Universidad Católica de Cuenca

JEFATURA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

Convocatoria: Fortalecimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Título del proyecto

Impregnación de nanopartículas de plata en hilos de sutura de fibra de agave como mecanismo bactericida y coadyuvante de la cicatrización

Carrera(s): INGENIERÍA AGRONÓMICA, MEDICINA VETERINARIA, MAESTRÍA EN DIAGNÓSTICO DE LABORATORIO CLÍNICO Y MOLECULAR, MAESTRÍA EN MEDICINA VETERINARIA MENCIÓN CLÍNICA Y CIRUGÍA DE PEQUEÑAS ESPECIES,

Director del Proyecto:

EDY PAUL CASTILLO HIDALGO; 1103208474, MAESTRÍA EN MEDICINA VETERINARIA, MENCIÓN CLÍNICA Y CIRUGÍA DE PEQUEÑAS ESPECIES; UNIDAD ACADÉMICA DE POSGRADO; MATRIZ

Colaboradores del Proyecto

Pablo Giovanny Rubio Qrias; 0102938107, Carrera de Medicina Veterinaria, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Matriz cuenca.

Jacinto Enrique Vázquez Vázquez, 0102976842, Agronomía, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Matriz

Franklin Alfredo Iñiguez Heredia 0703559419 Maestría en producción y Nutrición Animal, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Matriz

Jonnathan Gerardo Ortiz Tejedor; 0105162234; Maestría en Diagnóstico de Laboratorio Clínico y Molecular; Unidad Académica de Posgrado; Matriz

Daysi Estefanía Zúñiga Cobos; 0104343017; Carrera de Medicina Veterinaria; Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias Matriz; Cuenca

Código de Proyecto: PICODS21-08

Julio de 2022

Versión 4.0

TABLA DE CONTENIDOS

DATOS GENERALES DEL PROYECTO 3

1. TÍTULO 3
2. CARRERAS INVOLUCRADAS – PROGRAMAS DE POSGRADOS 3

INVESTIGADORES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO 3

3. PERSONAL DEL PROYECTO – DIRECTOR DEL PROYECYO 3
4. PERSONAL DEL PROYECTO – COLABORADORES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA 4
5. PERSONAL DEL PROYECTO – COLABORADORES EXTERNOS 6

ESTUDIANTES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO 7

6. PERSONAL DEL PROYECTO – ESTUDIANTES 7

CENTRO DE INVESTIGACIÓN INVOLUCRADOS Y BENEFICIARIOS 7

7. LABORATORIO DEL CIITT(CENTRO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA) QUE SE ANCLA EL PROYECTO 7
8. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL 8
9. SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL 8
10. CAMPO, DISCIPLINA Y SUBDISCIPLINA UNESCO 8
11. PROGRAMA: 8
12. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS) QUE IMPULSA EL PROYECTO 8
13. TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO 8

FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO 8

16. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO 8

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA 10

17. RESUMEN DEL PROYECTO 10
18. PALARAS CLAVES 10
19. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN 10
20. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE 11
21. OBJETIVOS 12
22. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 12
23. MARCO METODOLÓGICO 13

IMPACTO DEL PROYECTO 15

24. RESULTADOS ESPERADOS DEL PROYECTO 15
25. TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS 16
26. REQUIERE ALGÚN AVAL ESPECIAL, PERMISO DEL COMITÉ DE BIOÉTICA O DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE U OTRO. 16
27. CONSIDERACIONES ÉTICAS DE LA PROPUESTA 17
28. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 17

FIRMA DE RESPONSABILIDAD 20

ANEXOS 21

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1. TÍTULO
Impregnación de nanopartículas de plata en hilos de sutura de fibra de agave como mecanismo bactericida y coadyuvante de la cicatrización
2. CARRERAS INVOLUCRADAS – PROGRAMAS DE POSGRADOS
INGENIERÍA AGRONÓMICA, MEDICINA VETERINARIA, MAESTRÍA EN DIAGNÓSTICO DE LABORATORIO CLÍNICO Y MOLECULAR, MAESTRÍA EN MEDICINA VETERINARIA MENCIÓN CLÍNICA Y CIRUGÍA DE PEQUEÑAS ESPECIES,

INVESTIGADORES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

3. PERSONAL DEL PROYECTO – DIRECTOR DEL PROYECYO	
Función en el proyecto	DIRECTOR DEL PROYECTO
Nombre, Cédula; Carrera; Unidad Académica; Sede o Extensión	
EDY PAUL CASTILLO HIDALGO; 1103208474, MAESTRÍA EN MEDICINA VETERINARIA, MENCIÓN CLÍNICA Y CIRUGÍA DE PEQUEÑAS ESPECIES; UNIDAD ACADÉMICA DE POSGRADO; MATRIZ	
3.1. Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:	
Título del artículo,; revista; ISSN; volumen; número; año; DOI; cuartil	
Efecto del sexo, tamaño de camada y número de parto sobre los pesos al nacimiento y al destete de cobayos (cavia porcellus) del genotipo Cieneguilla; Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias LUZ; p-ISSN: 0798-2259; 29; 1; 2019; https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/29614, Q4 Determinación del índice cardíaco vertebral en perros de raza mestiza; Salud tecnol. Veterinaria; eISSN: 2312-3907; 20; 8; 2020; DOI: https://doi.org/10.20453/stv.v8i1.3787; Latindex PainVet: escala digital de valoración del dolor en perros; Revista Cumbres; ISSN 1390-3365; 7; 1; 2021; DOI https://doi.org/10.48190/cumbres.v7n1a6; Latindex Presencia de Enterobacterias en alimento balanceado de mascotas; Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias LUZ; p-ISSN: 0798-2259; 32; 1; 2022; DOI: https://doi.org/10.52973/rcfcv-e32072; Q4 Uso del Floripondio como cicatrizante en heridas dérmicas; Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias LUZ; p-ISSN: 0798-2259; 32; 1; 2022; DOI: https://doi.org/10.52973/rcfcv-e32072; Q4	

3.2. Libros y capítulos de libro en los últimos 5 años.
Título del libro o capítulo de libro; editorial; ISBN; número; año; revisión de pares (SI-NO)
Libro de resúmenes semana de ciencia 2020; Editorial UTMACH; ISSN 978-9942-24-143-6; 1; 2020; Revisión por pares: (SI)
3.3. Proyectos de Investigación desarrolladas en los últimos cinco años de mayor relevancia:
Nombre del proyecto; Institución; Monto financiado; fecha de inicio; fecha de culminación.
Manuel Alvarez-Vera, Jacinto Vázquez, Jorge Castillo; Tratamiento de residuos del faenamiento de aves con aplicación de microorganismos benéficos; Universidad Católica de Cuenca; $ 9080,00; 20/09/2019; 2021

