

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



TESIS II

**Efecto de un gel a base de *Ipomoea batatas* Lam. “camote morado”
sobre heridas inducidas en *Mus musculus* Balb/c**

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

BACHILLER EN FARMACIA Y BIOQUÍMICA

AUTORA:

ORTIZ NORIEGA, Cristel Mayorlin

ASESORA:

Mg. SILVA CORREA, Carmen Rosa

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

A mis padres y hermanas, por ser el motor y el motivo que me impulsa a seguir adelante.

A todas las personas que aprecio y forman parte de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por estar siempre conmigo, ayudándome y dándome fuerza en cada paso que doy, sé que es por ti y por tu infinito amor que logro concluir este trabajo, gracias mi Dios, gracias por haberte hecho presente en mi vida y haberme concedido los regalos más hermosos: la vida, la salud y a las maravillosas personas que tengo junto a mí.

Gracias por las bendiciones que recibo de tu mano día a día.

Queridos padres, les agradezco desde lo más profundo de mi corazón su apoyo incondicional en todos los aspectos, sus consejos y enseñanzas que me han brindado a lo largo de mi vida, espero que este logro alcanzado sea también un fruto del esfuerzo que han hecho por mí.

A mis hermanas, por haber estado conmigo en los momentos decisivos en mi vida, por escucharme y brindarme su confianza en todo momento, gracias por haberme hecho partícipe de sus vidas.

A mi Asesora, Carmen Silva, por brindarme uno de sus tesoros más grandes, su tiempo, tiempo que dedicó en apoyarme y dirigirme en el desarrollo de esta investigación. Le agradezco también por sus enseñanzas y consejos compartidos que han contribuido en mi formación personal y profesional.

A todos mis profesores y demás trabajadores de mi alma mater, por sus enseñanzas, sus consejos y su trato amable y cordial que siempre me han brindado.

Al Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT) del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), por el financiamiento del Proyecto: Raíces y tubérculos andinos como alternativa para la regeneración tisular de heridas y quemaduras, con CP N° 8682-PE-BM-FONDECYT/CONCYTEC, Contrato N°115-2018-FONDECYT-BM-IADT-SE.

PRESENTACIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO

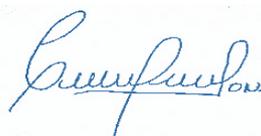
Dando cumplimiento a lo establecido por el reglamento de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de Trujillo, someto a vuestra consideración y elevado criterio profesional el presente informe de tesis II, titulado:

Efecto de un gel a base de *Ipomoea batatas* Lam. “camote morado” sobre heridas inducidas en *Mus musculus* Balb/c

Es propicia la oportunidad para manifestar mi más sincero reconocimiento a nuestra alma mater y a toda su plana docente, que con su capacidad y buena voluntad han contribuido en nuestra formación profesional.

Señores miembros del jurado someto a vuestra consideración la calificación del presente trabajo de investigación científica.

Trujillo, junio de 2021



ORTIZ NORIEGA, Cristel Mayorlin

JURADO DICTAMINADOR



Mg. VILLARREAL LA TORRE, Víctor Eduardo

(PRESIDENTE)



Mg. SILVA CORREA, Carmen Rosa

(MIEMBRO)



Mg. SOPAN BENAUTE, Carlos Naval

(MIEMBRO)

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar el efecto de un gel a base del extracto etanólico de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” sobre heridas inducidas en *Mus musculus* Balb/c. Para ello los animales de experimentación se dividieron aleatoriamente en 4 grupos experimentales de 5 especímenes cada uno. A los especímenes se le realizó previamente una herida incisional en el dorso, zona en la que se administraron los tratamientos. Al grupo I (grupo control negativo), no se le aplicó tratamiento; al grupo II, se le aplicó un gel base (formulación que no contiene el compuesto en estudio); al grupo III y IV se aplicó la formulación del gel a base de las cáscaras de las raíces de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” al 0,5 % y 1 % respectivamente. La aplicación de los tratamientos se realizaron 1 vez al día durante un período de 14 días, durante este periodo se realizaron controles fotográficos y se midieron longitudinalmente las lesiones dérmicas. Posteriormente, se realizó la eutanasia a los animales de experimentación y se tomaron muestras de piel para el estudio histopatológico. Al finalizar el estudio se evidenció la existencia de diferencia estadística significativa en la reducción de la longitud de las lesiones dérmicas entre los grupos experimentales ($p < 0.05$), los grupos que mostraron un mejor efecto fueron los grupos III y IV, estos resultados se correlacionaron con el estudio histopatológico y las observaciones a nivel macroscópico. Se concluyó que los geles a base del extracto etanólico de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” poseen efecto cicatrizante sobre heridas inducidas en *Mus musculus* Balb/c, obteniéndose el mayor efecto con el gel al 1 %.

Palabras claves: piel, cicatrización de herida, *Ipomoea batatas* Lam, camote morado.

ABSTRACT

The present work aims to evaluate the effect of a gel based on the ethanolic extract of *Ipomoea batatas* Lam "purple sweet potato" on wounds induced in *Mus musculus* Balb / c. For this, the experimental animals were randomly divided into 4 experimental groups of 5 specimens each, each of these specimens was previously made an incisional wound on the back, the area in which the treatments were administered. To group I (negative control group), no treatment was applied; to group II, a base gel was applied (formulation that does not contain the compound under study); to group III and IV the gel formulation based on the shells of the roots of *Ipomoea batatas* Lam "purple sweet potato" was applied at 0,5% and 1% respectively. The application of the treatments were carried out once a day during a period of 14 days, during this period photographic controls were carried out and the dermal lesions were measured longitudinally. Subsequently, the experimental animals were euthanized and skin samples were taken for histopathological study. At the end of the study, the existence of a significant statistical difference in the reduction of the length of the dermal lesions was evidenced between the experimental groups ($p < 0.05$), the groups that showed a better effect were groups III and IV, these results were correlated with histopathological study and observations at the macroscopic level. It was concluded that the gels based on the ethanolic extract of *Ipomoea batatas* Lam "purple sweet potato" have a healing effect on wounds induced in *Mus musculus* Balb / c, obtaining the greatest effect with the 1% gel.

Key words: skin, wound healing, *Ipomoea batatas* Lam, purple sweet potato.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PRESENTACIÓN	iv
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIAL Y MÉTODO	8
III. RESULTADOS	14
IV. DISCUSIÓN	18
V. CONCLUSIONES	26
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
ANEXOS	37

I. INTRODUCCIÓN

La piel es el órgano más extenso del cuerpo humano, esta representa aproximadamente el 5 % del peso corporal.¹⁻⁴ La piel como tal, desempeña un amplio número de funciones esenciales para la supervivencia de los seres vivos,⁵ entre estas funciones podemos mencionar a su capacidad para actuar como una importante barrera contra factores químicos y físicos externos,⁶⁻⁹ a su participación en procesos metabólicos, inmunológicos, la detección de estímulos, la regulación de la temperatura corporal, el balance hídrico, la protección contra rayos UV,^{6,10-13} la síntesis de vitamina D, la absorción selectiva de compuestos químicos y el almacenamiento de nutrientes y antioxidantes esenciales.^{5,11} Este amplio número de funciones son realizadas por tres capas de tejido distintas: una capa externa delgada de células llamada epidermis, una capa intermedia más gruesa de tejido conectivo llamada dermis y una capa subcutánea interna, también conocida como hipodermis.^{9,14-16}

La piel al ser el órgano que recubre el cuerpo está constantemente expuesta a diversos factores que inevitablemente pueden llegar a lesionarla.^{3,4,17} Las lesiones o heridas cutáneas implican un importante desafío para la salud de los seres humanos,¹⁸⁻²⁰ pues, en la mayoría de los casos, las heridas se asocian con un incremento sustancial de la morbilidad y mortalidad de los pacientes.¹ Por otro lado, la falta de cicatrización o el alargamiento del proceso de cicatrización de las heridas implican una pesada carga económica, financiera y social que se ejerce sobre los pacientes, sus familias y sobre las instituciones de salud.^{1,18,19,21}

Las heridas pueden describirse como el deterioro de la integridad estructural y funcional del tejido epitelial, en otras palabras, una herida es una lesión, rotura o defecto no natural

en la piel, estas son causadas por una lesión física, química o una condición patológica subyacente y pueden extenderse a otros tejidos y estructuras circundantes.^{1, 12, 21- 23}

Las heridas se pueden clasificar de acuerdo al proceso de reparación en heridas agudas y crónicas; las heridas agudas muestran una fisiología normal y en la mayoría de los casos parecen progresar a través de las fases normales de cicatrización.¹ Por otro lado, en las heridas crónicas ciertos factores impiden que los mecanismos de cicatrización funcionen normalmente, por lo que se encuentra fisiológicamente alteradas y, a menudo, permanecen en la fase de inflamación.^{1, 12, 24} Las heridas también se pueden clasificar en heridas leves, moderadas y graves, heridas pequeñas y grandes, heridas superficiales y profundas,^{13, 22, 23} heridas por quemaduras, contusión, aplastamiento, punción, cuchillo o bala.¹³

Cuando ocurre una lesión cutánea, el cuerpo posee una serie de mecanismos muy eficaces para restablecer la protección de la piel.^{1, 6} La reparación de la piel es fundamental para mantener la integridad del organismo,^{5, 25} a este proceso se le conoce como proceso de cicatrización e implica cuatro fases distintas: hemostasia, inflamación, proliferación y remodelación.^{5, 20, 26, 27}

La hemostasia comienza inmediatamente después de la lesión,^{26, 28} en esta etapa se produce la formación de un coágulo que limita la hemorragia,¹ el coágulo actúa como una barrera temporal a la pérdida de líquido e impide la entrada de patógenos.⁵ La coagulación implica la agregación de trombocitos y plaquetas en una red de fibrina,^{1, 5} las plaquetas activadas se unen al colágeno expuesto, permitiendo la liberación de varios factores de crecimiento, mediadores inflamatorios y citocinas, estas últimas desempeñan un papel importante en el depósito de la matriz extracelular, la quimiotaxis, la epitelización y la angiogénesis.²⁸

La fase de Inflamación se desencadena producto de la migración de las células

inflamatorias al sitio de la lesión. En esta etapa los mastocitos promueven el proceso migratorio mediante la liberación de citocinas vasoactivas como las prostaglandinas y la histamina.^{1, 28} Las células que predominan en primera instancia son los neutrófilos, que engullen a las bacterias y al tejido muerto. Posteriormente, los monocitos se diferencian en macrófagos y continúan con el proceso de limpieza de la herida.^{5, 28} Durante esta fase también se liberan una serie de factores de crecimiento, como el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), el factor de crecimiento de fibroblastos (FGF), el factor de crecimiento transformante beta (TGF- β), el factor de crecimiento transformante alfa (TGF- α), y el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), estos factores de crecimiento son esenciales para la reparación exitosa de las heridas, pues regulan la respuesta inflamatoria, la estimulación de la angiogénesis y la formación de tejido de granulación.^{1, 28}

