



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

COMPARACIÓN DEL EFECTO DE YODO DIÓXIDO DE CLORO Y SANGRE DE
DRAGO EN LA CICATRIZACIÓN DE LECHONES (*Sus scrofa domesticus*)
ORQUIECTOMÍZADOS

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Médico Veterinario Zootecnista

AUTOR: RICKIE JOSÉ ROMERO ROMERO

TUTORA: DRA. MÓNICA DEL CARMEN BRITO SOLANO, Mgtr.

Cuenca - Ecuador

2023

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACION**

Yo, Rickie José Romero Romero con documento de identificación N°
0705841997, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo de titulación; y, autorizo a que sin
fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir
o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 21 de noviembre del 2023

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a horizontal line, positioned above the printed name.

Rickie José Romero Romero

0705841997

**CERTIFICADO CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Rickie José Romero Romero con documento de identificación N° 0705841997, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Trabajo experimental: “Comparación del efecto de yodo dióxido de cloro y sangre de drago en la cicatrización de lechones (*Sus scrofa domesticus*) orquiectomizados”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Médico Veterinario Zootecnista, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 21 de noviembre del 2023

Atentamente,



Rickie José Romero Romero

0705841997

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Mónica del Carmen Brito Solano con documento de identificación N° 0102509106, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: COMPARACIÓN DEL EFECTO DE YODO DIÓXIDO DE CLORO Y SANGRE DE DRAGO EN LA CICATRIZACIÓN DE LECHONES (*Sus scrofa domesticus*) ORQUIECTOMÍZADOS, realizado por Rickie José Romero Romero con documento de identificación N° 0705841997, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 21 noviembre del 2023

Atentamente,



Dra. Mónica del Carmen Brito Solano, Mgtr.

0102509106

DEDICATORIA

A mi madre Gloria Romero y a mi padre Orlando Romero quienes pusieron toda su confianza en mí para así poder cumplir con este objetivo, a mi compañera de vida Joselyn Torres, quien me apoyo en este trayecto con su afecto y consejos, dándome su amor incondicional, a mi hija Arizbeth por su amor en las noches que redactaba el documento final, A mis hermanos Dayan, Nadia y Ronny ya que fueron pilar fundamental para seguir adelante, a mi sobrina Sofia que me saco sonrisas a pesar de las dificultades, en general a mi familia ya que gracias a ellos pude realizar esta meta y culminarla.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a mis padres ya que sin ellos esto no sería posible, a mis hermanos quienes me brindaron su apoyo, a mi compañera de vida y a mi hija ya que me supieron apoyar cuando más lo necesitaba.

Agradezco especialmente a mi tutora, Dra. Mónica Brito quien me ha dado su apoyo incondicional en la elaboración del documento y me ha brindado su tiempo para realizar dicho documento, en general a mis profesores quienes dedicaron su tiempo en compartir su conocimiento y estar dispuestos a apoyarme en cualquier inquietud.

INDICE GENERAL

| | |
|------------------------------------|----|
| RESUMEN | 12 |
| ABSTRACT..... | 14 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 15 |
| 1.1 Problema..... | 15 |
| 1.2 Delimitación | 16 |
| 1.2.1 Temporal | 16 |
| 1.2.2 Espacial | 16 |
| 1.2.3 Académica..... | 17 |
| 1.3 Explicación del problema | 17 |
| 1.3.1 Hipótesis..... | 18 |
| 1.4 Objetivos..... | 18 |
| 1.4.1 Objetivo General..... | 18 |
| 1.4.2 Objetivo Específico | 18 |
| 1.5 Fundamentación teórica | 18 |
| 2. REVISION BIBLIOGRAFICA..... | 20 |
| 2.1 Examen Físico | 20 |
| 2.2 Piel | 20 |
| 2.2.1 Histología de la piel | 20 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.2.2 | Estratos de la piel | 22 |
| 2.2.3 | Irrigación Sanguínea | 26 |
| 2.2.4 | Funciones de la piel | 26 |
| 2.2.5 | Heridas | 27 |
| 2.3 | Anatomía del macho | 32 |
| 2.3.1 | Testículos | 32 |
| 2.3.2 | Pene | 32 |
| 2.3.3 | Conducto deferente. | 34 |
| 2.3.4 | Próstata. | 34 |
| 2.3.5 | Glándula bulbouretral. | 35 |
| 2.4 | Orquiectomía..... | 35 |
| 2.5 | Anestésicos..... | 36 |
| 2.5.1 | Lidocaína..... | 37 |
| 2.6 | Anestesia local. | 38 |
| 2.7 | Yodo. | 39 |
| 2.7.1 | Mecanismo de acción y espectro antimicrobiano. | 40 |
| 2.8 | Dióxido de cloro. | 40 |
| 2.8.1 | Farmacocinética. | 41 |
| 2.8.2 | Propiedades físicas y química. | 41 |
| 2.8.3 | Usos del dióxido de cloro. | 42 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.9 | Sangre de Drago | 43 |
| 2.9.1 | Hábitat | 44 |
| 2.9.2 | Composición Fitoquímica | 45 |
| 2.10 | Importancia de los antibióticos y antisépticos en la cicatrización. | 46 |
| 3. | MATERIALES Y METODOS..... | 47 |
| 3.1 | Materiales | 47 |
| 3.1.1 | Físicos..... | 47 |
| 3.1.2 | Químicos | 48 |
| 3.1.3 | Biológicos | 48 |
| 1.1 | Métodos | 48 |
| 3.2.1 | Selección de animales..... | 48 |
| 3.2.2 | Procedimiento para realizar la orquiectomía. | 49 |
| 3.3 | Diseño..... | 50 |
| 3.4 | Tratamientos | 50 |
| 3.4.1 | Variables | 51 |
| 3.5 | Población inicial..... | 52 |
| 3.6 | Consideraciones éticas | 52 |
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSIONES | 53 |
| 4.1 | De acuerdo a los tratamientos se pudo obtener los siguientes datos..... | 53 |
| 5. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 59 |

| | | |
|-----|-----------------------|----|
| 5.1 | . Conclusiones | 59 |
| 5.2 | Recomendaciones | 59 |
| 6. | BIBLIOGRAFÍA..... | 60 |
| 7. | ANEXOS..... | 71 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1.</i> Croquis de Granja porcina “SAN MARCOS” | 17 |
| <i>Figura 2.</i> Geometría de la molécula de dióxido de cloro | 41 |
| <i>Figura 3.</i> Sangre de drago | 44 |
| <i>Figura 4.</i> Taxonomía de sangre de drago..... | 45 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. <i>Animales</i> | 51 |
| Tabla 2. <i>Yodo, Dióxido de cloro y Sangre de drago</i> | 51 |
| Tabla 3 <i>Días de recuperación</i> | 53 |
| Tabla 4 <i>ADEVA para un DCA para completa recuperación por días</i> | 54 |
| Tabla 5 <i>Prueba de Duncan al 5% de significancia.</i> | 55 |
| Tabla 6 <i>Medias en orden, de menor a mayor</i> | 55 |
| Tabla 7 <i>Comparación entre medias</i> | 55 |
| Tabla 8 <i>Análisis beneficio costo</i> | 57 |
| Tabla 9. <i>Beneficio/Costo.</i> | 58 |

RESUMEN

La presente investigación se planteó como objetivo general comparar los efectos de cicatrización del Yodo al 12%, Dióxido de cloro en 2750 ppm y Sangre de drago al 20% en lechones sometidos a orquiectomía. El estudio se realizó en el Cantón Piñas, Parroquia Saracay, Sitio las Palmas, Provincia de El Oro; se utilizó 90 unidades experimentales divididos en tres tratamientos T1 Yodo, T2 Dióxido de cloro y T3 Sangre de drago. Los desinfectantes se administraron diariamente hasta la completa recuperación de las heridas. El análisis estadístico utilizado es el diseño completamente al azar, para el análisis se aplicó el programa de Microsoft Excel 2013. Los resultados obtenidos nos indican que la Sangre de drago promueve la cicatrización en menor tiempo con un promedio de (10.83 días), seguido por el yodo con un promedio de (12.43 días) y el Dióxido de cloro (16.13 días); demostrando así que la Sangre de drago acelera el proceso de cicatrización de las heridas en la orquiectomía de los lechones.

ABSTRACT

The present investigation had the general objective of comparing the healing effects of 12% Iodine, 2750 ppm Chlorine Dioxide and 20% Dragon's Blood in piglets undergoing orchietomy. The study was carried out in the Piñas Canton, Saracay Parish, Las Palmas Site, El Oro province; 90 experimental units were used divided into three treatments T1 Iodine, T2 Chlorine dioxide and T3 Dragon's blood. Disinfectants were administered daily until complete recovery of the wounds. The statistical analysis used is a completely random design, for the analysis the Microsoft Excel 2013 program was applied. The results obtained indicate that Sangre de drago promotes healing in less time with an average of (10.83 days), followed by iodine with an average of (12.43 days) and chlorine dioxide (16.13 days); thus demonstrating that Dragon's Blood accelerates the healing process of wounds in orchietomy of piglets.

1. INTRODUCCIÓN

En la explotación porcina los problemas más frecuentes a los que se enfrenta, son las infecciones de las heridas postquirúrgicas en la orquiectomía, debido a la presencia de patógenos en el medio en el que se realiza la intervención, a pesar de los cuidados antisépticos que se aplican, por lo tanto, es de suma importancia encontrar desinfectantes que promuevan y aceleren el proceso de cicatrización.

Babalska et al., (2021) refiere que los problemas que surgen en la cicatrización de heridas son muy comunes y las principales sustancias utilizadas en el lavado, limpieza y tratamiento de heridas son los desinfectantes. Hoy en día, existen muchos compuestos con una actividad antiséptica conocida, ya que el tratamiento de heridas, especialmente heridas crónicas, es un gran desafío para el personal médico.

En el cuidado de heridas es de suma importancia el tratamiento local integral, que incluye el uso de desinfectantes, que constituyen un elemento clave en el proceso terapéutico.

En esta investigación se da a conocer cómo lograr una buena y correcta cicatrización de la herida causada por la cirugía para evitar la infección de la misma.

1.1 Problema

La orquiectomía implica complicaciones cuando no se ponen en práctica las normas de asepsia, cuando no se cumple con el protocolo adecuado en la cirugía o cuando no se logra una correcta cicatrización de la herida ya que si el

tejido lesionado no logra renovarse podría producir infecciones secundarias que afectarían a la salud del animal y los costos de producción.

La castración nos ayuda a mejorar la calidad de la carne, evitando el mal olor, reduce la presencia de características indeseables en la misma, haciendo que la carne sea más agradable al consumidor.

Por tal razón la investigación se realizó con la finalidad de conocer con cuál de los desinfectantes empleados se podría obtener una cicatrización en menor tiempo en lechones orquiectomizados en el Cantón Piñas, Parroquia Saracay, Sitio las Palmas, provincia de El Oro.

