



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
DIRECCION ESPECIFICA DE CIENCIA
ANIMAL

Trabajo de Tesis

Extracto acuoso de *Moringa Oleifera* y plasma rico en plaquetas
como coadyuvante en la cicatrización de orquiectomía en bovinos,
Managua, Nicaragua, Finca Santa Rosa, 2025

Autores

Br. Edith Doribel Zeledón León
Br. Yaroth Paul Porras Gutiérrez

Asesores

MSc. Josué Daniel Rocha Espinoza
Lic. Regina Guadalupe Cuadra
MSc. Wendell Antonio Mejía Tinoco

Managua, Nicaragua
Octubre, 2025



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
DIRECCION ESPECIFICA DE CIENCIA
ANIMAL

Trabajo de Tesis

Extracto acuoso de *Moringa Oleifera* y plasma rico en plaquetas
como coadyuvante en la cicatrización de orquiectomía en bovinos,
Managua, Nicaragua, Finca Santa Rosa, 2025

Autores

Br. Edith Doribel Zeledón León
Br. Yaroth Paul Porras Gutiérrez

Asesores

MSc. Josué Daniel Rocha Espinoza
Lic. Regina Guadalupe Cuadra
MSc. Wendell Antonio Mejía Tinoco

Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado de
Lic. Medicina Veterinaria

Managua, Nicaragua
Octubre, 2025

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la Dirección Especifica de Ciencia Animal como requisito final para optar al título profesional de:

Lic. Medicina Veterinaria

Miembros del Comité Evaluador

PhD. Derling José Pichardo Matamoros
Presidente

Lic. Jennifer Alejandra García Jirón
Secretario

PhD. Nadir Reyes Sánchez
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 26/03/26

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y la esperanza necesarias para culminar este camino.

En memoria de mi padre, cuya pasión por el campo ganadero sembró en mí la vocación que hoy se concreta en esta tesis. Su ejemplo de entrega y amor por la vida rural permanece como guía silenciosa en cada paso de mi formación.

A mi madre, presencia viva y constante, cuyo apoyo inquebrantable y fe en mí han sido el sostén que me permitió avanzar. Ella representa la fuerza cotidiana que complementa el legado de mi padre, y juntos, desde distintos planos, han dado sentido y propósito a este logro académico.

A mis hermanos, mi madrina por su apoyo incondicional su cariño y respaldo en los momentos más importantes.

A mi compañero de vida, por su amor, apoyo, paciencia y aliento.

A mi compañero de tesis y amigo, por su esfuerzo compartido y amistad sincera, a mis asesores, por su orientación y dedicación, y a mis fieles compañeros, mis mascotas, que con su cariño y presencia me brindaron consuelo en los momentos más difíciles.

Este logro es también de ustedes, porque cada página lleva su huella.

Br. Edith Doribel Zeledón León

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi fortaleza en los momentos de duda, por guiar cada paso de este camino y darme la sabiduría y la fe para no rendirme cuando el cansancio y las dificultades parecían más fuertes.

A mis padres, por su amor incondicional, por cada sacrificio silencioso, por su apoyo constante y por creer en mí incluso cuando yo mismo dudé. Esta tesis es el reflejo de todo lo que me han enseñado: a luchar, a ser perseverante y a no renunciar a mis sueños. También agradecer a mi compañera de tesis y amiga por su esfuerzo compartido y amistad incondicional.

Br. Yarothe Paul Porras Gutiérrez

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos profundamente a Dios, por darnos la fortaleza, paciencia, y sabiduría necesaria para culminar esta etapa.

A nuestros padres, por su amor incondicional, sus sacrificios y por enseñarnos el valor del esfuerzo.

A nuestros asesores por su orientación académica, sus observaciones, apoyo incondicional y por impulsarnos a ir más allá de lo esperado.

Finalmente, a todas las personas que de una u otra forma nos brindaron su apoyo, palabras de aliento o simplemente estuvieron presente. Cada gesto dejó una huella en este logro.

Br. Edith Doribel Zeledón León

Br. Yaroht Paul Porras Gutiérrez

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
1.1. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 <i>Moringa oleífera</i>	4
3.2 Principios activos <i>Moringa oleífera</i>	4
3.3 Plasma rico en plaquetas	5
3.3.1. Propiedades del plasma rico en plaquetas	6
3.4 Anatomía de la piel	6
3.4.1 Composición de la piel	7
3.5 Herida quirúrgica	7
3.5.1 Tipos de heridas quirúrgica	8
3.6 Cicatrización	8
3.6.1 Tipos de la cicatrización	8
3.7 Orquiectomía	10
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	11
4.1. Ubicación del estudio	11
4.2. Diseño de estudio	11
4.3. Manejo del ensayo y metodología	12

4.3.1	Obtención del plasma rico en plaquetas (PRP)	12
4.3.2	Obtención del extracto acuoso de <i>Moringa oleifera</i>	12
4.3.3	Preparación del tratamiento combinado	12
4.3.4	Manejo de los animales y procedimiento quirúrgico	12
4.3.5	El protocolo de cirugía para la orquiectomía se realizó de la siguiente manera:	13
4.4.	Datos o variables evaluados	14
4.4.1	Largo de la herida (cm)	14
4.4.2	Granulación (cm ²)	15
4.4.3	Epitelización clasificada por color	15
4.5.	Análisis de datos	15
4.6.	Análisis Económico	16
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
5.1	Largo de la herida	17
5.2	Granulación de la herida	19
5.3	Epitelización de la herida	21
5.4	Eficacias comparativas entre los tratamientos cicatrizantes	27
5.5	Análisis económico	30
VI.	CONCLUSIONES	31
VII.	LITERATURA CITADA	32
VIII.	ANEXOS	38

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Aspectos macroscópicos presentados por los diferentes grupos tratados durante el experimento de lesiones incisional.	25
2.	Evaluación macroscópica de los grupos tratados en el intervalo de 14 días	26
3	Eficacia comparativa de tratamientos en cicatrización de heridas, tiempo hasta curación completa, odds ratios de epitelización, e indicadores tempranos (día 7).	29
4.	Análisis de presupuesto parcial y parámetros de eficacia clínica de los tratamientos.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Largo de la herida escrotal (cm) tratados con diferentes cicatrizantes biológicos vs comercial en novillos Reyna	19
2.	Granulación en cm en novillos Reyna tratados con diferentes cicatrizantes biológicos vs violeta de genciana	21

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Limpieza del área	38
2.	Lavado de instrumentos	38
3.	Preparación de EMO	38
4.	Centrifugación para obtención PRP	38
5.	Obtención del EMO	39
6.	Separación del PRP	39
7.	Combinación de tratamientos	39
8.	Procedimiento quirúrgico	39
9.	Aplicación de productos	40
10.	Medición de heridas	40
11	Costos de los insumos utilizados para la producción de los cuatro tratamiento	41

RESUMEN

Con el propósito de evaluar la efectividad biológica y la rentabilidad económica del uso de plasma rico en plaquetas (PRP) y extracto acuoso de *Moringa oleífera* como coadyuvantes en la cicatrización de heridas postorquiectomía en bovinos, se analizaron el tiempo de epitelización, la calidad del tejido cicatricial y el beneficio neto marginal de cuatro tratamientos: PRP (T1), PRP + extracto de *Moringa oleífera* (T2), extracto de *Moringa oleífera* (T3) y violeta de genciana (T4). El estudio se realizó en la Finca Santa Rosa y en laboratorios de la Universidad Nacional Agraria, utilizando 16 bovinos machos de la raza Reyna, con una edad de 2 ± 1 años y un peso promedio de 240.5 ± 37.97 kg. Se implementó un diseño experimental en bloques completos aleatorizados con medidas repetidas en el tiempo. Los datos biológicos fueron analizados mediante curvas de supervivencia, modelos de regresión y análisis de varianza, mientras que la evaluación económica se realizó mediante la metodología de presupuestos parciales, con un nivel de significancia del 5%. Los resultados evidenciaron que el tratamiento combinado PRP + *Moringa oleífera* optimizó la cinética de cicatrización, reduciendo en 40% el tiempo de cuidados intensivos y mostrando una probabilidad de éxito clínico superior al tratamiento violeta de genciana. El tratamiento con PRP también presentó mayor eficacia que el tratamiento violeta de genciana, mientras que el uso de *Moringa oleífera* sola mostró una respuesta biológica menos consistente y sin diferencias significativas. En el análisis económico, el tratamiento combinado resultó 79% más económico que el tratamiento comercial (C\$ 325.00 frente a C\$ 1,560.00), generando un beneficio neto marginal de C\$ 1,235.00 por unidad experimental. Se concluye que la combinación de PRP y extracto acuoso de *Moringa oleífera* constituye una alternativa técnica y económicamente viable para favorecer la cicatrización postquirúrgica en bovinos, al acelerar la regeneración tisular y reducir los costos operativos.

Palabras clave: Cicatrización, bovinos, plasma rico en plaquetas, *Moringa oleífera*, orquiectomía.

ABSTRACT

To evaluate the biological effectiveness and economic profitability of using platelet-rich plasma (PRP) and *Moringa oleifera* aqueous extract as adjuvants in post-orchietomy wound healing in cattle, the epithelialization time, scar tissue quality, and marginal net benefit of four treatments were analyzed: PRP (T1), PRP + *Moringa oleifera* extract (T2), *Moringa oleifera* extract (T3), and gentian violet (T4). The study was conducted at Finca Santa Rosa and the laboratories of the Universidad Nacional Agraria, using 16 Reyna breed male cattle, aged 2 ± 1 years with an average weight of 240.5 ± 37.97 kg. A randomized complete block experimental design with repeated measures over time was implemented. Biological data were analyzed using survival curves, regression models, and analysis of variance, while the economic evaluation was performed using the partial budget methodology with a 5% significance level. Results showed that the combined PRP + *Moringa oleifera* treatment optimized healing kinetics, reducing intensive care time by 40% and showing a higher probability of clinical success than the gentian violet treatment. The PRP treatment also showed greater efficacy than the gentian violet treatment, while the use of *Moringa oleifera* alone showed a less consistent biological response with no significant differences. In the economic analysis, the combined treatment was 79% more cost-effective than the commercial treatment (C\$ 1,560.00), generating a marginal net benefit of C\$ 1,235.00 per experimental unit. It is concluded that the combination of PRP and *Moringa oleifera* aqueous extract constitutes a technically and economically viable alternative to promote post-surgical healing in cattle by accelerating tissue regeneration and reducing operational costs.

Keywords: Healing, cattle, platelet-rich plasma, *Moringa oleifera*, orchietomy.

I. INTRODUCCIÓN

La orquiectomía, o castración quirúrgica, es un procedimiento rutinario en bovinos con fines reproductivos, sanitarios y de manejo zootécnico; sin embargo, implica una herida quirúrgica que demanda cuidados adecuados para evitar infecciones, favorecer una cicatrización eficiente y minimizar el sufrimiento animal. Por ello, la exploración de tratamientos complementarios para mejorar la respuesta cicatrizante postoperatoria se constituye en una línea de investigación de creciente interés en medicina veterinaria moderna (Portal veterinaria, sf).