La fase proliferativa involucra procesos de angiogénesis, formación de tejido de granulación y reepitelización.^{1, 26, 28} La angiogénesis se promueve debido a las condiciones hipóxicas en el lecho de la herida, estas condiciones permiten la síntesis de óxido nítrico (NO), el que a su vez estimula la liberación del factor de crecimiento endotelial vascular.²⁸ En esta etapa, Los fibroblastos migratorios sintetizan matriz extracelular para formar el tejido de granulación que reemplaza al tejido dañado. Entretanto, los queratinocitos migran, proliferan, se diferencian y vuelven a formar una epidermis funcional cerrando la lesión y protegiendo los tejidos subyacentes de un mayor trauma.^{1, 5}

La fase de remodelación es la etapa final de la cicatrización de las heridas, implica un equilibrio entre la síntesis y la degradación del colágeno y la matriz extracelular (ECM), la reorganización, realineación y contracción de la ECM, la repigmentación, la disminución de la permeabilidad de los vasos, la nueva angiogénesis de vasos capilares y

linfáticos, la reepitelización y formación de novo de tejido de granulación. Eventualmente, se recuperarán una estructura similar a la que se observa en el tejido no lesionado, pero a pesar de ello, las heridas nunca alcanzan el mismo nivel de resistencia del tejido.^{1, 5, 26, 28}

El proceso de cicatrización de heridas ocurre de forma normal con la secuencia organizada de estas cuatro fases superpuestas. Hoy en día se cuenta con información científica que respalda el hecho de que algunas plantas medicinales pueden afectar una o más de las fases, especialmente si se aplican tópicamente,²² esta es la razón por la que continuamente se viene impulsando el uso de plantas en el desarrollo de opciones terapéuticas eficaces, seguras y rentables en el tratamiento de heridas cutáneas,^{18, 22, 21} sin embargo, todavía hay muchas plantas medicinales que necesitan ser examinadas en la búsqueda de agentes prometedores que cumplan con los estándares requeridos para el tratamiento de heridas.^{1, 18}

Ipomoea batatas Lam es uno de los cultivos alimentarios más importantes del mundo,²⁹ se cultiva alrededor de todo el mundo debido a su amplia adaptabilidad, alto rendimiento, costos bajos de producción, múltiples usos y fácil manejo.^{29 - 31} El camote es un cultivo originario de América, su clasificación taxonómica está dada de la siguiente manera, Reino: Plantae; Clase: Magnoliopsida; Filo: Magnoliophyta; Orden: Solanales; Familia: Convolvulaceae; Género: *Ipomoea*; Especie: *Ipomoea batatas* Lam.^{32, - 34}. El camote es una planta dicotiledónea, de consistencia herbácea, con porte rastrero que se cultiva como anual.^{35, 36} Sus hojas son simples y de forma orbicular u ovalada, su coloración varía desde el verde pálido hasta el verde oscuro con pigmentaciones moradas.^{37, 38} Su tallo es cilíndrico y rastrero, puede ser glabro (sin pelos) o pubescente (veloso), con coloración entre el verde o morado.^{36, 38} Sus flores tienen forma embudiforme de coloración violeta o blanca.^{30, 36} Su fruto aloja de una a cuatro pequeñas semillas de color pardo o negro.^{36,}

³⁸ Sus raíces son la porción comestible de la planta, estas se originan de los nudos del tallo que se encuentran bajo tierra y presenta una gran variedad de colores: blanco, amarillo, anaranjado, rosado y morado. ^{30, 37, 39}

El camote morado contiene diversos componentes de gran importancia nutricional, destaca su alto contenido en carbohidratos, proteínas, vitaminas como tiamina, riboflavina, niacina, vitaminas A y C, E, minerales como el potasio, cobre, magnesio, manganeso, zinc, calcio y hierro, ^{30, 39 - 42}, también contiene un alto contenido de agua y fibra dietética, bajo contenido de lípidos totales y colesterol, un índice glucémico bajo, ^{41, 42} y numerosos compuestos bioactivos que han demostrado tener efectos beneficiosos para la salud como las antocianinas (peonidinas y cianidinas) y carotenoides. ^{40, 43}

El camote morado es una planta que se ha investigado extensivamente debido a su alto contenido de polifenoles, incluidas las antocianinas. ^{44 - 47} Las antocianinas son pigmentos naturales solubles en agua que pertenecen al grupo de los flavonoides. ^{40, 48} Basándose en muchos modelos celulares, animales y ensayos clínicos, se ha demostrado que el camote morado posee un abanico de actividades biológicas, dentro de las cuales destacan sus efectos antioxidantes, ^{41, 49} antidiabéticos, ^{31, 50, 51} antiinflamatorios, ⁵²⁻⁵⁴, neuroprotectores ⁴⁹ antibacterianas, ^{55, 56} anticancerígenas ^{54, 55} reforzadores de la inmunidad ⁴¹, promotores de la proliferación y migración de las células endoteliales, ⁵⁷ actividad cardioprotectora, ⁴⁸ hepatoprotectora, ^{52, 56} antihistamínica, espasmolítica, ⁵⁵ entre otras. ⁵²

Lograr el aprovechamiento eficaz de las propiedades medicinales que ofrece el camote morado, al igual que en otras formulaciones a base de hierbas medicinales se ha visto obstaculizada por numerosos factores, incluida la falta de capacidad de focalización y la escasa biodisponibilidad. Para resolver estos problemas, una posible estrategia es adoptar un vehículo que facilite la entrega de bioactivos a base de hierbas. ^{58, 59} La elección de

una forma farmacéutica de administración es tan importante como el principio activo, ya que condiciona la efectividad del tratamiento.⁶⁰ Los geles son formas farmacéuticas semisólidas que se forman al tratar líquidos con sustancias gelificantes.^{60, 61} En comparación con otros sistemas desarrollados para la administración de medicamentos a base de hierbas, los geles poseen importantes propiedades, destacando la entrega conjunta de múltiples componentes a base de hierbas, la liberación prolongada y controlada de medicamentos, su alta compatibilidad con componentes herbales y toxicidad insignificante.^{58, 62} Los geles, por lo tanto, han atraído estudios generalizados en formulación farmacéutica para la administración de medicamentos a base de plantas medicinales.⁵⁸

Existen trabajos de investigación en los que se ha evaluado el efecto cicatrizante de algunas variedades de *Ipomoea batatas* Lam, como es el caso del estudio de Hermes *et al.* (2013) en el que estudiaron el potencial de la harina de *Ipomoea batatas* (L.) Lam. blanca como agente cicatrizante y antiulcerogénico en ratas *Wistar*. Las heridas escisionales se trataron tópicamente con el ungüento a base de batata blanca al 2,5 %. Sus resultados demostraron la curación eficaz de la herida basándose en el número de células en metafase y la reepitelización tisular. Concluyeron que la harina de batata blanca tiene potencial para la curación de heridas.⁶³

Del mismo modo, en la investigación de Panda & Sonkamble (2011), evaluaron la actividad cicatrizante de *Ipomoea batatas* en modelos de heridas por escisión e incisión en ratas *Wistar*. En el modelo de herida por incisión observaron una alta resistencia a la tracción de la piel herida en los animales tratados con los geles, concluyeron que las cáscaras de los tubérculos de *Ipomoea batatas* poseen una potente actividad cicatrizante.⁶⁴

Hoy en día, el tratamiento de las lesiones cutáneas es un problema bastante frecuente y

aunque en el mercado encontramos productos que prometen seguridad y eficacia, no todos nos muestran los resultados esperados y aquellos que lo consiguen, por lo general, exigen la inversión de una importante suma de dinero, cifra que se incrementa aún más por los largos tratamientos que se recomiendan, ante ello se ha visto conveniente realizar este estudio, puesto que conociéndose las propiedades benéficas para la salud de los compuestos presentes en el camote morado, este podría considerarse como una importante alternativa para el desarrollo de formulaciones farmacéuticas que podrían contribuir con una alternativa terapéutica eficaz para el tratamiento de las heridas dérmicas.

Problema

¿Cuál es el efecto de un gel a base de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” sobre heridas inducidas en *Mus musculus* Balb/c?

Hipótesis

El gel a base de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” presenta efecto cicatrizante sobre heridas inducidas en *Mus musculus* Balb/c.

Objetivos

- **Objetivo General**

- Evaluar el efecto de un gel a base del extracto etanólico de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” sobre heridas inducidas en *Mus musculus* Balb/c.

- **Objetivo Específicos**

- Comparar los tratamientos administrados en los grupos experimentales mediante la determinación del porcentaje de cierre de la herida.
- Analizar los cambios histopatológicos producidos por la aplicación del gel a base del extracto etanólico de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” sobre heridas inducidas en *Mus musculus* Balb/c.

II. MATERIAL Y MÉTODO.

2.1. Materiales

2.1.1. Material Biológico

20 especímenes *Mus musculus* Balb/c adultos, machos, seleccionados al azar, con pesos promedio de 30-35 g, de apariencia sana; que fueron adquiridos en el Bioterio de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, donde fueron alojados y alimentados con dieta estándar y agua *ad libitum* durante el periodo de experimentación.

2.1.2. Material botánico

5 Kg de raíces de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado”, adquirida en el mercado Santa Rosa, ubicado en el centro poblado El Milagro, distrito de Huanchaco, región La Libertad.

2.1.3. Material de laboratorio

2.1.3.1. Reactivos.

- Agua destilada.
- 1 L de Alcohol etílico de 96°
- 1 L Formol 40 %
- Carbapol
- Glicerina
- Propilenglicol
- Trietanolamina

2.1.3.2. Fármacos/ cosméticos

- Crema depilatoria para piel sensible
- Lidocaína Clorhidrato 2 % crema x 10 g
- Pentobarbital sódico

2.1.3.3. Equipos e instrumentos

- Balanza Analítica AND
- Balanza de triple brazo OHAUS
- Estufa Venticell Eco line
- Refrigerador BIOBASE
- Vernier

2.1.3.4. Material de vidrio

- De uso común en laboratorio

2.1.3.5. Material de bioseguridad

- Guardapolvo
- Guantes descartables
- Gorros quirúrgicos
- Lentes de seguridad
- Mascarilla

2.2. Métodos.^{4, 65, 66}

2.2.1. Obtención de muestra vegetal

Se utilizó 5 kg de raíces de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” que fue adquirida en el mercado Santa Rosa, ubicado en el centro poblado El Milagro, distrito de Huanchaco, región La Libertad.

2.2.2. Preparación de la muestra

2.2.2.1. Selección de la muestra

Las muestras fueron transportadas a la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de Trujillo, donde se procedió a la selección del material vegetal eliminando las partes dañadas.

2.2.2.2. Lavado de muestras vegetales

Se lavaron las raíces con agua potable a chorro y posteriormente con suficiente agua destilada para retirar los residuos adheridos, luego las raíces se secaron con papel toalla.