4. PERSONAL DEL PROYECTO – COLABORADORES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA	
Función en el proyecto	COLABORADORES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA (UCACUE)
Nombre, Cédula; Carrera; Unidad Académica; Sede o Extensión	
Pablo Giovanny Rubio Qrias; 0102938107, Carrera de Medicina Veterinaria, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Matriz cuenca. Jacinto Enrique Vázquez Vázquez, 0102976842, Agronomía, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Matriz Franklin Alfredo Iñiguez Heredia 0703559419 Maestría en producción y Nutrición Animal, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Matriz Jonnathan Gerardo Ortiz Tejedor; 0105162234; Maestría en Diagnóstico de Laboratorio Clínico y Molecular; Unidad Académica de Posgrado; Matriz Daysi Estefanía Zúñiga Cobos; 0104343017; Carrera de Medicina Veterinaria; Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias Matriz; Cuenca	
4.1. Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:	
Título del artículo,; revista; ISSN; volumen; número; año; DOI; cuartil	
Efecto del sexo, tamaño de camada y número de parto sobre los pesos al nacimiento y al destete de cobayos (cavia porcellus) del genotipo Cieneguilla; Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias LUZ; p-ISSN: 0798-2259; 29; 1; 2019; https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/29614, Q4 Determinación del índice cardíaco vertebral en perros de raza mestiza; Salud tecnol. Veterinaria; eISSN: 2312-3907; 20; 8; 2020; DOI: https://doi.org/10.20453/stv.v8i1.3787; Latindex PainVet: escala digital de valoración del dolor en perros; Revista Cumbres; ISSN 1390-3365; 7; 1; 2021; DOI https://doi.org/10.48190/cumbres.v7n1a6; Latindex	

Presencia de Enterobacterias en alimento balanceado de mascotas; Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias LUZ; p-ISSN: 0798-2259; 32; 1; 2022; DOI: https://doi.org/10.52973/rcfcv-e32072; Q4

Uso del Floripondio como cicatrizante en heridas dérmicas; Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias LUZ; p-ISSN: 0798-2259; 32; 1; 2022; DOI: https://doi.org/10.52973/rcfcv-e32072; Q4

Efecto del sexo, tamaño de camada y número de parto sobre los pesos al nacimiento y al destete de cobayos (cavia porcellus) del genotipo Cieneguilla; Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias LUZ; p-ISSN: 0798-2259; 29; 1; 2019; https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/29614, Q4

Determinación del índice cardíaco vertebral en perros de raza mestiza; Salud tecnol. Veterinaria; eISSN: 2312-3907; 20; 8; 2020; DOI: https://doi.org/10.20453/stv.v8i1.3787; Latindex

PainVet: escala digital de valoración del dolor en perros; Revista Cumbres; ISSN 1390-3365; 7; 1; 2021; DOI https://doi.org/10.48190/cumbres.v7n1a6; Latindex

Presencia de Enterobacterias en alimento balanceado de mascotas; Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias LUZ; p-ISSN: 0798-2259; 32; 1; 2022; DOI: https://doi.org/10.52973/rcfcv-e32072; Q4

Manuel Alvarez-Vera, Jacinto Vázquez, Daniel Fernández, and Rosalía Reinoso; Poultry feathers and offal treatment by using beneficial microorganisms; BioResources; 17(1); 2022, DOI: 10.15376/biores.17.1.64-74; Q3

Jacinto Vázquez, Manuel Alvarez-Vera, Sergio Iglesias-Abad, Jorge Castillo; La incorporación de enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost reduce los efectos negativos del monocultivo en suelos; Scientia Agropecuaria 11(1); 2020; dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.12; Q4

Jacinto Vázquez, Cecilia Sangurima, Manuel Alvarez-Vera; Concentraciones de plomo (Pb) en cultivos de lechuga (Lactuca sativa) en Azuay, Ecuador; Scientia Agropecuaria; 10(3); 2019; dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.03.13; Q4

Manuel Alvarez-Vera, Jacinto Vázquez, Jorge Castillo, Franz Tucta, Evelyn Quispe, Victor Meza; Potencial de la flora de la provincia del Azuay (Ecuador) como fuente de microorganismos benéficos; Scientia Agropecuaria; 9(4); 2018; dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.12; Q4

Chemical Composition and Rumen Degradability of Savoy Grass (Megathyrsusmaximus) Associated with Forage Legumes, LINGUISTICA ANTVERPIENSIA ISSN: 0304-2294, Issue-3, 2021, Q1

Uso de probióticos y ácidos orgánicos como estimulantes del desarrollo de aves de engorde: artículo de revisión, ALFA. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, ISSN: 2664-0902, Volumen 5, Número 14, 2021, https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.107, Latindex

Mecanismos de resistencia en aislados clínicos de Klebsiella pneumoniae; Revista Vive; ISSN 2664-3243;4;12; https://doi.org/10.33996/revistavive.v4i12.105

Prevalencia de infección del tracto urinario y perfil de susceptibilidad antimicrobiana en Enterobacterias; Revista Vive; ISSN 2664-3243;4;11; https://doi.org/10.33996/revistavive.v4i11.89

Métodos diagnósticos de laboratorio para coronavirus 2019 n-cov; Revista Vive; ISSN 2664-3243;4;10; https://doi.org/10.33996/revistavive.v4i10.80 Detección de Staphylococcus aureus y expresión de genes de virulencia de cepas provenientes de superficies hospitalarias; Kasmera; ISSN 0075-5222; 49; https://doi.org/10.5281/zenodo.5568852
4.2. Libros y capítulos de libro en los últimos 5 años.
Título del libro o capítulo de libro; editorial; ISBN; número; año; revisión de pares (SI-NO)
Libro de resúmenes semana de ciencia 2020; Editorial UTMACH; ISSN 978-9942-24-143-6; 1; 2020; Revisión por pares: Si.
4.3. Proyectos de Investigación desarrolladas en los últimos cinco años de mayor relevancia:
Nombre del proyecto; Institución; Monto financiado; fecha de inicio; fecha de culminación.
Manuel Alvarez-Vera, Jacinto Vázquez, Jorge Castillo; Tratamiento de residuos del faenamiento de aves con aplicación de microorganismos benéficos; Universidad Católica de Cuenca; $ 9080,00; 20/09/2019; 2021 Fortalecimiento de la Vigilancia Nacional de la resistencia antimicrobiana en patógenos gram negativos causantes de infecciones asociadas a la asistencia sanitaria, código 283, LNR-IAAS, IPK, LA HABANA-CUBA; Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí; 20.000,00 USD; 12 de septiembre de 2017; 12 de julio 2019