Las heridas quirúrgicas bovinas, como las derivadas de la orquiectomía, pueden presentar complicaciones como infección, retraso en la cicatrización, necrosis, formación de abscesos o incluso miasis, lo que prolonga el dolor y la inflamación y compromete el retorno a la productividad normal. Este retraso en la recuperación puede generar menor ganancia de peso, mayor uso de antibióticos y aumento de costos en sistemas de producción de carne y leche, afectando directamente el bienestar animal y la eficiencia económica del hato (Shah et al., 2021; Lux, 2022).

La cicatrización es un proceso biológico que conduce a la reparación de las heridas, en este caso producida por una acción quirúrgica; existen diversos factores que pueden influir en el tiempo de cicatrización clasificados como generales, que abarcan el estado nutricional y de salud del individuo, y los factores locales que incluyen la infección como factor más importante al prolongar el tiempo de respuesta de inflamación impidiendo la formación de colágeno, además de la presencia de cuerpos extraños; la mejor manera de reducir las complicaciones en la cicatrización es el manejo adecuado de las heridas y la realización de una cirugía limpia, con el objetivo de disminuir daño tisular y respuestas inflamatorias. (Morrillo, 2023)

En este contexto, el plasma rico en plaquetas (PRP) se perfila como una alternativa fisiológica segura con potencial para acelerar la cicatrización de heridas quirúrgicas; La liberación de factores de crecimiento y citocinas desde las plaquetas activadas promueve la proliferación celular, angiogénesis, remodelación del tejido y reducción de la inflamación local, contribuyendo a una reparación más rápida y a la disminución del dolor postoperatorio. Además,

su aplicación permite un retorno funcional más temprano del animal y una recuperación de la productividad en menor tiempo, mejorando así los indicadores zootécnicos y el bienestar del ganado. Mientras Shah *et al.*, (2021) destacan la importancia de la fisiología de la cicatrización y la aplicación clínica general, Lux (2022) enfatiza la evaluación clínica y los protocolos específicos de manejo de heridas, aportando un enfoque complementario más detallado desde la dermatología veterinaria.

El uso de productos naturales con propiedades terapéuticas ha cobrado relevancia en los últimos años, debido a su accesibilidad, bajo costo y menor impacto ambiental; *Moringa Oleífera*, una planta originaria del norte de la India y ampliamente distribuida en zonas tropicales y subtropicales ha demostrado tener propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y cicatrizantes atribuibles a su alto contenido en compuestos bioactivos como flavonoides, taninos y vitaminas (Chiş *et al.*, 2024). Por otro lado, el plasma rico en plaquetas (PRP) es una fracción del plasma sanguíneo con una alta concentración de plaquetas, que contiene factores de crecimiento capaces de estimular la regeneración celular y la reparación de tejidos, y ha sido utilizado con éxito en medicina humana y veterinaria (Cuadros-Corredor et al., 2022).

La combinación de estos dos agentes uno natural y otro autólogo plantea una alternativa innovadora y potencialmente sinérgica para mejorar el proceso de cicatrización en heridas quirúrgicas. Sin embargo, existen escasos estudios que hayan evaluado su aplicación conjunta en procedimientos veterinarios como la orquiectomía en bovinos. Esto evidencia la necesidad de investigaciones que evalúen no solo la eficacia terapéutica de esta combinación, sino también su viabilidad práctica y su impacto en la salud y bienestar animal.

En este contexto, la presente investigación tuvo como propósito evaluar la eficacia biológica y económica del uso de PRP, extracto de *Moringa oleífera* y su combinación en la cicatrización de heridas postquirúrgicas en bovinos, contribuyendo así al desarrollo de alternativas terapéuticas accesibles, sostenibles y orientadas al bienestar animal.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de cuatro tratamientos (plasma, moringa, PRP+EMO y violeta de genciana) en la cicatrización de heridas de orquiectomía en Bovinos.

1.1. Objetivos específicos

- 1.- Determinar el tiempo requerido de cicatrización completa entre los tratamientos identificando diferencias en el tiempo requerido para alcanzar la epitelización total.
- 2.- Contrastar la progresión diaria de la calidad epitelial comparando la capacidad avances de cada tratamiento en los estadios de la cicatrización.
- 3.- Describir la regeneración temprana del tejido mediante indicadores de granulación y contracción de heridas a los 7 días post-tratamiento.
- 4.- Estimar económicamente a través de la metodología de presupuestos parciales el uso de los cuatro tratamientos (plasma, moringa, PRP+ EMO y violeta de genciana) sobre heridas abiertas de orquiectomía

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 *Moringa oleífera*

La etnofarmacología es un campo interdisciplinario de la antropología cultural, que estudia las observaciones en campo, descripción de uso y preparación de productos a partir de la aislación de compuestos presentes en las plantas con fines terapéuticos. (Dorado, C. 2020).

Moringa oleífera, árbol perteneciente a la familia *Moringaceae*, uno de los árboles nativos del noreste de la india y es conocida popularmente con el nombre de lirio, quimbombó de Guinea (quiabo-de-quina), Ben, árbol de baqueta, árbol de aceite de Ben o simplemente moringa (Agamou et al.,2015).

La *Moringa* es valorada por sus diversos efectos terapéuticos y propiedades químicas, las cuales se encuentran principalmente en sus hojas, vainas tiernas, semillas y flores. Se considera una rica fuente expresiva de caroteno, vitamina C, minerales y fitoquímicos que indican una actividad antioxidante bastante presente en la planta. La especie presenta diversos beneficios medicinales, utilizados en el combate y prevención de varias enfermedades como, por ejemplo, hipovitaminosis A y C, enfermedades parasitarias, enfermedades genitourinarias, hipertensión, enfermedades inflamatorias, hinchazones, enfermedades de la piel, hipoglucemia y diabetes. También es eficaz en los tratamientos de reumatismo y gota, como cicatrizante de heridas, antibiosis o malaria y tratamiento de la fiebre tifoidea, además de actuar también en la purificación del agua e incluso como alimento (Oliveira, 2019; Nobossé et al., 2018).

3.2 Principios activos *Moringa oleífera*

Dentro de los estudios fitoquímicos de la especie, destacan en mayor cantidad los taninos y flavonoides, presentando actividades cicatrizante, antioxidante, secuestradora de radicales libres y antimicrobiana. A través de estudios, Abd-Rani y colaboradores (2018) identificaron en la *Moringa oleífera* más de 119 compuestos; en las hojas se encuentran gran parte de ellos, como flavonoides, taninos, alcaloides, ácidos fenólicos y terpenos, que presentan actividades importantes para la cicatrización, como efecto antiinflamatorio, antioxidante, antiulcerogénico,

antialérgico, cicatrizante, analgésico y antimicrobiano (Waterman, et al 2015; Paikra et al., 2017). De este modo, los taninos presentes en la composición de las especies aquí estudiadas poseen la capacidad de formar puentes de hidrógeno duraderos con proteínas o polisacáridos, favoreciendo la formación del complejo tanino-proteína o tanino-polisacárido que, por ser insolubles en agua, forman una costra de aspecto denso sobre la lesión mediante la precipitación de proteínas. Esto participa también en la estimulación de la multiplicación de queratinocitos peri lesionales y fibroblastos para el microambiente de la lesión, fortaleciendo así la epidermis; aumentando el número de enlaces entre las fibras de colágeno, lo que permitió que debajo de la costra el proceso cicatricial pudiera ocurrir normalmente sin interferencias (Vieira et al., 2015; Moura, 2017).

La *Moringa oleífera* es un ejemplo de plantas ricas en flavonoides y extensamente utilizadas en el tratamiento de heridas (Ghosh y Gaba, 2013). De acuerdo con Muhammad et al. (2013), el extracto metanólico de *Moringa oleífera* y su fracción acuosa causaron aumentos en la proliferación y migración de fibroblastos; la presencia de flavonoides en ambas fracciones puede sugerir la actividad cicatrizante de la planta. Fokou et al. (2015) identificaron que el uso del extracto de hojas posee moléculas antimicobacterianas para combatir la infección, lo que permitió una cicatrización más rápida.

3.3 Plasma rico en plaquetas

El plasma rico en plaquetas (PRP) es un derivado autólogo de la sangre, rico en plaquetas, factores de crecimiento y citoquinas, que estimulan la reparación y regeneración tisular mediante la modulación de procesos inflamatorios, promoción de la angiogénesis y regeneración del cartílago. Su aplicación clínica ha demostrado ser más eficaz que inyecciones de ácido hialurónico o corticosteroides para aliviar el dolor y mejorar la función articular en pacientes con osteoartritis leve a moderada, especialmente cuando se optimizan los protocolos de preparación, incluyendo centrifugación estandarizada. (Cai *et al.*, 2025)

El PRP en la cicatrización de heridas, tanto crónicas como agudas, ha demostrado ser un recurso clínico prometedor. Un metaanálisis mostró que los apósitos con PRP incrementan significativamente la tasa de curación, reducen el tiempo necesario para la reparación tisular,

disminuyen la inflamación y promueven la formación de tejido de granulación saludable, sin aumentar los riesgos de infección o complicaciones adversas. (Li et al 2023). Además, en ensayos clínicos aleatorizados, la probabilidad de cierre completo de heridas fue notablemente mayor con PRP, y los tiempos de cicatrización fueron más cortos en comparación con los tratamientos convencionales, especialmente en úlceras venosas y diabéticas. (Meznerics et al., 2022)

3.3.1. Propiedades del plasma rico en plaquetas

El componente mayoritario del PRP son las plaquetas, y hay un número variable de leucocitos; puede haber también un pequeño número de glóbulos rojos cuando se extrae sangre, las plaquetas liberan en poco tiempo el contenido de sus gránulos alfa, que contienen gran cantidad de factores de crecimiento y de coagulación; También hay diversas citoquinas, provenientes tanto de las plaquetas como de los leucocitos, los factores de crecimiento son los que provocarán la proliferación celular, mientras que los de coagulación formarán una malla de fibrina que servirá de soporte para la reparación de tejidos; Algunos factores de crecimiento que intervienen en la reparación tisular general son el factor de crecimiento transformante beta (TGF- β), el factor de crecimiento derivado de plaqueta (PDGF), el factor de crecimiento básico de fibroblastos (bFGF), y el factor de crecimiento de endotelio vascular (VEGF), Entre las sustancias antiinflamatorias se encuentran el antagonista del receptor del IL- 1 (IL-1RA) y el inhibidor tisular de metaloproteinasas (TIMP-1). (Ramos,2021)

3.4 Anatomía de la piel

La piel forma la envoltura externa del cuerpo del animal cumpliendo así distintas funciones, protege las partes subyacentes del organismo contra lesiones externas, la piel sana es considerada como el impermeable de defensa del cuerpo hacia los microorganismos y muchas sustancias venenosas y nocivas (Lamping, M., y García, T 1996).