2.2.3. Preparación del extracto etanólico de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado”

Una vez lavadas las raíces se retiraron solamente las cáscaras, las cuales se cortaron en trozos pequeños y se colocaron en un frasco de color ámbar con alcohol de 96° acidificado a pH 3,5. Posteriormente se dejaron macerar durante 7 días con agitación manual diaria. Luego se procedió a filtrar con algodón y se llevó a estufa a 40 °C por 72 h hasta obtener un extracto seco, el cual se conservó en un frasco ámbar en refrigeración hasta su utilización.

2.2.4. Preparación de los geles

Para la preparación del gel con el extracto etanólico de las raíces *Ipomoea batatas* Lam al 0,5 % y 1 %, se utilizó los siguientes componentes básicos: glicerina, carbapol, propilenglicol, trietanolamina y agua purificada csp. Se utilizó la cantidad de *Ipomoea batatas* Lam de acuerdo a la concentración del gel.

2.2.5. Distribución de los grupos experimentales

Los 20 animales de experimentación se distribuyeron siguiendo el criterio del azar en 4 grupos:

- **Grupo I (Control Negativo):** 5 especímenes *Mus musculus* Balb/c a los que se le realizó la lesión dérmica y no se le aplicó tratamiento.
- **Grupo II (Gel base).** 5 especímenes *Mus musculus* Balb/c a los que se le realizó la lesión dérmica y se le administró gel base (no posee

el compuesto en estudio).

- **Grupo III (Gel de camote morado al 0,5 %):** 5 especímenes *Mus musculus* Balb/c a los que se le realizó la lesión dérmica y se le administró el gel del extracto etanólico de las cáscaras de las raíces de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” al 0,5 %.
- **Grupo IV (Gel de camote morado al 1 %):** 5 especímenes *Mus musculus* Balb/c a los que se le realizó la lesión dérmica y se le administró el gel del extracto etanólico de las cáscaras de las raíces de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” al 1 %.

2.2.6. Preparación de los animales de experimentación

El día anterior a la inducción de las lesiones dérmicas se procedió a depilar la zona dorsal de los especímenes empleando una crema depilatoria comercial para piel sensible, para ello se procedió de acuerdo con las indicaciones de uso dadas por el fabricante de la crema depilatoria, es decir, se colocó una capa de crema depilatoria sobre el área a depilar durante 5 minutos y posteriormente se eliminó el depilatorio y el pelo del espécimen limpiando el área con una gasa o paño humedecido en agua.

2.2.7. Inducción de lesiones dérmicas en los animales de experimentación

Previo a la inducción de las lesiones se desinfectó la zona depilada con alcohol y se aplicó una crema de Lidocaína al 2 % vía tópica. A continuación se procedió a realizar un corte perpendicular en el dorso del espécimen utilizando un bisturí N° 22, la lesión inducida fue de aproximadamente 1 cm de largo por 2 mm de profundidad.

Posteriormente, los especímenes fueron colocados en jaulas individuales.

2.2.8. Administración del tratamiento

La aplicación de los tratamientos se realizó de forma uniforme con la ayuda de un hisopo estéril en la zona de la lesión. Después de 1 hora de la inducción de la lesión se realizó la primera administración del tratamiento utilizando la cantidad suficiente para cubrir la lesión. Los tratamientos se aplicaron 1 vez al día durante un período de 14 días.

2.2.9. Evaluación del efecto cicatrizante

Se observó el tiempo de cicatrización de las heridas y se realizaron los controles fotográficos respectivos durante todo el período experimental. Diariamente, con la ayuda de un vernier, se midieron longitudinalmente las lesiones, estas fueron promediadas de acuerdo al grupo de experimentación.

2.2.10. Examen Histopatológico

Se realizó la eutanasia a los animales de experimentación al cumplirse el periodo de tratamiento con pentobarbital sódico 60mg/kg v.i.p., después de ello, se obtuvieron muestras de piel de los especímenes realizando un corte de 1,5 cm de largo y 1,5cm de ancho alrededor de la cicatriz. Estas muestras fueron conservadas en frascos estériles con formol diluido al 10 % para el correspondiente análisis histopatológico.

2.2.11. Análisis estadístico de los resultados

Los resultados fueron analizados estadísticamente empleando la prueba de análisis de varianza (ANOVA), las diferencias observadas en los grupos de estudio se compararon mediante el test de comparación múltiple de Tukey utilizando el programa Excel 2016 para Microsoft® Windows. La significancia estadística aceptada fue de $p < 0,05$.

2.2.12. Criterios éticos

El proyecto fue sometido a evaluación y aprobación por el Comité de Ética de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, con el Informe N° PR005-2021-CEIFYB (Anexo 1).

III. RESULTADOS

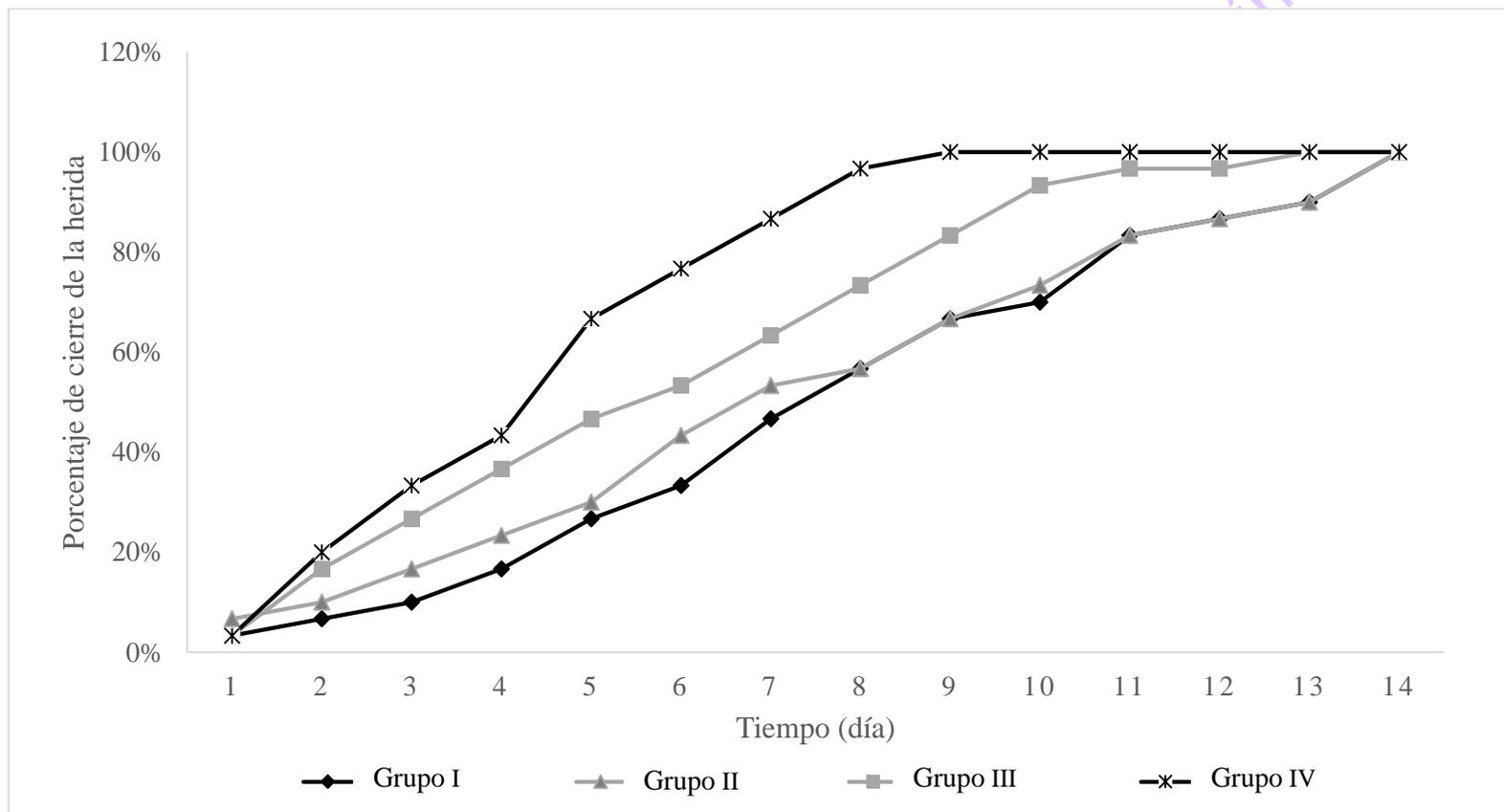


Figura 1. Porcentaje de cierre de las heridas dérmicas en los grupos de investigación.

n=5. Grupo I: Grupo control negativo, no se le aplicó tratamiento. Grupo II: Grupo al que se aplicó un gel base (formulación que no contiene el compuesto en estudio). Grupo III: Grupo al que se aplicó la formulación del gel a base de las cáscaras de las raíces de Ipomoea batatas Lam “camote morado” al 0,5 %. Grupo IV: Grupo al que se aplicó la formulación del gel a base de las cáscaras de las raíces de Ipomoea batatas Lam “camote morado” al 1 %.

Tabla 1. Prueba de HSD de Tukey de las lesiones dérmicas inducidas en los grupos de investigación

Día	Valor HSD	Resultado				
3	0.23136	GIV-GI = -0.233				
4	0.25867	GIV-GI = -0.267				
5	0.23136	GIV-GI = -0.400	GIV - GII = -0.367			
6	0.12933	GIV-GI = -0.433	GIV-GII = -0.333	GIV-GIII = -0.233	GIII - GI = -0.200	
7	0.15303	GIV-GI = -0.400	GIV-GII = -0.333	GIV-GIII = -0.233	GIII-GI = -0.167	
8	0.12933	GIV-GI = -0.400	GIV-GII = -0.400	GIV-GIII = -0.233	GIII-GI = -0.167	GIII-GII = -0.167
9	0.11568	GIV-GI = -0.333	GIV-GII = -0.333	GIV-GIII = -0.167	GIII-GI = -0.167	GIII-GII = -0.167
10	0.14168	GIV-GI = -0.300	GIV-GII = -0.267		GIII-GI = -0.233	GIII-GII = -0.200
11	0.11568	GIV-GI = -0.167	GIV-GII = -0.167		GIII-GI = -0.133	GIII-GII = -0.133
12	0.11568	GIV-GI = -0.133	GIV-GII = -0.133			

GI = Grupo I: Grupo control negativo, no se le aplicó tratamiento; GII = Grupo II: Grupo al que se aplicó un gel base (formulación que no contiene el compuesto en estudio); GIII = Grupo III: Grupo al que se aplicó la formulación del gel a base de las cáscaras de las raíces de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” al 0,5 %; GIV = Grupo IV: Grupo al que se aplicó la formulación del gel a base de las cáscaras de las raíces de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” al 1 %.