1.2 Delimitación

1.2.1 Temporal

La investigación tuvo una duración de 400 horas, distribuidas en el trabajo experimental (Campo) y la redacción del documento final.

1.2.2 Espacial

La parroquia Saracay está ubicada en la parte central de la provincia de El Oro a 27 Km de la cabecera Cantonal de Piñas.

Sus límites son: Norte, Cantón Santa Rosa; Sur, Cantón Balsas; Este, parroquia Moromoro; y, Oeste, parroquias Piedras y La Bocana. Su hidrografía la componen los ríos Naranjos y Saracay, y la quebrada Damas.

Altitud: 220 msnm

Latitud: - 3.6333333

Longitud: -79.9166667

Temperatura: 18 – 28 °C

Figura 1. Croquis de Granja porcina “SAN MARCOS”



Fuente: (Google Maps, 2021.)

1.2.3 Académica

La presente investigación fomenta la utilización de productos alternativos con varias propiedades farmacológicas muy útiles en la Medicina Veterinaria, para fortalecer los conocimientos adquiridos en el área de Porcinoecnia y de las asignaturas de Farmacología y Cirugía.

1.3 Explicación del problema

La industria porcina al realizar las orquiectomías en lechones se enfrenta a problemas de infección de heridas por contacto con materia orgánica y agentes patógenos, retardando su cicatrización y complicando el desarrollo del cerdito; por las razones antes mencionadas es de suma importancia conocer alternativas de productos que promuevan la regeneración de tejidos incididos y su recuperación en el menor tiempo posible.

Por tal motivo es fundamental informar y concientizar a los porcucltores sobre la importancia de los desinfectantes y su uso adecuado para acelerar o promover el proceso de cicatrización en los tejidos lesionados

Al evaluar el yodo, dióxido de cloro y sangre de drago podremos conocer cuál producto es más efectivo y promueve la cicatrización en menor tiempo.

1.3.1 Hipótesis

1.3.1. 1. Hipótesis Nula

- El dióxido de cloro y la sangre de drago no infieren estadísticamente en el tiempo de cicatrización de la herida en machos sometidos a orquiectomía frente al yodo.

1.3.1.3. Hipótesis Alternativa

- El dióxido de cloro y la sangre de drago infieren estadísticamente en el tiempo de cicatrización de la herida en machos sometidos a orquiectomía frente al yodo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Comparar el efecto de yodo dióxido de cloro y sangre de drago en la cicatrización de lechones (*Sus scrofa domesticus*) orquíectomizados.

1.4.2 Objetivo Específico

- Comparar el tiempo de cicatrización empleando yodo, dióxido de cloro y sangre de drago.
- Analizar los costos por tratamientos.

1.5 Fundamentación teórica

La orientación de esta investigación es la comparación de la eficiencia de los productos químicos y naturales para lograr una mejor cicatrización de los tejidos, ya que así se podrá evitar infecciones que afecten la salud.

Podemos conocer el efecto de los productos utilizados en esta investigación gracias a los datos que se han recaudado mediante la orquiectomía realizada en los lechones, así previniendo complicaciones y mejorando la restauración temprana de los tejidos lesionados.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Examen Físico

Es el método de examen mediante la aplicación de inspección general, palpación, percusión y auscultación que nos ayuda a detectar signos clínicos de los pacientes. La inspección general se realiza a cierta distancia del animal a veces rodear al animal, para tener una impresión general del caso. Se debe prestar atención a los siguientes elementos: comportamiento, apetito, defecación, micción, marcha, condición corporal, conformación corporal y lesiones en la superficie externa del cuerpo. (Abdisa, 2018, p.01)

2.2 Piel

La piel es el órgano más externo del cuerpo y está continuamente expuesta a patógenos externos. Además, es un órgano de barrera que separa el cuerpo del ambiente exterior. Debido a que muchas agresiones físicas, químicas y microbianas afectan la piel, varios tipos de células inmunitarias residen o son reclutadas para mantener la homeostasis ante desafíos inflamatorios. (Kabashima et al., 2019)

La piel es la capa más externa del cuerpo con una superficie extensa y es la primera línea de defensa contra una multitud de patógenos externos y agresiones ambientales. La piel también tiene funciones homeostáticas importantes, como reducir la pérdida de agua y contribuir a la termorregulación del cuerpo (Chambers & Vukmanovic-Stejic, 2020, p.656).

2.2.1 Histología de la piel

2.2.1.1 Epidermis

La capa más externa de la piel actúa como una barrera mecánica y antimicrobiana y consta de varias capas. Su parte superior, el estrato córneo, evita que el agua salga del cuerpo y que entren sustancias tóxicas.(Pathogenic Microbe T Cell, n.d.)

La epidermis de la piel es un epitelio estratificado que actúa como barrera protegiendo a los animales contra infecciones, traumatismos y pérdida de agua. Cuando se rompe la barrera de la piel, se activa una cascada de eventos celulares y moleculares para reparar el daño y restaurar la integridad de la piel, distintas poblaciones de células madre (SC) contribuyen a la cicatrización de herida.(Aragona et al., 2017)

2.2.1.2 Dermis

Murphree (2017) refiere que la capa de la dermis, a veces denominada corion, tiene 2 subcapas: la dermis papilar, que proporciona bucles capilares a la epidermis; y dermis reticular, que contiene un extenso plexo vascular, vasos linfáticos y proteínas del tejido conjuntivo. Los apéndices epidérmicos, como los folículos pilosos, las glándulas sudoríparas, los nervios y las glándulas sebáceas, se encuentran en el área de la dermis reticular. Los apéndices epidérmicos están revestidos de epidermis. Esto es significativo en la cicatrización de heridas porque la membrana epidérmica intacta en los apéndices da como resultado la reepitelización sin cicatrización y, a menudo, se observa como una pérdida de tejido de espesor parcial.

La dermis comprende varios receptores para el dolor, la temperatura y el tacto. Además, varios apéndices, como los folículos pilosos, las glándulas

sudoríparas y sebáceas, que son responsables del control de la temperatura y la lubricación de la piel, atraviesan las capas epidérmica y dérmica para llegar a la superficie. Las glándulas sudoríparas están recubiertas con una capa de queratinocitos y desempeñan funciones en la cicatrización epidérmica. (Goodarzi et al., 2018, pp. 143-188)

2.2.1.3 Hipodermis

La capa de la hipodermis es la capa más profunda de la piel compuesta principalmente por adipocitos y desempeña un papel fundamental en la termorregulación, el suministro de energía, las propiedades mecánicas y el aislamiento. También actúa como un conjunto de factores reguladores como las adipoquinas antiinflamatorias y la adiponectina que afectan la dermis y estimulan a los fibroblastos para que produzcan AH, respectivamente. (Goodarzi et al., 2018, pp. 143-188)

2.2.2 Estratos de la piel

2.2.2.1 Estrato córneo

Lu et al., (2018) refiere que la capa más externa es el estrato córneo, que se considera la mayor barrera en el transporte transdérmico. Se compone principalmente de corneocitos, que son células muertas sin núcleo que están incrustadas en la matriz lipídica altamente ordenada y densa. El contenido de humedad del estrato corneo se mantiene en alrededor del 20%. Se cree que tal estructura y composición determina las propiedades hidrofóbicas de la piel, así como el estrecho canal de transporte, que resulta tener una alta impedancia de la piel.

Una capa de células muertas y atenuadas con la proteína queratina que protege el cuerpo de la fricción y la pérdida de agua (Goodarzi et al., 2018).

2.2.2.2 Estrato lúcido

Compuesto de células muertas, esta capa se encuentra solo en la piel glabra y está repleta de eleiden rico en lípidos, que ayuda a mantener el agua fuera. El estrato lúcido está adherido al estrato granuloso ventralmente y se continúa con el estrato córneo en la superficie exterior. Las células del estrato lúcido contienen una sustancia aceitosa como resultado de la exocitosis de los cuerpos laminares acumulados durante el movimiento de los queratinocitos a través del estrato espinoso y el estrato gránulos (Sumena, et al., 2018).

2.2.2.3 Estrato granuloso

Compuesta por queratinocitos los cuales se anuclean y tienen queratina agrupada en el estrato granuloso, también ayuda a impermeabilizar la piel. Capa formada principalmente por queratinocitos maduros que migran desde el estrato espinoso. (Shpichka et al., 20)

2.2.2.4 Estrato espinoso:

Tienen un marcado desorden arquitectónico, constituido por queratinocitos muy variables en tamaño, forma y morfología nuclear; también se pueden encontrar células dendríticas brillantes dispersas (Broggi et al., 2021)

Constituida por queratinocitos, células basales maduras, producen queratina, que constituye la estructura básica de la piel. células inmunitarias también llamadas células de Langerhans encontramos, las cuales informan al sistema inmunitario sobre los microbios invasores. (Goodarzi et al., 2018)

2.2.2.5 Estrato germinativo o basal:

Es la capa más profunda de la epidermis, contiene células basales que se dividen continuamente, las cuales empujan hacia arriba a las células más viejas. Contiene melanocitos que controlan la pigmentación de la piel. Cuando el ADN de los melanocitos es dañado por la radiación ultravioleta, cualquier crecimiento celular descontrolado resultante puede conducir al cáncer de piel melanoma. De 30–45 días tardan las células basales en madurar y migrar a la parte superior de la epidermis.(Goodarzi et al., 2018)

2.2.2.6 Queratinocitos:

Los queratinocitos desempeñan un papel fundamental en la reparación de heridas, no solo como células estructurales, sino también ejerciendo importantes funciones inmunitarias. También pueden interactuar directamente con las células T a través de la presentación de antígenos. Además, los queratinocitos producen péptidos antimicrobianos que pueden matar directamente a los patógenos invasores y contribuir a la reparación de heridas en muchos aspectos.(Piipponen et al., 2020)

Los queratinocitos en la capa basal de la epidermis exhiben una atipia creciente con la edad. Además, los queratinocitos basales regulan a la baja la expresión de algunos β 1-integrinas, lo que sugiere que la proliferación y la adhesión de los queratinocitos en la piel envejecida foto-dañada son anormales.(Tobin, 2017)

2.2.2.7 Células de Langerhans:

Langerhans describió una población de células epidérmicas, que

representaba aproximadamente el 1% de las células epidérmicas, con dendritas características que describió como nervios extra cutáneos. Ahora sabemos que las células epidérmicas de Langerhans no son nervios sino células dendríticas, un grupo heterogéneo de células hematopoyéticas enriquecidas en tejidos de interfaz y órganos linfoides.(Allen et al., 2018)

Células inmunitarias residentes de la epidermis, ejercen un papel fundamental en la vigilancia inmunitaria y la homeostasis, también tienen un impacto en la patología al inducir tolerancia o mediar en la inflamación. Sus capacidades únicas para renovarse dentro de la epidermis, al mismo tiempo que pueden migrar a los ganglios linfáticos para presentar el antígeno, colocan a las células de Langerhans en una posición clave para tomar muestras del entorno local y decidir la respuesta inmunitaria cutánea adecuada.(Deckers et al., 2018)

