by using high performance thin layer chromatography (HPTLC). *International Journal of Food Properties*. [Internet]. 2017 [10 Jul 2022]; 20(9): 2096–2112. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942912.2016.1230872>
38. Vélez P & Aybar A. Hallazgos de infecciones de piel y partes blandas no asociadas al diagnóstico de ingreso en niños y adolescentes en el hospital infantil Roberto Reid Cabral en periodo mayo-octubre 2019. [Trabajo de grado para doctor en medicina]. Santo Domingo, República Dominicana: Universidad nacional Pedro Enríquez Ureña; 2019. Disponible en: <https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/3563>
39. Vela Romero Alejandro. Caracterización histológica, histoquímica e inmunohistoquímica de la piel palmoplantar humana. [Internet]. Granada: Universidad de Granada, 2019. Disponible en: <https://digibug.ugr.es/handle/10481/54527>
40. Pérez A & García M. Impétigo ampolloso. *Acta Pediatr. Mex.* [Internet]. 2017. [18 Jul 2022]; 38(5): 351-354. Disponible en: <https://ojs.actapediatrica.org.mx/index.php/APM/article/view/1475/0#:~:text=El%20imp%C3%A9tigo%20ampolloso%20siempre%20es,fl%C3%A1cida%20sobre%20la%20epidermis%20superficial.>
41. García J & Alonso P. Anatomía y fisiología de la piel. *Pediatr. Integral*. [Internet]. 2021 [18 Jul 2022]; 24(3): 156-169. Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario1/Desktop/Tesis/Marco%20teorico/Piel/Anatomia%20y%20fisiologia%20de%20la%20piel.pdf>
42. Valdés R, Torres B, González J, Almeda P. La piel y el sistema endocrino. *Gac. Med. México*. [Internet]. 2012 [18 Jul 2022]; 148(1): 162-168. Disponible en: https://www.anmm.org.mx/GMM/2012/n2/GMM_148_2012_2_162-168.pdf
43. Castaño L, Beltrán C, Santander L, Vélez A, Garcés C, Trujillo M. Características clínicas y microbiológicas de las infecciones de la piel y partes blandas por *Staphylococcus aureus* en niños de un hospital de Medellín en 2013 a 2015. *Rev. Chile infectol.* [Internet]. 2017 [18 Jul 2022]; 34(5): 487-490. Disponible en:

https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0716-10182017000500487&script=sci_arttext&tlng=en

44. Moraga F & Martínez A. Enfermedades bacterianas en la piel. *Pediatr. Integral*. [Internet]. 2012 [18 Jul 2022]; 16(3): 235-243. Disponible en: https://cdn.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2012/06/235-243-Enf.Bact_.pdf
45. Gómez P, Vallejo R, Rosa M, Ortega E & Panadero F. Infecciones bacterianas de la piel. *Bot. Plus*. [Internet]. 2017 [18 Jul 2022]; 41(406): 723-728. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6134194>
46. Parra P, Pérez S, Patiño M, Castañeda S & García J. Actualización en fascitis necrotizante. *Semin. Fund. Esp. Reumatol*. [Internet]. 2012. [18 Jul 2022]; 13(1): 41-48. Disponible en: http://revzoilomarinaldo.sld.cu/index.php/zmv/article/view/1332/pdf_503
47. Torres V & León A. Infecciones bacterianas de la piel: microbioma cutáneo y la pérdida de su equilibrio. *Rev. Enfer: Infecc. Pediatr*. [Internet]. 2019 [18 Jul 2022]; 31(128): 1470-1475. Disponible en: https://eipediatria.com/num_ants/abril-junio-2019/revision_basica.pdf
48. Machet L, Martin L & Vaillant L. Infecciones bacterianas cutáneas superficiales foliculares y no foliculares. *EMC*. [Internet]. 2018. [18 Jul 2022]; 52(4): 1-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1761289618414471>
49. Tran T & Filleron A. Infecciones por estafilococos en el niño: aspectos fisiopatológicos, bacteriológicos y clínicos. *EMC*. [Internet]. 2020. [19 Jul 2022]; 55(4): 1-12. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1245178920443409>
50. Méndez Ramírez E. Caracterización de la bacteremia por *Staphylococcus aureus* en paciente hospitalizados del hospital San Juan de Dios entre enero 2015 a diciembre 2017. *Med leg. Costa Rica* [Internet]. 2019 [19 Jul 2022]; 16(1): 21-31. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152019000100021
51. Orenstein A. The discovery and naming of *Staphylococcus aureus*. *Org antimicrobe* [Internet]. 2017 [11 Jun 2022] <http://www.antimicrobe.org/h04c.files/history/S-aureus.pdf>

52. Pasachova G & Ramírez S. Staphylococcus aureus: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular. Nova [Internet]. 2019 [19 Jul 2022]; 17(32): 25-38. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000200025
53. Cervantes E, García R & Salazar P. Staphylococcus aureus asociado a la comunidad (CA-MRSA). Rev. Latinoam. Patol. Clin. Med. Lab. [Internet]. 2015 [19Jun 2022]; 62(2): 100-111. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2015/pt152f.pdf>
54. Tong S, Davis J, Eichenberger E, Holland T & Fowler V. Staphylococcus aureus infections: epidemiology, pathophysiology, clinical manifestations and management. CMR [Internet]. 2015 [20 Jun 2022]; 28(3): 603-661. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26016486/>
55. Sejas A, Zurita B, Rodríguez M, Espinoza J, Sejas M. Prevalencia de Staphylococcus aureus en portadores nasales del personal de enfermería-Hospital Viedma. Rev. Cien. Med [Internet]. 2016 [11 Jun 2022]; 19(1): 29-33. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4260/426046636006.pdf>
56. Villalba Gamba Claudia. Colonización nasal y vaginal por Staphylococcus aureus meticilino resistente y su relación con Streptococcus del grupo b en embarazadas en Posada, Misiones, Argentina. Tesis [Tesis para optar por el grado de maestría en salud pública]. Argentina: Universidad Nacional de Misiones; 2019
57. Samaniego G, Choez K, Lucas E. Staphylococcus aureus: factores asociados a su hipervirulencia y adhesión y formación de biopelículas. Pol. Con. [Internet]. 2021 [11 Jun 2022]; 6(9): 1826-2860. Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario1/Downloads/Dialnet-StaphylococcusAureus-8094512.pdf>
58. Pereyra E, Picech F, Renna M, Baravalle C, Andreotti C, Russi R et al. Detection of Staphylococcus aureus adhesion and biofilm-producing genes and their expression during internalization in bovine mammary epithelial cells. Vet Microbiol. [Internet]. 2016 [11 Jun 2022]; 183(1):69-77. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26790937/>
59. Hurtado M, de la Parte M & Brito A. Staphylococcus aureus: revisión de los mecanismos de patogenicidad y la fisiopatología de la infección estafilocócica. Rev. Soc. Ven. Microbiol. [Internet]. 2002 [20 Jul 2022]; 22(2): 112-118.

Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562002000200003

60. Pasachova G & Ramírez S. Staphylococcus aureus: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular. Nova [Internet]. 2019 [19 Jul 2022]; 17(32): 25-38. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000200025
61. Samaniego G, Choez K & Lucas E. Staphylococcus aureus: factores asociados a su hipervirulencia y adhesión y formación de biopelículas. Pol. Con. [Internet]. 2021 [26 Jul 2022]; 6(9): 1826-1860. Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario1/Downloads/Dialnet-StaphylococcusAureus-8094512%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario1/Downloads/Dialnet-StaphylococcusAureus-8094512%20(1).pdf)
62. Zendejas G, Avalos H & Soto M. microbiología general de Staphylococcus aureus: generalidades, patogenicidad y métodos de identificación. Rev. Biomed. [Internet]. 2014 [24 Jul 2022]; 25(3): 129-143. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revbio/bio-2014/bio143d.pdf>
63. Thomer L, Schneewind O, Missiakas D. Pathogenesis of Staphylococcus aureus Bloodstream Infections. Annu Rev Pathol Mech Dis. [Internet]. 2016 [24 Jul 2022]; 11(1): 343-364. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26925499/>
64. Cervantes E, García R & Salazar P. Staphylococcus aureus asociado a la comunidad (CA-MRSA). Rev. Latinoam. Patol. Clin. Med. Lab. [Internet]. 2015 [19Jun 2022]; 62(2): 100-111. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2015/pt152f.pdf>
65. Aguayo A, Quezada M, Mella S, Riedel G, Opazo A, Bello H et al. Bases moleculares de la resistencia a meticilina en Staphylococcus aureus. Rev. Chil. Infectol. [Internet]. 2018 [26 Jul 2022]; 35(1): 7-14. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0716-10182018000100007&script=sci_arttext
66. Carhuallanqui A, Salazar M & Ramos D. efecto antimicrobiano del aceite esencial de orégano frente a listeria monocytogenes y Staphylococcus aureus. Rev. Investig. Altoandin. [Internet]. 2020 [26 Jul 2022]; 22(1): 25-33. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572020000100025&script=sci_arttext

67. Escalona A, Galarraga F, Fernández R, Centeno A, Velázquez J & Pérez G. desarrollo de métodos no convencionales para la extracción de fenantreno y pireno en partículas sedimentadas. *Rev. De la Facult Ing. U.C.V.* [Internet] 2012 [26 Jul 2022]; 27(1): 41-48. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652012000100005
68. Zapata L, Heredia A, Quinteros C, Malleret A, Clemente G & Cárcel Juan A. Optimización de la extracción de antocianinas de arándanos. *Ciencia, docencia y tecnología.* [Internet]. 2014 [26 Jul 2022]; 49(1): 166-192. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-171620140002000008&lng=es&tlng=es
69. Mujica Viky, Pérez Cathy. Determinación de emisiones de solventes volátiles en un laboratorio docente y de investigación de ingeniería química, Valencia, Venezuela. *Bol Mal Salud Amb* [Internet]. 2006 [26 Jul 2022]; 46(1): 79-86. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482006000100009&lng=es.
70. Navarrete M, Zambrano S, Zambrano W, Romero M, Racines M, Paredes E, et al. Evaluación de la eficiencia de tres equipos de extracción de aceite con diferentes genotipos de palma aceitera (*Elais sp*). Enfoque UTE [Internet]. 2020 [26 Jul 2022]; 11(2): 21-28. Disponible en: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v11n2/1390-9363-enfoqueute-11-02-00021.pdf>
71. Sogorb M. y Vilanova E. Técnicas analíticas de contaminantes químicos: Aplicaciones toxicológicas, medioambientales y alimentarias. Ed. Diaz de Santos, 2015.
72. Carvajal L, Hata Y, Sierra N & Rueda D. Analisis fitoquímico preliminar de hojas, tallos y semillas de cáputa (*Strychnos schultesiana krukoff*). *Revista colombiana forestal.* [Internet]. 2009 [27Jul 2022]; 12(1): 161-170. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v12n1/v12n1a11.pdf>
73. Clavijo N & Cruz B. Analisis fitoquímico preliminar de pachira quinata (Jacq.) W.S. Alverson, Bogotá, Colombia. *Rev Bol Semi Amb* [Internet]. 2017 [20 Oct 2022]; 11(1): 30-39. Disponible en: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/12230/12767>

74. Expósito de Goikoetxea CL. Cromatografía en Capa Fina y Espectrofotometría en luz Ultravioleta: Validez actual y Aplicabilidad para detectar Cocaína o Benzoilecgonina en Orinas de Pacientes Farmacodependientes En proceso de Rehabilitación. RFM [Internet]. 2003 [20 Oct 2022]; 26(1): 49-54. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04692003000100010&lng=es
75. Vallejo Y, Barrio L & Anaya J. La cromatografía en capa fina: una alternativa vigente en la industria farmacéutica. PUCP [Internet]. 2021 [20 Oct 2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario1/Downloads/23788-Texto%20del%20art%C3%ADculo-95185-1-10-20210908.pdf>
76. García R, Cruz F, Alarcón F, Nieto A & Gallegos M. Analisis fitoquímico cualitativo de los extractos acuosos de thalassia testudinum bank ex koning et sims de la localidad de Champotón, Campeche, México, durante el ciclo anual 2016-2017. Rev Polibotanica [Internet]. 2019 [20 Oct 2022]; 48(1): 151-168. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/335151671_Analisis_fitoquimico_cualitativo_de_los_extractos_acuosos_de_Thalassia_testudinum_Banks_ex_Koning_et_Sims_de_la_localidad_de_Champoton_Campeche_Mexico_durante_el_ciclo_anual_2016-2017
77. Pujol A, Tamargo B, Salas E, Calzadilla C, Acevedo R & sierra G. tamizaje fitoquímico de extractos obtenidos de la planta sapindus saponaria L que crece en cuba. Rev Bionatura [Internet]. 2020 [20 oct 2022]; 5(3): 1209-1214. Disponible en: <http://revistabionatura.com/files/2020.05.03.7.pdf>
78. Silva P, Martínez G, Martínez M & Quiñones G. Analisis fitoquímico y evaluación de la actividad antioxidante y antifúngica de asphodellus fistulosus L. Rev Inv. Cient. [Internet]. 2020 [20 Oct 2022]; 14(2): 120-130. Disponible en: <https://revistas.uaz.edu.mx/index.php/investigacioncientifica/article/view/985/901>
79. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill; 2014.
80. Abad A. Análisis de contenidos con enfoque cuantitativo. [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.ucuenca.edu.ec/component/content/article/233-espanol/investigacion/blog-de-ciencia/1599-analisis-de-contenido?Itemid=437>