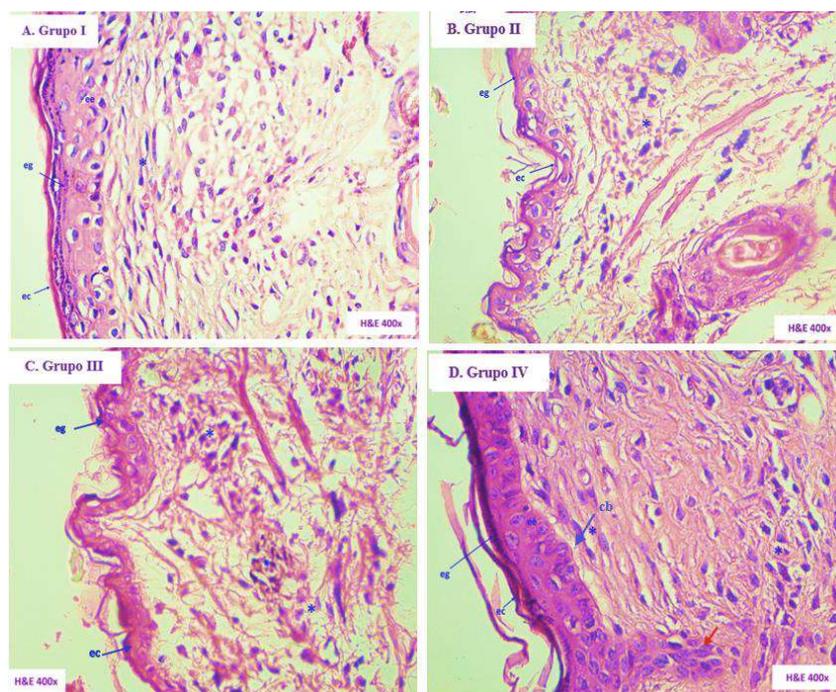


Figura 2. Cortes histopatológicos en los grupos de investigación.

Las secciones de las lesiones dérmicas recogidas se tiñeron con hematoxilina y eosina (H&E), y se observaron al microscopio óptico a una escala de 400x. Grupo I: Grupo control negativo, no se le aplicó tratamiento. Grupo II: Grupo al que se aplicó un gel base (formulación que no contiene el compuesto en estudio). Grupo III: Grupo al que se aplicó la formulación del gel a base de las cáscaras de las raíces de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” al 0,5 %. Grupo IV: Grupo al que se aplicó la formulación del gel a base de las cáscaras de las raíces de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” al 1 %. EC: Estrato corneo queratinoso; EG: Estrato granuloso; EE: Estrato espinoso; CB: células basales. (*): Fibroblastos.

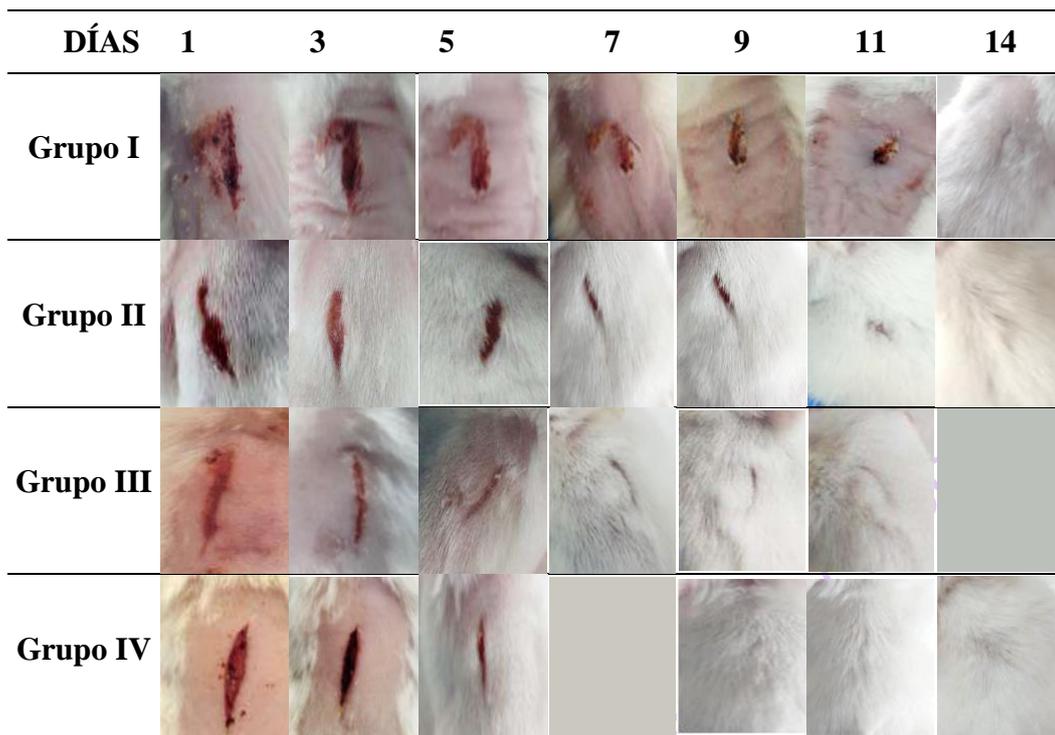


Figura 3. Evolución de las lesiones dérmicas en los grupos de investigación.

Grupo I: Grupo control negativo, no se le aplicó tratamiento. Grupo II: Grupo al que se aplicó un gel base (formulación que no contiene el compuesto en estudio). Grupo III: Grupo al que se aplicó la formulación del gel a base de las cáscaras de las raíces de Ipomoea batatas Lam “camote morado” al 0,5 %. Grupo IV: Grupo al que se aplicó la formulación del gel a base de las cáscaras de las raíces de Ipomoea batatas Lam “camote morado” al 1 %.

IV. DISCUSIÓN

Las heridas dérmicas son uno de los problemas de salud más comunes en todo el mundo ²², pues la piel, al ser el órgano que recubre el cuerpo está constantemente expuesta a diversos factores que inevitablemente pueden llegar a lesionarla, ^{3, 4, 17} cuando ocurren estas lesiones el cuerpo pone en marcha una serie de respuestas celulares y moleculares que permiten restablecer el estado natural de la piel, ^{67, 68} a este proceso se le conoce como proceso de cicatrización. ⁵

En la figura 1 se observa la representación gráfica de los porcentajes de cierre de las heridas dérmicas en los grupos de investigación, de acuerdo a esta figura, el 100 % del cierre de las heridas dérmicas se obtuvo en primer lugar en el grupo que recibió la formulación del gel a base de camote morado al 1 % (grupo IV), estas se reportaron en el día 9 de tratamiento. Posteriormente, en el día 13, las heridas dérmicas cerraron en el grupo que recibió la formulación del gel a base de camote morado al 0,5 % (grupo III). Finalmente, en el día 14, se evidenció el cierre de las heridas tanto en el grupo que recibió la formulación del gel base (grupo II), como en el grupo al que no se le administró tratamiento (grupo I). Al obtener estos resultados se puede decir que el camote morado permite el cierre de las lesiones de forma más eficiente, pues, la disminución de la longitud de las lesiones es un indicador del área recuperada o curada, por tanto, cuanto más rápido se cierra la herida más eficaz es el tratamiento empleando. ⁶⁷ Un estudio previo, realizado por Panda *et al*, también ha reportado resultados similares, pues los geles que formularon a base de *Ipomoea batatas* mostraron un aumento significativo en el porcentaje de cierre de las heridas al mostrar una mejor epitelización. ⁶⁴ Al tener tiempos de cicatrización más cortos con las formulaciones a base de camote morado, se reduce la posibilidad de complicaciones en la lesión, estas a su vez reducen los costos que pueden verse implicados en la prolongación del tratamiento. ⁶⁹

Con el empleo de la prueba estadística de análisis de varianza (Anova) se determinó que existe diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en los grupos en estudio, es por ello que se evaluaron las diferencias entre los grupos mediante la prueba de Tukey, la cual se realizó durante todos los días de tratamiento. El resumen de los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1, donde se exponen resultados a partir del día 3 hasta el día 12. En el día 1 y 2 no se evidenció diferencia significativa en los grupos de estudio, similares resultados se reportaron en los días 13 y 14 de tratamiento. Describiendo los resultados de esta tabla se observa que existe diferencia significativa entre el grupo IV y el grupo I, la diferencia fue significativa desde el día 3 hasta el día 12 de tratamiento. A partir del día 5 hasta el día 12 de tratamiento también se diferenció el grupo IV del grupo II. La posible explicación de estos resultados se correlaciona con los componentes fenólicos y antocianinas que se encuentran presentes en el camote morado.⁷⁰

El grupo III también se diferenció del grupo I, estas diferencias se observaron a partir del día 6, manteniéndose hasta el día 11 de tratamiento, este grupo también se diferenció del grupo II, esta diferencia se observó desde el día 8 hasta el día 11, estos resultados respaldan el hecho de que *Ipomoea batatas* presenta efecto cicatrizante, pues al igual que el grupo IV, este grupo se diferenció de los grupos I y II, grupos que no recibieron un tratamiento que contenía un activo indicado para la cicatrización de heridas. Aunque los dos grupos que recibieron las formulaciones a base de la planta en estudio se diferenciaron del grupo I y II, se evidenció una mayor efectividad en el grupo que recibió la formulación del gel al 1 %, este hecho se evidenció cuando se realizó la comparación entre ambos grupos, pues en esta se demostró diferencia estadísticamente significativa a partir del día 6 hasta el día 9 de tratamiento, estos resultados nos permiten establecer una correlación entre la concentración de principio activo en el gel y el efecto cicatrizante, a mayor concentración del compuesto activo, mayor será el

efecto observado. Guillermo & Laura también ha reportado resultados similares en base al efecto dependiente de la concentración, ellos observaron mayor efecto en la cicatrización de heridas de un gel a base de sangre de drago al 2 % frente a las concentraciones del 0,5 y 1 %⁷¹.