5. PERSONAL DEL PROYECTO – COLABORADORES EXTERNOS	
Función en el proyecto	COLABORADORES EXTERNOS
Nombre; Institución	
No aplica	
5.1. Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:	
Título del artículo; revista; ISSN; volumen; número; año; DOI; cuartil	
Manuel Alvarez-Vera, Jacinto Vázquez, Jorge Castillo; Tratamiento de residuos del faenamiento de aves con aplicación de microorganismos benéficos; Universidad Católica de Cuenca; $ 9080,00; 20/09/2019; 2021	
5.2. Libros y capítulos de libro en los últimos 5 años.	
Título del libro o capítulo de libro; editorial; ISBN; número; año; revisión de pares (SI-NO)	

5.3. Proyectos de Investigación desarrolladas en los últimos cinco años de mayor relevancia:
Nombre del proyecto; Institución; Monto financiado; fecha de inicio; fecha de culminación.
Manuel Alvarez-Vera, Jacinto Vázquez, Jorge Castillo; Tratamiento de residuos del faenamiento de aves con aplicación de microorganismos benéficos; Universidad Católica de Cuenca; $ 9080,00; 20/09/2019; 2021

ESTUDIANTES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

6. PERSONAL DEL PROYECTO – ESTUDIANTES	
Función en el proyecto	ESTUDIANTES COLABORADORES EN EL PROYECTO
Nombre; Cédula; Carrera; Unidad Académica; Sede o extensión; Práctica Pre profesional o Investigación Formativa.	
Fredy Fabian Guillen Gonzales; 1103523476; Medicina Veterinaria, Mención Clínica y Cirugía de Pequeñas Especies; Unidad Académica de Posgrado; Matriz; Médico Veterinario en libre ejercicio Ayora Muñoz Jorge Luis; 302130679; Medicina Veterinaria, Mención Clínica y Cirugía de Pequeñas Especies; Unidad Académica de Posgrado; Matriz; Médico Veterinario en libre ejercicio Montaño Gualan Yessenia Maricela; 0104887203; Medicina Veterinaria, Mención Clínica y Cirugía de Pequeñas Especies; Unidad Académica de Posgrado; Matriz; Médico Veterinario en libre ejercicio Bastidas Sánchez Andrea Natali; 1310844863; Maestría en Diagnóstico de Laboratorio Clínico y Molecular; Unidad Académica de Posgrado; Matriz; Cuenca. Libre ejercicio Sánchez Zambrano Ana Gabriela; 104811377; Maestría en Diagnóstico de Laboratorio Clínico y Molecular; Unidad Académica de Posgrado; Matriz; Cuenca. Libre ejercicio Ochoa Ocho a Gina Elizabeth; 1105181265; Maestría en Diagnóstico de Laboratorio Clínico y Molecular; Unidad Académica de Posgrado; Matriz; Cuenca. Libre ejercicio	

CENTRO DE INVESTIGACIÓN INVOLUCRADOS Y BENEFICIARIOS

7. LABORATORIO DEL CIITT(CENTRO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA) QUE SE ANCLA EL PROYECTO
LABORATORIO DE PSICOMETRÍA, PSICOLOGÍA COMPARADA Y ETOLOGÍA - CIITT,

8. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL Para información sobre las líneas de investigación dirigirse al enlace *Líneas y Ámbitos de Investigación Institucionales*,					
Salud y Bienestar Animal					
9. SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL					
Innovación quirúrgica para el bienestar animal,					
10. CAMPO, DISCIPLINA Y SUBDISCIPLINA UNESCO Código del campo y de la disciplina según UNESCO en el enlace *SKOS*					
10.1. Campo	31	**10.2.** Disciplina	3109	**10.3.** Sub disciplina	310910
11. PROGRAMA: (En caso de que el proyecto sea parte de un programa)			No aplica		
12. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS) QUE IMPULSA EL PROYECTO					
3. Salud y bienestar, 12. Producción y consumo responsable,					
13. TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO					
Duración del proyecto en meses			12		
FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO					
14. Monto total del financiamiento UCACUE			$ 6.794,50		
15. Monto total del financiamiento EXTERNO					

16. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO
Los materiales de sutura tienen una gran importancia en la curación de una herida al permitir la reconstrucción y cicatrización de los tejidos, consecuentemente debemos considerar que una herida quirúrgica puede ser

susceptible de contaminación bacteriana endógena o exógena, en cual también interviene el hilo de sutura. Por lo tanto, al impregnar un hilo de sutura multifilamento poliglactina 910 con nanopartículas de plata (AgNps), se aprovecharán las características antibacterianas de la plata iónica (Ag+), promoviendo una mejor cicatrización de la herida. Además, se disminuye el uso de antibióticos, sobre todo por la capacidad que tienen las AgNps de penetrar la pared celular bacteriana provocando su muerte. Estas propiedades serán evaluadas con la realización de antibiogramas mediante la técnica Kirby Bauer, de acuerdo a los lineamientos del Clinical and Laboratory Standars Institute (1). Para ello se utilizarán cepas certificadas de Staphylococcus aureus ATCC 25923, Escherichia coli ATCC 25922 y Staphylococcus pseudintermedius ATCC 49051. Conjuntamente, se tienen como objetivos específicos: i) Desarrollar un hilo de sutura a partir de la fibra de agave impregnada con nano partículas de plata; ii) Caracterizar las propiedades de las fibras de agave impregnadas con nanopartículas de plata en cirugía reproductivas en machos; iii) Evaluar el efecto antibacteriano in vitro e in vivo, del hilo de sutura de fibra de agave y multifilamento impregnado de nanopartículas de plata de mediante técnicas microbiológicas.