3.4.1 Composición de la piel

La piel se encuentra conformada por tres capas conocidas como: Epidermis, Dermis e Hipodermis. (Armijos Aguilar, 2022):

Epidermis. – se trata de la capa más externa de la piel, es de un espesor más delgado; la epidermis es un epitelio poli estratificado que deriva del ectodermo, se conforma de: Estrato corneo, que está integrado por células escamosas queratinizadas y sin núcleo conocido como corneocitos, este estrato que se renueva constantemente; Estrato lucido que se compone de células queratohialinas y corpúsculos de Odllan o queratinosomas que cumplen la función de 20 membrana evitando la pérdida de agua; Estrato espinoso, se conforma por queratinocitos unidos por desmosomas y células de Langerhans encargadas de inmunidad celular y el Estrato basal o germinativo donde se encuentran lo queratinocitos basales, melanocitos y células de Merkel.

Dermis: Se origina del mesodermo, es la capa siguiente de la epidermis separada por la membrana basal, se divide en Dermis superficial o capilar y Dermis profunda o reticular; aquí se encuentra la inervación e irrigación como tal, se compone de fibroblastos principalmente que son los encargados de formar el ácido hialurónico, fibras de colágeno y de elastina; esta capa es la encargada de la regeneración del tejido y cicatrización de este en caso de alguna lesión; los fibroblastos también forman sustancia fundamental que almacena agua manteniendo la hidratación corporal y lubricar las fibras existentes; así mismo, se ubican los folículos pilosos con sus músculos erector del pelo.

Hipodermis: Se trata de la capa más profunda de la piel, cuenta con una red de colágeno y grasa, sostiene la forma de la piel por ende del cuerpo y a su vez, forma una capa encargada de absorber golpes o lesiones leves que puedan presentarse.

3.5 Herida quirúrgica

De acuerdo con la (Wound Care Centers.org 2017), una herida quirúrgica, también conocida como incisión, es una herida hecha por un instrumento cortante como un bisturí. Las heridas

quirúrgicas se realizan en un ambiente estéril donde se pueden controlar muchas variables, como las bacterias, el tamaño, la ubicación y la naturaleza de la herida en sí.

3.5.1 Tipos de heridas quirúrgica

Se pueden clasificar en cuatro clases de tipos de heridas quirúrgicas según el nivel de contaminación de la herida: limpia, limpia-contaminada, contaminada e infectada por la suciedad. Estas clases permiten a los profesionales de la salud predecir mejor el riesgo de infecciones y los resultados de cicatrización de heridas, lo que permite un tratamiento óptimo para cada tipo de herida quirúrgica. (ACS, 2023)

3.6 Cicatrización

La cicatrización es el proceso biológico que tiene como función la regeneración de tejido sea dérmico, muscular u óseo, donde intervienen células cuya proliferación resulta en la curación de la herida, dejando un nuevo tejido conocido como cicatriz (Armijos Aguilar, 2022, p. 22).

En medicina veterinaria, la cicatrización representa un proceso esencial mediante el cual los tejidos lesionados en los animales buscan autorepararse. Este proceso implica la activación y coordinación de múltiples tipos celulares, incluyendo fibroblastos y células del sistema inmunitario, junto con la participación de factores de crecimiento y mediadores químicos. El objetivo primordial es restaurar tanto la estructura como la funcionalidad del tejido afectado, favoreciendo la formación de una cicatriz protectora que minimice el riesgo de infecciones y facilite la recuperación completa del área afectada (American Veterinary Medical Association, 2020, p. 155).

3.6.1 Tipos de la cicatrización

García Escobar (2009) describe cuatro tipos de cicatrización para heridas abiertas que son:

cicatrización por primera intención

Se produce en aquellas heridas cuyos bordes se encuentran bien aproximados, como por ejemplo en las incisiones quirúrgicas. En estas heridas se espera que la curación sea por regeneración o

restitución, ya que cura en forma rápida y forma una cicatriz pequeña. Después de producirse la herida, aproximadamente a los dos días la piel dañada se encuentra cubierta por células epiteliales. A las 72-96 horas se forma tejido de granulación con infiltración de brotes capilares, fibroblastos y miofibroblastos con depósito de colágeno. Posteriormente las células epiteliales de la superficie se dividen y restauran el epitelio estratificado de nuevo. Poco a poco se produce la desvascularización del tejido de granulación, con lo que se reduce el tamaño de la cicatriz tomando una coloración blanquecina.

cicatrización por segunda intención

Son aquellas heridas donde ha ocurrido una extensa pérdida de tejido o se han separado mucho los bordes de la lesión, lo que imposibilita unirlos de nuevo, como sucede por ejemplo en laceraciones, quemaduras, etc. En este caso la lesión es llenada con tejido de granulación. En estas heridas la curación se realiza por sustitución, ya que es un proceso lento (puede tardar de semanas a meses) y forma grandes cicatrices.

cicatrización por cuarta intención

Es cuando aceleramos la cura de una herida por medio de injertos cutáneos. Aunque algunos autores la clasifican como cicatrización por tercera intención.

fases de la cicatrización

El proceso cicatricial consta de cuatro fases en donde se presenta la coagulación, inflamación, proliferación y maduración. (Armijos Aguilar,2022)

Fase 1: Coagulación o hemostasia corresponde al proceso en el cual se detiene la hemorragia de la herida con ayuda de los factores de coagulación presentes en la sangre, esta fase se presenta inmediatamente en la herida.

Fase 2: Inflamación, como bien sabemos la piel es un órgano de barrera, entonces, al presentarse una herida y ocurrida la fase de coagulación se presenta la fase de inflamación o fase defensiva,

donde, los macrófagos se hacen presentes con la finalidad de cortar el paso de bacterias u otros patógenos que puedan ocasionar infecciones, en esta fase se observan cuatro características; tumor, se refiere a la inflamación del tejido propiamente dicha; rubor, hace referencia a la coloración rojiza del tejido debido a la inflamación de este; calor, la temperatura se siente mayor en la zona de la lesión ya que la barrera trata de exterminar bacterias y patógenos que puedan ingresar por la herida; dolor, debido a que la zona de la lesión se encuentra inflamada la sensibilidad aumenta y por ende, presentara dolor al tacto.

Fase 3: Proliferación esta fase consiste en recubrir la herida como tal para llenar el espacio que se presenta a causa de la lesión, consta de tres procesos; granulación, ocurre la angiogénesis su estímulo se da por los mediadores de los macrófagos y los fibroblastos presentes en la lesión; Epitelización, en este proceso los queratinocitos regeneran la barrera de protección de infecciones y pérdida hidroelectrolítica, y, contracción, los fibroblastos se convierten a miofibroblastos con capacidad contráctil que aceleran la aproximación de los tejidos presentes en la lesión.

Fase 4: Maduración, se trata de la fase donde las células que ya han recubierto y cerrado la herida empiezan el proceso madurativo con el depósito de colágeno producido por los fibroblastos.

3.7 Orquiectomía

La orquiectomía en bovinos, también conocida como castración, es una práctica quirúrgica común utilizada para controlar la reproducción, mejorar el comportamiento y favorecer el desarrollo cárnico del animal. Este procedimiento consiste en la extirpación de los testículos, y puede realizarse mediante técnicas abiertas o cerradas, dependiendo de la edad y el estado del bovino. Generalmente, se recomienda su aplicación en animales jóvenes para minimizar el dolor y facilitar la recuperación (Martínez *et al.*, 2019).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El estudio se realizó en la Finca Santa Rosa, perteneciente al Centro de Formación Práctica Bovino, así como en los laboratorios de Bromatología y Parasitología de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en la comarca Sabana Grande, municipio de Managua, Nicaragua. Geográficamente, el área se localiza a 12°08'15" latitud norte y 86°09'36" longitud oeste, a una altitud de 54 msnm, con temperaturas que oscilan entre 26 y 31 °C y una precipitación anual aproximada de 900 mm (INETER, 2025).

4.2. Diseño de estudio

Se empleó un diseño experimental en bloques completos aleatorizados con medidas repetidas en el tiempo. Se evaluaron cuatro tratamientos: Plasma Rico Plaquetas (PRP) (T1), PRP + extracto de *Moringa oleífera* (T2), extracto de *Moringa oleífera* (EMO) (T3) y comercial con violeta de genciana (T4).

Se utilizaron 16 unidades experimentales (bovinos), distribuidas aleatoriamente en los cuatro tratamientos, con cuatro repeticiones por tratamiento. Cada unidad experimental fue evaluada diariamente durante un periodo de 14 días postquirúrgicos, registrando variables primarias y secundarias asociadas al proceso de cicatrización.

Este diseño permitió controlar la variabilidad individual de los animales y evaluar la evolución temporal del proceso cicatricial.

4.3. Manejo del ensayo y metodología

4.3.1 Obtención del plasma rico en plaquetas (PRP)

Se recolectaron muestras sanguíneas mediante punción de la vena yugular externa, previa inmovilización del animal en cepo. Se extrajeron 4 tubos de 4.5 mL con citrato de sodio como anticoagulante por cada bovino. Las muestras fueron centrifugadas a 2,500 rpm durante 15 minutos para la separación de los componentes sanguíneos.

Posteriormente, se extrajo la fracción plasmática con precaución para evitar la contaminación con eritrocitos, y se almacenó en tubos estériles bajo refrigeración hasta su uso.

4.3.2 Obtención del extracto acuoso de *Moringa oleifera*

El extracto se preparó a partir de harina de hojas de *Moringa oleifera*, previamente deshidratadas y molidas. Se disolvieron 10 g de la harina en 100 ml de agua destilada en baño maría a 50 °C, manteniendo agitación intermitente cada 15 minutos.

La mezcla se dejó reposar durante 12 horas en condiciones de oscuridad y posteriormente se sometió a tres filtraciones sucesivas con gasas estériles. El extracto obtenido se almacenó a -6 °C hasta su aplicación.

4.3.3 Preparación del tratamiento combinado

El tratamiento combinado (T2) se obtuvo mediante la mezcla de PRP y extracto de *Moringa oleifera* en una proporción 1:1 (v/v), depositándose en un recipiente estéril con atomizador para su aplicación tópica.

4.3.4 Manejo de los animales y procedimiento quirúrgico

Se utilizaron 16 bovinos macho enteros de la raza Reyna, con una edad de 2 ± 1 años y un peso promedio de 240.5 ± 37.97 kg. Los animales fueron mantenidos en condiciones controladas, con acceso a alimentación basada en forraje (*Panicum maximum*) y agua ad libitum.

Previo al procedimiento, los animales fueron sometidos a un periodo de reposo de 6 horas para reducir el estrés. La zona quirúrgica fue lavada y desinfectada adecuadamente.

La orquiectomía se realizó mediante la técnica de descorne escrotal, bajo anestesia local con lidocaína aplicada en el cordón espermático y región escrotal. Posteriormente, se realizó la incisión, exposición testicular, ligadura del cordón espermático y resección del testículo.

Como manejo postoperatorio, se administró un antibiótico (cefalexina/ceftiofur) y un antiinflamatorio (flunixin meglumine) durante tres días consecutivos.