En la figura 2 se visualiza la microscopía de los cortes histopatológicos de las muestras de piel obtenidas de los grupos experimentales después de cumplirse los 14 días de tratamiento, las secciones de piel elegidas fueron teñidas con hematoxilina y eosina (H&E), tinción histoquímica ampliamente utilizada para diferenciar fácilmente los componentes citoplásmicos y nucleares en células y tejidos.⁷² En la figura 2 A, que corresponde al grupo que no recibió tratamiento (grupo I), se observa la presencia de algunos estratos de la epidermis bien definidas: el estrato corneo (ec), estrato granuloso (eg) y estrato espinoso (ee). En la capa dérmica se distingue la presencia de fibroblastos y colágeno que rellenan la herida. Chenhui *et al* también han reportado resultados similares en el grupo control negativo de su estudio, ellos visualizaron la evolución histopatológica durante varios días de tratamiento en sus grupos en estudio, encontrando resultados similares en todos los grupos después de finalizar el proceso experimental (14 días).⁷³ En el grupo que recibió gel base (grupo II), figura 2 B, se observó un comportamiento similar al grupo que no recibió tratamiento (figura 2 A). Por otra parte, en la figura 2 C y 2 D, que corresponden con los cortes histológicos de los grupos que recibieron las formulaciones a base de camote morado al 0,5 y 1 % respectivamente, se observa, al igual que en la figura 2 A, el restableciendo de los elementos celulares que conforman la epidermis, mostrándose una activa recuperación del estrato corneo (cc), granuloso (eg), espinoso (ee) y células basales (cb), que posteriormente serán las encargadas de reemplazar a las células epidérmicas muertas o desprendidas.⁷³ Así mismo, en la dermis se observa abundante formación de fibroblastos dispuestos en forma

paralela a la epidermis, histología que indica un adecuado proceso de cicatrización.⁶⁶ En esta capa también se ve la presencia de fibroblastos migratorios, los fibroblastos sintetizan matriz extracelular para formar el tejido de granulación que posteriormente reemplazará al tejido dañado.^{1,5} En la figura 2 D también se observa la formación de papilas dérmicas (señalada con una flecha de color rojo), las papilas dérmicas (DP) juegan un papel crucial en la regulación del crecimiento y el ciclo de los folículos pilosos, pues las células de la papila dérmica generan señales instructivas para inducir la proliferación de células epiteliales protuberantes.⁷⁴ De igual forma, las papilas dérmicas, pueden reprogramar la epidermis sin pelo a un destino folicular, pues las células de la papila dérmica de los roedores también son capaces de inducir nuevos folículos pilosos y fibras capilares, este hecho se correlaciona con el hecho que en los grupos que se aplicó las formulaciones de camote morado se observó la presencia de una mayor cantidad de pelo.⁷⁵

En la Figura 3, se compara de forma macroscópica el proceso evolutivo de las lesiones dérmicas en los grupos de estudio, aquí se muestra que las lesiones evolucionaron de forma más acelerada en los grupos que recibieron los geles a base de *Ipomoea batatas*. Al cumplirse el tiempo fijado para la fase experimental (14 días), en todos los grupos de estudio se produce el cierre completo de las lesiones dérmicas, sin embargo, en los grupos que recibieron las formulaciones de los geles a base de la planta en estudio, se aprecia una mejor apariencia de las cicatrices. El aspecto desigual del tejido cicatrizado es consecuente de la deformación del tejido y de la sobre alineación de las fibras de colágeno⁷⁶, por tanto los componentes presentes en el camote morado como los flavonoides (quercetina) podrían haber contribuido favorablemente organizando y reduciendo la contracción del colágeno.⁷⁷ En esta figura también se observa que el crecimiento del pelo de los especímenes en la zona depilada fue más abundante y homogéneo en los grupos que recibieron los geles a base de camote morado,

estos resultados se pueden atribuir a los flavonoides que contiene, pues estas pueden potenciar el crecimiento del pelo al promover la vascularización.⁷⁸

Los grupos que recibieron los geles formulados a base de las cáscaras de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” mostraron mejores resultados en comparación con los otros grupos de estudio, estos resultados pueden estar asociados en gran medida con los efectos individuales o sinérgicos de los componentes fitoquímicos presentes en los geles formulados a partir de la planta en estudio, pues sus componentes en su mayoría de naturaleza fenólica⁷⁰ han sido dilucidados en numerosos estudios, estos han demostrado la presencia de carotenoides como luteína, zeaxantina y β -caroteno en pequeñas cantidades.⁷⁹ Ácidos fenólicos como ácido hidroxibenzoico, ácido clorogénico, ácido ferúlico, ácido cafeico^{47, 80} ácido gálico,⁸¹ flavonoides como quercetina, miricetina, kaempferol, luteolina,⁷⁹ rutina, catequina⁸¹ y antocianinas que se encuentran como glucósidos de cianidina y peonidina acilados con ácidos cafeico, hidroxibenzoico y ferúlico.^{79, 80, 82- 85} Todos estos compuestos promueven el proceso de cicatrización de heridas, puesto que presentan una o más de las facultades para actuar como compuestos antiinflamatorios⁶³, antioxidantes¹⁸ o antibacterianos⁸⁶, actividades necesarias para lograr una finalización exitosa en la restauración de la piel.⁸⁷

En la fase inflamatoria los componentes presentes en el camote morado como el ácido gálico, kaempferol, rutina, catequina y quercetina, reconocidos como potentes antiinflamatorios, jugarían un papel muy importante, pues su acción se relaciona con la reducción de los niveles de factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), interleucina 1 (IL-1 β) y óxido nítrico (NO).⁸¹ Este efecto puede verse complementado con la acción de las antocianinas, pues se han documentado resultados similares con este metabolito secundario, tal es el caso del estudio realizado por Jin *et al*, en el cual se asoció el efecto de las antocianinas con la reducción de

la expresión excesiva de óxido nítrico sintasa inducible, ciclooxigenasa-2 y citocinas proinflamatorias que incluyen el TNF- α e IL-1 β .⁸⁸ Así también, en el estudio de Wang *et al*, las antocianinas de camote morado redujeron significativamente la inflamación en células cerebrales de rata, mediante la reducción de la expresión del factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), interleucina-1beta (IL-1 β) e interleucina-6 (IL-6).⁸⁹ Por otro lado, en el estudio de Daniele *et al*, se le atribuye el efecto cicatrizante evidenciado con el camote blanco, a la presencia de carotenoides y polifenoles, los cuales actuarían como compuestos antiinflamatorios al controlar los radicales libres, este hecho nos permite afirmar que el efecto cicatrizante evidenciado con el camote morado no estaría relacionados exclusivamente a su contenido de antocianinas, pues el camote blanco no contuvo antocianinas.⁶³

Durante la fase inflamatoria se produce cantidades excesivas de especies reactivas de oxígeno (ROS).⁸⁷ Pakhawadee, *et al* demostraron que las antocianinas eran capaces de reducir el estrés oxidativo al inhibir la producción de ROS y la peroxidación de lípidos,⁸⁵ lo que favorece la difusión de oxígeno, reduce el edema, aumenta el drenaje linfático y la síntesis de colágeno.⁹⁰ El mantenimiento de la inflamación también se asocia con la sobreproducción de óxido nítrico (NO),⁸⁸ de acuerdo al estudio de Jin *et al*, las antocianinas permiten la reducción de la expresión excesiva de NO sintasa inducible,⁸⁸ enzima encargada de la síntesis de ON.⁸⁷

Las antocianinas también están involucradas en el favorecimiento de la cicatrización de heridas mediante la inhibición del factor nuclear potenciador de las cadenas ligeras kappa de las células B activadas (NF- κ B), como se muestra en el estudio realizado por Lianji, *et al*. en el que se relacionó el efecto cicatrizante de las antocianinas con la inhibición de la fosforilación de I κ B α ,⁹¹ la proteína inhibidora I κ B α se encuentra en el citoplasma formando un complejo con el NF- κ B, tras los estímulos proinflamatorios I κ B se fosforila y

posteriormente se degrada, NF- κ B se libera y se transloca al núcleo a regiones promotoras específicas donde promueve la expresión de genes relacionados con la inflamación.^{85, 88, 91} incluidos iNOS, COX-2, TNF- α y IL-6.⁹² En el estudio de Pakhawadee, *et al* también se evidenció resultados afines, pues las antocianinas suprimieron al NF- κ B, la sobreestimulación del NF- κ B afecta la actividad transcripcional de COL1A2 y genera daño celular y del ADN por la producción de ROS.⁸⁵ Estudios similares del efecto de las antocianinas se observaron en el trabajo de Xin *et al.*, donde las antocianinas de camote morado suprimieron notablemente la translocación nuclear del factor nuclear κ B (NF- κ B) en células hepáticas.⁹³ Así mismo también, en el estudio de Poyil *et al.*, el tratamiento tópico con cianidina-3-glucósido (C3G) inhibió eficazmente la activación y la translocación nuclear de NF- κ B en la piel de ratones expuestos a UVB.⁹² La cianidina-3-glucósido (C3G) es una de las antocianinas más abundante en el camote morado.⁷⁹

Durante la fase proliferativa de la cicatrización de las heridas se forma el epitelio y el tejido de granulación,⁸⁷ en esta etapa los componentes de camote morado también han mostrado tener actividad. Lianji, *et al* evidenciaron que las antocianinas favorecen la cicatrización de heridas a través de la mejora de la angiogénesis.⁹¹ Así también, en el estudio de Pakhawadee *et al.*, se ha relacionado a las antocianinas con la inducción de la formación de colágeno tipo I, el colágeno tipo I juega un papel crucial en el mantenimiento de la resistencia a la tracción y la elasticidad de la piel.⁸⁵

Los compuestos fitoquímicos presentes en el camote morado, también estarían implicados en facilitar la progresión de las fases de la cicatrización de heridas, debido a la actividad antibacteriana que posee, la cual podría correlacionarse con su contenido de compuestos fenólicos y flavonoides.⁹⁴ De acuerdo al estudio de Durgamadhab *et al.*, el camote morado, mostró efecto antibacteriano significativo frente a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*

debido a la presencia de polifenoles como el β -caroteno y las antocianinas, esto les llevo a concluir que el camote morado puede conducir al desarrollo de potentes antibióticos.⁸⁶ Además, en el estudio de Mohd *et al*, se atribuye a la quercetina, compuesto presente en el camote morado, tener actividad antibacteriana contra *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* y *Staphylococcus aureus*, en este estudio, las antocianinas (cianidina-3-glucósido) también estarían implicadas en este efecto.⁹⁵ Los mecanismos por los cuales los compuestos fenólicos y flavonoides favorecerían el efecto antibacteriano se asocian a la hiperacidificación en la interfaz de la membrana plasmática del patógeno, lo que potencialmente da como resultado la alteración de la H^+ -ATPasa necesaria para la síntesis de ATP.⁹⁶ Así mismo también, la actividad antimicrobiana de los compuestos fenólicos se atribuyen a la complejación con las paredes celulares bacterianas.⁹⁷ Además, la inhibición de microorganismos por estos compuestos antioxidantes puede deberse a la privación de hierro o al enlace de hidrógeno con enzimas microbianas.⁹⁶ por otro lado, los polifenoles son vulnerables a la polimerización a través de reacciones de oxidación, por tanto, su condensación oxidada puede resultar en la intoxicación de microorganismos.⁹⁶

La elección adecuada de la forma farmacéutica de administración condiciona la efectividad del tratamiento.⁶⁰ por tanto, nuestros resultados también pueden verse favorecidos por la forma farmacéutica empleada para la administración de los principios activos, en este caso los geles, los cuales presentan varias ventajas para promover la cicatrización de heridas, entre ellas se menciona a su facultad para proporcionar el ambiente húmedo requerido para la cicatrización,⁶⁷ además de permitir la entrega conjunta de múltiples componentes a base de hierbas, la liberación prolongada y controlada de principios activos, su alta compatibilidad con componentes herbales y toxicidad insignificante.^{58, 62}