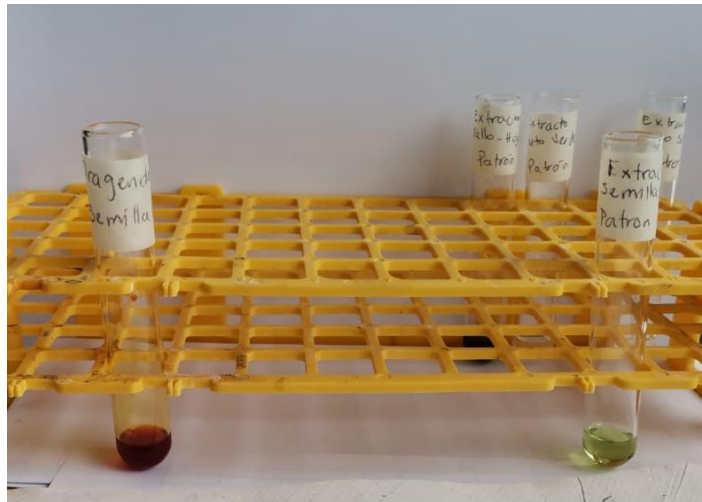
81. Sánchez M, Martín M, García F, Muñoz J., Pinto A., Parra E, et al. Análisis de contenido cualitativo: estudio de la satisfacción de los usuarios sobre la presentación de un nuevo medicamento en la salud pública. [Internet]. 2017. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Garcia-Penalvo/publication/318663128_Analisis_de_contenido_cualitativo_Estudio_d_la_satisfaccion_de_los_usuarios_sobre_la_presentacion_de_un_nuevo_medicamento_en_la_salud_publica/links/597674220f7e9b4016bc4879/Analisis-de-contenidocualitativo-Estudio-de-la-satisfaccion-de-los-usuarios-sobre-la-presentacion-de-unnuevo-medicamento-en-la-salud-publica.pdf
82. Guzmán Miguel. La microbiología médica, columna vertebral de la infectología. Biomédica [Internet]. 2016 [20 Oct 2022]; 36(1): 5-8. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572016000500001&lng=en
83. Pereyra L, Gorordo R, Berruezo F, Amieva C, García M, Bottiglieri M. Sensibilidad a los antimicrobianos de aislamientos de *Helicobacter pylori* aislados de lesiones gástricas. Rev Arg Micro [Internet]. 2017 [20 Oct 2022]; 49(2): 153-157. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2016.11.001>
84. Fina B, Lombarte M, Rigalli A. Investigación de un fenómeno natural: ¿estudios in vivo, in vitro o in silico? Actual. Osteol [Internet]. 2013 [20 Oct 2022]; 9(3): 239-240. Disponible en: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/21655/CONICET_Digital_Nro.25729.pdf?sequence=1&isAllowed=y
85. Sangh P, Amit K, Neeraj S, KK J. *Luffa cylindrica*: una importante planta medicinal. J. Nat. Prod. Plant Resour. [Internet]. 2012 [20 Oct 2022]; 2(1): 127-134. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/284967965_Luffa_cylindrica_An_important_medicinal_plant
86. Herrera Hidalgo Marco. Interpretación de las pruebas de sensibilidad antimicrobiana. Rev. méd. Hosp. Nac. Niños (Costa Rica). [Internet]. 2004. [20 Oct 2022]; 39(1): 61-65. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1017-85462004000100007&lng=en

87. Salinas Nancy y Pacheco Emperatriz. pigmentos carotenoides identificados y purificados en aceite de palma. *agronomía Tropical*. [Internet]. 2003 [20Oct 2022]; 53(4): 53-60. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2003000400006&lng=es&tlng=es.

CAPÍTULO VIII – ANEXOS

CAPÍTULO VIII – ANEXOS

Anexo #1. Resultado de prueba fitoquímica Dragendorff para determinar alcaloides, realizada sobre el extracto a partir de semillas de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #2. Resultado de prueba fitoquímica Dragendorff para determinar alcaloides, realizada sobre el extracto a partir de tallo, hojas, ramas, flores de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #3. Resultado de prueba fitoquímica Dragendorff para determinar alcaloides, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #4. Resultado de prueba fitoquímica Dragendorff para determinar alcaloides, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde o inmaduro de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #5. Resultado de prueba fitoquímica para determinar fenoles y taninos, realizada sobre el extracto a partir de las semillas de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #6. Resultado de prueba fitoquímica para determinar fenoles y taninos, realizada sobre el extracto a partir de hojas, tallos, ramas y flores de luffa cylindrica.



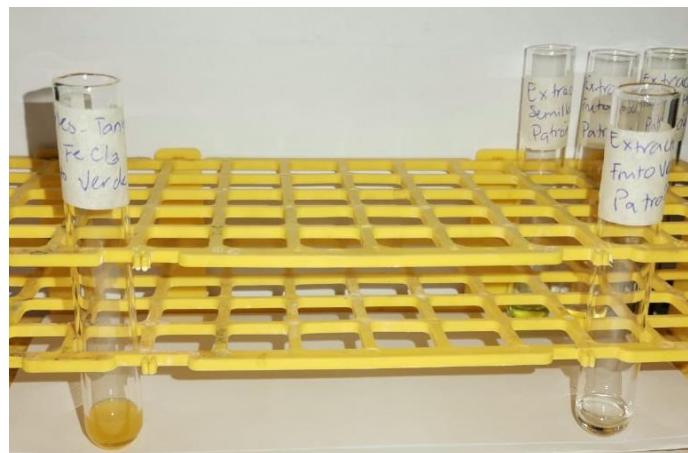
Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #7. Resultado de prueba fitoquímica para determinar fenoles y taninos, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica.