4.3.5 El protocolo de cirugía para la orquiectomía se realizó de la siguiente manera:

Se prepararon los animales que fueron castrados con buena condición y aparentemente sanos, que estén en descanso de al menos unas 6 horas, reunir los ejemplares durante la tarde del día anterior a la cirugía, para proceder por la mañana cuando aún la temperatura no ha subido, todo esto con el fin de que no se sometan a estrés y sea más segura la manipulación.

Lavar y desinfectar el sitio de la operación Una vez inmovilizado el ejemplar, se lavó con suficiente agua y jabón, el escroto y la parte trasera del animal.

Analgesia/anestesia Se aplicó lidocaína en el conducto espermático, previniendo la aplicación de esta en los vasos sanguíneos cercanos y realizar una segunda aplicación en región distal media del escroto.

Incisión el escroto Existen varios tipos de incisiones para el procedimiento de orquiectomía, pero en este caso se optó por la técnica del descorne, que consiste en la incisión de aproximadamente 4.0125 ± 0.93 cm centímetros de la parte distal del escroto, se optó por esta técnica, pues permite una mejor salida o “dreno” para los fluidos.

Incisión de tunicas internas Una vez se incide el escroto, se realizó otra incisión de aproximadamente 5 cm en la túnica de dartos, fascia espermática externa, musculo cremáster,

fascia espermática interna y las tunicas vaginales, respectivamente hasta dejar expuesto el testículo.

Separación del ligamento testicular Al quedar expuesto el testículo, se observan unas membranas que unen la túnica con el testículo, se expone una “membrana” llamada mesorquio. Con el dedo índice en “forma de gancho” se perfora esta membrana y se separa del testículo.

Retraer las tunicas y el mesorquio para dejar libre el cordón espermático se empuja hacia la región proximal la túnica vaginal y se realiza el desgarramiento del resto del mesorquio, hasta donde el diámetro del cordón espermático es menor.

Ligar cordón espermático Se toma el cordón espermático con una mano y con la otra mano se pasa a aguja del hilo de sutura en un ángulo de 90 grados evitando la arteria espermática y el paquete vascular, perforando el musculo cremáster para ligar el paquete vascular, hasta lograr una buena compresión de todo el cordón espermático.

Una vez está ligado el testículo se procedió a realizar una incisión en la parte de debajo de la ligadura debridando con la hoja de bisturí.

Reubicar las tunicas, el escroto y aplicar antiséptico una vez retirado el testículo, se procedió a introducir las tunicas y acomodarlas dentro del escroto; también se acomodan los bordes del escroto y se aplica un poco de antiséptico en la herida.

Se aplicó postquirúrgico con un antibiótico Cefalexina/Ceftiofur por 3 días cada 24 hora y aplicación de analgésico/antiinflamatorio Flunixin-meglumine por 3 días cada 24 horas a dosis 1ml por cada 50kg.

4.4. Datos o variables evaluados

4.4.1 Largo de la herida (cm)

Se tomaron diariamente la medición de la herida inicial a través de un pie de rey digital de la marca UYUSTOOLS con una precisión de 0.02 mm midiendo de forma longitudinal en cada extremo de las heridas hasta su cierre completo.

4.4.2 Granulación (cm2)

Para el cálculo del área de cicatrización se tomará desde el día 3 días hasta su “cierre completo” y se empleó la fórmula matemática:

$$A2= L(\text{largo de la herida}) \times A(\text{ancho de la herida})$$

4.4.3 Epitelización clasificada por color

Nivel	Color predominante	Descripción del tejido
1	Rojo intenso/granate	Tejido granulación predominante
2	Rojo claro/rosado	Inicio de epitelización visible
3	Rosa pálido/perlado	Epitelización avanzada
4	Rosa claro uniforme	Casi completamente epitelizada
5	Color piel/blanco perlado	Epitelización completa

4.5. Análisis de datos

Para el procesamiento de los datos se implementó un enfoque multimodal que integra un análisis de supervivencia con curvas Kaplan-Meier y modelos de Cox para cuantificar el tiempo hasta cicatrización completa, reportando Hazard Ratios (HR) e intervalos de confianza 95%, se usaron modelos mixtos ordinales para evaluar la progresión epitelial diaria, calculando Odds Ratios (OR) ajustados por efectos aleatorios ; y ANOVA con pruebas de Tukey al 5% para comparar indicadores morfológicos (granulación y tamaño de herida) en el día 7).

Modelo usado en el ensayo

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + (T\beta)_{ij} + A_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk}: Variable respuesta evaluada para el k-ésimo animal del i-ésimo tratamiento en el j-ésimo tiempo de evaluación.

μ: Media general del experimento.

T_i: Efecto fijo del i-ésimo tratamiento (i = 1, 2, 3, 4):

β_j : Efecto fijo del j-ésimo tiempo de evaluación (días post-cirugía).
($T\beta$) $_{ij}$: Efecto de interacción entre el i-ésimo tratamiento y j-ésimo tiempo.
 A_k : Efecto aleatorio del k-ésimo animal, asumido
 ϵ_{ijk} : Error experimental aleatorio, asumido

4.6. Análisis Económico

Se realizó un análisis de presupuestos parciales para evaluar la viabilidad económica de los tratamientos, considerando costos de implementación, ahorro generado y beneficio neto marginal, siguiendo la metodología propuesta por Pérez (1993).

Los presupuestos parciales para cada tratamiento se basaron en eficiencia generada por cada tratamiento según sus odd ratio. En general se consideran cuatro partidas básicas que se clasifican en:

1. Nuevas entradas: Costo reducido (del rubro que se piensa sustituir).
2. Nuevo Ingreso (del rubro que se piensa introducir).
3. Nuevas salidas
 - Nuevo costo (del rubro que se piensa introducir)
 - Ingreso reducido (del rubro que se piensa sustituir)

La diferencia entre la sumatoria de A+B y la sumatoria de C+D, indica si el cambio propuesto genera utilidad o bien no se justifica el cambio.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Largo de la herida

En la figura 1 se muestra el largo de la herida en el tiempo postoperatorio donde se encontró diferencia significativa ($p>0.05$) para Moringa+Plasma con respecto a los demás tratamientos; Moringa y Comercial no tuvieron diferencias significativas ($p<0.05$) mientras que el tratamiento con Plasma ($p=0.05$) fue similar con respecto a los demás tratamientos.

Zanzov *et al*; (2025) menciona que el plasma al ser un concentrado autólogo de plaquetas el cual se activa al entrar en contacto con una herida o tejido dañado libera sus gránulos alfa los cuales almacenan factores de crecimiento, fibrinógeno, y angiogénesis modulando la inflamación promoviendo así reparación tisular donde se libera factores PDGF Y TGF- β lo que promueve la formación del tejido nuevo, así mismo, este autor menciona que la reducción de las heridas puede llegar a disminuirse hasta en un 30% a los 12 días postoperatorio con aplicaciones tópicas de PRP, lo que refuerza nuestros resultados, por otro lado, estos resultados sugieren que la combinación supera a cada componente por separado.

Mayorga Vidal, (2025) ha encontrado un efecto favorable del uso de PRP en el proceso de cicatrización postquirúrgica en felinos domésticos (*Felis catus*) sometidos a ovario histerectomía (OVH) donde los animales tratados presentaron una evolución térmica diferencial en la herida (0.5°C), así como una posible activación de la respuesta inmunitaria inducida por el tratamiento aplicado; el mismo autor menciona que la aplicación de esta terapia no solo optimiza el tiempo y la calidad del proceso de cicatrización, sino que también disminuye el riesgo de complicaciones postoperatorias, con efectos positivos directos sobre el bienestar animal.

El PRP solo o combinado con otros activadores celulares, como son el cloruro de calcio y/o la trombina, sobre el proceso de cicatrización de la piel en conejos con heridas inducidas artificialmente indicaron que no existe diferencia estadística ($P< 0, 05$), no obstante, todos ellos demostraron un avance efectivo en el proceso de cicatrización en la piel de los conejos, al

demostrar un claro indicio de aceleración de los procesos de vascularización y la abundancia y proliferación de los fibroblastos desde el día 7.

Diversos estudios han utilizados diferentes formas de marango en la administración para la cicatrización de heridas abiertas (Mohammad *et.al*; 2022); esta planta presenta elementos fitoquímicos y compuestos polares, tales como fenoles, taninos, flavonoides y otros metabolitos secundarios presentes en *M. oleífera* que han sido reportados como principios antimicrobianos que presentan actividad antimicrobiana al inhibir la formación de la pared celular y la síntesis de ADN o ARN, lo que impide el crecimiento bacteriano; Dicho efecto se atribuye a la inhibición de enzimas por parte de compuestos oxidados, posiblemente mediante reacciones con grupos sulfhidrilo o a través de interacciones no específicas con proteínas (Lago Abascal *et al.*, 2022).

En un estudio realizado por Sivaranjani (2016) utilizando gel tópico de Moringa encontró que el cierre de la herida fue más rápido ($92,36 \pm 0,5\%$) en comparación con el control ($75,23 \pm 0,58\%$) y el fármaco estándar ($83,55 \pm 0,57\%$) el día 12 después de la herida. ($p < 0,05$).

Así mismo, Rathi, S *et.al* (2006) en un estudio usando extracto acuoso de *M. Oleífera* encontró que el efecto cicatrizante podría deberse al alto contenido de zinc mostrando que el presenta una actividad cicatrizante significativa en heridas por escisión, incisión resuturada y espacios muertos; con una reducción en tiempo para el cierre de la herida en 3.5 ± 0.34 días con el uso del extracto acuoso de moringa por otro lado, estudios histopatológicos revelaron un aumento del tejido de granulación y un tejido fibrocolágeno bien formado en el grupo tratado con extracto acuoso de moringa, en comparación con el grupo control ($p > 0.05$).

La reducción progresiva del largo de herida en el estudio indica un proceso de cicatrización efectiva, posiblemente incidido por medidas de asepsia, aplicación de los tratamientos PRP, EMO, PRP+EMO dos veces al día, ambiente, condición corporal, alimentación. Peña-Jiménez, F. *et al.* (2017) comparo la eficacia de aceites ozonizados en la cicatrización de heridas cutáneas en bovinos de engorda, en el cual los bovinos tratados tuvieron una menor producción de costra, las heridas estaban humectas y con escasa retracción de la epidermis respecto al grupo control, el autor hace mención sobre que el análisis estadístico mostró diferencias significativas entre

los tratamientos aplicados, siendo el grupo con terapia combinada el que presentó menor longitud de herida al día 7.

La combinación entre moringa más plasma resulto ser un prometedor agente coadyuvante en la cicatrización de heridas, mostrando evidencias de su capacidad para acelerar la contracción de heridas y promover la regeneración celular gracias a su composición de antioxidantes, antimicrobiano, agente estimulante entre otros, lo que la sinergia se evidencia en los resultados de esta investigación.