2.2.2.8 Melanocitos:

Los melanocitos se localizan en la capa basal y representan alrededor del 10% de las células basales epidérmicas, mientras que las células madre de melanocitos se encuentran en el área de protuberancia - subprotuberancia del folículo piloso en los mamíferos, Sin embargo, según la localización de la piel, la densidad de los melanocitos difiere. Hay aproximadamente 2000 melanocitos por milímetro cuadrado en la piel del escroto o en el prepucio y 1000-1500 melanocitos por milímetro cuadrado en el resto de la piel no palmoplantar. De lo contrario, la piel palmoplantar contiene menos melanocitos que la piel no palmoplantar. Los melanocitos son células dendríticas que producen y transfieren melanina a través de sus dendritas.(Cario & Taieb, 2019)

2.2.2.9 Células de Merkel

Las células de Merkel sirven como mecanorreceptores para la estimulación táctil suave, están asociadas con los nervios sensoriales aferentes y tienen características neuroendocrinas; estas células expresan marcadores neuroendocrinos como cromogranina-A, sinaptofisina y citoqueratina 20; también conocida como queratina, tipo I citoesquelético(Becker et al., 2017)

2.2.3 Irrigación Sanguínea

La arquitectura vascular se caracteriza por dos plexos, que se alinean paralelos a la superficie de la piel. El plexo superficial entre la dermis papilar y reticular es la fuente de los bucles capilares de las papilas, que nutren la epidermis avascular. Estos bucles se delimitan como pequeños puntos a lo largo de imágenes verticales. El plexo profundo entre la dermis y el subcutis se conecta con el plexo superficial a través de vasos verticales en estado sano. La irrigación sanguínea tiene importancia en la regulación de la temperatura, además nutre la piel y sus anexos.(Fahimnia et al., 2017)

2.2.4 Funciones de la piel

- Función de barrera (homeostasis del agua).
- Barreras inmunológicas (Inmunidad innata, Inmunidad adaptativa).
- Protección contra la luz ultravioleta.
- Función sensorial.
- Síntesis de Vitamina D
- Control de temperatura. (Abdo et al., 2020)

2.2.5 Heridas

Una herida puede representar un trastorno simple o grave de un órgano (como la piel) o un tejido y puede extenderse a otros tejidos y estructuras anatómicas (p. ej., tejido subcutáneo, músculos, tendones, nervios, vasos e incluso al hueso). Entre todos los órganos, la piel es sin duda el más expuesto a daños y lesiones, arañazos y quemaduras. (Negut et al., 2018)

2.2.5.1 Clasificación de heridas:

- Herida Limpia: Una herida operatoria no infectada en la que no hay inflamación. y no se ingresa al tracto respiratorio, alimentario, genital o urinario no infectado. Además, las heridas limpias se cierran principalmente y, si es necesario, se drenan con drenaje cerrado.
- Herida Limpia-Contaminada: Una herida operatoria en la que las vías respiratorias, los tractos alimentario, genital o urinario se ingresan en condiciones controladas y sin contaminación inusual. Específicamente, las operaciones que involucran el tracto biliar, el apéndice, la vagina y la orofaringe se incluyen en esta categoría, siempre que no se encuentre evidencia de infección o ruptura importante en una técnica estéril.
- Herida Contaminada: Heridas abiertas, recientes, accidentales. Además, las operaciones con interrupciones importantes en una técnica estéril (p. ej., masaje cardíaco abierto) o derrame importante del tracto gastrointestinal, y las incisiones en las que se encuentra inflamación aguda o no purulenta.
- Herida Sucia: Heridas traumáticas antiguas con tejido desvitalizado

retenido y aquellos que involucran infección clínica existente o vísceras perforadas. Esta definición sugiere que los organismos que causan la infección posoperatoria estaban presentes en el campo operatorio antes de la operación.(Onyekwelu et al., 2017)

2.2.5.2 Tipos de heridas:

- Herida de laceración.
- Herida por punción.
- Avulsión.
- Desgarro.
- Herida penetrante.(Velásquez et al., 2017)

2.2.5.3 Cicatrización

El proceso de cicatrización de heridas consiste en una progresión ordenada de eventos físicos, químicos y celulares, que restablecen la integridad del tejido dañado lesionado o sustituirlo por colágeno, dicha cicatrización lleva un sin número de eventos organizados y complejos, de los cuales se puede llegar a una cicatrización inadecuada que puede producir incapacidades motoras del tejido dañado o también la muerte de dicho individuo.(Jesús Vázquez-Zapién et al., 2019)

2.2.5.4 Proceso de cicatrización.

El proceso de cicatrización depende de la reposición estructural y funcional de las zonas afectadas por factores intrínsecos o extrínsecos. Puede implicar la reparación y regeneración del sitio afectado que ocurre en el tejido vascularizado. El tejido conectivo implica un proceso de reparación a través de

la formación de tejido de granulación, mientras que el tejido no conectivo, como el de los órganos glandulares, los músculos lisos, los músculos esqueléticos y los nervios periféricos, implica la proliferación y, por lo tanto, la regeneración del tejido restante.¹⁸ Estos dos procesos dependen de la capacidad regenerativa de las células afectadas, la extensión del sitio afectado y la actividad proliferativa del tejido estromal. La regeneración implica un proceso de renovación de tejidos con células que tienen características similares a las que se perdieron previamente; es la restauración morfológica y funcional del tejido. Por el contrario, la reparación se caracteriza por la formación de tejido conectivo en el sitio de la lesión y la del inmunógeno que induce la respuesta tisular.

La reparación de tejidos es un proceso esencial que restablece la integridad de los tejidos y la función regular. Sin embargo, diferentes factores terapéuticos y condiciones clínicas pueden interferir en este proceso de cicatrización periapical. (Holland et al., 2017)

2.2.5.5. Fases de la cicatrización.

Una cicatrización primaria o por primera intención solo puede tener lugar en el caso de heridas limpias, bien irrigadas, con bordes de la herida lisa y muy cercana entre sí. Este es por regla general, el caso de las heridas quirúrgicas con una sutura realizada de forma correcta o heridas incisas pequeñas. La cicatrización clínica concluye, en este caso, después de aproximadamente 10 días; la cicatriz que se genera tiene forma de línea y apenas es visible. (Steidl y Rocken, 2011, p.364)

2.2.5.5 Fase de coagulación.

Comienza cuando el daño tisular permite que la sangre se filtre hacia el sitio expuesto de la herida, desencadenando la cascada de coagulación extrínseca y liberando mediadores que causan vasoconstricción localizada, el objetivo es evitar la salida de flujo sanguíneo mediante el cierre de la hemorragia, protegiendo así el sistema vascular y la función de los órganos vitales.(Ellis et al., 2018)

2.2.5.6 Fase de inflamación.

La inflamación es un paso crítico en el proceso normal de cicatrización de heridas e impulsa la proliferación de fibroblastos que sintetizan colágeno. La resolución de la inflamación de manera oportuna es igualmente importante en la cicatrización normal de heridas. La resolución de la inflamación es un proceso activo impulsado por respuestas pro y antiinflamatorias equilibradas.

En la etapa inflamatoria de la cicatrización de heridas, la activación de las células inmunitarias impulsa la secreción de citoquinas proinflamatorias que influyen en la migración de fibroblastos, células epiteliales y endoteliales.(Mathew-Steiner et al., 2021)

2.2.5.7 Fase de proliferación.

Tercera etapa dentro del proceso de la cicatrización, caracterizado por la proliferación y migración de queratinocitos hacia el núcleo de la lesión, se origina en esta fase al llenarse la zona entre el fondo y los bordes de la herida con tejido de granulación. Esto representa la matriz en la que los queratinocitos, que residen en los bordes de la lesión, migran y proliferan. La organización

estructural de la piel se puede explicar mediante dos modelos: modelos deslizantes y rodantes. Según el modelo deslizante, los queratinocitos de la capa basal sufren una modificación de sus articulaciones de anclaje (desmosomas y hemidesmosomas), permitiendo su desprendimiento y migración lateral hacia la parte central de la lesión. Según el modelo de rodadura, los queratinocitos sufren una modificación morfológica y funcional, junto con los desmosomas, dando como resultado que estos rueden hacia los queratinocitos basales, que en cambio permanecen anclados a la membrana basal. La regeneración de la capa basal hace que los queratinocitos proliferen y se diferencien verticalmente, restaurando las características fisiológicas del tejido epitelial multicapa. (Tottoli et al., 2020)

2.2.5.8 Fase de maduración.

En esta fase se deposita sustancias tales como proteínas fibrosas, colágeno, polisacáridos, fibra de algodón en glucosaminoglicanos y proteoglicanos. Cuando los glóbulos blancos se han acumulado en el lugar de la lesión, el aumento de los niveles de lactato estimulará enzimas necesarias para el colágeno síntesis. Los fibroblastos son responsables de sintetizar y excretar monómeros de colágeno que se polimerizan para ofrecer fuerza para la unión de tejidos. La remodelación pasa por una fase inflamatoria y proliferativa que se aplaza 2 meses, y a la que sigue una fase de regresión que puede durar 2 años. (Rajendran et al., 2018)

2.3 Anatomía del macho

2.3.1 Testículos

Los testículos de los verracos son eclípticos y están orientados al revés dentro de un escroto no colgante, con túnicas testiculares gruesas y grandes epidídimos adyacentes cuya cola está orientada dorsalmente dentro del escroto. Los testículos descienden al escroto poco antes del nacimiento. Los túbulos seminíferos del verraco están muy apretados, lo que da como resultado un parénquima denso del que es difícil extraer los túbulos individuales sin digestión enzimática.(Geisert et al., 2019)

2.3.2 Pene

El pene es un órgano divisible en raíz, cuerpo y glande, el ángulo sigmoideo en forma de 'S' es preescrotal. Contiene mucho tejido conectivo, siendo intermedio entre el tipo de congestión de la mayoría de los mamíferos y el tipo fibroelástico de los rumiantes. La parte anterior torcida en espiral especialmente en erección. El orificio uretral externo tiene forma de hendidura y está situado ventrolateral mente cerca del extremo puntiagudo. El pene formado por dos pilares y la uretra peneana ventral a los pilares.(Ersavadla et al., 2019)

2.3.2.1 Prepucio.

El prepucio es más largo que la parte libre del pene y cubre la punta en estado no erecto. El orificio prepucial está formado por un grueso pliegue anular de piel cubierto con un mechón de pelos rígidos. La pared dorsal del prepucio es ancha con un divertículo prepucial.(Ersavadla et al., 2019)

2.3.2.2 Escroto.

El escroto se encuentra en posición subanal y está dividido en dos mitades por un rafe escrotal.(Geisert et al., 2019)

El escroto es un saco externo pigmentado de piel y músculo que protege físicamente y facilita la regulación de la temperatura de los testículos para asegurar una espermatogénesis óptima. Se forma a partir de la fusión de los pliegues labio escrotales izquierdo y derecho, y tiene un tabique que separa las dos mitades. Las capas del escroto son la continuación de las capas de la pared abdominal. De superficial a profunda, las capas escrotales incluyen: piel, fascia superficial de “Dartos”, fascia espermática externa, músculo cremáster, fascia espermática interna y túnica vaginal. La fascia de Dartos es contigua a la fascia de Scarpa en el abdomen y la fascia de Colles en el perineo.