V. CONCLUSIONES

- El gel elaborado con el extracto etanólico de las cáscaras de las raíces de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” evidenciaron un mayor porcentaje de cierre de las lesiones dérmicas en comparación con el grupo control.
- El gel elaborado con el extracto etanólico de las cáscaras de las raíces de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” al 1 % evidenció en el análisis histopatológico formación de la capa epidérmica y adecuada disposición de fibroblastos, indicativos de un mayor efecto cicatrizante en este grupo de investigación.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Okur M, Karantas I, Şenyiğit Z, Üstündağ O, Siafaka P. Recent trends on wound management: New therapeutic choices based on polymeric carriers. *Asian J Pharm Sci.* 2020;30(40):1–24.
2. Encalada C. F, Mateo M. G, Sánchez A. H, Rodríguez P. J. Tratamiento en heridas de piel. *Rev Científica Mundo la Investig y el Conoc.* 2017;1(4):577–609.
3. Weng T, Wu P, Zhang W, Zheng Y, Li Q, Jin R, et al. Regeneration of skin appendages and nerves: Current status and further challenges. *J Transl Med.* 2020;18(53):1–17.
4. Horna P. , Inti D. Efecto de una crema a base de tela de araña *Loxosceles laeta* sobre lesiones dérmicas inducidas en *Mus musculus* var. *Swiss.* (Tesis).Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Farmacia y Bioquímica; 2016.
5. Shedoeva A, Leavesley D, Upton Z, Fan C. Wound healing and the use of medicinal plants. *Evidence-based Complement Altern Med.* 2019;1–30.
6. Zhao R, Liang H, Clarke E, Jackson C, Xue M. Inflammation in chronic wounds. *Int J Mol Sci.* 2016;17(12):1–14.
7. Wong R, Geyer S, Weninger W, Guimberteau J, Wong J. The dynamic anatomy and patterning of skin. *Exp Dermatol.* 2016;25(2):92–8.
8. Boer M, Duchnik E, Maleszka R, Marchlewicz M. Structural and biophysical characteristics of human skin in maintaining proper epidermal barrier function. *Postep Dermatologii i Alergol.* 2016;33(1):1–5.
9. Yagi M, Yonei Y. Glycative stress and anti-aging: 7. Glycative stress and skin aging Glycative. *Glycative Stress Res.* 2018;5(1):50–4.
10. Lee S, Jeong S, Ahn S. An update of the defensive barrier function of skin. *Yonsei Med J.* 2006;47(3):293–306.
11. Abdo J, Sopko N, Milner S. The applied anatomy of human skin: A model for regeneration. *Wound Med.* 2020;28:1–10.
12. Snyder D, Sullivan N, Margolis B, Schoelles K. *Skin Substitutes for Treating Chronic Wounds.* U.S.: Agency for Healthcare Research and Quality; 2020. 1 p.

13. Lei J, Sun L, Li P, Zhu C, Lin Z, Mackey V, et al. The Wound Dressings and Their Applications in Wound Healing and Management. *Heal Sci J.* 2019;13(3:662):1–8.
14. Orsted H, Keast D, Forest L, Kuhnke J, O’Sullivan D, Jin S, et al. Foundations of Best Practice for Skin and Wound Management. *Skin: Anatomy, Physiology and Wound Healing.* 2018. 26 p.
15. Solé L, Raddatz G, Schütz S, Mallm J, Rippe K, Lonsdorf A, et al. Single-cell transcriptomes of the human skin reveal age-related loss of fibroblast priming. *Commun Biol.* 2020;3(188):1–12.
16. Blair M., Jones J., Woessner A., Quinn K. Skin Structure-Function Relationships and the Wound Healing Response to Intrinsic Aging. *Adv Wound Care.* 2020;9(3):127–43.
17. Seite S., Misery L. Skin sensitivity and skin microbiota: Is there a link? *Exp Dermatol.* 2018;27(9):1061–4.
18. Agyare C, Akindele A, Steenkamp V. Natural products and/or isolated compounds on wound healing. *Evidence-based Complement Altern Med.* 2019;1–3.
19. Okur M, Karadağ A, Üstündağ N, Özhan Y, Sipahi H, Ayla Ş, et al. In vivo wound healing and in vitro anti-inflammatory activity evaluation of phlomis russeliana extract gel formulations. *Molecules.* 2020;25(11):1–17.
20. Stoica A., Chircov C., Grumezescu A. Nanomaterials for wound dressings: an up-to-date overview. *Molecules.* 2020;25(11):1–25.
21. Lordani T., De Lara C., Ferreira F., De Souza T., Da Silva C, Lordani C., et al. Therapeutic effects of medicinal plants on cutaneous wound healing in humans: a systematic review. *Mediators Inflamm.* 2018;2018.
22. Bektas N., Şenel B., Yenilmez E., Özatik O., Arslan R. Evaluation of wound healing effect of chitosan-based gel formulation containing vitexin. *Saudi Pharm J.* 2020;28(1):87–94.
23. Mir M., Ali M., Barakullah A., Gulzar A., Arshad M., Fatima S., et al. Synthetic polymeric biomaterials for wound healing: a review. *Prog Biomater.* 2018;7(1):1–21.
24. Hasegawa M, Inoue Y, Kaneko S, Kanoh H, Shintani Y, Tsujita J, et al. Wound,

- pressure ulcer and burn guidelines – 1: Guidelines for wounds in general, second edition. *J Dermatol.* 2020;47:807–33.
25. Gao X., Petricoin E., Ward K., Goldberg S., Duane T., Bonchev D., et al. Network proteomics of human dermal wound healing. *Physiol Meas.* 2018;39(12):124002.
 26. Singh S., Young A., McNaught C. The physiology of wound healing. *Surg (United Kingdom).* 2017;35(9):473–7.
 27. Zhao R., Jackson C., Xue M. Extracellular matrix and other factors that impact on cutaneous scarring. 2018;1–44.
 28. Grubbs H., Manna B. *Wound Physiology.* Treasure Island (FL); 2020.
 29. Wang Z, Fang B, Chen X, Liao M, Chen J, Zhang X, et al. Temporal patterns of gene expression associated with tuberous root formation and development in sweetpotato (*Ipomoea batatas*). *BMC Plant Biol.* 2015;15(1):1–13.
 30. Vidal A, Zaucedo Z. A, Ramos G. M. Propiedades nutrimentales del camote (*Ipomoea batatas* L.) y sus beneficios en la salud humana. *Rev Iberoam Tecnol Postcosecha.* 2018;19(2):132–43.
 31. Contini G, Oliveira F, Martins A, Voncik K. Partial Replacement of Maltodextrin by Sweet Potato Flour (*Ipomoea Batatas* L. Lamarck) in the Development of a Shake Beverage. *Beverages.* 2019;5(1):1–8.
 32. Castillo M. R. Evaluación y selección en campo de genotipos mejorados de camote (*Ipomoea batatas* L.) para su producción en Costa Rica. Universidad de Costa Rica; Facultad de Ciencias Agroalimentarias.; 2013.
 33. Orellana M. B. Evaluación en adaptabilidad y rendimiento de 8 variedades de camote (*Ipomoea batata* L.) durante la época lluviosa, comunidad la Pimienta, Yoro, Yoro. (Tesis). Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Facultad de Ingeniería Agronómica.; 2018.
 34. Cordón E. J. Efecto de la poda sobre crecimiento y rendimiento de raíces y forraje de camote var. Icta- Dorado; Santa Rosalia, Zacapa. (Tesis).Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas; 2018.
 35. Ruiz F. D. Metodología participativa en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* (L)

- Lam.) en la facultad de Agropecuaria - UNE la Cantuta. (Tesis).Universidad Nacional Agraria la Molina, EScuola de Posgrado; 2016.
36. Reina A. O. Respuesta del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) a la aplicación de cuatro tipos de abonos orgánicos en la zona de mira, provincia del Carchi. Biomédica. (Tesis).Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2015.
 37. Sarceño C. A. Adaptabilidad de cultivares de camote (*Ipomoea batatas*) en Moyuta, Jutisps. (Tesis).Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas.; 2015.
 38. Zambrano D. J. Estudio Agronómico de dos variedades de camote (*Ipomoea batatas* L). Revista Brasileira de Ergonomia. (Tesis).Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias.; 2016.
 39. Manolo D, Garcés S, Patricia L, Arcos A, Vinicio L, Aldás P, et al. Efecto de la inclusión de camote morado (*Ipomoea batatas*) en la elaboración de mermelada de naranjilla (*Solanum quitoense*). Agroind Sci. 2018;8(2):153–7.
 40. Wang S, Pan D, Lv X, Song X, Qiu Z, Huang C, et al. Proteomic approach reveals that starch degradation contributes to anthocyanin accumulation in tuberous root of purple sweet potato. J Proteomics. 2016;143:298–305.
 41. Adu E, Sakyi EO, Ayernor G, Truong V, Shih F, Daigle K. Variability of sugars in staple-type sweet potato (*Ipomoea batatas*) cultivars: The effects of harvest time and storage. Int J Food Prop. 2014;17(2):410–20.
 42. El Sheikha A, Ray R. Potential impacts of bioprocessing of sweet potato: Review. Crit Rev Food Sci Nutr. 2017;57(3):455–71.
 43. Ambika A, Nair S. Wound healing activity of plants from the convolvulaceae family. Adv Wound Care. 2019;8(1):28–37.
 44. Hu Y, Deng L, Chen J, Zhou S, Liu S, Fu Y, et al. An analytical pipeline to compare and characterise the anthocyanin antioxidant activities of purple sweet potato cultivars. Food Chem. 2016;194:46–54.
 45. Desnita R, Wahdaningsih S, Hervianti S. Span 60 as surfactant of topical microemulsion of purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) ethanol extract and antioxidant activity test using dpph method. Int J PharmTech Res. 2016;9(3):198–203.

46. Desnita R, Veronika M, Wahdaningsih S. Topical microemulsion's formulation of purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) ethanol extract as antioxidant by using various concentration of span 80. *Int J PharmTech Res.* 2016;9(3):234–9.
47. Frond A, Iuhas C, Stirbu I, Leopold L, Socaci S, Andreea S. Phytochemical Characterization of Five Edible Purple-Reddish Vegetables: Anthocyanins, Flavonoids, and Phenolic Acid Derivatives. *Molecules.* 2019;24(8):1–22.
48. Chen B, Stephen B. Nanoemulsion and nanoliposome based strategies for improving anthocyanin stability and bioavailability. *Nutrients.* 2019;11(5):1–21.
49. Li J, Shi Z, Mi Y. Purple sweet potato color attenuates high fat-induced neuroinflammation in mouse brain by inhibiting mapk and NF- κ B activation. *Mol Med Rep.* 2018;17(3):4823–31.
50. Tungmunnithum D, Thongboonyou A, Pholboon A, Yangsabai A. Flavonoids and Other Phenolic Compounds from Medicinal Plants for Pharmaceutical and Medical Aspects: An Overview. *Medicines.* 2018;5(3):1–16.
51. Ayeleso T, Ramachela K, Mukwevho E. Aqueous-methanol extracts of orange-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas*) ameliorate oxidative stress and modulate type 2 diabetes associated genes in insulin resistant C2C12 cells. *Molecules.* 2018;23(8):1–16.
52. Mohanraj R, Sivasankar S. Sweet Potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam) - A Valuable Medicinal Food: A Review. *J Med Food.* 2014;17(7):733–41.
53. Chen H, Sun J, Liu J, Gou Y, Zhang X, Wu X, et al. Structural characterization and anti-inflammatory activity of alkali-soluble polysaccharides from purple sweet potato. *Int J Biol Macromol.* 2019;131:484–94.
54. Sugata M, Lin C, Shih Y. Anti-Inflammatory and Anticancer Activities of Taiwanese Purple-Fleshed Sweet Potatoes (*Ipomoea batatas* L. Lam) Extracts. *Biomed Res Int.* 2015;2015:1–10.
55. Khoo H, Azlan A, Tang S, Lim S. Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food Nutr Res.* 2017;61(1):1–17.
56. Sun H, Zhang P, Zhu Y, Lou Q, He S. Antioxidant and prebiotic activity of five