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

17. RESUMEN DEL PROYECTO

Los materiales de sutura tienen una gran importancia en la curación de una herida al permitir la reconstrucción y cicatrización de los tejidos, consecuentemente debemos considerar que una herida quirúrgica puede ser susceptible de contaminación bacteriana endógena o exógena, en cual también interviene el hilo de sutura. Por lo tanto, al impregnar un hilo de sutura multifilamento poliglactina 910 con nanopartículas de plata (AgNps), se aprovecharán las características antibacterianas de la plata iónica (Ag+), promoviendo una mejor cicatrización de la herida. Además, se disminuye el uso de antibióticos, sobre todo por la capacidad que tienen las AgNps de penetrar la pared celular bacteriana provocando su muerte. Estas propiedades serán evaluadas con la realización de antibiogramas mediante la técnica Kirby Bauer, de acuerdo a los lineamientos del Clinical and Laboratory Standars Institute (1). Para ello se utilizarán cepas certificadas de Staphylococcus aureus ATCC 25923, Escherichia coli ATCC 25922 y Staphylococcus pseudintermedius ATCC 49051. Conjuntamente, se tienen como objetivos específicos: i) Desarrollar un hilo de sutura a partir de la fibra de agave impregnada con nano partículas de plata; ii) Caracterizar las propiedades de las fibras de agave impregnadas con nanopartículas de plata en cirugía reproductivas en machos; iii) Evaluar el efecto antibacteriano in vitro e in vivo, del hilo de sutura de fibra de agave y multifilamento impregnado de nanopartículas de plata de mediante técnicas microbiológicas.

18. PALARAS CLAVES

Jungia Rugosa Less, Agave, Coriandrum, drug resistance microbial

19. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Los materiales de sutura desempeñan un papel importante en la cicatrización de las heridas, permitiendo la reconstrucción y el reensamblaje de los tejidos separados por un procedimiento quirúrgico o un traumatismo, facilitando y promoviendo la cicatrización y la hemostasia (2). Los factores de riesgo de dehiscencia de una herida quirúrgica son múltiples y van desde la presentación clínica, enfermedades asociadas, manejo intra quirúrgico, fallos técnicos en el cierre de tejidos, tipo de material de sutura y seguridad del nudo (3), la contaminación de la sutura con material de origen microbiano, es uno de los factores de riesgo de infección de la zona quirúrgica(4), etológicamente los agentes infecciosos de una herida quirúrgica suelen ser heterogéneos, destacando en términos generales las bacterias gram positivas y gram negativas (5), En este contexto, es de trascendental importancia considerar que, el material de sutura ideal debe evitar en gran medida la adhesión bacteriana y contaminación de la herida (2). Se debe también considerar que los microorganismos pueden tener un origen exógeno (es decir, proceden del aire, del instrumental quirúrgico, del personal quirúrgico) o endógeno (es decir, microorganismos que se originan en el cuerpo del paciente) (6).

Los hilos de sutura ideales deben tener las siguientes cualidades: resistencia, plasticidad, memoria, elasticidad y fuerza tensil; no obstante, un factor preponderante es que no sea conducente o evite la migración bacteriana hacia el tejido circundante, en este contexto (7) aislaron 114 cepas aerobias y 115 anaerobias en 11 pacientes sometidos a cirugía dental, de igual forma (4) demostraron que las características físicas y químicas de los hilo de sutura influyen en su capacidad para atraer bacterias, esto a decir de (8) dependiendo del tipo de material de sutura, del tipo de bacteria y del tiempo de contacto, factores que promueven la infección de la herida, siendo la repelencia bacteriana una propiedad deseable que podría mejorar el proceso de cicatrización al prevenir infecciones (9), es entonces que a través del presente proyecto se plantea diseñar un hilo de sutura con base en fibras de agave (penco) impregnadas con nanopartículas de plata (AgNPs), beneficiándonos de su amplio espectro bacteriano que contribuirá a reducir el uso de antibióticos pre, trans y posquirúrgicos, dismunuyendo las posibilidades de resistencia bacteriana, además de permitirnos fortalecer la técnica aséptica. Debemos también mencionar, que estos elementos se vienen usando de forma ancestralmente como material de cierre de heridas en forma rudimentaria.

20. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

La nanomedicina es un campo nuevo; que surge de la combinación entre la ciencia y tecnología (12), en este contexto el desarrollo de nuevas superficies nanoestructuradas antibacterianas muestra excelentes perspectivas de aplicación en medicina como biomateriales de próxima generación(13), consecuentemente la nanobiotecnología está creciendo rápidamente a nivel mundial siendo aplicada en una amplia sección de investigación como biología, química, física, biomedicina e ingeniería de materiales (14). Las nanopartículas son materiales que pueden llegar a medir entre 1 a 100 nm de longitud, que poseen propiedades antimicrobianas (15), entre las nanopartículas metálicas más usadas están las sintetizadas a partir de iones plata (16) considerando que las nanopartículas de plata (AgNPs) presentan actividad antimicrobiana ante más de 650 patógenos entre los que se listan bacterias, hongos y virus (17), además se ha demostrado que pueden aumentar la cicatrización de heridas (12), dadas sus propiedades antiinflamatorias y angiogenicas (18). La contaminación de la sutura, debido a la presencia de microorganismos sobre su superficie, es uno de los factores de riesgo en la infección de la herida quirúrgica, consecuentemente la modificación de la superficie de los hilos de sutura con sustancias antimicrobianas como péptidos, antimicrobianos, iones metálicos, polímeros y nanomateriales, le conceden a la sutura actividad antibacteriana (4) evitando la formación de biopeliculas bacterianas que son dificiles de destruir con antibioticos y son las responsable de más del 80 % de las infecciones (19), consecuentemente la repelencia antibacteriana en un propiedad deseable en lo materiales de sutura, lo cual podría mejora potencialmente el proceso de cicatrización, al alterar la unión de bacterias en presencia de topografías de tamaño nanométrico (9).en este contexto Dubas ST y col (20), depositaron capa por capa AgNPs con poli (cloruro de dialildimetilamonio)a una concentración de 0,1 nM, sobre suturas quirúrgicas de poliamida logrando una buena eficacia antibacteriana, siendo esta la tendencia actual en la resolución quirurgica de herridas (21)

Nitrato de Ag

Sánchez-Gálvez J y col (22) en su ponencia refieren que “la efectividad bactericida de los apósitos de plata es evidente” encontrando que las bacterias gran negativas son más sensibles que las gram positivas, determinándose su efectividad a las 48 o 72, horas dando resultados positivos por destrucción de células bacterianas, sea como compuesto orgánico como es el caso del alginato de plata o como compuesto inorgánico el nitrato de plata.