El escroto está bien irrigado con sangre de las arterias ilíacas interna y externa y tiene ricas anastomosis interconectadas, también el escroto tiene una red venosa superficial y profunda.(Patel, 2017)

2.3.2.3 Epidídimo.

Mega Androma & Khasanah (2017) Refieren que el epidídimo tiene la forma de un tubo largo y sinuoso que tiene tres partes: la parte superior (Caput epididymis), la media (Corpus epididymis) y el extremo inferior, que es el límite entre el epidídimo y el conducto deferente llamado (Cauda epididymis). Se marcan tres partes del epidídimo de la estructura histológica, concretamente en el epitelio y el lumen. El epitelio cilíndrico alto es característico del epidídimo caput, el tamaño cilíndrico medio es del cuerpo y el cilíndrico bajo es de la cauda.

El conducto en el epidídimo tiene un tipo de célula columnar diferente en cada parte. La función de las células epiteliales columnares columnares estratificadas con estereocilios es regular el estado del entorno para la maduración de los espermatozoides. La modificación o baja altura de las células columnares en el conducto epididimario influye en la madurez espermática y el sistema de locomoción de los espermatozoides.

2.3.3 Conducto deferente.

El conducto deferente es una continuación de los conductos del epidídimo, el conducto deferente contiene menos espermatozoides que los conductos del epidídimo.(Ilyas, 2018)

El conducto deferente es una estructura muscular tubular que viaja desde el epidídimo hasta la uretra. La función fisiológica de los conductos deferentes es contraerse para transportar los espermatozoides hacia la uretra, después de que los espermatozoides hayan pasado por el epidídimo. El disparo coordinado de los nervios simpáticos provoca la contracción de las células VDSM para lograr esta tarea de transporte. La elevación del calcio citoplasmático intracelular es esencial para todo tipo de contracciones de las células musculares.(Mahapatra & Manchanda, 2019)

2.3.4 Próstata.

La próstata se desarrolla en gran medida al nacer, la glándula permanece relativamente inactiva hasta la pubertad, cuando experimenta un crecimiento acelerado debido a un aumento puberal en la producción de testosterona.

La próstata se desarrolla embriológicamente a partir del seno urogenital

endodérmico. Esto contrasta con las vesículas seminales, los epidídimos y los conductos deferentes, que se originan en el conducto mesodérmico de Wolff. (Picut et al., 2018)

2.3.5 Glándula bulbouretral.

Esta glándula también se conoce como glándula de Cowper y es una glándula exocrina con forma de guisante ubicada junto a la uretra. Su función principal es producir una secreción mucosa lubricante. Estas glándulas son tejidos dependientes de andrógenos y requieren DHT para su completo desarrollo. La glándula bulbouretral surge del seno urogenital, la misma estructura que da origen a la glándula prostática, la vejiga urinaria y la uretra.(Picut et al., 2018)

2.4 Orquiectomía.

Cirugía que consiste en la extracción de los dos testículos, esta práctica es requerida en algunos países tanto por legislación como para evitar el olor o sabor indeseable de la carne, que devalúa la canal de cerdos machos enteros que ya han llegado a la pubertad. Estas características las proporcionan los dos compuestos androsterona y escatol. Estos compuestos producen un olor o sabor a "orina y excrementos" después de cocinar la carne.

La orquiectomía es una de las prácticas de manejo más cuestionadas en la cría de cerdos, ya que generalmente se realiza sin el uso de anestésicos o analgésicos, lo que produciría un dolor intenso y estrés.(Garcia Telles et al., n.d.)

La orquiectomía es uno de los procedimientos quirúrgicos más frecuentes en

cerdos, sin embargo, la mayoría de los lechones son castrados sin anestesia. Aunque esta práctica promueve cambios fisiológicos y de comportamiento fuertemente sugestivos de dolor agudo, el principal argumento para sustentar esta práctica comprometedora del bienestar animal es el pequeño margen de beneficio de la industria. Este paradigma ha sido cuestionado por el hecho de que los cerdos tratados con anestesia y analgesia mostraron un aumento de la vida corta y aumento de peso a largo plazo, en comparación con cerdos castrados sin anestesia, proporcionando así un beneficio económico a los productores. (Luna et al., 2020)

2.5 Anestésicos

Los anestésicos locales se utilizan para la realización de diversas técnicas de anestesia regional para la anestesia y analgesia intraoperatoria, así como para el tratamiento del dolor agudo y crónico. Los anestésicos locales no son solo bloqueadores de los canales de sodio. Tienen propiedades antiinflamatorias y posiblemente antimetastásicas. También se ha demostrado que tiene un papel en las condiciones de dolor crónico, como el dolor neuropático y el síndrome de dolor regional complejo. (Shah et al., 2018)

Los anestésicos locales están compuestos por una estructura dividida en tres partes: grupo aromático (lipófilo), cadena intermedia y grupo amino (hidrofílico). Los anestésicos locales actúan en el $\text{Na} + \text{k} +$ bomba de ATPasa, y este proceso detiene la entrada de sodio y la propagación del estímulo del dolor a través de las fibras nerviosas; por lo tanto, evita la

despolarización.(Cherobin & Tavares, 2020)

Las plantas también pueden ser anestesiados y pierden sus respuestas a estímulos externos. Curiosamente, se sabe que las plantas producen anestesia endógena compuestos para combatir el estrés. Las plantas ofrecen un modelo excelente objeto para estudios sobre anestésicos y anestesia.(Yokawa et al., 2019)

2.5.1 Lidocaína.

El principal mecanismo de acción de la lidocaína como anestésico local es a través del bloqueo de los canales de sodio dependientes de voltaje (VGSC), lo que conduce a un bloqueo reversible de la propagación del potencial de acción. Al igual que con todos los anestésicos locales, solo la forma no ionizada del fármaco (es decir, la forma de base libre) puede penetrar en las membranas celulares lipofílicas. La lidocaína es un anestésico local de tipo aminoamida, cruza la sangremibarrera cerebral a través de la difusión pasiva a través de las membranas. Puede existir en formas ionizadas o no ionizadas; dado su pKa valor de 7,9, el 25% de la lidocaína está presente en forma no ionizada a un pH fisiológico de 7,4.(Hermanns et al., 2019)

La lidocaína es un anestésico local de clase amida que se usa clínicamente para inhibir las sensaciones de dolor. La administración sistémica de lidocaína tiene efectos antinociceptivos, antiarrítmicos, antiinflamatorios y antitrombóticos. La lidocaína ejerce estos efectos en condiciones de dolor agudo y crónico y síndrome de dificultad respiratoria aguda a través de mecanismos que pueden ser independientes de su principal mecanismo de

acción, la inhibición de los canales de sodio.(Karnina et al., 2021)

2.5.1.1 Dosis y efectos adversos

Las concentraciones plasmáticas de lidocaína entre 1,4 $\mu\text{g}/\text{ml}$ y 6,0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ se consideran seguras y eficaces, concentraciones mayores de 8 $\mu\text{g}/\text{ml}$ son generalmente tóxicas. Máximo 4 mL/20 Kg, administración subcutánea, intramuscular, y epidural en todas las especies. Evitar una sobredosis ya que puede provocar depresión de funciones neuromusculares o cardíacas.(Beaussier et al., 2018)

2.6 Anestesia local.

La castración se ha realizado tradicionalmente sin anestesia en la primera semana de vida, aunque se ha demostrado científicamente que la castración quirúrgica es un procedimiento doloroso. Las respuestas conductuales y las vocalizaciones, los parámetros fisiológicos pueden estar asociados con el dolor. El estrés agudo, que incluye dolor y emociones como el miedo y la ira, desencadena una serie de reacciones en el sistema nervioso simpático. Las reacciones simpáticas típicas que se pueden medir en los cerdos son el aumento de la presión arterial (PA) y la frecuencia cardíaca (FC) y la secreción de catecolaminas (epinefrina y norepinefrina), y la presión arterial media (PAM) es uno de los parámetros nociceptivos más sensibles en los cerdos. Otro indicador de la actividad simpática es la cromogranina A, una proteína secretora neuroendocrina que se libera junto con la epinefrina y la norepinefrina y se describe como un marcador de estrés en los cerdos. Además, los niveles de cortisol sérico se pueden medir para determinar las reacciones de estrés

neuroendocrino inducidas por la castración.

Los anestésicos locales inducen la anestesia al bloquear los canales de sodio en los nervios periféricos en el área en la que se administraron. A través de la unión del canal, se inhibe la entrada de sodio en las neuronas y no se forma ningún potencial de acción.(Saller et al., 2020)

2.7 Yodo.

Muestra una valiosa reactividad iónica debido a su alta electrofilia, también expresan una reactividad radical como oxidantes de un solo electrón para la generación de radicales de carbono y heteroátomos. (X. Wang & Studer, 2017)

Tiene una mejor actividad antiviral que otros antisépticos como la clorhexidina.(Challacombe et al., 2020)

Es un antiséptico alternativo ampliamente disponible al alcohol que se usa comúnmente en entornos clínicos, incluso para la desinfección de la piel antes y después de la cirugía. Por lo general, se aplica sobre la piel en forma líquida o en polvo y se puede usar para tratar infecciones actuales y prevenir la propagación de patógenos oportunistas. Tiene un amplio espectro antimicrobiano y es activo contra una plétora de virus y cepas bacterianas resistentes a los antibióticos, bacterias gramnegativas y las bacterias grampositivas.(Eggers, n.d.)