- peonidin-based anthocyanins extracted from purple sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). Sci Rep. 2018;8(1):1–12.
57. Oktaviono Y, Al-farabi M, Saraswati S, Hartono F, Dirgantara Y, Ferry S. Preliminary Study: Purple Sweet Potato Extract Seems to Be Superior to Increase the Migration of Impaired Endothelial Progenitor Cells Compared to L-Ascorbic Acid. Sci Pharm. 2019;87(3):3–9.
58. Lai W, Rogach A. Hydrogel-Based Materials for Delivery of Herbal Medicines. ACS Appl Mater Interfaces. 2017;9(13):11309–20.
59. Chandra S, Stokes A, Hailey R, Merrill C, Melich D, Desmet K, et al. Dermal Toxicity Studies: Factors Impacting Study Interpretation and Outcome. Toxicol Pathol. 2015;43(4):474–81.
60. García D R, Escario T E, Sánchez R A. Uso racional de la medicación tópica en dermatología. Med Cutan Ibero Lat Am. 2004;32(1):39–44.
61. Del Arco O. J. La formulación magistral del siglo XXI (2): formas farmacéuticas y excipientes. BotpluswebPortalfarmaCom. 2016;40(392):356–60.
62. Mohammadinejad R, Maleki H, Larrañeta E, Fajardo A, Nik A, Shavandi A, et al. Status and future scope of plant-based green hydrogels in biomedical engineering. Appl Mater Today. 2019;16:213–46.
63. Hermes D, Dudek D, Maria M, Horta L, Lima E, De Fátima Â, et al. In vivo wound healing and antiulcer properties of white sweet potato (*Ipomoea batatas*). J Adv Res. 2013;4(4):411–5.
64. Panda V, Sonkamble M. Wound healing activity of *Ipomoea batatas* tubers (sweet potato). Funct Foods Heal Dis. 2011;10:403–15.
65. Meléndez M. W, Pizán U. J. Efecto de un gel elaborado con el extracto etanólico del tubérculo de *Solanum tuberosum* L. var aceituna sobre lesiones dérmicas inducidas en *Mus musculus* Balb/c. (Tesis). Trujillo- Perú: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Farmacia y Bioquímica; 2018.
66. Rosas G. Efecto de un ungüento a base de extracto etanólico de *Solanum tuberosum* L. var. amarilla tumbay sobre heridas inducidas en *Mus musculus* Balb/c. (Tesis). Trujillo- Perú: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Farmacia y

- Bioquímica; 2019.
67. Davoodi F, Afshar M, Haji A. F, Choopani S, Torkaman G, Moayer F, et al. Topical hydrogel containing *Fumaria vaillantii* Loisel. extract enhances wound healing in rats. *BMC Complement Altern Med.* 2019;19(1):1–9.
 68. Martin P, Nunan R. Cellular and molecular mechanisms of repair in acute and chronic wound healing. *Br J Dermatol.* 2015;173(2):370–8.
 69. Hakim R, Fakhrurrazi, Dinni. Effect of *Carica papaya* Extract toward Incised Wound Healing Process in Mice (*Mus musculus*) Clinically and Histologically. Evidence-based Complement Altern Med. 2019;2019:1–6.
 70. Sun Y, Pan Z, Yang C, Jia Z, Guo X. Comparative assessment of phenolic profiles, cellular antioxidant and antiproliferative activities in ten varieties of sweet potato (*Ipomoea batatas*) storage roots. *Molecules.* 2019;24(24).
 71. Gallardo G, Barboza L. Efecto cicatrizante del gel elaborado del látex de *Croton lechleri* “Sangre de Drago.” *Rev Cient Cienc Méd.* 2015;18(1):10–6.
 72. Chlipala E, Bendzinski C, Chu K, Johnson J, Brous M, Copeland K, et al. Optical density-based image analysis method for the evaluation of hematoxylin and eosin staining precision. *J Histotechnol.* 2020;43(1):29–37.
 73. Zhu C, Lei H, Fan D, Duan Z, Li X, Li Y, et al. Novel enzymatic crosslinked hydrogels that mimic extracellular matrix for skin wound healing. *J Mater Sci.* 2018;53(3):5909–28.
 74. Huang H, Lin H, Huang M. Lactoferrin promotes hair growth in mice and increases dermal papilla cell proliferation through Erk/Akt and Wnt signaling pathways. *Arch Dermatol Res.* 2019;311(5):411–20.
 75. Higgins C, Chen J, Cerise J, Jahoda C, Christiano A. Microenvironmental reprogramming by threedimensional culture enables dermal papilla cells to induce de novo human hair-follicle growth. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2013;110(49):19679–88.
 76. Ye Q, Wang S, Chen J, Rahman K, Xin H, Zhang H. Medicinal plants for the treatment of hypertrophic scars. *Evidence-based Complement Altern Med.* 2015;2015:1–15.
 77. Mehta M, Branford O, Rolfe K. The evidence for natural therapeutics as potential anti-

- scarring agents in burn-related scarring. *Burn Trauma*. 2016;4(15):1–12.
78. Hughes K, Ho R, Filaire E, Ranouille E, Chazaud C, Herbette G, et al. Hair growth activity of three plants of the polynesian cosmetopoeia and their regulatory effect on dermal papilla cells. *Molecules*. 2020;25(19):1–19.
79. Park S, Lee S, Yang J, Lee J, Oh S, Oh S, et al. Comparative analysis of phytochemicals and polar metabolites from colored sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) tubers. *Food Sci Biotechnol*. 2016;25(1):283–91.
80. Li A, Xiao R, He S, An X, He Y, Wang C, et al. Research advances of purple sweet potato anthocyanins: extraction, identification, stability, bioactivity, application, and biotransformation. *Molecular*. 2019;24:3816.
81. Majid M, Nasir B, Zahra S, Khan M, Mirza B, Haq I. *Ipomoea batatas* L. Lam. ameliorates acute and chronic inflammations by suppressing inflammatory mediators, a comprehensive exploration using in vitro and in vivo models. *BMC Complement Altern Med*. 2018;18(216):1–20.
82. Vishnu R, Renjith S, Mukherjee A, Anil R, Sreekumar J, Jyothi N. Comparative Study on the Chemical Structure and in Vitro Antiproliferative Activity of Anthocyanins in Purple Root Tubers and Leaves of Sweet Potato (*Ipomoea batatas*). *J Agric Food Chem*. 2019;67(9):2467–75.
83. Lee J., Woo K., Lee H., Nam S., Lee B., Lee Y., et al. Intracellular reactive oxygen species (ROS) removal and cytoprotection effects of sweet potatoes of various flesh colors and their polyphenols, including anthocyanin. *Prev Nutr Food Sci*. 2019;24(3):293–8.
84. Li, G., Lin, Z., Zhang, H., Liu, Z., Xu, Y., Xu, G, et al. Anthocyanin Accumulation in the Leaves of the Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Cultivars GuoLiang. *Molecules*. 2019;24(20):3743.
85. Palungwachira P, Tancharoen S, Phruksaniyom C, Klungsaeng S, Srichan R, Kikuchi K, et al. Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties of Anthocyanins Extracted from *Oryza sativa* L. In Primary Dermal Fibroblasts. *Oxid Med Cell Longev*. 2019;2019:1–18.
86. Rath D, George J, Mukherjee A, Naskar S., Mohandas C. Antibacterial activity of leaf

- and tuber extract of orange, purple flesh antioxidants rich sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.)). Merit Res J Agric Sci Soil Sci. 2016;4(4):67–071.
87. Ibrahim N, Wong S, Mohamed I, Mohamed N, Chin K, Ima-Nirwana S, et al. Wound healing properties of selected natural products. Int J Environ Res Public Health. 2018;15(11):23–60.
 88. Jeong J, Lee W, Shin S, Kim G, Choi B, Choi Y. Anthocyanins downregulate lipopolysaccharide-induced inflammatory responses in BV2 microglial cells by suppressing the NF- κ B and Akt/MAPKs signaling pathways. Int J Mol Sci. 2013;14(1):1502–15.
 89. Wang Y, Zheng Y, Lu J, Chen G, Wang X, Feng J, et al. Purple sweet potato color suppresses lipopolysaccharide-induced acute inflammatory response in mouse brain. Neurochem Int. 2010;56(3):424–30.
 90. Nascimento D. A, Campos P. N, Freitas M. R, Mello S. J, Oliveira A. D, Marques N. M, et al. In vivo wound healing activity of gels containing *Cecropia pachystachya* leaves. J Pharm Pharmacol. 2016;68(1):128–38.
 91. Xu L, Choi T, Kim S, Kim S, Chang H, Choe M, et al. Anthocyanins from black soybean seed coat enhance wound healing. Ann Plast Surg. 2013;71(4):415–20.
 92. Pratheeshkumar P, Son Y, Wang X, Divya S, Joseph B, Hitron J, et al. Cyanidin-3-Glucoside inhibits UVB-induced oxidative damage and inflammation by regulating MAP kinase and NF- κ B signalling pathways in SKH-1 hairless mice skin. Toxicol Appl Pharmacol. 2014;280(1):127–137.
 93. Wang X, Zhang Z, Zheng G, Wang A, Sun C, Qin S, et al. The inhibitory effects of purple sweet potato color on hepatic inflammation is associated with restoration of nad⁺ levels and attenuation of nlrp3 inflammasome activation in high-fat-diet-treated mice. Molecules. 2017;22(8):1315.
 94. Al-Abd N, Mohamed Nor Z, Mansor M, Azhar F, Hasan M, Kassim M. Antioxidant, antibacterial activity, and phytochemical characterization of *Melaleuca cajuputi* extract. BMC Complement Altern Med. 2015;15(1):1–13.
 95. Abu M, Ismail N, Isha A, Mei A. Phytochemical Composition and Biological Activities of Selected Wild Berries (*Rubus moluccanus* L., *R. fraxinifolius* Poir., and

- R. alpestris Blume). Evidence-based Complement Altern Med. 2016;2016.
96. Alam N, Hossain M, Mottalib M, Sulaiman S, Gan S, Khalil M. Methanolic extracts of *Withania somnifera* leaves, fruits and roots possess antioxidant properties and antibacterial activities. BMC Complement Altern Med [Internet]. 2012;12(1):1–8.
97. Xu Y, Burton S, Kim C, Sismour E. Phenolic compounds, antioxidant, and antibacterial properties of pomace extracts from four virginia-grown grape varieties. Food Sci Nutr. 2016;4(1):125–33.