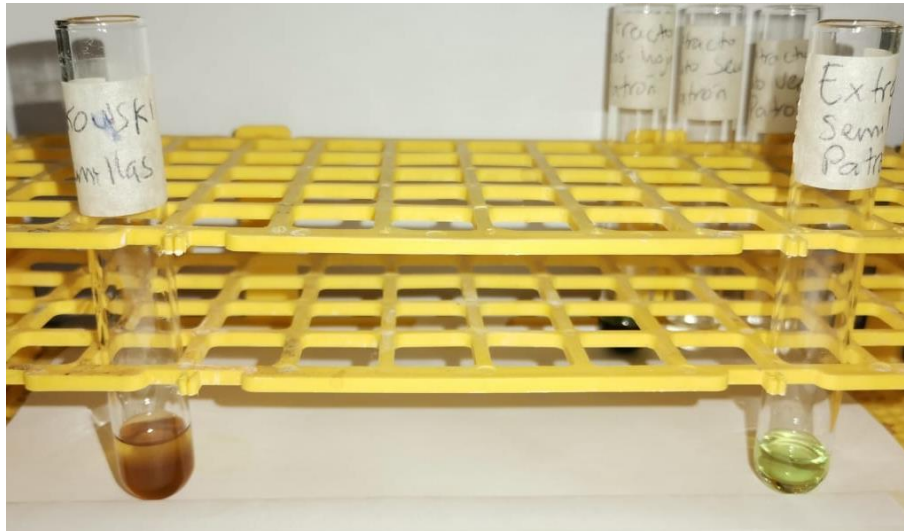
Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #8. Resultado de prueba fitoquímica para determinar fenoles y taninos, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde o inmaduro de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #9. Resultado de prueba fitoquímica de Salkowski para determinar flavonoides, realizada sobre el extracto a partir de semillas de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #10. Resultado de prueba fitoquímica de Salkowski para determinar flavonoides, realizada sobre el extracto a partir de hojas, ramas, tallos y flores de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #11. Resultado de prueba fitoquímica de Salkowski para determinar flavonoides, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #12. Resultado de prueba fitoquímica de Salkowski para determinar flavonoides, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde o inmaduro de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #13. Resultado de prueba fitoquímica Borntträger para determinar quinonas y antraquinonas, realizada sobre el extracto a partir de semillas de luffa cylindrica.



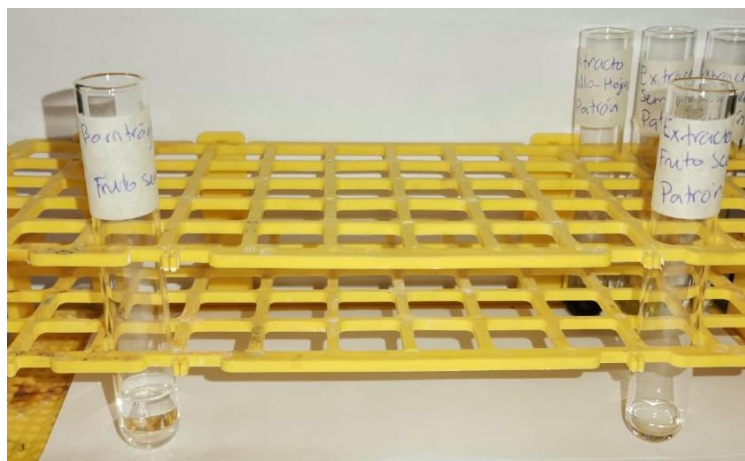
Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #14. Resultado de prueba fitoquímica Borntträger para determinar quinonas y antraquinonas, realizada sobre el extracto a partir de hojas, ramas, tallos y flores de luffa cylindrica.



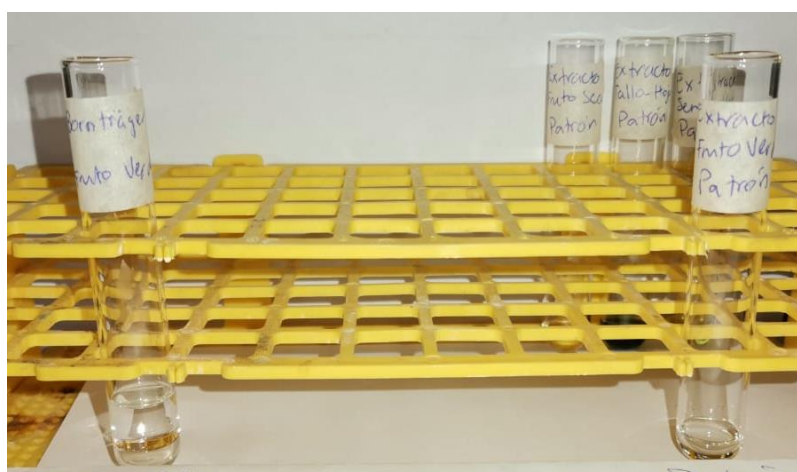
Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #15. Resultado de prueba fitoquímica Borntträger para determinar quinonas y antraquinonas, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica



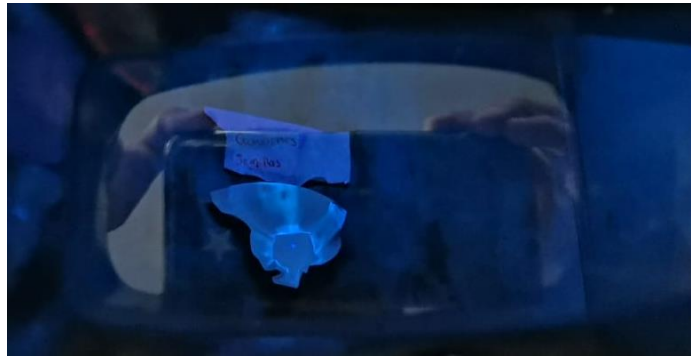
Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #16. Resultado de prueba fitoquímica Borntträger para determinar quinonas y antraquinonas, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde o inmaduro de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #17. Resultado de prueba fitoquímica para determinar cumarinas por luz UV, realizada sobre el extracto a partir de semillas de luffa cylindrica.