Basado en su alta solubilidad en solventes orgánicos (a pesar de una pobre solubilidad en agua) y sus propiedades químicas (oxidante débil y electrófilo débil), el yodo se emplea frecuentemente en reacciones orgánicas.(Breugst & von der Heiden, 2018)

2.7.1 Mecanismo de acción y espectro antimicrobiano.

Como una molécula pequeña, el yodo Penetra rápidamente en los microorganismos y oxida proteínas clave, nucleótidos y ácidos grasos, lo que eventualmente conduce a la muerte celular, el yodo tiene un amplio espectro antimicrobiano con actividad contra bacterias Gram-positivas y Gram-negativas, incluyendo cepas resistentes a antibióticos y resistentes a antisépticos, hongos y protozoos. También es activo contra una amplia gama de virus con y sin envoltura, así como algunas esporas bacterianas con mayor tiempo de exposición. Además, Se ha demostrado que tiene actividad contra biopelículas bacterianas y fúngicas maduras.(Lepelletier et al., 2020)

2.8 Dióxido de cloro.

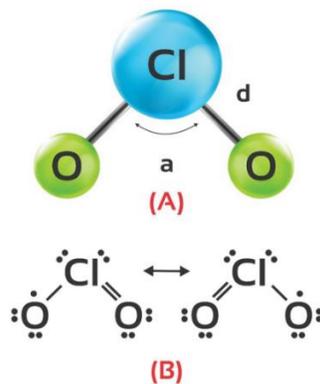
Desinfectante alternativo al cloro, se ha utilizado ampliamente para controlar una serie de patógenos, reduce en gran medida la generación de productos de desinfección halogenados tóxicos. Tiene una capacidad de inactivación superior en bacterias tales como *Escherichia coli*, *Estafilococo aureus*, virus como poliovirus y adenovirus, hongos como *Penicillium*, *chrysogenumy*, *Stachybotrys chartarum* y protistas como *Cryptosporidium parvum* y *Giardia intestinalis*. Entre estos microorganismos, los virus consisten en estructuras relativamente simples y carecen de mecanismos para reparar el daño oxidativo.(Ge et al., 2021)

El dióxido de cloro en sí mismo es un gas, altamente soluble en agua, cuando hay aire y agua presentes el dióxido de cloro se distribuye entre las dos fases en una relación de equilibrio determinada por la temperatura.(Kály-Kullai et al.,

2020)

Oxidante fuerte, tiene un papel significativo desde hace mucho tiempo en los entornos industriales como desinfectantes, especialmente en áreas de purificación de agua y preparación de alimentos, debido a su propiedad antimicrobiana de amplio espectro.(Yee et al., 2020)

Figura 2. Geometría de la molécula de dióxido de cloro



Fuente: (Varela-Rodríguez S, 2021)

2.8.1 Farmacocinética.

La farmacocinética del dióxido de cloro varía según la vía de exposición. La máxima absorción de dióxido de cloro en plasma se observa a las 72 horas y se alcanza una concentración plasmática de 69,4 mcg %, la semivida de absorción se calcula en 22,1 horas, lo que corresponde a una constante de velocidad de 0,0314 h.(Varela-Rodríguez S, 2021)

2.8.2 Propiedades físicas y química.

Es una molécula triatómica que consta de un átomo de cloro y dos átomos de oxígeno. Es un gas de color verde amarillento en condiciones estándar, pero por debajo de 52°F es un líquido mientras que por encima de 52°F se convierte

en gas. Es un compuesto muy reactivo en el aire, se descompone rápidamente en cloro gaseoso y oxígeno, en agua sufre foto descomposición para producir clorato y cloruro (Cl-) iones, también sufre descomposición en condiciones de alta temperatura, estas características dan como resultado la restricción del almacenamiento y transporte.

Se puede sintetizar a partir de la reacción entre NaClO₂ (clorito de sodio) y un ácido, como ácido clorhídrico [HCl] o ácido fosfórico.(Mitchell, 2021)

El dióxido de cloro, es un gas en condiciones estándar con una masa molar de 67,45 g/mol. Por lo general, el gas se puede sintetizar a partir de la reacción entre NaClO (clorito de sodio) y C, NaClO y HOCl, NaClO y un ácido como HCl o H₃PO₄. Es fácilmente soluble en agua con una solubilidad de 3 g/100 mL. La reactividad del dióxido de cloro está relacionada con su estructura y enlace, tiene un número impar de electrones con 19 electrones de valencia y, por lo tanto, es un radical paramagnético.(Varela-Rodríguez S, 2021)

2.8.3 Usos del dióxido de cloro.

Se emplea como blanqueador en altas concentraciones. La Agencia de Protección Ambiental registró por primera vez la forma acuosa del dióxido de cloro para su uso como desinfectante y sanitizante en 1967, y como esterilizante en 1988. En mayo de 2020, la EPA enumeró el dióxido de cloro como desinfectante de superficies duras aprobado para su uso contra el SARS-CoV-2, También se utiliza como agente purificador de agua, la EPA ha aprobado el dióxido de cloro para purificar el agua potable.

En la década de 1950, el dióxido de cloro comenzó a reemplazar el cloro en

las plantas de tratamiento de agua debido a su capacidad superior para reducir los olores y los sabores desagradables en el agua potable, junto con su capacidad para destruir bacterias, virus y otros microorganismos dañinos sin formar trihalometanos, que son un subproducto de la desinfección con cloro. Incluyen usos agrícolas, comerciales, médicos, industriales y residenciales. (Mitchell, 2021)

2.9 Sangre de Drago

La sangre de drago, una resina que exuda la rama o el tronco lesionado del árbol, se ha utilizado ampliamente en la historia de muchas culturas como medicina tradicional para curar fracturas, heridas, diarrea, hemorroides y úlceras estomacales e intestinales, La sangre de drago es una resina de origen natural llamado así por su parecido con la sangre de los humanos, usado como medicina natural debido a su gran efectividad como cicatrizante de heridas en la piel, abrasiones o en ampollas. La sangre de drago es la savia del árbol del *Croton palanostigma* aunque también se extrae de otras variedades de plantas como *Croton lechleri*, *Croton urucurama*, *Croton echinocarpus*.(Ding et al., 2020)

La sangre de dragón tiene propiedades antiinflamatorias excepcionales que han demostrado estimular los fibroblastos de la piel, lo que en última instancia ayuda a curar la piel cuando está estropeada por acné o lesiones.(Lueprasert & Tangyuenyongwatana, n.d.)

La sangre de Drago tiene extractos que comprenden muchos compuestos

activos, principalmente flavonoides y ácido de resina terpénica.(Jiang et al., 2018)

Figura 3. Sangre de drago



Fuente: (BioPat, 2019.)

2.9.1 Hábitat

Croton lechleri es una especie de planta con flores de la familia Spurge. La planta es de tamaño mediano a grande. árbol que crece de 10 a 20 metros de altura en la región amazónica superior de Perú, Ecuador y Colombia. Tiene hojas grandes, en forma de corazón, de color verde brillante y flores únicas de color blanco verdoso en tallos largos. En Perú, su nombre local es Sangre de grado que se traduce y es ampliamente conocido como “Sangre de Dragón”. Durante siglos, la Sangre de Dragón se ha utilizado como medicina tradicional en América del Sur por su efecto medicinal, como cicatrización de heridas, antibacteriano, antiviral, antiinflamatorio, antioxidante, antitumoral y anticancerígeno.(Lueprasert & Tangyuenyongwatana, n.d.)

Figura 4. Taxonomía de sangre de drago

- **Familia:** Euphorbiaceae
- **Especie:** *Croton lechleri* Muell. Arg.
- **Sinonimias:** *C. draco* var. *cordatus* Muell. Arg.
- **Nombres populares:** Sangre de grado, palo de drago, sangre de dragón, sangregrado, balsa macho, dragon's blood (inglés), irare, racurana, uksavakiro, pacure, masakamboya (v. amahuaca), widnku (v. amarakaeri), kosamáti (v. matsigenka), jimi (v. shipibo-conibo)^{1,4,5,6}, palo de dragón, huampo o topa roja⁶.

Fuente: (Sangre de Drago, 2019)

2.9.2 Composición Fitoquímica

En *Croton lechleri* se ha identificado proantocianidinas, fenoles, flavonoles, diterpenos, aceites esenciales y alcaloide taspina. Esteroides encontrados incluye sitosterol D glucopiranósido y sitosterol. Las proantocianidinas, catequinas, epicatequinas, galocatequinas y epigalocatequinas constituyen el 90% del peso seco de la Sangre de Dragón(Pona et al., n.d.)

2.9.2.1 Propiedades

La investigación farmacológica moderna ha demostrado que la sangre de dragón también tiene propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas, antioxidantes, antitumorales y citotóxicas.(Ding et al., 2020)

Promueve la circulación sanguínea para eliminar la estasis sanguínea, detener el sangrado, Aliviar el dolor, etc.(H. Wang et al., 2017)

2.9.2.2 Actividad cicatrizante

Taspina y lignina 3',4-O-dimetilcedrusina son los dos componentes de la sangre de drago que estimulan los mecanismos de reparación de heridas, potencial para las propiedades de cicatrización de heridas en las células

endoteliales., La taspina también aumenta la migración de fibroblastos. La galocatequina, la epigalocatequina y la procianidina B-4 estimulan levemente la proliferación celular, mientras que el 1,3,5-trimetoxibenceno y la savia cruda inhibieron la proliferación celular. La dimetilcedrusina tiene propiedades protectoras cuando las células están privadas de alimento.

Promueve la cicatrización prolongada de heridas al influir en la fase inflamatoria, proliferativa y de maduración a través de la antiinflamación, antioxidación, aumento de la síntesis de colágeno, contracción de heridas y migración de fibroblastos.(Pona et al., n.d.)

2.10 Importancia de los antibióticos y antisépticos en la cicatrización.

Se observa una aparición creciente de resistencia a los antibióticos tópicos y sistémicos. Los antisépticos, como alternativa para el tratamiento tópico de heridas, tienden a ser microbicidas y tienen un espectro más amplio de actividad antimicrobiana que los antibióticos. Además, en comparación con la mayoría de los antibióticos, los antisépticos reducen la probabilidad de que surja resistencia debido a sus múltiples mecanismos de acción dirigidos a varios aspectos de la biología celular en los agentes patógenos. Por lo tanto, se debe desaconsejar el uso de antibióticos tópicos si se dispone de antiséptico.

En general, las propiedades de un antiséptico ideal incluyen un amplio espectro de actividad, la capacidad de penetrar biopelículas, tejido necrótico y escara.(Bigliardi et al., 2017)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Físicos

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|-------------------------------------|---------|----------|
| Filipina | Unidad | 1 |
| Guantes Estériles | Caja | 1 |
| Jeringa 3ml | Caja | 2 |
| Instrumental | Unidad | 1 |
| Gasa Estéril | Paquete | 25 |
| Hoja de bisturí | Caja | 1 |
| Botas de caucho | Unidad | 1 |
| Recipiente cortopunzante | Unidad | 1 |
| Fundas color rojo, negro y azul. | Paquete | 3 |
| Laptop | Unidad | 1 |
| Hojas de papel bond | Resma | 1 |
| Esferos | Unidad | 5 |
| Impresora | Unidad | 1 |
| Cámara | Unidad | 1 |
| Libreta de notas | Unidad | 2 |
| Tinta de impresora | Unidad | 2 |

3.1.2 Químicos

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|------------------|--------|----------|
| Alcohol | Frasco | 1 |
| Yodo | Frasco | 1 |
| Lidocaína | Frasco | 2 |
| Dióxido de cloro | Frasco | 4 |
| Sangre de drago | Frasco | 4 |

3.1.3 Biológicos

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|-------------|-------------------------|----------|
| Cerdos | Grados de cicatrización | 10 |

1.1 Métodos

La metodología empleada en esta investigación abarca un análisis experimental inductivo; El cual opera realizando generalizaciones amplias apoyándose en observaciones específicas, Esto es así porque en el razonamiento inductivo las premisas son las que proporcionan la evidencia que dota de veracidad una conclusión.