Biblioteca de la Facultad de Farmacia y Bioquímica

ANEXOS

Biblioteca de la Facultad de Farmacia y Bioquímica

Anexo 1. Informe del Comité de Ética de la Facultad de Farmacia y Bioquímica –UNT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
Comité de Ética en Investigación



ANEXO 11

**INFORME DEL COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACION DE LA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA -UNT**

N°: PR005-2021/CEIFYB

• **Datos informativos:**

- Investigador principal: **ORTIZ NORIEGA, CRISTEL MAYORLIN**
- Título del proyecto:

“ Efecto de un gel a base de Ipomoea batatas Lam. “camote morado” sobre heridas inducidas en Mus musculus Balb/c “

- Fecha de evaluación: 09 de marzo 2021
- Categoría de evaluación: Revisión completa

• **Dictamen:**

- o Favorable X Condicionado ___ o desfavorable ___
- o Fundamentación:

• **Firmas:**

- o De los miembros del Comité de Ética de la facultad o de la OCEI-UNT que participaron en la reunión de evaluación del proyecto.



Dr. Julio Víctor Campos Florián
Presidente

Mg. María Virginia González Blas
Miembro

Dra. Ana María del Carmen-Guevara Vásquez
Miembro

Adm. Luc. Pilar Inostroza García
Miembro

Av. Juan Pablo II s/n Ciudad Universitaria
Pabellón de la Fac. de Farmacia y Bioquímica
2do. Piso -
Al costado de la Sala de Computo

e_mail: ceticafyb@unitru.edu.pe

Anexo 2. Tamaño promedio de las lesiones dérmicas inducidas en los grupos de investigación durante el tiempo de experimentación.

Día	Tamaño promedio de lesiones dérmicas (cm)			
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
1	0.967 ± 0.058	0.933 ± 0.115	0.967 ± 0.058	0.967 ± 0.058
2	0.933 ± 0.058	0.900 ± 0.100	0.833 ± 0.115	0.800 ± 0.100
3	0.900 ± 0.000	0.833 ± 0.115	0.733 ± 0.115	0.667 ± 0.058
4	0.833 ± 0.058	0.767 ± 0.153	0.633 ± 0.115	0.567 ± 0.058
5	0.733 ± 0.058	0.700 ± 0.100	0.533 ± 0.115	0.333 ± 0.058
6	0.667 ± 0.058	0.567 ± 0.058	0.467 ± 0.058	0.233 ± 0.058
7	0.533 ± 0.058	0.467 ± 0.058	0.367 ± 0.058	0.133 ± 0.058
8	0.433 ± 0.058	0.433 ± 0.058	0.267 ± 0.058	0.033 ± 0.058
9	0.333 ± 0.058	0.333 ± 0.058	0.167 ± 0.058	0.000 ± 0.000
10	0.300 ± 0.000	0.267 ± 0.058	0.067 ± 0.115	0.000 ± 0.000
11	0.167 ± 0.058	0.167 ± 0.058	0.033 ± 0.058	0.000 ± 0.000
12	0.133 ± 0.058	0.133 ± 0.058	0.033 ± 0.058	0.000 ± 0.000
13	0.100 ± 0.000	0.100 ± 0.058	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000
14	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000

$\bar{x} \pm DS$, Grupo I: Grupo control negativo, no se le aplicó tratamiento; Grupo II: Grupo al que se aplicó un gel base (formulación que no contiene el compuesto en estudio). Grupo III: Grupo al que se aplicó la formulación del gel a base de las cáscaras de las raíces de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” al 0,5 %. Grupo IV: Grupo al que se aplicó la formulación del gel a base de las cáscaras de las raíces de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” al 1 %.

Anexo 3. Porcentajes de la reducción del tamaño de las heridas en los grupos de investigación durante el periodo de experimentación.

Día	Porcentaje de disminución de la longitud de las lesiones			
	Grupo I (%)	Grupo II (%)	Grupo III (%)	Grupo IV (%)
1	3.333	6.667	3.333	3.333
2	6.667	10.000	16.667	20.000
3	10.000	16.667	26.667	33.333
4	16.667	23.333	36.667	43.333
5	26.667	30.000	46.667	66.667
6	33.333	43.333	53.333	76.667
7	46.667	53.333	63.333	86.667
8	56.667	56.667	73.333	96.667
9	66.667	66.667	83.333	100.000
10	70.000	73.333	93.333	100.000
11	83.333	83.333	96.667	100.000
12	86.667	86.667	96.667	100.000
13	90.000	90.000	100.000	100.000
14	100.000	100.000	100.000	100.000

Grupo I: Grupo control negativo, no se le aplicó tratamiento; Grupo II: Grupo al que se aplicó un gel base (formulación que no contiene el compuesto en estudio). Grupo III: Grupo al que se aplicó la formulación del gel a base de las cáscaras de las raíces de Ipomoea batatas Lam “camote morado” al 0,5 %. Grupo IV: Grupo al que se aplicó la formulación del gel a base de las cáscaras de las raíces de Ipomoea batatas Lam “camote morado” al 1 %.

Anexo 4. Visualización de las tablas de comparación de significancia de la reducción del tamaño de las heridas en los grupos de investigación durante el periodo de experimentación.

DIA 1				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Grupo I		-0.033	0	0
Grupo II			0.033	0.033
Grupo III				0
Grupo IV				

DIA 2				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Grupo I		-0.033	-0.100	-0.133
Grupo II			-0.067	-0.100
Grupo III				-0.033
Grupo IV				

DIA 3				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Grupo I		-0.067	-0.167	-0.233
Grupo II			-0.100	-0.167
Grupo III				-0.067
Grupo IV				

DIA 4				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Grupo I		-0.067	-0.200	-0.267
Grupo II			-0.133	-0.200
Grupo III				-0.067
Grupo IV				

DIA 5				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Grupo I		-0.033	-0.200	-0.400
Grupo II			-0.167	-0.367
Grupo III				-0.200
Grupo IV				

DIA 6				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Grupo I		-0.1	-0.200	-0.433
Grupo II			-0.100	-0.333
Grupo III				-0.233
Grupo IV				

DIA 7				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Grupo I		-0.067	-0.167	-0.400
Grupo II			-0.100	-0.333
Grupo III				-0.233
Grupo IV				

DIA 8				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Grupo I		1.1102E-16	-0.167	-0.400
Grupo II			-0.167	-0.400
Grupo III				-0.233
Grupo IV				

DIA 9				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Grupo I		0	-0.167	-0.333
Grupo II			-0.167	-0.333
Grupo III				-0.167
Grupo IV				

DIA 10				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Grupo I		-0.033	-0.233	-0.300
Grupo II			-0.200	-0.267
Grupo III				-0.067
Grupo IV				

DIA 11				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Grupo I		0	-0.133	-0.167
Grupo II			-0.133	-0.167
Grupo III				-0.033
Grupo IV				

DIA 12				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Grupo I		0	-0.100	-0.133
Grupo II			-0.100	-0.133
Grupo III				-0.033
Grupo IV				

Los recuadros coloreados de azul son aquellos grupos en los que se observó diferencia significativa. Grupo I: Grupo control negativo, no se le aplicó tratamiento. Grupo II: Grupo al que se aplicó un gel base (formulación que no contiene el compuesto en estudio). Grupo III: Grupo al que se aplicó la formulación del gel a base de las cáscaras de las raíces de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” al 0,5 %. Grupo IV: Grupo al que se aplicó la formulación del gel a base de las cáscaras de las raíces de *Ipomoea batatas* Lam “camote morado” al 1 %.

Anexo 5. Fotografías de los tratamientos administrados a los grupos de investigación.



Biblioteca de la Facultad de Farmacia y Bioquímica



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

UNT

RECTORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

DECLARACIÓN JURADA

Los AUTORES suscritos en el presente documento **DECLARAMOS BAJO JURAMENTO** que somos los responsables legales de la calidad y originalidad del contenido del Proyecto de Investigación Científica, así como, del Informe de la Investigación Científica realizado.

TITULO: Efecto de un gel a base de *Ipomoea batatas* Lam. “camote morado” sobre heridas inducidas en *Mus musculus* Balb/c

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA

- PROY DE TRABAJO DE INVESTIGACION (PREGRADO) ()
- PROYECTO DE TESIS PREGRADO ()
- PROYECTO DE TESIS MAESTRIA ()
- PROYECTO DE TESIS DOCTORADO ()

INFORME FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA

- TRABAIO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO) ()
- TESIS PREGRADO (X)
- TESIS MAESTRÍA ()
- TESIS DOCTORADO ()

Equipo Investigador Integrado por:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	FACULTAD	DEP. ACADÉMICO	CATEGORIA DOCENTE ASESOR	CÓDIGO Docente asesor Numero Matricula del estudiante	Autor Coautor asesor
1	Ortiz Noriega, Cristel Mayorlin	Farmacia y Bioquímica	-	-	1041100315	Autor
2	Silva Correa, Carmen Rosa	Farmacia y Bioquímica	Farmacología	Docente asesor	5954	Asesor

Trujillo, 23 de junio..... de 2021...

FIRMA

71780851

DNI

FIRMA

44472535

DNI

FIRMA

DNI

FIRMA

DNI

Este formato debe ser llenado, firmado, adjuntado al final del documento del PIC, del Informe de Tesis, Trabajo de Investigación respectivamente





RECTORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

UNT

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN REPOSITORIO DIGITAL RENATI-SUNEDU

Trujillo, 23 de junio de 2021.

Los autores suscritos del INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA

Titulado: Efecto de un gel a base de Ipomoea batatas Lam. "camote morado" sobre heridas inducidas en Mus musculus Balb/c

AUTORIZAMOS SU PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL, REPOSITORIO RENATI-SUNEDU, ALICIA-CONCYTEC, CON EL SIGUIENTE TIPO DE ACCESO:

- A. Acceso Abierto:
- B. Acceso Restringido (datos del autor y resumen del trabajo)
- C. No autorizo su Publicación

Si eligió la opción restringido o NO autoriza su publicación sírvase justificar _____

ESTUDIANTES DE PREGRADO: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TESIS
 ESTUDIANTES DE POSTGRADO: TESIS MAESTRIA TESIS DOCTORADO
 DOCENTES: INFORME DE INVESTIGACIÓN OTROS
 El equipo investigador Integrado por:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	FACULTAD	CONDICIÓN (NOMBRADO, CONTRATADO, EMÉRITO, estudiante, OTROS)	CÓDIGO Docente Numero Matricula del estudiante	Autor Coautor asesor
1	Ortiz Noriega, Cristel Mayorlin	Farmacia y Bioquímica	Estudiante	1041100315	Autor
2	Silva Correa, Carmen Rosa	Farmacia y Bioquímica	Contratado	5954	Asesor

FIRMA _____

71780851
DNI

FIRMA _____

44472535
DNI

FIRMA _____

DNI

FIRMA _____

DNI

¹ Este formato debe ser llenado, firmado Y adjuntado en el Informe de Tesis y/o Trabajo de Investigación respectivamente
² Este formato en el caso de Informe de investigación científica docente debe ser llenado, firmado, scaneado y adjuntado en el sistema de www.picf.edu.unitru.edu.pe