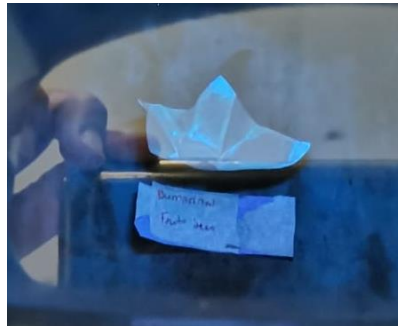
Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #18. Resultado de prueba fitoquímica para determinar cumarinas por luz UV, realizada sobre el extracto a partir de hojas, ramas, tallos y flores de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #19. Resultado de prueba fitoquímica para determinar cumarinas por luz UV, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #20. Resultado de prueba fitoquímica para determinar cumarinas por luz UV, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde o inmaduro de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #21. Resultado de prueba fitoquímica Lieberman-Burchard para determinar triterpenos y esteroides, realizada sobre el extracto a partir de semillas de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #22. Resultado de prueba fitoquímica Lieberman-Burchard para determinar triterpenos y esteroides, realizada sobre el extracto a partir de hojas, tallos, ramas y flores de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #23. Resultado de prueba fitoquímica Lieberman-Burchard para determinar triterpenos y esteroides, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #24. Resultado de prueba fitoquímica Lieberman-Burchard para determinar triterpenos y esteroides, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde o inmaduro de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #25. Resultado de prueba fitoquímica Molish para determinar azúcares reductores, realizada sobre el extracto a partir de semillas de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #26. Resultado de prueba fitoquímica Molish para determinar azúcares reductores, realizada sobre el extracto a partir de hojas, tallos, ramas y flores de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #27. Resultado de prueba fitoquímica Molish para determinar azúcares reductores, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #28. Resultado de prueba fitoquímica Molish para determinar azúcares reductores, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde o inmaduro de luffa cylindrica.



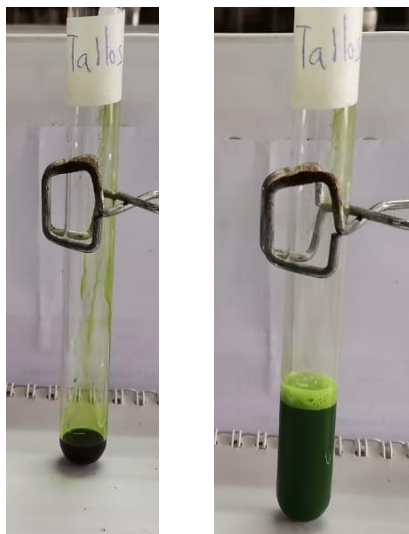
Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #29. Resultado de prueba fitoquímica para determinar saponinas, realizada sobre el extracto a partir de semillas de luffa cylindrica.



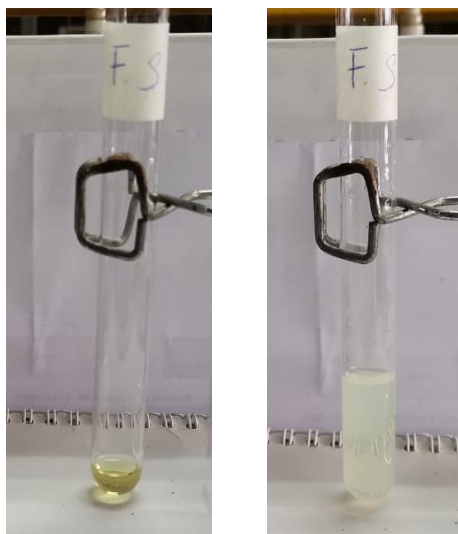
Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #30. Resultado de prueba fitoquímica para determinar saponinas, realizada sobre el extracto a partir de hojas, tallos, ramas y flores de luffa cylindrica.



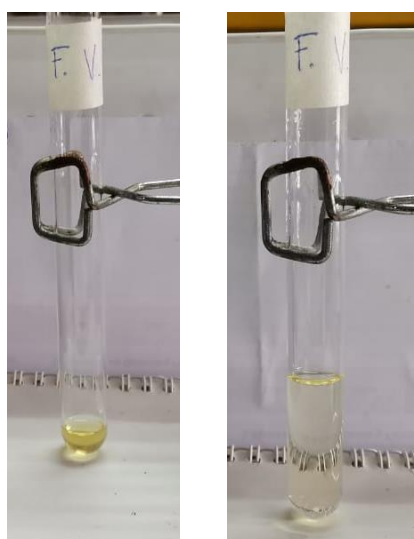
Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #31. Resultado de prueba fitoquímica para determinar saponinas, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #32. Resultado de prueba fitoquímica para determinar saponinas, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde de luffa cylindrica.



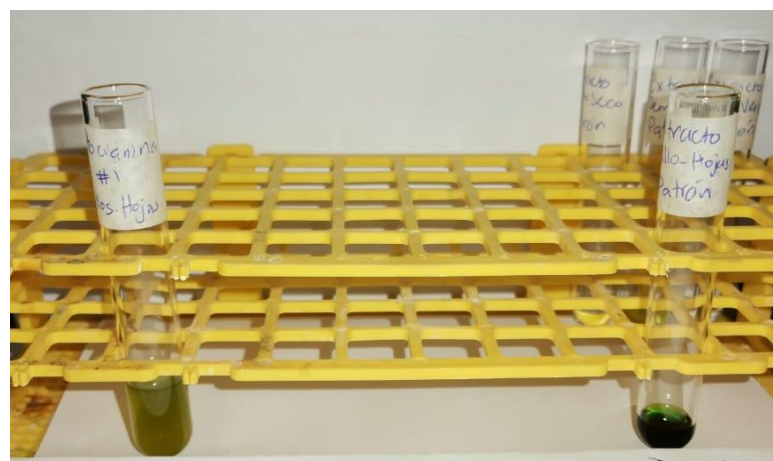
Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #33. Resultado de prueba fitoquímica para determinar antocianinas, realizada sobre el extracto a partir de semillas de luffa cylindrica.



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #34. Resultado de prueba fitoquímica para determinar antocianinas, realizada sobre el extracto a partir de hojas, tallos, ramas y flores de luffa cylindrica.