3.2.1 Selección de animales

Para esta investigación se utilizó 90 unidades experimentales aparentemente sanos y sometidos al mismo manejo, de 12 días de edad, los mismos que fueron evaluados previa selección.

la población se dividió en 3 tratamientos de 30 unidades cada uno, T1 se aplicó yodo, T2 dióxido de cloro y T3 sangre de drago evaluando su efecto en días en la cicatrización en orquiectomía.

Se realizó tres tratamientos distintos cada uno con 30 repeticiones, al primer tratamiento se le aplicó yodo, al segundo tratamiento dióxido de cloro y al tercer tratamiento se le colocó sangre de drago, a los cuales se les evaluó su efecto en la cicatrización.

3.2.2 Procedimiento para realizar la orquiectomía.

Se inició con la selección de los lechones machos separándolos de la camada, posteriormente fueron aislados en su respectiva sección de cría para la investigación, Se realizó la valoración mediante examen físico, con el fin de tener en cuenta si el lechón era apto para la intervención quirúrgica ya que se pudo observar lechones monorquidios los cuales no fueron seleccionados porque podrían alterar los resultados de la investigación, se tomó lechones de 12 días de edad para la investigación, el procedimiento se llevó a cabo con 90 lechones aparentemente sanos, de los cuales 30 lechones recibieron T1 yodo, los siguientes 30 lechones T2 dióxido de cloro y los últimos 30 T3 sangre de drago valorando la cicatrización.

Se realizó la etapa pre-operatoria, se inició con la sujeción del lechón por sus extremidades posteriores evitando que las extremidades anteriores toquen el suelo para así evitar impulso del lechón, además evitar que el lechón comprometa su integridad dándose un golpe en la cabeza, posteriormente se calculó el anestésico local (Lidocaína 1 a 1.5ml por lechón) para su administración intra-testicular, luego se procedió con el embrocado de la zona a incidir, una vez culminado este proceso se da inicio a la intervención quirúrgica mediante un corte en la zona medial del escroto,

la misma que nos permite realizar una sola herida, para luego poder separar la túnica vaginal de cada testículo y exteriorizarlos, se procedió a desgarrar la túnica vaginal de la cola del epidídimo y craneal al plexo pampiniforme se colocó la pinza hemostática antes de hacer la extracción, después procedí a realizar el corte, siguiente a esto se retiró la pinza hemostática y se observó que no haya sangrado para así poder aplicar el desinfectante de acuerdo al tratamiento de la investigación.

Culminada la intervención quirúrgica se procedió al registro de datos desde el primer día postquirúrgico hasta su completa recuperación en cada tratamiento de 30 lechones cada uno de acuerdo a lo planteado a la investigación.

3.3 Diseño

Para este análisis se utilizó tres tratamientos distintos cada uno con 30 repeticiones, el cual se analizó por medio de un Diseño Completamente al Azar, con pruebas de significancia de Duncan al 5% y al 1%.

3.4 Tratamientos

- T1 Yodo.
- T2 Dióxido de cloro.
- T3 Sangre de drago.

3.4.1 Variables

3.3.1.1. Variable Independiente

Tabla 1. *Animales*

| Concepto | Categoría | Indicadores | Índice |
|--------------------------|-------------|-------------------------|----------|
| Unidades experimentales | Biológicos: | Machos | Numérico |
| Sometidos a orquiectomía | | Tiempo de cicatrización | de Días |

3.3.1.1. Variable Dependiente

Tabla 2. *Yodo, Dióxido de cloro y Sangre de drago*

| Concepto | Categoría | Indicadores | Índice |
|--|-----------|-------------|-----------------------------|
| Sustancias mediante el cual los tejidos vivos reparan sus heridas. | Químicos | Porcentual | Yodo 12% |
| | | | Dióxido De Cloro (2750 ppm) |
| | | | Sangre De Drago 20% |

3.5 Población.

la población investigada fue 90 unidades experimentales repartidos en tres tratamientos, cada uno con diferente producto, la selección de los lechones se basó en que sus dos testículos estén descendidos y la edad de 12 días.

3.6 Consideraciones éticas

La evaluación de nuevos procedimientos en modelos experimentales ayuda a determinar la viabilidad de medicinas, pero es importante el cuidado evitando cualquier tipo de daño que afecte la integridad de los animales durante la investigación, rechazar o interrumpir protocolos activos cuando los procedimientos experimentales estén causando daño a los animales; ya que es importante asegurar los objetivos científicos y el bienestar de los animales.

(Díaz et al., 2020)

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 De acuerdo a los tratamientos se pudo obtener los siguientes datos.

Tabla 3 *Días de recuperación*

| Tiempo de cicatrización | | | |
|-------------------------|--------------|------------------|-----------------|
| Muestras | Tratamientos | | |
| | Yodo | Dióxido de cloro | Sangre de drago |
| | 10 | 15 | 10 |
| | 14 | 18 | 12 |
| | 12 | 16 | 10 |
| | 15 | 15 | 10 |
| | 12 | 18 | 12 |
| | 13 | 18 | 11 |
| | 11 | 14 | 10 |
| | 14 | 16 | 11 |
| | 11 | 17 | 10 |
| | 11 | 18 | 13 |
| | 10 | 16 | 12 |
| | 14 | 15 | 9 |
| | 13 | 17 | 12 |
| | 12 | 18 | 11 |
| | 13 | 14 | 13 |
| | 13 | 16 | 11 |
| | 12 | 18 | 10 |
| | 11 | 15 | 10 |
| | 14 | 14 | 9 |

| | | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| | 12 | 16 | 10 | |
| | 11 | 15 | 9 | |
| | 14 | 17 | 10 | |
| | 15 | 16 | 10 | |
| | 11 | 15 | 13 | |
| | 14 | 18 | 11 | |
| | 13 | 17 | 11 | |
| | 11 | 15 | 12 | |
| | 13 | 16 | 10 | |
| | 10 | 16 | 12 | |
| | 14 | 15 | 11 | |
| Suma | 373 | 484 | 325 | 1182 |
| Promedio | 12.43 | 16.13 | 10.83 | 13.13 |

Tabla 4 ADEVA para un DCA para completa recuperación por días

| | | | | | | F tabular | |
|---------------------------|--------------------|-------------------|----------------|------------|------|-----------|--|
| F de V | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F calcular | 5% | 1% | |
| Total | 89 | 600.4 | | | | | |
| Tratamiento | 2 | 444 | 222 | 122.85** | 2.75 | 3.68 | |
| Error experimental | 87 | 156.4 | 1.79 | | | | |
| Coefficiente de variación | 6.87 | | | | | | |

Al realizar un Diseño completamente al azar para cicatrización en cerdos, se obtuvo en el ADEVA una alta significancia ** del f calculado frente al f tabular, lo cual me indica que los tratamientos se comportan de diferente manera y, por lo tanto, apruebo la hipótesis alternativa y rechazo la hipótesis nula.

El coeficiente de varianza, es de 6.87% lo que nos indica la confiabilidad del ensayo.

Tabla 5 *Prueba de Duncan al 5% de significancia.*

Desviación típica de las medias de las muestras:

$s_x: 0.2$

| Valores para medias | | | |
|---------------------|----|------|------|
| A | | 2 | 3 |
| RMD | 5% | 2.38 | 2.52 |
| RMS | | 0.57 | 0.60 |

Tabla 6 *Medias en orden, de menor a mayor*

| Grupos ascendentes según las medias | |
|-------------------------------------|-------|
| 3 | 10.83 |
| 1 | 12.43 |
| 2 | 16.13 |

Tabla 7 *Comparación entre medias*

| Comparación entre medias | | | |
|--------------------------|-----|------|---------------|
| 16.13 – 10.83 | 5.3 | 0.57 | Significativa |
| 16.13 – 12.43 | 3.7 | 0.57 | Significativa |
| 12.43 – 10.83 | 1.6 | 0.60 | Significativa |

La diferencia de las medias es mayor a los rangos mínimos significativos lo que me indica que es significativa, por lo tanto, una diferencia significativa con respecto a los días por tratamiento, me dan como un mejor desinfectante la sangre de drago por tener una significación notable frente a los demás tratamientos.

Ramos, (2021) recomienda utilizar el tratamiento a base de sangre de drago ya que estadísticamente y matemáticamente demuestran un menor tiempo de cicatrización sobre la herida quirúrgica, por lo tanto, concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación.

Por otro lado (Hernández & González, 2021) refieren que la tintura elaborada con *Croton lechleri* y *Hamelia patens jacq.* en las heridas de castración de lechones son efectivas, por lo que afirma los resultados obtenidos en esta investigación.

Sin embargo (Guaman, 2010) concluyó que la mezcla de guarango (*Caesalpinia spinosa*) y sangre de drago es el mejor tratamiento para la cicatrización de heridas, concuerda con los datos obtenidos en esta investigación.

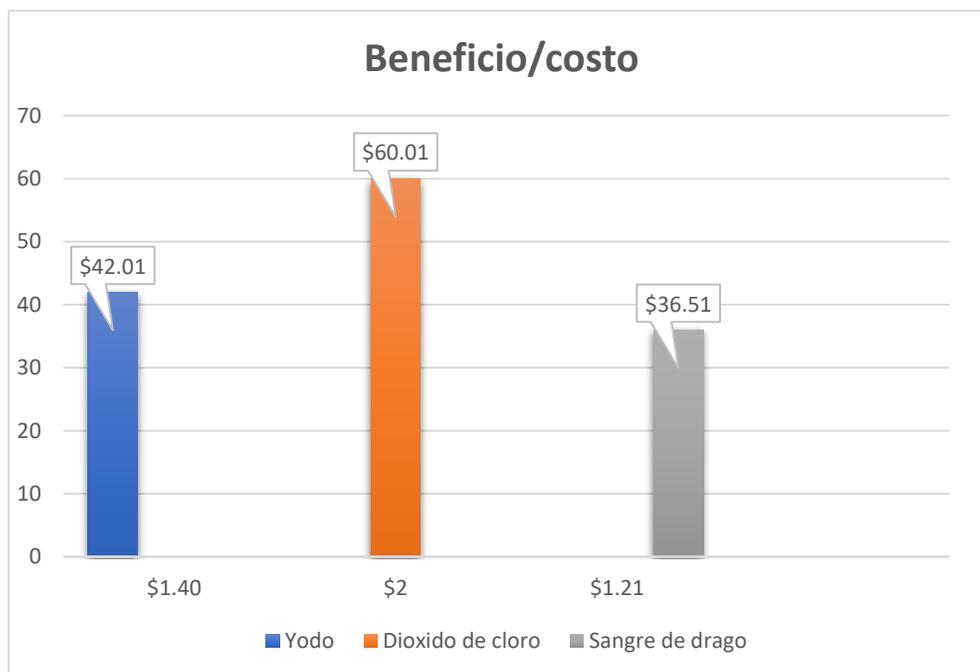
Tenesaca, (2015) afirma que la sangre de drago estimula in vitro la contracción de la herida, ayuda en la formación de la costra y regenera rápidamente la piel ayudando a la formación de colágeno y se ha demostrado que el látex total es más activo que sus componentes aislados, esto nos da como resultado que concuerda con esta investigación.