Propiedades bactericidas de nanopartículas de plata (AgNPs)

Las AgNPs tienen la capacidad de penetrar en la pared celular bacteriana, provocando así el cambio en la estructura de las membranas celulares y como consecuencia la muerte celular. Por otra parte, el estrés oxidativo inducido por iones de plata está involucrados en acciones antibacterianas. La eficacia en cuanto a las propiedades bactericidas no solo se debe a lo mencionado anteriormente o al pequeño tamaño de las nanopartículas, sino también a que estas pueden aumentar la permeabilidad de las membranas celulares e interrumpir la replicación del ácido desoxirribonucleico .

Herida quirúrgica

Una incisión es un corte a través de la piel que se hace durante una cirugía, también se denomina herida quirúrgica. Algunas incisiones son pequeñas, otras son grandes, dependiendo del abordaje quirúrgico según la patología que cursa el animal, las heridas por lo general son limpias por lo que los riesgos de contaminación son minimizados, y su cierre dependen de factores exógenos como el tipo de sutura realizado y material del hilo de sutura empleado; además de factores endógenos como el sistema inmune y estado nutricional del animal (6).

Flora microbiana de la herida

La epidermis en animales no es un ambiente estéril, es todo lo contrario se cuenta con una gran variedad de microorganismos, entre estos: virus, hongos y bacterias. De estos, las bacterias son de gran importancia clínica debido a los diferentes mecanismos de resistencia que han desarrollado a una variedad de antimicrobianos. Entre las

especies bacterianas más prevalentes se encuentran: Staphylococcus intermedius, Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis, Streptococcus spp., dentro de los cocos gram positivos, y Escherichia coli, Proteus spp., Pseudomona aeruginosa, dentro de los bacilos gram negativos. En este contexto se pone en manifiesto la gran variedad de microorganismos potencialmente patógenos y en el caso de una herida abierta esta representa el sitio de entrada para los mismos con la consecuente generación y complicación de infecciones a nivel sistémico .

Hilo- de sutura

Se describe como hilo de sutura a cualquier hilo de material utilizado para ligar vasos sanguíneos o aproximar tejidos (23) la sutura, debe considerarse como un cuerpo extraño implantado en el tejido que provoca una respuesta, que no siempre es favorable o bien tolerada (24), el cual para cumplir con su función debe poseer características como adherencia bacteriana, reacción tisular y reabsorción (4), además de mantener las características físicas y mecánicas de un hilo de sutura.

Agave

Al respecto (25) , manifiesta que el Agave L. es un género americano, distribuido desde los Estados Unidos de América hasta Venezuela, Colombia y Ecuador, en tanto que (26) señalan que, desde épocas precolombinas los pueblos indígenas de Perú, utilizaron la planta de agave como fuente de materia prima para diferentes objetos, de las pencas se obtenían hilos con los que se cocían redes de pesca, costales, cordeles entre otros, por su parte (27), señalan que en la actualidad es importante el desarrollo de biomateriales para suturas con propiedades antiincrustantes, por lo que purificaron fibras de celulosa de coco y agave, determinando que la fibra de agave tiene estructura uniforme y propiedades mecánicas similares a la del biomaterial usados que son a base de fibra de seda, por lo que se puede considerar una alternativa potencial para suturas quirúrgicas

Antibiogramas para la evaluación del Hilo de sutura

Uno de los métodos más utilizados para la evaluación de los efectos antibacterianos de diferentes fármacos, extractos y partículas, es la realización de pruebas in vitro - antibiograma. Mediante la utilización de la técnica de Kirby Bauer, según los lineamientos establecidos por el CLSI, 2021. En este contexto Sindhu y cols. mediante la impregnación de AgNPs en fibras de seda Bombyx mori demuestran el efecto antibacteriano frente a Staphylococcus aureus y Pseudomona aeruginosa (28)

21. OBJETIVOS

Impregnar nanopartículas de plata en hilos de sutura quirúrgica, fabricados a partir de fibras de agave.

22. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desarrollar un hilo de sutura a partir de la fibra de agave impregnada con nano partículas de plata.

2. Caracterizar las propiedades de las fibras de agave impregnadas con nanopartículas de plata en cirugía reproductivas en machos.

3. Evaluar el efecto antibacteriano in vitro e in vivo, del hilo de sutura de fibra de agave y multifilamento impregnado de nanopartículas de plata de mediante técnicas microbiológicas.

23. MARCO METODOLÓGICO

El presente estudio se encuadra en el paradigma positivista, con un enfoque cuali-cuantitativo con un método experimental y de tipo relacional.

Universo de Estudio, tratamiento muestral y muestra

Universo serán 10 cerdos (Sus scrofa domestica) híbridos, (Landrace x Pietrain), machos de 30 a 35 días de edad mismos que serán sometidos aleatoriamente a dos tratamientos (T1: sutura multifilamento) (T2: sutura multifilamento con adhesión de AgNps), la muestra será todo el universo de animales objeto de estudio.

Métodos, técnicas e instrumentos de investigación o recolección de datos +

Método de difusión por discos (Kirby Bauer)

El presente estudio se realizará en varias etapas en las instalaciones de la Carrera de Medicina Veterinaria y en el Laboratorio de Microbiología del programa de Posgrado en Diagnóstico de Laboratorio Clínico y Molecular. A más de esto se contará con la colaboración del Centro de Nanociencia y Nanotecnología (CENCINAT) de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), y en la hacienda Lancones. Sitio El Guayacán.

La valoración del efecto antibacteriano in vitro, se realizará mediante la técnica de Kirby Bauer o disco difusión según las recomendaciones del Clinical and Laboratory Standard Institute (1), para lo cual se utilizarán las siguientes cepas control:

Staphylococcus aureus ATCC 25923

Escherichia coli ATCC 25922

Staphylococcus pseudintermedius ATCC 49051

El protocolo de síntesis de AgNps se realizará con base en el método de reducción química. Se prepararon 200 ml de solución de nitrato de plata con una concentración de 0,001 M, y se calentaron hasta ebullición manteniendo agitación constante; luego se agregaron 25 ml de la solución de citrato trisódico al 1% con agitación vigorosa hasta que la solución alcanzó un color amarillo pálido, tiempo en el cual se retira la fuente de calor y se deja en agitación vigorosa hasta alcanzar la temperatura ambiente. Con dicho proceso se obtienen semillas AgNps (30)

Obtención de fibras de Agave

Las plantas de agave se seleccionarán en las plantaciones existentes en la provincia del Azuay, considerando factores como el piso climático y la edad del cultivo. Para la extracción de las fibras de agave se utilizará la técnica propuesta por (31).