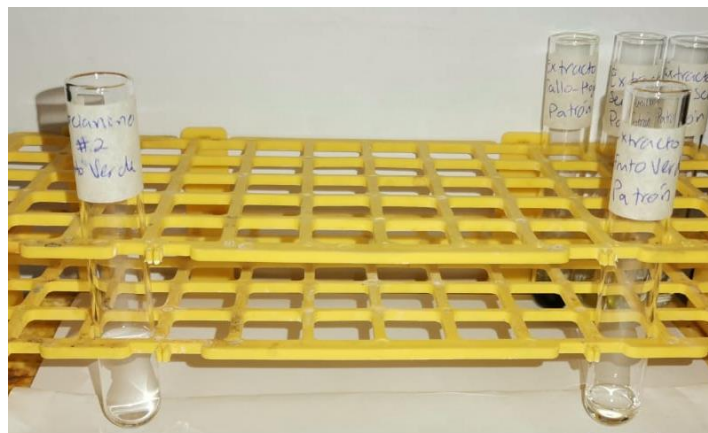
Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #35. Resultado de prueba fitoquímica para determinar antocianinas, realizada sobre el extracto a partir de fruto seco de luffa cylindrica.



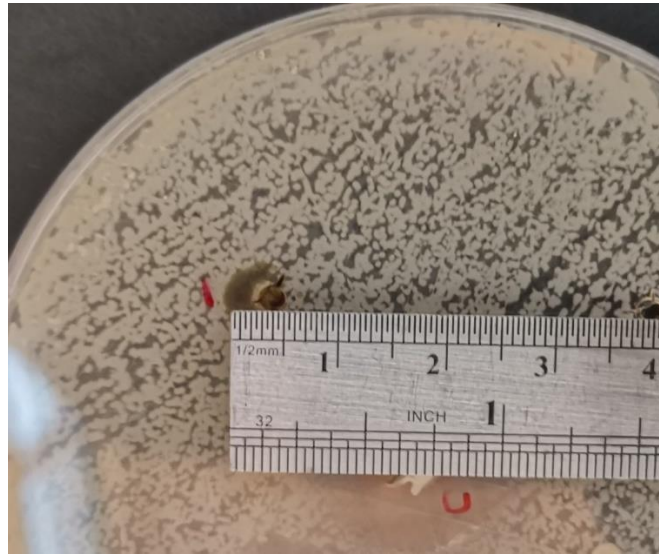
Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #36. Resultado de prueba fitoquímica para determinar antocianinas, realizada sobre el extracto a partir de fruto verde o inmaduro de luffa cylindrica.



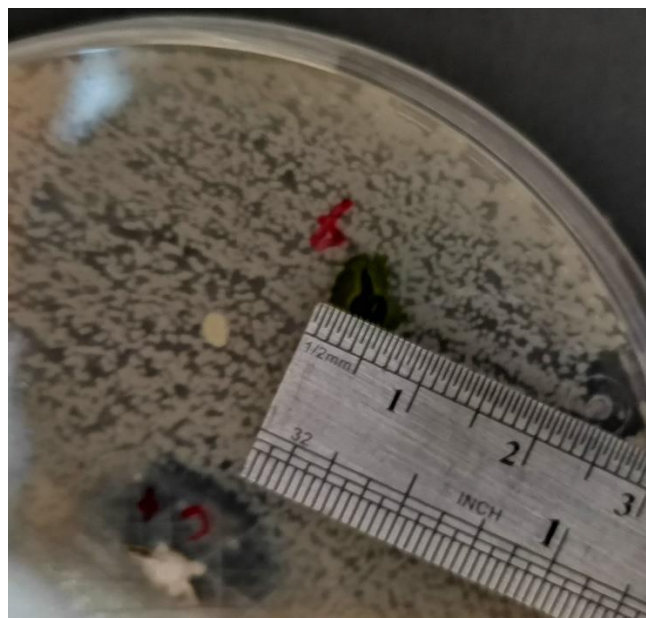
Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #37. Determinación del halo de inhibición del extracto concentrado de semillas contra la cepa *Staphylococcus aureus* #1



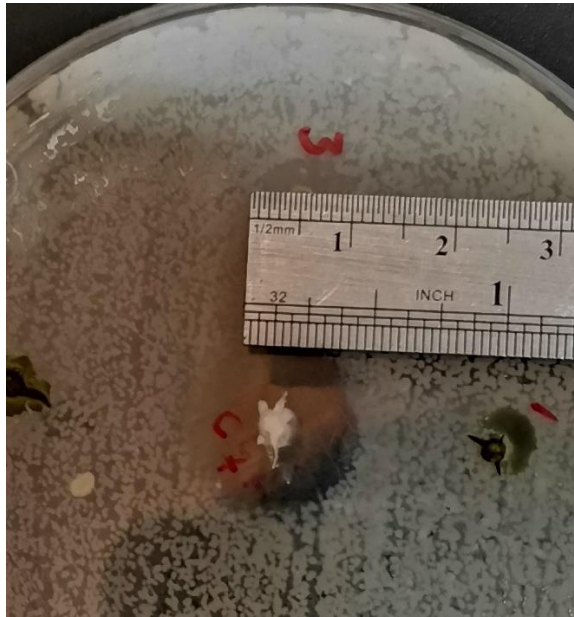
Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #38. Determinación del halo de inhibición del extracto concentrado de tallos, hojas, ramas y flores contra la cepa *Staphylococcus aureus* #1



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #39. Determinación del halo de inhibición del extracto concentrado de fruto seco concentrado contra la cepa *Staphylococcus aureus* #1



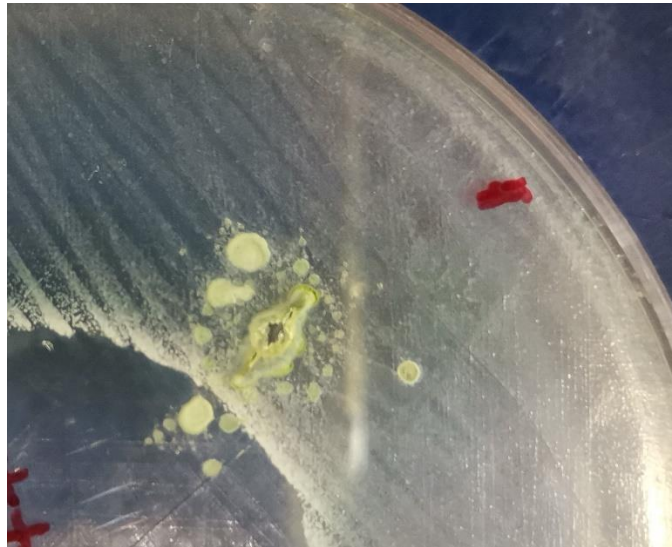
Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #40. Determinación del halo de inhibición del extracto concentrado de fruto verde o inmaduro contra la cepa *Staphylococcus aureus* #1