Guaman & Flores, (2014) afirman que el *Croton lechleri* y *Caesalpinia spinosa* 20% genera cicatrización y completa caída de la costra en 13 días, por lo cual concuerdan con la investigación.

Tabla 8 *Análisis beneficio costo*

| Materiales | 12.43 dias | 16.13 dias | 10.83 dias |
|-------------------|------------|------------|------------|
| Guantes estériles | \$10 | \$16 | \$8 |
| Alcohol | \$1 | \$1 | \$1 |
| Jeringas | \$3.10 | \$3.10 | \$3.10 |
| Lidocaína | \$3 | \$3 | \$3 |
| Mango de bisturí | \$1.16 | \$1.16 | \$1.16 |
| Gasas | \$1.75 | \$2.75 | \$1.25 |
| Desinfectante | \$19 | \$30 | \$16 |
| Bisturí | \$3 | \$3 | \$3 |
| Costo total | 42.01 | 60.01 | 36.51 |
| Costo c/u | 1.40 | 2 | 1.21 |

En la tabla 8 se indica el total de los valores por cada tratamiento, se puede constatar que el mayor gasto de tratamiento corresponde al dióxido de cloro con un valor de \$60.01 y como menor gasto de tratamiento tenemos la sangre de drago con \$36.51 del gasto total, lo cual nos afirma que la sangre de drago es más económica que los demás tratamientos.

Tabla 9. *Beneficio/Costo.*

Como se puede observar en la tabla 9 el dióxido de cloro es el más costoso de los tres tratamientos, con un promedio mayor de inversión por lechón de \$2, por lo tanto, la sangre de drago con un costo de \$1.21 es el más económica y promueve la rápida cicatrización de las heridas quirúrgicas, por otro lado, el yodo tiene un costo total por lechón tratado de \$1.40.

Ramos, (2020) afirma que el tratamiento de menor gasto fue el de savia de huampo con un valor de \$0.54 del gasto total por canino, por lo tanto, concuerda con los resultados obtenidos a lo largo de la investigación, ya que la sangre de drago es el tratamiento con menor inversión por lechón en dicha investigación, con un valor de \$1.21.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 . Conclusiones

- La sangre de drago promueve y acelera la cicatrización de las heridas, por lo tanto, se concluye que el mejor tratamiento de la investigación fue T3 sangre de drago.
- En relación al tiempo en días de cicatrización el T3 con sangre de drago fue el mejor notándose una recuperación en 10.83 días mientras que en el T1 con yodo fue 12,43 días y por último el T2 con Dióxido de cloro su recuperación fue en 16,13 días.

El análisis benéfico-costos afirma que el T3 con sangre de drago es el más rentable con un valor por unidad experimental de 1,21 dólares, T1 con yodo 1,40 dólares y T2 con dióxido de cloro 2 dólares.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda el uso de sangre de drago al 12% en desinfección de heridas postquirúrgicas en la orquiectomía, ya que promueve y acelera el proceso de cicatrización.
- Realizar nuevas investigaciones probando otros desinfectantes en orquiectomía en lechones en diferentes edades.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Abdisa, T. (2018). Veterinary Clinical Practice and Diagnosis. *International Journal of Veterinary Science and Research*, 001–006. <https://doi.org/10.17352/ijvsr.s1.101>
- Abdo, J. M., Sopko, N. A., & Milner, S. M. (2020). The applied anatomy of human skin: A model for regeneration. In *Wound Medicine* (Vol. 28). Elsevier GmbH. <https://doi.org/10.1016/j.wndm.2020.100179>
- Allen, C. E., Merad, M., & McClain, K. L. (2018). Langerhans-Cell Histiocytosis. *New England Journal of Medicine*, 379(9), 856–868. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1607548>
- Aragona, M., Dekoninck, S., Rulands, S., Lenglez, S., Mascré, G., Simons, B. D., & Blanpain, C. (2017). Defining stem cell dynamics and migration during wound healing in mouse skin epidermis. *Nature Communications*, 8. <https://doi.org/10.1038/ncomms14684>
- Babalska, Z. Ł., Korbecka-Paczkowska, M., & Karpiński, T. M. (2021). Wound antiseptics and european guidelines for antiseptic application in wound treatment. In *Pharmaceuticals* (Vol. 14, Issue 12). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ph14121253>
- Beaussier, M., Delbos, A., Maurice-Szamburski, A., Ecoffey, C., & Mercadal, L. (2018). Perioperative Use of Intravenous Lidocaine. In *Drugs* (Vol. 78, Issue 12, pp. 1229–1246). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40265-018-0955-x>
- Becker, J. C., Stang, A., Decaprio, J. A., Cerroni, L., Lebbé, C., Veness, M., &

- Nghiem, P. (2017). Merkel cell carcinoma. *Nature Reviews Disease Primers*, 3. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.77>
- Bigliardi, P. L., Alsaoff, S. A. L., El-Kafrawi, H. Y., Pyon, J. K., Wa, C. T. C., & Villa, M. A. (2017). Povidone iodine in wound healing: A review of current concepts and practices. In *International Journal of Surgery* (Vol. 44, pp. 260–268). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2017.06.073>
- BioPat. (n.d.). BioPat, 2019. Retrieved February 17, 2023, from chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/<https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/3180041/sangre+de+grado.pdf/17a80543-27c3-c45d-0d47-3fc18398e9e0>
- Breugst, M., & von der Heiden, D. (2018). Mechanisms in Iodine Catalysis. In *Chemistry - A European Journal* (Vol. 24, Issue 37, pp. 9187–9199). Wiley-VCH Verlag. <https://doi.org/10.1002/chem.201706136>
- Broggi, G., Verzì, A. E., Caltabiano, R., Micali, G., & Lacarrubba, F. (2021). Correlation Between In Vivo Reflectance Confocal Microscopy and Horizontal Histopathology in Skin Cancer: A Review. In *Frontiers in Oncology* (Vol. 11). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fonc.2021.653140>
- Cario, M., & Taieb, A. (2019). Isolation and culture of epidermal melanocytes. In *Methods in Molecular Biology* (Vol. 1993, pp. 33–46). Humana Press Inc. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9473-1_3
- Challacombe, S. J., Kirk-Bayley, J., Sunkaraneni, V. S., & Combes, J. (2020). Povidone iodine. In *British Dental Journal* (Vol. 228, Issue 9, pp. 656–

- 657). Springer Nature. <https://doi.org/10.1038/s41415-020-1589-4>
- Chambers, E. S., & Vukmanovic-Stejic, M. (2020). Skin barrier immunity and ageing. In *Immunology* (Vol. 160, Issue 2, pp. 116–125). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/imm.13152>
- Cherobin, A. C. F. P., & Tavares, G. T. (2020). Safety of local anesthetics. In *Anais Brasileiros de Dermatologia* (Vol. 95, Issue 1, pp. 82–90). Elsevier España S.L. <https://doi.org/10.1016/j.abd.2019.09.025>
- Deckers, J., Hammad, H., & Hoste, E. (2018). Langerhans cells: Sensing the environment in health and disease. In *Frontiers in Immunology* (Vol. 9, Issue FEB). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.00093>
- Díaz, L., Zambrano, E., Flores, M. E., Contreras, M., Crispín, J. C., alemán, G., Bravo, C., Armenta, A., Valdés, V. J., Tovar, A., Gamba, G., Barrios-Payán, J., & Bobadilla, N. A. (2020). Ethical Considerations in Animal Research: The Principle of 3R's. *Revista de Investigacion Clinica; Organo Del Hospital de Enfermedades de La Nutricion*, 73(4), 199–209. <https://doi.org/10.24875/RIC.20000380>
- Ding, X., Zhu, J., Wang, H., Chen, H., & Mei, W. (2020). Dragon's blood from *dracaena cambodiana* in China: Applied history and induction techniques toward formation mechanism. In *Forests* (Vol. 11, Issue 4). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/F11040372>
- Eggers, M. (2019). Infectious Disease Management and Control with Povidone Iodine. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.9168032>

- Ellis, S., Lin, E. J., & Tartar, D. (2018). Immunology of Wound Healing. In *Current Dermatology Reports* (Vol. 7, Issue 4, pp. 350–358). Current Medicine Group LLC 1. <https://doi.org/10.1007/s13671-018-0234-9>
- Ersavadla, R., Nalla, R., Gudepu, P., & Mekala, L. (2019). Gross Studies on Penis of The Boar (*Sus scrofa domesticus*). *International Journal of Livestock Research*, 0, 1. <https://doi.org/10.5455/ijlr.20170602054025>
- Fahimnia, B., Jabbarzadeh, A., Ghavamifar, A., & Bell, M. (2017). Supply chain design for efficient and effective blood supply in disasters. *International Journal of Production Economics*, 183, 700–709. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.11.007>
- Garcia Telles, F., Pacca Loureiro Luna, S., Antonio Berto, D., Crosignani, N., & Borges Amorim, A. (2017). EFFECT OF LOCAL ANESTHESIA ON WEIGHT GAIN OF PRE-WEANING PIGLETS SUBMITTED TO CASTRATION EFEITO DA ANESTESIA LOCAL NO GANHO DE PESO DO NASCIMENTO À DESMAMA EM LEITÕES SUBMETIDOS A ORQUIECTOMIA RESUMO.
- Ge, Y., Zhang, X., Shu, L., & Yang, X. (2021). Kinetics and Mechanisms of Virus Inactivation by Chlorine Dioxide in Water Treatment: A Review. In *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* (Vol. 106, Issue 4, pp. 560–567). Springer. <https://doi.org/10.1007/s00128-021-03137-3>
- Geisert, R. D., Sutvosky, P., Lucy, M. C., Bartol, F. F., & Meyer, A. E. (2019). Reproductive physiology of swine. In *Animal Agriculture: Sustainability, Challenges and Innovations* (pp. 263–281). Elsevier.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817052-6.00015-X>

Goodarzi, P., Falahzadeh, K., Nematizadeh, M., Farazandeh, P., Payab, M., Larijani, B., Tayanloo Beik, A., & Arjmand, B. (2018). Tissue engineered skin substitutes. In *Advances in Experimental Medicine and Biology* (Vol. 1107, pp. 143–188). Springer New York LLC. https://doi.org/10.1007/5584_2018_226

Guaman, & Flores. (2014). COMPARACIÓN DEL EFECTO CICATRIZANTE DE EXTRACTOS DE GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*) Y SANGRE DE DRAGO (*Croton lechleri*) EN HERIDAS DE CASTRACIÓN DE LECHONES (*Sus scrofa*). *Vitae*, 109.