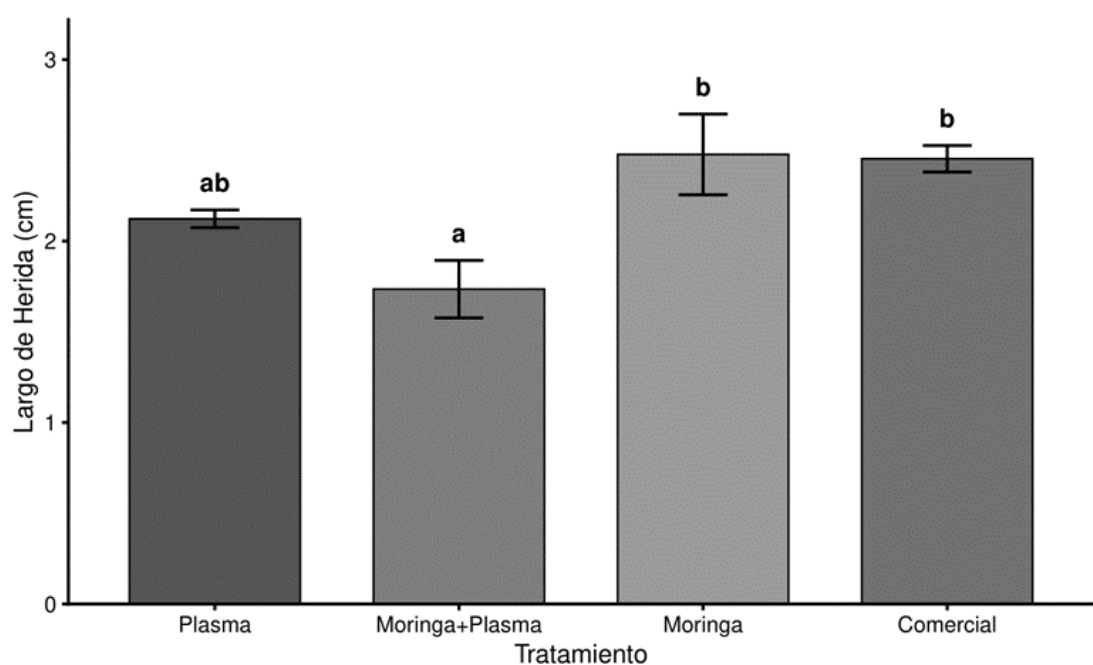


Figura 1. Largo de la herida escrotal (cm) tratados con diferentes cicatrizantes biológicos vs comercial (Violeta de genciana) en novillos Reyna (n=16)

5.2 Granulación de la herida

La granulación es un tipo de tejido conectivo que se forma en la fase proliferativa en el cual implica la coordinación de varios tipos de células incluyendo fibroblasto células endoteliales ayudan a la formación de nuevos vasos sanguíneos a través de la angiogénesis y macrófagos los cuales eliminan las células y tejidos dañados liberando factores de crecimiento que promueven la formación de tejido de granulación. Clínica Universidad de Navarra (2023). En algunas

ocasiones puede presentarse ausencia o mínima formación del tejido conectivo (granulación) en la cicatrización de heridas por segunda intención lo cual no siempre indica un problema, sin embargo, puede reflejar un cierre rápido y formación del tejido nuevo por epitelización directa, condiciones locales o intervención terapéutica.

La figura 2 refleja que el tratamiento con plasma evidencia el índice más alto de granulación, seguido por moringa+plasma y moringa que presentan valores intermedios por otro lado el tratamiento comercial muestra un índice más bajo de granulación; Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los tratamientos, por lo que no se puede afirmar con certeza que un tratamiento sea superior a otro en esta etapa del proceso de cicatrización. Esto puede deberse a dos razones la variabilidad biológica entre animales o a la cantidad evaluados por tratamiento. Según Peña-Jiménez *et.al* (2017) menciona que la respuesta cicatrizante varía entre individuos lo que puede atribuirse a factores biológicos del animal.

El plasma al presentar el valor más alto refleja la mayor capacidad de formación de tejido nuevo en los animales por ende expresa una eficacia superior en la estimulación de cicatrización en comparación del tratamiento moringa-plasma y moringa al mostrar una reacción moderada. Los resultados obtenidos de este estudio coinciden con los hallazgos de López Barrera (2024) quien a pesar de emplear tratamientos distintos, compara la actividad cicatrizante de las semillas de *azadirachta indica* y *Moringa oleífera* en heridas cutáneas en ratas wistar donde ambos tratamientos mostraron evolución favorable sin diferencias significativas en la formación de tejido de granulación; por otro lado, el tratamiento comercial por tener el índice más bajo confirma su respuesta menos efectiva en términos de formación de tejido nuevo.

Según Wounds International (2020), el uso de plasma rico en plaquetas ha mostrado beneficios en la cicatrización de heridas crónicas frente a los cuidados estándar, reduciendo considerablemente el tiempo de cicatrización y acelerando considerablemente el tiempo de reducción de tamaño de herida. Mientras que Manhas & Malairaman (2024) realizaron una investigación exhaustivamente de los efectos del extracto hidroalcohólico de corteza de *M. oleífera* sobre diferentes parámetros que influyen en la cicatrización de heridas diabéticas lo que resultó en una tasa de cierre de la herida del 46,3%.

Donde exhibió una actividad antibacteriana significativa contra especies de bacterias patógenas, redujo eficazmente la hemólisis de los glóbulos rojos inducida por calor, con un efecto antiinflamatorio del 73% demostrando mejores resultados en el tratamiento de heridas diabéticas en ratas Wistar y en la regeneración de aletas en peces cebra en comparación con la crema de caléndula; mostrando que el extracto hidroalcohólico de *Moringa oleifera* mejora parámetros de cicatrización en modelos experimentales de úlceras diabéticas, incluyendo proliferación de fibroblastos y cierre de heridas.

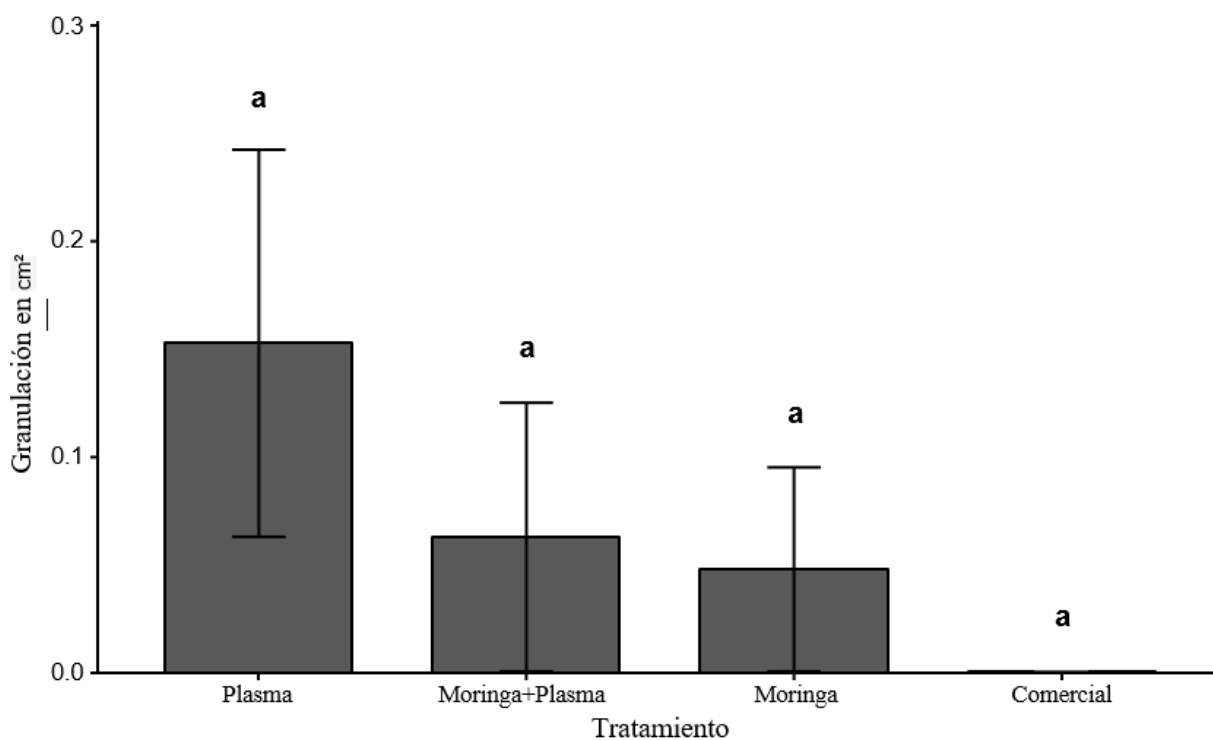


Figura 2. Granulación en cm² en novillos Reyna tratados con diferentes cicatrizantes biológicos vs comercial (n=16)

5.3 Epitelización de la herida

La epitelización es la fase final de la cicatrización donde las células epiteliales principalmente queratinocitos migran y proliferan desde los bordes de una herida para cubrir su superficie estimulados por factores de crecimiento, una vez que las células epiteliales se encuentran en el

centro de la herida, dejan de dividirse y migrar, completando la cobertura, restaurando y reparando la barrera cutánea, creando una capa rosada o blanca sobre el tejido de granulación.

El cuadro 1 y 2 muestran la tendencia de epitelización postcirugía donde *Moringa*+PRP y *Moringa* alcanzan mayores proporciones de epitelización completa antes de los días 16–17, seguidos de PRP y violeta de genciana. Esto se le atribuye a que la moringa acelera la angiogénesis al poseer propiedades antisépticas evitando así una menor acumulación de bacterias, antiinflamatorias de igual manera tiene efecto antimicrobiano previniendo bacterias, reduce estrés oxidativo que podrían ralentizar el proceso de la cicatrización, creando entre si una sinergia significativa a nivel de los tejidos, favoreciendo la epitelización.

La epitelización es un proceso clave en la cicatrización de heridas que implica la migración, proliferación y diferenciación de queratinocitos para restablecer la integridad de la barrera cutánea. El plasma rico en plaquetas (PRP) ha demostrado acelerar este proceso debido a la liberación de múltiples factores de crecimiento almacenados en los gránulos alfa plaquetarios. Entre los más relevantes se encuentran el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), el factor de crecimiento transformante beta (TGF- β), el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), el factor de crecimiento epidérmico (EGF) y el factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1), los cuales estimulan la proliferación celular, la angiogénesis y la síntesis de matriz extracelular, creando un microambiente favorable para la regeneración tisular (Marx, 2004).

Estudios experimentales han demostrado que la aplicación de PRP incrementa significativamente la migración y proliferación de células epidérmicas, promoviendo una re-epitelización más rápida en comparación con la cicatrización convencional (Xu, P et al., 2020). Por lo tanto, el PRP actúa como un modulador biológico que optimiza las distintas fases del proceso reparativo, especialmente la formación de nuevo epitelio.

Se ha demostrado el efecto de los fito componentes del género *Moringa* en la curación de heridas (Rani *et.al.*,2018), y como ciertas partes como las nano fibras de las hojas de la *Moringa* poseen ciertas actividades antimicrobianas (Fayemi *et.al.*, 2018) y como compuestos por goma de *Moringa* y un hidrogel de poliacrilamida favorecen la recuperación de lesiones gracias a sus

propiedades antioxidantes, su capacidad para absorber fluidos y su adherencia a las mucosas (Singh y Sharma 2021).