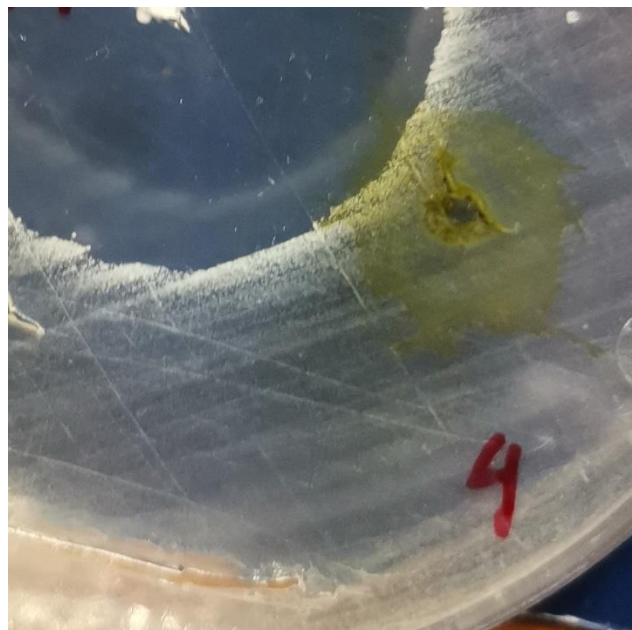
Fuente: elaboración propia, 2022

**Anexo #41. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de semillas
contra la cepa Staphylococcus aureus #2**



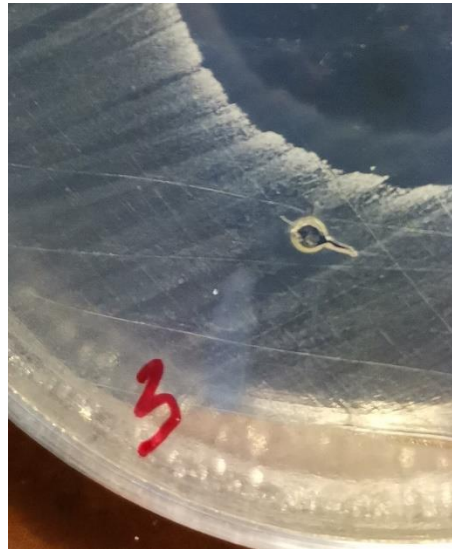
Fuente: elaboración propia, 2022

**Anexo #42. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de tallos,
hojas, ramas y flores contra la cepa Staphylococcus aureus #2**



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #43. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de fruto seco contra la cepa *Staphylococcus aureus* #2



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #44. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de fruto verde o inmaduro contra la cepa *Staphylococcus aureus* #2



Fuente: elaboración propia, 2022

**Anexo #45. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de semillas
contra la cepa Staphylococcus aureus #3**



Fuente: elaboración propia, 2022

**Anexo #46. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de tallos,
hojas, ramas y flores contra la cepa Staphylococcus aureus #3**



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #47. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de fruto seco contra la cepa *Staphylococcus aureus* #3



Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo #48. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de fruto verde o inmaduro contra la cepa *Staphylococcus aureus* #3



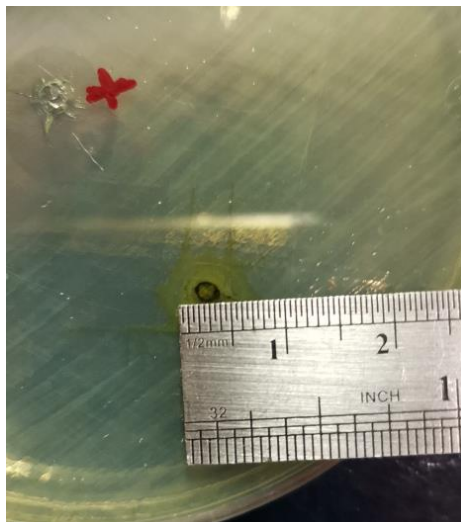
Fuente: elaboración propia, 2022

**Anexo #49. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de semillas
contra la cepa *Pseudomona aeruginosa***



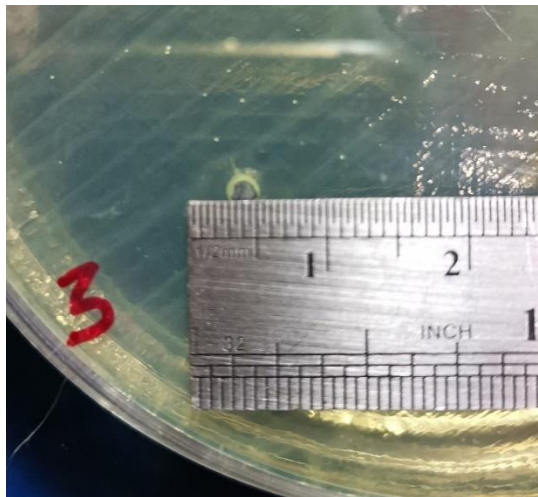
Fuente: elaboración propia, 2022

**Anexo #50. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de tallos,
hojas, ramas y flores contra la cepa *Pseudomona aeruginosa***