Hermanns, H., Hollmann, M. W., Stevens, M. F., Lirk, P., Brandenburger, T., Piegeler, T., & Werdehausen, R. (2019). Molecular mechanisms of action of systemic lidocaine in acute and chronic pain: a narrative review. In *British Journal of Anaesthesia* (Vol. 123, Issue 3, pp. 335–349). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.06.014>

Hernández, J. H., & González, O. G. (2021). *Influencia del Sangregado (Croton lechleri) y Maduro Zapote (Hamelia patens jacq.) en la Cicatrización de Porcinos Castrados*. Huejutla: rinacional.

Holland, R., Gomes Filho, J. E., Cintra, L. T. A., Queiroz, I. O. D. A., & Estrela, C. (2017). Factors affecting the periapical healing process of endodontically treated teeth. In *Journal of Applied Oral Science* (Vol. 25, Issue 5, pp. 465–476). Faculdade de Odontologia de Bauru. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2016-0464>

- Ilyas, S. (2018). Histological changes in the testis of the guinea pig during administration of methanol extract of bitter melon (*Momordica charantia* L.) seed and DMPA. *Journal of Physics: Conference Series*, 1116(5). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1116/5/052031>
- Jesús Vázquez-Zapién, G., Mónica, ;, Mata-Miranda, M., Fernando, ;, García-Sánchez, J., Sandy, ;, Campos-Soto, S., Sánchez-Brito, M., & Martínez-Cuazitl, A. (2019). Caracterización Biomolecular Mediante Microespectroscopía FTIR en la Fase de Remodelación de la Cicatrización en un Modelo Murino de Lesión Excisional Biomolecular Characterization by FTIR Microspectroscopy in the Modeling Phase of Wound Cicatrization in a Murine Model of Excisional Injury. In *Int. J. Morphol* (Vol. 37, Issue 4).
- Jiang, X., Liu, L., Qiao, L., Zhang, B., Wang, X., Han, Y., & Yu, W. (2018). Dracorhodin perchlorate regulates fibroblast proliferation to promote rat's wound healing. *Journal of Pharmacological Sciences*, 136(2), 66–72. <https://doi.org/10.1016/j.jphs.2017.12.003>
- Kabashima, K., Honda, T., Ginhoux, F., & Egawa, G. (2019). The immunological anatomy of the skin. In *Nature Reviews Immunology* (Vol. 19, Issue 1, pp. 19–30). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41577-018-0084-5>
- Kály-Kullai, K., Wittmann, M., Noszticzius, Z., & Rosivall, L. (2020). Can chlorine dioxide prevent the spreading of coronavirus or other viral infections? Medical hypotheses. *Physiology International*, 107(1), 1–11.

<https://doi.org/10.1556/2060.2020.00015>

Karnina, R., Arif, S. K., Hatta, M., & Bukhari, A. (2021). Molecular mechanisms of lidocaine. In *Annals of Medicine and Surgery* (Vol. 69). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2021.102733>

Lepelletier, D., Maillard, J. Y., Pozzetto, B., & Simon, A. (2020). Povidone iodine: Properties, mechanisms of action, and role in infection control and staphylococcus aureus decolonization. In *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* (Vol. 64, Issue 9). American Society for Microbiology. <https://doi.org/10.1128/AAC.00682-20>

Lu, F., Wang, C., Zhao, R., Du, L., Fang, Z., Guo, X., & Zhao, Z. (2018). Review of stratum corneum impedance measurement in non-invasive penetration application. In *Biosensors* (Vol. 8, Issue 2). MDPI. <https://doi.org/10.3390/bios8020031>

Lueprasert, W., & Tangyuenyongwatana, P. (2017). he 12th Graduate Research Meeting, DEVELOPMENT OF LIQUID CRYSTAL SUNSCREEN WITH DRAGON'S BLOOD EXTRACT.

Luna, S. P. L., de Araújo, A. L., da Nóbrega Neto, P. I., Brondani, J. T., de Oliveira, F. A., dos Santos Azerêdo, L. M., Telles, F. G., & Trindade, P. H. E. (2020). Validation of the UNESP-Botucatu pig composite acute pain scale (UPAPS). *PLoS ONE*, 15(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233552>

Mahapatra, C., & Manchanda, R. (2019). Modeling vas deferens smooth muscle electrophysiology: Role of ion channels in generating electrical activity. In

- Advances in Intelligent Systems and Computing (Vol. 817, pp. 655–663). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1595-4_52
- Mathew-Steiner, S. S., Roy, S., & Sen, C. K. (2021). Collagen in wound healing. In *Bioengineering* (Vol. 8, Issue 5). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/bioengineering8050063>
- Mega Androma, E., & Khasanah, L. U. (2017). Anatomy and Histology of Reproductive Organ of Male Guinea Pig As a Source of Learning.
- Mitchell, B. L. (2021). The chlorine dioxide controversy: A deadly poison or a cure for COVID-19? *International Journal of Medicine and Medical Sciences*, 13(2), 13–21. <https://doi.org/10.5897/ijmms2021.1461>
- Murphree, R. W. (2017). Impairments in Skin Integrity. In *Nursing Clinics of North America* (Vol. 52, Issue 3, pp. 405–417). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cnur.2017.04.008>
- Negut, I., Grumezescu, V., & Grumezescu, A. M. (2018). Treatment strategies for infected wounds. In *Molecules* (Vol. 23, Issue 9). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/molecules23092392>
- Onyekwelu, I., Yakkanti, R., Protzer, L., Pinkston, C. M., Tucker, C., & Seligson, D. (2017). Surgical Wound Classification and Surgical Site Infections in the Orthopaedic Patient. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons Global Research and Reviews*, 1(3). <https://doi.org/10.5435/JAAOSGlobal-D-17-00022>
- Patel, A. P. (2017). Anatomy and physiology of chronic scrotal pain. In *Translational Andrology and Urology* (Vol. 6, pp. S51–S56). AME

- Publishing Company. <https://doi.org/10.21037/tau.2017.05.32>
- Pathogenic microbe T cell. (n.d.).
<https://training.seer.cancer.gov/melanoma/anatomy/layers.html>
- Picut, C. A., Ziejewski, M. K., & Stanislaus, D. (2018). Comparative Aspects of Pre- and Postnatal Development of the Male Reproductive System. In *Birth Defects Research* (Vol. 110, Issue 3, pp. 190–227). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/bdr2.1133>
- Piipponen, M., Li, D., & Landén, N. X. (2020). The immune functions of keratinocytes in skin wound healing. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 21, Issue 22, pp. 1–26). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijms21228790>
- Pona, A., Cline, A., Kolli, S. S., Taylor, S. L., & Feldman, S. R. (n.d.). Review of Future Insights of Dragon’s Blood in Dermatology *Dermatology Review of Dragon’s Blood*. <https://doi.org/10.1002/dth.12786>
- Rajendran, N. K., Kumar, S. S. D., Houreld, N. N., & Abrahamse, H. (2018). A review on nanoparticle based treatment for wound healing. In *Journal of Drug Delivery Science and Technology* (Vol. 44, pp. 421–430). Editions de Sante. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2018.01.009>
- Sumena, K. B., Chungath, J. J., & Ashok, N., Regional histology of stratum lucidum of epidermis in large whiteyorkshire pigs. (2012).
- Saller, A. M., Werner, J., Reiser, J., Senf, S., Deffner, P., Abendschön, N., Weiß, C., Fischer, J., Schörwerth, A., Miller, R., Zablotski, Y., Bergmann, S., Erhard, M. H., Ritzmann, M., Zöls, S., & Baumgartner, C. (2020). Local

anesthesia in piglets undergoing castration-A comparative study to investigate the analgesic effects of four local anesthetics on the basis of acute physiological responses and limb movements. PLoS ONE, 15(7 July). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236742>

Sangre de drago (Croton lechleri Muell. Arg). (2019).

Shah, J., Votta-Velis, E. G., & Borgeat, A. (2018). New local anesthetics. In Best Practice and Research: Clinical Anaesthesiology (Vol. 32, Issue 2, pp. 179–185). Bailliere Tindall Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2018.06.010>

Shpichka, A., Butnaru, D., Bezrukov, E. A., Sukhanov, R. B., Atala, A., Burdukovskii, V., Zhang, Y., & Timashev, P. (2019). Skin tissue regeneration for burn injury. In Stem Cell Research and Therapy (Vol. 10, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13287-019-1203-3>

Tenesaca, N. P. (2015). “*COMPARACIÓN DEL EFECTO CICATRIZANTE DE TINTURAS ELABORADAS A BASE DE GUARANGO (Caesalpinia spinosa) Y SANGRE DE DRAGO (Croton lechleri) APLICADOS EN RATONES (Mus musculus)*”. RIOBAMBA: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4009/1/56T00532%20UDCTFC.pdf>

Tobin, D. J. (2017). Introduction to skin aging. Journal of Tissue Viability, 26(1), 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2016.03.002>

Tottoli, E. M., Dorati, R., Genta, I., Chiesa, E., Pisani, S., & Conti, B. (2020). Skin wound healing process and new emerging technologies for skin

- wound care and regeneration. In *Pharmaceutics* (Vol. 12, Issue 8, pp. 1–30). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12080735>
- Varela-Rodríguez S. (2021). Percutaneous Electrolysis in Patients with Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review. www.vyphidroasesores.com/.
- Velásquez, M., Daniela, R., Sánchez, V., Aníbal, A., Médico, C., José, V., Ortiz, F., & Veterinario, M. (2017). Principios básicos de urgencia en pequeñas especies, para estudiantes Trabajo de grado para optar por el título de Médico Veterinario.
- Wang, H., Jiang, H. M., Li, F. X., Chen, H. Q., Liu, W. C., Ren, S. Z., Mei, W. L., & Dai, H. F. (2017). Flavonoids from artificially induced dragon's blood of *Dracaena cambodiana*. *Fitoterapia*, 121, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2017.06.019>
- Wang, X., & Studer, A. (2017). Iodine(III) Reagents in Radical Chemistry. *Accounts of Chemical Research*, 50(7), 1712–1724. <https://doi.org/10.1021/acs.accounts.7b00148>
- Yee, S., Lim, Y. C., Goh, C. F., Kotra, V., & Ming, L. C. (2020). Efficacy of chlorine dioxide as a disinfectant. In *Progress in Microbes and Molecular Biology* (Vol. 3, Issue 1). HH Publisher. <https://doi.org/10.36877/pmmb.a0000128>
- Yokawa, K., Kagenishi, T., & Baluška, F. (2019). Anesthetics, Anesthesia, and Plants. In *Trends in Plant Science* (Vol. 24, Issue 1, pp. 12–14). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.10.006>

7. ANEXOS

7.1. Fotos



Foto 1. Selección de machos



Foto 2. Separación de machos



Foto 3. Embrocado



Foto 4. Anestesia local de zona a incidir



Foto 5. Instrumental de cirugía



Foto 6. Cirugía



Foto 7. Desinfectantes



Foto 8. Recuperación con yodo



Foto 9. Recuperación con dióxido de cloro



Foto 10. Recuperación con sangre de drago