La calidad del PRP, según Lei *et al.*, (2009), está estrechamente relacionada con el tipo de anticoagulante usado, quienes recomiendan ácido citrato dextrosa (ACD) y citrato-teofilina-adenosina-dipiramidol (CTAD) por encima de la heparina sódica (HS) y citrato de sodio (SC).

Mientras que Segarra *et al.*, (2022, p. 3) indica que el PRP solo o combinado con otros activadores celulares, como son el cloruro de calcio y/o la trombina, sobre el proceso de cicatrización de la piel en conejos con heridas inducidas artificialmente relatan que el activado con trombina mostró una mayor velocidad de revitalización y formación de tejido de granulación en comparación con el PRP solo y el activado con cloruro de calcio. Lo cual se llega a la conclusión que el PRP solo o con otro aditivo siempre se obtiene excelentes resultados en el proceso de cicatrización.

Según Xu *et al.*, (2020) señalan que existen dos maneras de realizar el PRP, describiendo una centrifugación simple y una centrifugación doble, comentan que la diferencia entre ellas es la cantidad de plaquetas que se obtiene en cada preparación, ya que en la centrifugación simple se obtiene un plasma con menor cantidad de leucocitos, pero también una menor cantidad de plaquetas comparadas con el protocolo de doble centrifugación.

Según Reyes y Echeverry (2024) en su estudio observaron una mayor dispersión de los valores en bovinos en comparación con otras especies, lo que sugiere una mayor variabilidad en las concentraciones plaquetarias dentro de esta especie. Esta variabilidad puede deberse a diferentes factores, como la variabilidad individual de los animales (como se menciona a Gutiérrez *et al.*, 2017). En este estudio experimental se empleó una centrifugación simple a 2500 revoluciones por minutos (RPM) durante 10 minutos el cual ha demostrado ser eficaz en la separación de los componentes sanguíneos sin inducir la activación prematura de las plaquetas. Esta técnica nos permite obtener plasma de buena calidad sin comprometer la integridad celular.

Mientras que de forma comercial la violeta de genciana ha sido utilizada tradicionalmente como antiséptico tópico por sus propiedades antimicrobianas para favorecer la cicatrización de heridas. (Martínez Pizarro, et al 2020, p 3) en su estudio evaluaron la eficacia de un apósito antibacteriano que contenía violeta de genciana y azul de metileno, demostró una reducción significativa del 42.5 % del área de la herida y del tejido desvitalizado, favoreciendo el proceso de cicatrización de úlceras crónicas.

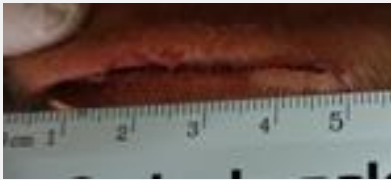














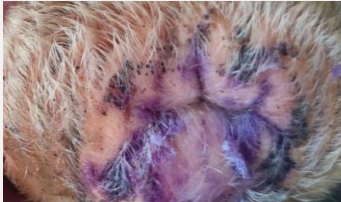
Por otro lado, Cornejo López (2022) señala que la frecuencia de las limpiezas diarias de las heridas constituye un factor determinante en la elección del tratamiento, recomendándose generalmente realizar dos limpiezas al día, el autor refleja que tanto la frecuencia como la duración de dichas limpiezas pueden variar en función del tratamiento seleccionado en el presente estudio, se optó por realizar limpiezas al día utilizando solución salina, gasas estériles y guantes. Esta decisión se basó en las condiciones del entorno, el cual era en un corral abierto y salían a pastoreo esta situación favorecía la acumulación de bacterias, la disposición de huevos de moscas y la presencia de cerumen, factores que podían incrementar el riesgo de infecciones de heridas.

Reyes & Echeverry (2024) menciona que existen protocolos bastante heterogéneos para la obtención de plasma rico en plaquetas, con variaciones en el tiempo y velocidad de centrifugado, tipo de anticoagulante utilizado y la cantidad de plaquetas presentes en la sangre entera del animal antes de ser procesada. Estos preparados autólogos se han convertido en un procedimiento de uso común en Medicina Veterinaria. La concentración final de plaquetas depende de factores tales como el método de extracción sanguínea, velocidad y tiempo de centrifugación y del uso de anticoagulantes.

Cuadro 1. Aspectos macroscópicos presentados por los diferentes grupos tratados durante el experimento de lesiones incisional.

Tratamiento	Día 0-5	Día 5-9	Día 9-14
PRP	Inflamación de la herida en el día 1, formación granulación a partir del día 2-3	Heridas limpias en el día 8-9, con pocos residuos de granulación, no se evidencian secreciones, ni indicios de infección	Heridas limpias, sin secreciones epitelización casi completa en el día 10, llegando a cicatrización completa.
PRP+EMO	Inflamación de la herida en el día 1, se evidencia granulación fibrocitaria leve en el día 3, comienza a evidenciarse un cierre parcial de heridas en el día 5	Mayor cierre de herida, sin evidencia de granulación, inicio de epitelización de características rosas,	Heridas limpias sin secreciones, epitelización casi completa en el día 8, llegando a la etapa de cicatrización completa
EMO	Inflamación de herida en el día 1, se evidencia granulación a partir del día 3-4	Heridas limpias casi en su totalidad, casi no hay evidencia de granulación, muy poca evidencia de costra al día 9	Heridas limpias, sin indicios de secreciones, epitelización casi completa entre el día 10-11
COMERCIAL	Inflamación de herida en el día 1-2 se evidencian secreciones de origen inflamatorio sin evidencia de infección	Heridas parcialmente limpias, se evidencian secreciones sin características infecciosas en el día 8, aun con granulación	Heridas limpias, sin evidencia de secreciones, epitelización casi completa en el día 12-13

Cuadro 2. Evaluación macroscópica de los grupos tratados en el intervalo de 14 días

Grupos	Día 0	Día 5	Día 9	Día 14
PRP				
PRP+EMO				
EMO				
COMERCIAL				

5.4 Eficacias comparativas entre los tratamientos cicatrizantes

En el cuadro 3 se muestra el tiempo hasta cicatrización completa donde el análisis de supervivencia reveló diferencias significativas en la velocidad de cicatrización entre tratamientos (log-rank: $\chi^2 = 78.3$, $p < 0.001$). La combinación Moringa+ Plasma demostró la mayor eficacia, con un tiempo mediano de curación de 8.3 días (IC 95%: 7.8-9.0), significativamente menor que el tratamiento comercial (14.3 días con una reducción del 41.9%, ($p < 0.001$)). El plasma solo mostró un tiempo mediano de 9.1 días (IC 95%: 8.5-10.2), siendo 36.4% más rápido que el comercial ($p < 0.001$). La Moringa sola (12.5 días; IC 95%: 11.2-14.1) no difirió estadísticamente del control comercial (HR [Hazard Ratio] = 1.42; $p = 0.087$), evidenciando que su efecto sinérgico con Plasma es crucial para la eficacia clínica.

Mientras que la probabilidad de mejora en epitelización en el modelo ordinal identificó diferencias sustanciales en la progresión epitelial. Comparado con el tratamiento violeta degenciana (OR = 1.00), *Moringa* más Plasma triplicó la probabilidad de alcanzar estados avanzados de epitelización (OR = 3.51; IC 95%: 2.35-5.24; $p < 0.001$), mientras que Plasma mostró un OR = 2.85 (IC 95%: 1.92-4.22; $p < 0.001$). La *Moringa* sola presentó una ventaja no significativa (OR = 1.42; IC 95%: 0.95-2.12; $p = 0.087$), indicando que su efectividad depende de la sinergia con componentes plasmáticos. Estos hallazgos sugieren que la combinación optimiza los mecanismos moleculares de migración y diferenciación de queratinocitos, acelerando la cobertura epitelial. Esto a su vez demuestra en el índice de granulación (Día 7) diferencias significativas en la formación de tejido granular (ANOVA: $F(3,220) = 24.7$; $p < 0.001$). El grupo Moringa más Plasma mostró el mayor índice (0.82 ± 0.03), significativamente superior a Plasma solo (0.68 ± 0.02 ; grupo; $p < 0.01$). Ambos tratamientos activos superaron a *Moringa* (0.41 ± 0.02) y violeta de genciana (0.39 ± 0.03 ; $p > 0.05$).

El análisis del diámetro de herida al día 7 mostró reducciones diferenciales significativas ($F(3,220) = 19.3$; $p < 0.001$). Moringa más Plasma logró la mayor contracción (1.24 ± 0.11 cm), seguido de Plasma (1.87 ± 0.14 cm). Moringa (3.02 ± 0.18 cm) y violeta de genciana (3.15 ± 0.21 cm) mostraron los menores avances, sin diferencia entre ellos ($p = 0.24$). Estos resultados correlacionan con la actividad fibroblástica y contracción miofibroblástica, procesos acelerados

por la combinación de factores de crecimiento plasmáticos y moduladores inflamatorios de Moringa. Con respecto a la proporción de cicatrización completa (Día 14) a las 2 semanas, la tasa de epitelización completa varió significativamente entre grupos ($\chi^2 = 9.8$; $p = 0.020$). Moringa más Plasma alcanzó el 80.4% de cicatrizaciones completas (45/56 superando a Plasma (75.0%; 42/56), *Moringa* (67.9%; 38/56) y violeta de genciana (57.1%; 32/56).

Estos resultados confirman que la combinación bioactiva acelera los procesos regenerativos tisulares indicando que los componentes plasmáticos estimulan la angiogénesis y deposición de matriz extracelular, efectos potenciados por los bioactivos de Moringa (Rani *et.al*; 2018; Fayemi *et.al*; 2018, Singh, B., y Sharma, V. (2021); esta gradiente refleja la capacidad de los tratamientos combinados para sincronizar las fases proliferativa y remodeladora del proceso cicatricial, reduciendo el tiempo de cierre tisular.

Cuadro 3. Eficacia comparativa de tratamientos en cicatrización de heridas, tiempo hasta curación completa, odds ratios de epitelización, e indicadores tempranos (día 7).

Tratamiento	Tiempo mediano hasta curación completa (días) [IC 95%]	Odds Ratio vs Comercial [IC 95%]	Proporción curación día 14 (%)	Granulación día 7	Significancia vs violeta genciana
Moringa+Plasma	8.3 [7.8 - 9.0]	3.51 [2.35 - 5.24]	80.4	0.82±0.03	$p < 0.001$
Plasma	9.1 [8.5 - 10.2]	2.85 [1.92 - 4.22]	75.0	0.68±0.02	$p < 0.001$
Moringa	12.5 [11.2 - 14.1]	1.42 [0.95 - 2.12]	67.9	0.41±0.02	$p = 0.087$
Violeta genciana	14.3 [13.5 - 16.0]	1.00	57.1	0.39±0.03	-

IC = Intervalo de Confianza; OR = Odds Ratio

5.5 Análisis económico

El análisis de presupuesto parcial (Tabla 2) revela una reducción drástica en los costos operativos mediante la sustitución del tratamiento comercial por las alternativas biológicas evaluadas. Mientras que el protocolo convencional representa un egreso de C\$ 1,560.00, las opciones experimentales permitieron generar beneficios netos marginales que oscilan entre C\$ 1,235.00 y C\$ 1,475.00 por unidad de análisis. Es imperativo destacar que, incluso el tratamiento con mayor inversión en insumos entre las alternativas (T2: Plasma + Moringa, C\$ 325.00), resulta ser un 79% más económico que el testigo comercial, demostrando que la implementación de biotecnologías locales no solo es técnicamente viable, sino financieramente superior para la producción bovina.