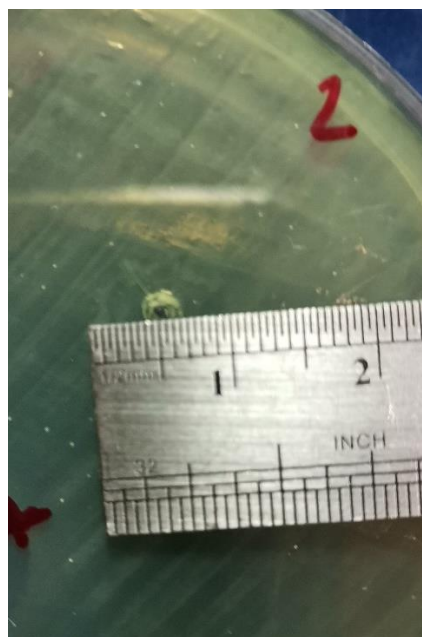
Fuente: elaboración propia, 2022

**Anexo #51. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de fruto seco
contra la cepa *Pseudomona aeruginosa***



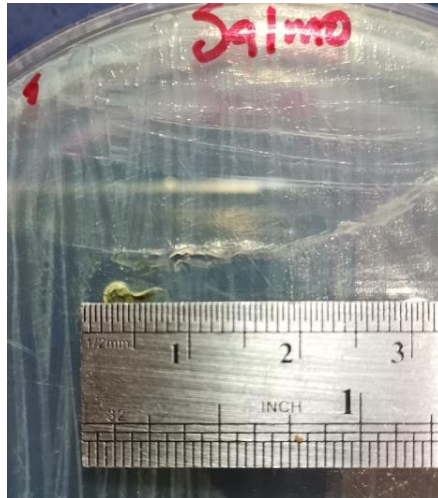
Fuente: elaboración propia, 2022

**Anexo #52. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de fruto
verde o inmaduro contra la cepa *Pseudomona aeruginosa***



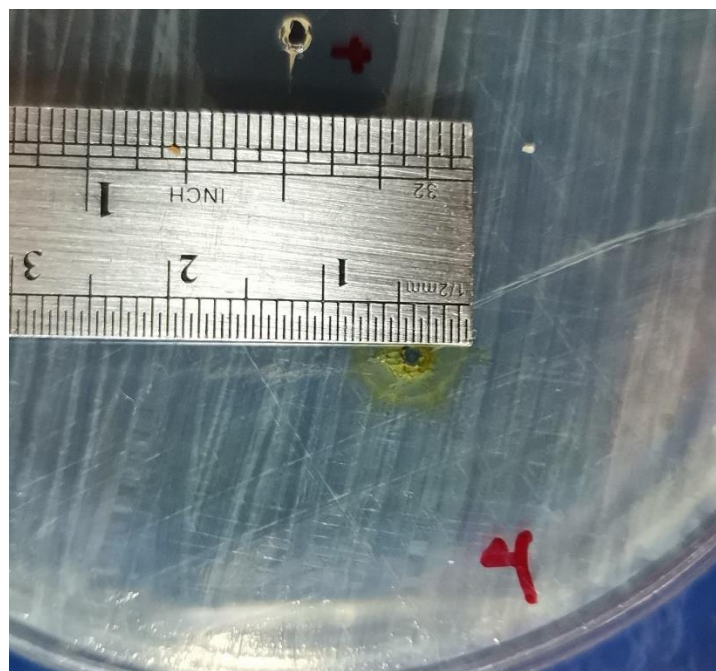
Fuente: elaboración propia, 2022

**Anexo #53. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de semillas
contra la cepa salmonella**



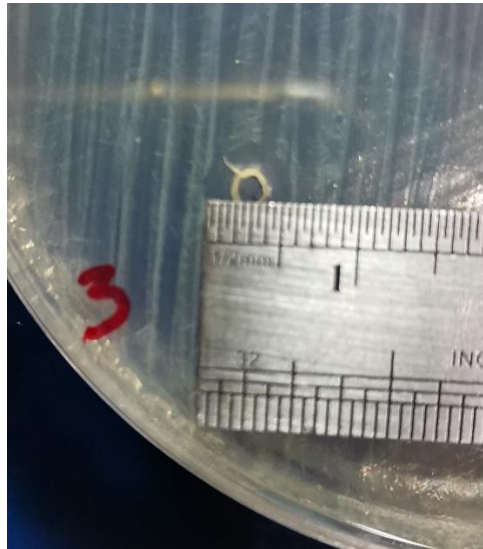
Fuente: elaboración propia, 2022

**Anexo #54. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de tallos,
hojas, ramas y flores contra la cepa salmonella**



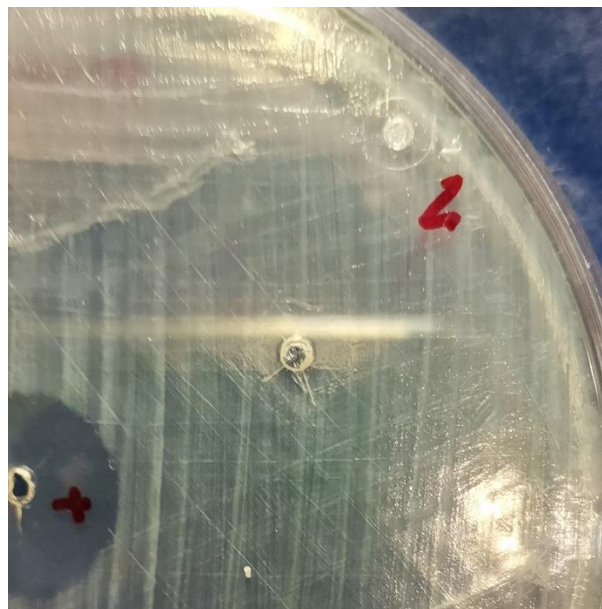
Fuente: elaboración propia, 2022

**Anexo #55. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de fruto seco
contra la cepa salmonella**



Fuente: elaboración propia, 2022

**Anexo #53. Determinación del halo de inhibición del extracto diluido de fruto
verde o inmaduro contra la cepa salmonella**



Fuente: elaboración propia, 2022

**Anexo #54. Carta de Trabajo en el laboratorio de microbiología, Microlabs,
Guadalupe, San José Costa Rica**



12/12/22

A QUIEN INTERESE

Por este medio les saludo y a la vez les comunico que el estudiante de UIA Daniel Rodríguez Sánchez Cedula 5 0351 0300 estuvo realizando pruebas en nuestro laboratorio para efecto de medir la inhibición de sustancias contra diferentes cepas bacterianas que se mantienen en stock en nuestra bacterioteca. Algunas son ATCC otras son de aislamientos en muestras clínicas o industriales que se identifican adecuadamente y se guardan para pruebas futuras.

Las cepas utilizadas por el estudiante fueron facilitadas por nuestro laboratorio, previamente purificadas y colocadas en medios de cultivo líquidos para alcanzar la fase logarítmica.

Las cepas utilizadas en el ensayo, fueron:

Staphylococcus aureus

Salmonella sp

Pseudomonas sp

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Rodan Ajun Chaverri", written over a horizontal line.

Dr Rodan Ajun Chaverri

MQC 802

Cedula 5231299