Impregnación de los iones a Ag en las suturas multifilamento

La impregnación de los iones de plata de se realizará por medio de la adición como agente reductor los extractos de Jungia rugosa Less, preparando una solución de nitrato de 10nM, soluciones que serán mezcladas en una relación 1:25, permitiendo la generación de AgNps.

Microscopia electrónica de barrido

La microscopía electrónica de barrido permitirá hacer una caracterización superficial de las fibras del agave considerando que su versatilidad y la capacidad de enfoque (de 20 a 50 A) que permiten generar una imagen tridimensional de la estructura analizada

Difracción de Rx (XRD)

Los estudios de las propiedades mecánicas, eléctricas, térmicas, magnéticas, medidas de tamaño de partícula y ópticas, se realizarán por difracción de rayos X.

Pruebas de biodegradabilidad

Estas pruebas permitirán evaluar el efecto antibacteriano in vitro del hilo de sutura impregnado de nanopartículas de plata de mediante técnicas microbiológicas.

Evaluar histológicamente la biocompatibilidad de las suturas polifilamento impregnados con nano partículas de plata, en cirugía de tejidos blandos de animales de rastro (porcinos).

La evaluación histológica de la biocompatibilidad de las suturas polifilamento impregnados con AgNps, permitirá caracterizar la respuesta inflamatoria y de reparación tisular durante las tres fases de la cicatrización. Así como, evaluar de forma cuali-cuantitativa las propiedades bacterianas de la sutura.

Evaluación histológica de la cicatrización de la herida a los 08 días

Todos los animales sometidos a cirugía serán valorados a los 08 días posquirúrgicos mediante el análisis de los siguientes parámetros en función de escala numérica por campo predeterminada:

1. Presencia de elementos inflamatorios (neutrófilos, linfocitos)

Ausencia, escaso, moderado y abundante.

2. Presencia de fibroblastos.

Escaso, moderado, abúndate.

3. Presencia de tejido conectivo fibroso.

Escaso, moderado, abúndate.

4. Presencia de neovascularización.

Ausencia, escaso, moderado y abundante.

5. Presencia de tejido epitelial.

Leve, moderado, completo.

6. Presencia de hilo de sutura.

Ausente, presente.

Evaluación histológica de la cicatrización de la herida a los 15 días

A los 15 días posteriores la intervención quirúrgica, se evaluaron los mismos parámetros que fueron evaluados a los 08 días posteriores a cirugía

Adquisición de unidades experimentales (biológicos: cerdos)

El estudio se iniciará con la selección y homogenización del lote de cerdos (Sus scrofa domestica) híbridos (Landrace por Pietrain); de los cuales se adquirirá 12 cerdos de 30 días de edad con pesos de entre 6 y 7 Kg, los cuales serán vacunados, desparasitados e identificados.

Manejo clínico sanitario de unidades experimentales

Las unidades experimentales serán sometidas durante 8 días a una adaptación dietética la misma que será isoproteica, isoenergética e isocalórica, , en esto mismo tiempo se realizará el manejo clínico del paciente.

Orquiectomía en cerdos de 1 mes de edad, usando hilos de sutura de fibra de agave impregnados con AgNPs.

La orquiectomía es la extirpación de uno o ambos testículos. Los testículos son los órganos sexuales masculinos que producen el esperma y la hormona masculina testosterona. La incisión para extraer el testículo puede realizar de forma escrotal. En la presente investigación la orquiectomía se realizará siguiendo los principios de la técnica aséptica de Halsted.

Evaluación clínica de la cicatrización de la herida a los 08 días posquirúrgico

Todos los animales sometidos al acto quirúrgico de orquiectomía serán valorados a los 08 días posquirúrgicos con los siguientes ítems:

1. Tipo de tejido. Se refiere al color del tejido en el lecho de la herida, considerándose un color rojizo en la fase de inflamación aguda cuando también presenta edema o tejido de granulación; amarillo cuando hay infección; violáceo o azul oscuro cuando hay hematoma o equimosis; y negro cuando hay tejido necrótico.

2. Drenaje. Se considerará si hay líquido libre o retenido en la herida; y de haberlo las características y la cantidad del mismo.

3. Desecación. Se refiere al estado de hidratación del tejido en la herida y en el tejido circundante.

4. Olor. Este parámetro se presenta si la herida se encuentra infectada por anaerobios o por pseudomonas, cuyo olor en cada uno es característico.

5. Medición. Medir la herida, en la cual ha habido pérdida de tejido hace posible prever la evolución del proceso de cicatrización.

Evaluación clínica de la cicatrización de la herida a los 15 días

Para la valoración de la evolución de la herida a los 15 días se tomará en consideración los mismos ítems que se evaluaron a los 08 días posquirúrgicos.

IMPACTO DEL PROYECTO

24. RESULTADOS ESPERADOS DEL PROYECTO

Con el desarrollo de la presente investigación se espera obtener un hilo de sutura elaborado con de fibras naturales de agave funcionalizada con nanopartículas de plata, la cual contribuirá a mejorar las características físicas y

mecánicas de las suturas, además de dotarla de propiedades bactericidas, ejercidas por la acción de la plata sobre la membrana celular bacteriana.

Un factor preponderante a tomar en cuenta en la realización de la presente investigación es que al momento no existen investigaciones realizadas en esta área en nuestra región, por lo que el proyecto se convierte en pionero en este ambito, además de permitir contribuir con una nueva alternativa de hilo de sutura a comunidad médica veterinaria de la región y el país, que tiene probabilidades de poder ser producido a gran escala.

Otro punto importante a tener en cuenta, es independiente de dar solución a un desafío médico quirúrgico y los costos de producción de los hilos de sutura, está la reducción de los daños al medio ambiente, ya que se utilizará para la síntesis de AgNPs agentes reductores y estabilizadores vegetales que cuentan con una gran producción.

Con la utilización del nitrato de plata para impregnar los hilos de sutura elaborados a base de una fibra natural como es el agave se espera obtener un hilo muy resistente al ser esta fibra muy dura además por es un componente orgánico es bastante biodegradable que en contacto con la herida el nitrato de plata pasara a ion plata y ejercerá su efecto antibacteriano por lo tanto se espera tener un hilo de sutura a más de resistente, antibacteriano lo que dará una ventaja frente a otros productos comercializados.

25. TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS

Al finalizar el presente proyecto de investigación los resultados obtenidos serán puestos a consideración de los respectivos departamentos de investigación de la Universidad, para que sean analizados previamente con el fin de salvaguardar los derechos de propiedad intelectual y los resultados serán publicados en una revista científica indexada.

Al constituirse el presente proyecto en un avance tecnológico, al ser culminado sus resultados serán socializados con estudiantes y médicos veterinarios mediante cursos seminarios y demás estrategias de formación que pudieran ser implementadas.

Se pondrá este tipo de tecnología a disposición de las diferentes entidades locales y seccionales gubernamentales y no gubernamentales, con las cuales existan convenios, para mediante ellos crear programas de vinculación con la Sociedad, pudiendo de esta manera poner a disposición de la sociedad en general el uso de estas nuevas tecnologías.

Publicaciones con ISSN planificadas en la propuesta

Veterinary and Animal Science; Scopus; Países bajos; Q3

Microbiología internacional; Springer; España; Q3

Información tecnológica; Scopus; Chile; Q3

26. REQUIERE ALGÚN AVAL ESPECIAL, PERMISO DEL COMITÉ DE BIOÉTICA O DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE U OTRO.
NO
Justificación: No requiere aval del comité de ética, considerando que los cerdos son animales de consumo, y la practica quirúrgica de esterilización es parte del sistema de manejo y producción de los cerdos en las granjas porcinas, adema los materiales de sutura a utilizar son inocuos, para el paciente y dado que esta región del cerdo no se consume, tampoco afecta al ser humano.

27. CONSIDERACIONES ÉTICAS DE LA PROPUESTA

Es de importancia conocer los materiales con los cuales se va a trabajar para de esta manera poder analizar las posibles repercusiones que se puedan derivar del estudio experimental por lo tanto lo más importantes es trabajar con materiales reconocidos en el medio (32). El nitrato de plata es una sustancia utilizada desde hace mucho tiempo con resultados favorables tanto in vitro como in vivo para lograr efectos antibacterianos, sin efectos secundarios su utilización in vivo ha sido principalmente en apósitos logrando siempre un buen resultado, por lo tanto, no tiene connotaciones que afecten o pongan en riesgo la salud de los pacientes a tratar con los hilos de sutura. Esto en el contexto social aporta de manera sustancial sobre todo al disminuir el uso de los antibióticos posquirúrgicos, animales de rastro destinados al consumo humano como los cerdos, sobre todo por las trazas residuales de los fármacos que podríamos encontrar en la carne de los animales de producción.

28. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. The American National Standars Institute Oversees Standards And Conformity Assessm. CLSI: Clinical And Laboratory Standards Institute [Internet]. Clinical And Laboratory Standards Institute. 2022. Available from: https://webstore.ansi.org/sdo/clsi?gclid=EAIaIQobChMIyIinkJfD9QIVl5SGCh2HhwRPEAAYAiAAEgJIE_D_BwE

2. Gazivoda D, Pelemis D, Vujaskovic G. A clinical study on the influence of suturing material on oral wound healing. Vojnosanit Pregl [Internet]. 2015;72(9):765–9. Available from: http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=0042-84501500064G

3. Rodríguez-Hermosa JI, Codina-Cazador A, Ruiz B, Roig J, Gironès J, Pujadas M, et al. Factores de riesgo de dehiscencia aguda de la pared abdominal tras laparotomía en adultos. Cirugía Española [Internet]. 2005 May;77(5):280–6. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0009739X0570854X

4. Lara-Juárez D, García-Contreras R, Arenas-Arrocena MC. Suturas funcionalizadas con nanomateriales para cirugía oral: revisión sistemática. Rev Española Cirugía Oral y Maxilofac [Internet]. 2018 Jan;40(1):33–40. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1130055817300011

5. Fernández García A, Jiménez Arribas P, Utiel Monsálvez E, Jiménez Zapata D, Sánchez Fernández C, Dueñas Carretero M, et al. Infección de la herida quirúrgica en neurocirugía: protocolo de manejo en un centro terciario. Soc Española Heridas [Internet]. 2019;9(7–13). Available from: https://www.heridasycicatrizacion.es/images/site/2019/MARZO2019/Revista_SEHER_9.1_14_Febrero_2019.pdf

6. Fossum TW. Cirugía en pequeños animales. 3era ed. Duprey LP, O´connor D, editors. Barcelona: Elsevier; 2009. 1 p.

7. Otten J-E, Wiedmann-Al-Ahmad M, Jahnke H, Pelz K. Bacterial colonization on different suture materials—A potential risk for intraoral dentoalveolar surgery. J Biomed Mater Res Part B Appl Biomater [Internet]. 2005 Jul;74B(1):627–35. Available from: http://doi.wiley.com/10.1002/jbm.b.30250

8. Chu C-C, Williams DF. Effects of physical configuration and chemical structure of suture materials on bacterial adhesion. Am J Surg [Internet]. 1984 Feb;147(2):197–204. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0002961084900886

9. Serrano C, García-Fernández L, Fernández-Blázquez JP, Barbeck M, Ghanaati S, Unger R, et al. Nanostructured medical sutures with antibacterial properties. Biomaterials [Internet]. 2015 Jun;52:291–300. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0142961215001556

10. Castro Núñez M, Sancho Pacheco JD, Sánchez Montero M, Pacheco J. Materiales de Sutura de elección (absorbibles y no absorbibles) en la práctica de medicina y cirugía general. Rev la Fac Med la Univ lberoamérica. 2018;1:1–12.

11. Martiñón Hernández R, Leija Hernández C. Manejo de la herida quirúrgica. Rev Mex Enfermería Cardiológica. 2000;8(1–4):53–5.