Cuadro 4. Análisis de presupuesto parcial y parámetros de eficacia clínica de los tratamientos.

Tratamiento	Costo Total (C\$)	Ahorro vs. Comercial (C\$)	Eficacia Biológica	Odds Ratio (IC 95%)	Beneficio Neto Marginal (C\$)
Plasma (PRP)	288.00	1,272.00	30%	2.8 [1.9-4.1]	1,272.00
Plasma + Moringa	325.00	1,235.00	40%	3.5[2.3-5.3]	1,235.00
Moringa Violeta genciana	85.00	1,475.00	Inconsistente	1.4[0.9-2.1]	1,475.00
Violeta genciana	1,560.00	0.00	Referencia	1.0	0.00

Al integrar los indicadores de eficacia clínica con el desempeño financiero, el tratamiento PRP+EMO(T2) se posiciona como la opción de mayor rentabilidad marginal y menor riesgo. Aunque la Moringa sola (T3) ofrece nominalmente el mayor ahorro en insumos, su inconsistencia biológica (OR 1.4; IC 95%: 0.9-2.1) representa un riesgo de pérdida económica latente ante posibles fallos terapéuticos o reinfecciones. Por el contrario, la combinación de Plasma y Moringa (T2) no solo asegura un beneficio neto marginal sustancial, sino que maximiza la eficiencia operativa al presentar un Odds Ratio de 3.5 y una reducción del 40% en el tiempo de cuidados.

VI. CONCLUSIONES

El tratamiento (Plasma + Moringa) demostró la mayor eficiencia biológica, reduciendo en un 40% el tiempo requerido para alcanzar la epitelización total en comparación con el tratamiento violeta de genciana. Por su parte, el Plasma solo mostró una velocidad de cierre 30% superior al estándar comercial, consolidándose como la segunda opción más rápida.

La cicatrización presentó una progresión superior en los grupos tratados con biotecnología. El T2 alcanzó un Odds Ratio de 3.5, lo que representa una probabilidad de éxito clínico 250% mayor que el tratamiento violeta de genciana. El T1 mostró un OR de 2.8 (180% más efectivo), mientras que el uso de Moringa sola no presentó diferencias significativas (OR = 1.4) en la calidad epitelial diaria frente al testigo.

A los 7 días post-tratamiento, los indicadores de granulación y contracción de heridas fueron significativamente mayores en el T2 y T1. Estos tratamientos promovieron una fase proliferativa más temprana, logrando una mayor reducción del área de la herida en la primera semana, a diferencia del T3 y el tratamiento violeta de genciana, que mostraron una respuesta regenerativa inicial más lenta e inconsistente.

El T2 es la opción con mejor relación costo-beneficio, generando un beneficio neto marginal de C\$ 1,235.00 y garantizando la mayor eficacia clínica. Aunque el T3 genera el ahorro nominal más alto (C\$ 1,475.00), su falta de significancia biológica lo convierte en una opción de riesgo, mientras que el tratamiento comercial resultó ser el menos eficiente con un costo operativo de C\$ 1,560.00, superando en un 79% el costo del tratamiento Plasma + Moringa.

VII. LITERATURA CITADA

- Abd-Rani, N. Z., Husain, K., y Kumolosasi, E. (2018). Moringa Genus: A Review of Phytochemistry and Pharmacology. *Frontiers in Pharmacology*, 9, 108. <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00108>
- Agamou, J. A. A., Fombang, E. N., y Mbofung, C. M. F. (2015). Particular benefits can be attributed to Moringa oleifera Lam leaves based on origin and stage of maturity. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 3(6), 541–555. [https://doi.org/10.18006/2015.3\(6\).541.555](https://doi.org/10.18006/2015.3(6).541.555)
- American College of Surgeons. (2023). Surgical wound classification. American College of Surgeons. Recuperado de <https://www.facs.org>
- American Veterinary Medical Association. (2020). Journal of the American Veterinary Medical Association, 257(9), 155. AVMA. Recuperado de <https://avmajournals.avma.org>
- Armijos Aguilar, F. P. (2022). Efecto del plasma rico en factores de crecimiento para procesos de cicatrización de heridas aplicado a pacientes sometidos quirúrgicamente [Trabajo de titulación, Universidad Agraria del Ecuador]. CIA – Universidad Agraria del Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARMIJOS%20AGUILAR%20FERNANDO%20AUL.pdf>
- Bio-Teach. (2024, mayo 28). Tratamientos PRP en medicina veterinaria: un vistazo a su efectividad. Bio-Teach. <https://bio-teach.com/kitsprp/tratamientos-prp-en-medicina-veterinaria-un-vistazo-a-su-efectividad/>
- Cai, L., Chen, J., Yuan, Q., Zhuang, W., Wang, G., Xu, X., Yao, Y., y Hu, W. (2025). Recent advances in platelet-rich plasma therapy for osteoarthritis: mechanisms and clinical efficacy. *Journal of Materials Chemistry B*, 13, 9001-9022. <https://doi.org/10.1039/D5TB00394F>
- Cevallos Duarte, H. (1990). Efecto del método tisuloterapéutico en la cicatrización de heridas quirúrgicas del ganado bovino. Universidad Nacional Autónoma de México. 0142363.pdf <https://share.google/4qmghDtWI4jFKLMWz>
- Chiş, A., Noubissi, P. A., Pop, O.-L., Mureşan, C. I., Fokam Tagne, M. A., Kamgang, R., Fodor, A., Sitar-Tăut, A.-V., Cozma, A., Orăşan, O. H., Hegheş, S. C., Vulturar, R., y Suharoschi, R. (2024). Bioactive compounds in Moringa oleifera: Mechanisms of action, focus on their anti-inflammatory properties. *Plants*, 13(1), 20. <https://doi.org/10.3390/plants13010020>
- Clínica Universidad de Navarra. (2023). Tejido de granulación. Diccionario Médico CUN. <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/tejido-de-granulacion>

- Club Ganadero. (s.f.). Manejo de heridas en bovinos: principios básicos y posibles complicaciones. Recuperado el 21 de agosto de 2025, de <https://www.clubganadero.com/manejo-de-heridas/>
- Cornejo López, J. L. (2022). Criterios para la evaluación, tratamiento e inhibición de la carga bacteriana en una herida infectada en felis catus. (P 18). <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/40640>
- Cuadros-Corredor, Y. L., Siabato-Moreno, J. C., y Roque-Rodríguez, A. (2021). Uso de los factores de crecimiento presentes en el plasma rico en plaquetas como un tratamiento alternativo de lesiones músculo esqueléticas en animales. *Orinoquia*, 25(1), 47–64. <https://doi.org/10.22579/20112629.655>
- Dorado Martinez, C. (2020). Etnofarmacología, riqueza terapéutica de México para el desarrollo social sostenible [Ethnopharmacology, Mexico's therapeutic prolificacy for the sustainable social development]: Etnopharmacology, Mexico's therapeutic prolificacy. *Ecociencia International Journal*, 2(3), 54–66. <https://doi.org/10.35766/je20236>
- Facultad de Veterinaria, Universidad de Buenos Aires. (s.f.). *Manejo de las heridas*. <http://dpd.fvet.uba.ar/cartelera/00018320.pdf>
- Fayemi, O. E., Ekennia, A. C., Katata-Seru, L., Ebokaiwe, A. P., Ijomone, O. M., Onwudiwe, D. C., y Ebenso, E. E. (2018). Antimicrobial and wound healing properties of polyacrylonitrile–Moringa extract nanofibers. *ACS Omega*, 3(5), 4791–4797. <https://doi.org/10.1021/acsomega.7b01981>
- Fokou, J. B. H., Nyarko, A. K., Appiah-Opong, R., Tchokouaha, L. R. Y., Yamthe, L. R. T., Ngadjui, B. T., y Boyom, F. F. (2015). Ethnopharmacological reports on anti-mycobacterial activity of Moringa oleifera leaves extract. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 15, 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12906-015-0618-0>
- García Escobar, I. R. (2009). Evaluación clínica e histológica de heridas que cicatrizan por segunda intención en perros, al tratarlas con chichipin (*Hamelia patens* Jacq.) [Tesis de Médica Veterinaria, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Universidad de San Carlos de Guatemala. http://biblioteca.edu.gt/tesis/10/10_1190.pdf
- García, R., Pérez, M., y Gómez, L. (2018). Protocolo de extracción de plasma y concentración de plaquetas en bovinos. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5682892/>
- Ghosh, S., y Gaba, A. (2013). Moringa oleifera: A natural wound healing agent rich in flavonoids. *BioMed Research International*, 2013, Article ID 974580, 10 pages. <https://doi.org/10.1155/2013/974580>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2025). Informe anual sobre la actividad sísmica en Nicaragua [Informe]. <https://www.ineter.gob.ni/>

- Junqueira, L. C., y Carneiro, J. (2019). *Histología básica* (13ª ed.). McGraw-Hill. <https://www.mheducation.com>
- Lago Abascal, V., Echemendía Arana, O., Gonzales García, K. L., Hernández Rivero, Y., Valdés Iglesias, O., Gutiérrez Cuesta, R., Almora Hernández, E., Monteagudo Borges, R., y Bolaños Queral, G. (2022). *Determinación de polifenoles totales, flavonoides y evaluación antimicrobiana en tres ecotipos de Moringa oleifera cultivadas en Cuba*. *Revista Productos Naturales*, 5(2), 6919. <https://doi.org/10.3407/rpn.v5i2.6919>
- Lámping, M., y García, T. (1996). *Anatomía y fisiología de los animales domésticos [Manual para estudiantes de Ciencias Agropecuarias en la educación superior]*. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/2806/1/nl40l238.pdf>
- Lei, H., Gui, L., y Xiao, R. (2009). The effect of anticoagulants on the quality and biological efficacy of platelet-rich plasma. *Clinical Biochemistry*, 42(13–14), 1452–1460. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2009.06.012>
- Li, S., Xing, F., Yan, T., Zhang, S., y Chen, F. (2023). The efficiency and safety of platelet-rich plasma dressing in the treatment of chronic wounds: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Personalized Medicine*, 13(3), 430. <https://www.mdpi.com/2075-4426/13/3/430>
- López Barrera, A., Gómez, C., y Ríos, M. (2024). Comparación de actividad cicatrizante entre aceites de semillas de *Azadirachta indica* y *Moringa oleifera* en heridas cutáneas. *Health Leadership and Quality of Life*, 3(514), 22–30. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9956170>
- Lux, C. N. (2022). Wound healing in animals: A review of physiology and clinical evaluation. *Veterinary Dermatology*, 33(1), 91–e27. <https://doi.org/10.1111/vde.13032>
- Manhas, D., y Malairaman, U. (2024). Impact of *Moringa oleifera* hydro-alcoholic bark extract on diabetic wound healing: A topical approach. *International Journal of Lower Extremity Wounds*. Advance online publication. <https://share.google/sQupXCDvSFS9t59jQ>
- Martínez, J., Gómez, L., y Rodríguez, P. (2019). *Técnicas quirúrgicas en animales de producción*. Editorial AgroVet.
- Martínez-Pizarro, S., González, M., y Hernández, L. (2020). Antibacterial dressing with gentian violet and methylene blue in infected chronic ulcers. *Revista Abril*, (2020), 1–4. <https://www.medigraphic.com/pdfs/abril/abr-2020/abr20277d.pdf>
- Marx, R. E. (2004). Platelet-rich plasma: Evidence to support its use. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 62(4), 489–496. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2003.12.020>