12. Hamad A, Khashan KS, Hadi A. Silver Nanoparticles and Silver Ions as Potential Antibacterial Agents. J Inorg Organomet Polym Mater [Internet]. 2020 Dec 15;30(12):4811–28. Available from: https://link.springer.com/10.1007/s10904-020-01744-x

13. Linklater DP, Baulin VA, Juodkazis S, Crawford RJ, Stoodley P, Ivanova EP. Mechano-bactericidal actions of nanostructured surfaces. Nat Rev Microbiol [Internet]. 2021 Jan 17;19(1):8–22. Available from: https://www.nature.com/articles/s41579-020-0414-z

14. Villa Sánchez FE, Moncayo Molina WE, Alvarado Aguilar MC, Leal Chantong AA, Daza Barcia DD. Síntesis verde de nanopartículas de Plata (AgNPs) utilizando ajo (Alliun Sativum L) explorando su actividad antimicrobial y catalíticas. FACSALUD-UNEMI [Internet]. 2021 Jun 7;5(8):39–50. Available from: http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/facsalud-unemi/article/view/1330

15. Pardo L, Arias J, Molleda P. Elaboración de nanopartículas de plata sintetizadas a partir de extracto de hojas de romero (Rosmarinus officinalis L.) y su uso como conservante. La Granja [Internet]. 2021 Nov 9;35(1). Available from: https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/35.2022.04

16. Esquivel-Figueredo R de la C, Siannah María Mas-Diego. Síntesis biológica de nanopartículas de plata: revisión del uso potencial de la especie Trichoderma. Rev Cuba Química [Internet]. 2021;33(2):211–33. Available from: http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v33n2/2224-5421-ind-33-02-23.pdf

17. Diaz Acosta EM. Nanopartículas de plata: un enfoque en aplicaciones biológicas. Mundo Nano Rev Interdiscip en Nanociencias y Nanotecnología [Internet]. 2018 Feb 4;12(22):1. Available from: http://www.mundonano.unam.mx/ojs/index.php/nano/article/view/60758

18. González-Sánchez MI, Perni S, Tommasi G, Morris NG, Hawkins K, López-Cabarcos E, et al. Silver nanoparticle based antibacterial methacrylate hydrogels potential for bone graft applications. Mater Sci Eng C [Internet]. 2015 May;50:332–40. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0928493115001125

19. Thambirajoo M, Maarof M, Lokanathan Y, Katas H, Ghazalli NF, Tabata Y, et al. Potential of Nanoparticles Integrated with Antibacterial Properties in Preventing Biofilm and Antibiotic Resistance. Antibiotics. 2021;10(11):1–26.

20. Dubas ST, Wacharanad S, Potiyaraj P. Tunning of the antimicrobial activity of surgical sutures coated with silver nanoparticles. Colloids Surfaces A Physicochem Eng Asp [Internet]. 2011 May;380(1–3):25–8. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0927775711000641

21. Augustine R, Rajarathinam K. Synthesis and characterization of silver nanoparticles and its immobilization on alginate coated sutures for the prevention of surgical wound infections and the in vitro release studies. Int J Nano Dimens. 2012;2(3):205–12.

22. Sánchez-Gálvez J, Rumbo-Prieto JM. Hablando en plata de los apósitos liberadores que la contienen. Enferm Dermatológica. 2018;12(35):7–9.

23. Pedregosa DB, Jané-Salas E, Estrugo-Devesa A, Arisó CP, Moreno Vicente J, Roig AM, et al. Adherencia bacteriana en los materiales de sutura de uso habitual en cirugía bucal. Revision sistemática. Av en odontoestamotología. 2020;31(1):11–9.

24. García OFD, Herrerías Canedo T. Capítulo 3: Suturas y cierre de heridas. In: Manual de obstetricia y procedimientos medicoquirúrgicos. 2018. p. 32.

25. Giraldo-Cañas D. Una especie nueva de Agave (Asparagaceae: Agavoideae) de Colombia. Rev Mex Biodivers [Internet]. 2020 Aug 21;91(1):913274. Available from: http://revista.ib.unam.mx/index.php/bio/article/view/3274

26. Pineda E, Uribarri D. Propiedades químicas y creencias curativas populares del Maguey o Cabuya (Agave americana L.) Caso, Churcampa, Huancavelica. CienciayDesarrollo. 2014;7(1):77–83.

27. Guambo MPR, Spencer L, Vispo NS, Vizuete K, Debut A, Whitehead DC, et al. Natural Cellulose Fibers for Surgical Suture Applications. Polymers (Basel) [Internet]. 2020 Dec 18;12(12):3042. Available from: https://www.mdpi.com/2073-4360/12/12/3042

28. Chandrasekaran N, Dhas S, Anbarasan S, Mukherjee A. Biobased silver nanocolloid coating on silk fibers for prevention of post-surgical wound infections. Int J Nanomedicine [Internet]. 2015 Oct;159. Available from: https://www.dovepress.com/biobased-silver-nanocolloid-coating-on-silk-fibers-for-prevention-of-p-peer-reviewed-article-IJN

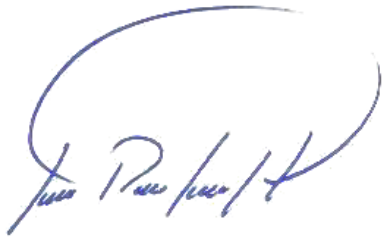
29. SNI. Secretaria Nacional de Planificación. Normas para la inclusión de programas y proyectos en los planes de inversión pública. 2010.

30. Ledezma A, J R, M H, I M, E A, G P, et al. Síntesis biomimética de nanopartículas de plata utilizando extracto acuoso de nopal (Opuntia sp.) y su electrohilado polimérico. Superf y Vacío. 2014;27(4):133–40.

31. Parra Negrete LA, Villar Quiñones P del, Prieto Rodríguez A. Extracción de fibras de agave para elaborar papel y artesanías. Acta Univ. 2010;20(3):77–83.

32. Núñez Castro M, Pacheco Sancho JD, Sánchez Montero M, Pacheco Pizarro J. Materiales de Sutura de elección (absorbibles y no absorbibles) en la práctica de medicina y cirugía general. Rev la Fac Med la Univ lberoamérica. 2018;1(1):1–12.

FIRMA DE RESPONSABILIDAD

 **DIRECTOR DEL PROYECTO: PICODS21-08** **EDY PAUL CASTILLO HIDALGO; 1103208474, MAESTRÍA EN MEDICINA VETERINARIA, MENCIÓN CLÍNICA Y CIRUGÍA DE PEQUEÑAS ESPECIES; UNIDAD ACADÉMICA DE POSGRADO; MATRIZ**	 Ing. Javier Cabrera Mejía, PhD. **JEFE DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN**

ANEXOS

Planilla de anexos del Proyecto

[{ "title":"Plantilla de anexos AgNPs","comment":"Anexos AgNPs","size":"92.61","name":"Anexos_Suturas_AgNPs.xlsx","filename":"fu_vqjec4hfyp4ih3v","ext":"xlsx" }]
*Número de Archivos:**1***

Documento de contraparte firmado (Solo en caso de financiamiento externo)

Número de archivos:

Documentación adicional

*Número de archivos: **0***

***Fecha de la versión generada:** 2022-05-19 09:18:36*