- Mayorga Vidal, P. M. (2025). *Evaluación de plasma rico en plaquetas (PRP) en heridas postquirúrgicas (OVH) en felinos (Felis catus), para determinar los tiempos de cicatrización en clínica veterinaria Dávila, cantón Quito* (Tesis de grado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. <https://repositorio.utc.edu.ec/items/d5dfbd0a-3a29-4b8e-b6da-7d862010390e>
- Meznerics, F. A., Fehérvári, P., Dembrovszky, F., Kovács, K. D., Kemény, L. V., Csupor, D., Hegyi, P., y Bánvölgyi, A. (2022). Platelet-rich plasma in chronic wound management: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Journal of Clinical Medicine*, 11(24), 7532. <https://doi.org/10.3390/jcm11247532>
- Mohammad Shafie, N., Raja Shahrman Shah, R. N. I., Krishnan, P., Abdul Haleem, N., y Tan, T. Y. C. (2022). Scoping Review: Evaluation of *Moringa oleifera* (Lam.) for Potential Wound Healing in In Vivo Studies. *Molecules*, 27(17), 5541. <https://doi.org/10.3390/molecules27175541>
- Moreira, C. F., Cassini-Vieira, P., da Silva, M. F., y Barcelos, L. (2015). Skin Wound Healing Model—Excisional Wounding and Assessment of Lesion Area. *Bio-Protocol*, 5, e1661. <https://doi.org/10.21769/BioProtoc.1661>
- Morrillo, F. (2023). Cicatrización de la herida quirúrgica. Patología de la cicatriz, tratamiento y medios de prevención. *Simposio de enfermería: “Cuidados seguros para una cirugía segura”*, (34), p3. https://www.asacirujanos.com/documents/revista/pdf/2023/Cir_Andal_vol34_n3_12.pdf
- Moura, J., et al. (2017). Wound Healing Properties of Natural Products: Mechanisms of Action. *Molecules*, 22(5), 1–25. <https://doi.org/10.3390/molecules22050789>
- Muhammad, A. A., Pauzi, N. A. S., Arulselvan, P., Abas, F., y Fakurazi, S. (2013). In vitro wound healing potential and identification of bioactive compounds from *Moringa oleifera*. *BioMed Research International*, 2013, Article ID 974580, 10 pages. <https://doi.org/10.1155/2013/974580>
- Nobossé, P., Fombang, E. N., y Mbofung, C. M. F. (2018). Effects of age and extraction solvent on phytochemical content and antioxidant activity of fresh *Moringa oleifera* L. leaves. *Food Science & Nutrition*, 6(8), 2188–2198. <https://doi.org/10.1002/fsn3.783>
- Oliveira, R. de. (2019). Propiedades terapéuticas de *Moringa oleifera* Lam. en el tratamiento de la diabetes mellitus. *Research, Society and Development*, 9(7), e427097. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4270>
- Paikra, B. K., Dhongade, H. K. J., y Gidwani, B. (2017). Phytochemistry and Pharmacology of *Moringa oleifera* Lam. *Journal of Pharmacopuncture*, 20(3), 194–200. <https://doi.org/10.3831/KPI.2017.20.022>

- Peña-Jiménez, F., Rodríguez-González, J., y González-González, R. (2017). Utilización de aceites ozonizados para el tratamiento de heridas en bovinos de engorda. *Abanico Veterinario*, 7(2), 60–72. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322017000200060
- Pérez, R. 1993. Pautas básicas para el análisis financiero de proyecto agropecuario en inversión para pequeñas empresas rurales. Manual de capacitación para técnicos de campo. M.A.G (Ministerio de Agricultura y Ganadería) IICA, San José, CR. 292p
- Platelet-Rich Plasma in Chronic Wound Management: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. (s. f.). PMC. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9785167/>
- Portal veterinaria.(s.f.).*Efecto de la castración en terneros.* <https://portalveterinaria.com/rumiantes/articulos/7023/efecto-de-la-castracion-en-terneros.html>
- Ramos Román, G. M. (2021). Biotecnología del plasma rico en plaquetas (PRP) aplicada a la regeneración tisular humana (Trabajo Fin de Grado, Universidad de Zaragoza). <https://zaguan.unizar.es/record/108884/files/TAZ-TFG-2021-3067.pdf>
- Rani, N. Z. A., Husain, K., y Kumolosasi, E. (2018). Moringa genus: A review of phytochemistry and pharmacology. *Frontiers in Pharmacology*, 9, 108. <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00108>
- Rathi, B. S., Bodhankar, S. L., y Baheti, A. M. (2006). Evaluation of aqueous leaves extract of *Moringa oleifera* Linn for wound healing in albino rats. *Indian journal of experimental biology*, 44(11), 898. <https://share.google/JFE0mneBfXvK6t8TJ>
- Reyes Sánchez, N., y Mendieta Araica, B. (2017). *Guía para el establecimiento y cultivo del marango (Moringa oleifera)* (Guía Técnica No. 20). Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/3585/1/RENF01R457.pdf>
- Reyes, F. M., y Echeverry, D. B. (2024). Protocolos de elaboración de plasma rico en plaquetas en especies domésticas y silvestres: Revisión bibliográfica. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 35(5), 1–12. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172024000500001
- Salgado Canales, J. A., y Salgado Canales, M. D. (2017). *Germinación de la semilla de marango (Moringa oleifera Lam.) a diferentes edades y aplicación de tratamientos pre-germinativos* (Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/3455/1/tnk10s164g.pdf>

- Segarra-Martínez, J. A., Castillo-Hidalgo, E. P., y Rubio-Arias, P. G. (2022). Comparación del uso del plasma rico en plaquetas, solo o combinado, sobre el proceso de cicatrización en heridas quirúrgicas. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 32, 1–6. <https://doi.org/10.52973/refcv-e32170>
- Shah, A., Alam, M., y Bashir, S. (2021). Wound healing in animals: A review of physiology and clinical implications. *Veterinary World*, 14(11), 3054-3062. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34704298/>
- Singh, B., y Sharma, V. (2021). Designing moringa gum–sterculia gum–polyacrylamide hydrogel wound dressings for drug delivery applications. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 2, 100062. <https://doi.org/10.1016/j.carpta.2021.100062>
- Stohs, S. J., y Hartman, M. J. (2015). Review of the Safety and Efficacy of Moringa oleifera. *Phytotherapy Research*, 29(6), 796–804. <https://doi.org/10.1002/ptr.5325>
- The Efficiency and Safety of Platelet-Rich Plasma Dressing in the Treatment of Chronic Wounds: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. (s. f.). *Journal of Personalized Medicine*. <https://www.mdpi.com/2075-4426/13/3/430>
- WoundCareCenters.org. (2017). Surgical wounds. WoundCareCenters.org. <https://www.woundcarecenters.org/article/wound-types/surgical-wounds>
- Wounds International. (2020). International consensus on the use of platelet-rich plasma in wound management. Wounds International. <https://www.woundsinternational.com/resources/details/international-consensus-on-the-use-of-platelet-rich-plasma-in-wound-management>
- Xu, J., Gou, L., Zhang, P., Li, H., y Qiu, S. (2020). Platelet-rich plasma and regenerative dentistry. *Australian Dental Journal*, 65(2), 131–138. <https://doi.org/10.1111/adj.12754>
- Xu, P., Wu, Y., Zhou, L., Yang, Z., Zhang, X., Hu, X., y Wang, Y. (2020). Platelet-rich plasma accelerates skin wound healing by promoting re-epithelialization. *Burns & Trauma*, 8, tkaa028. <https://doi.org/10.1093/burnst/tkaa028>
- Yaneselli, K., Algorta, A., y Maisonnave, J. (2025). Casuística de medicina regenerativa veterinaria: uso de plasma rico en plaquetas (PRP) a nivel nacional. *Veterinaria (Montevideo)*, 61(223), 15–24. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-48092025000101501
- Zanzov, E., Anastasova, V., Ivanova, K., y Kiskinov, P. (2025). Platelet-Rich Plasma for Wound Healing in Diabetic Patients. *Medicina*, 61(9), 1535. <https://doi.org/10.3390/medicina61091535>

VIII. ANEXOS



Anexo 1: limpieza del área



Anexo 2: lavado de instrumentos



Anexo 3: Preparación de EMO



Anexo 4: Centrifugación para obtención PRP



Anexo 5: Obtención del EMO



Anexo 6: Separación del PRP



Anexo7: Combinación de tratamientos



Anexo 8: Procedimiento quirúrgico



Anexo 9: Aplicación de productos



Anexo 10: Medición de heridas

Anexo 11. Costos de los insumos utilizados para la producción de los cuatros tratamientos.

Tratamiento PRP			
Materiales	Cantidad (und)	Costo unidad	Total
Tubo citrato	20	C\$8	C\$160
atomizador	4	C\$12	C\$48
Jeringas 10 ml	8	C\$8	C\$64
Agujas 16 x 1G	8	C\$2	C\$16
Sub Total C\$288			
Tratamiento extracto de moringa oleífera			
Materiales	Cantidad (und)	Costo unidad	Total
Atomizador	4	C\$12	C\$48
Harina de M.O	1 (lb)	C\$37	C\$37
Agua destilada	1000 (ml)	0	0
Total C\$85			
Tratamiento PRP + Extracto moringa oleifera			
Materiales	Cantidad (und)	Costo unidad	Total
Tubo citrato	20	C\$8	C\$160
Atomizador	4	C\$12	C\$48
Jeringas 10 ml	8	C\$8	C\$64
Agujas 16x1G	8	C\$2	C\$16
Harina de M.O	1(lb)	C\$37	0
Agua destilada	1000(ml)	0	0
Total C\$325			
Tratamiento Comercial			
Materiales	Cantidad (Und)	Costo unidad	Total
Cidental	2	C\$780	C\$1560
Total C\$1560			
Gran Total: C\$2258			