

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA



FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y BIOQUÍMICA

TESIS

**EVALUACION DE LA ACTIVIDAD FOTOPROTECTORA *in vitro* DE LA
CREMA GEL ELABORADA CON ACEITE DE SALVADO DE ARROZ (*Oriza sativa L.*)**

Para optar el Título Profesional de: Químico Farmacéutico y Bioquímico

AUTOR:

BACHILLER : CACHAY ESLAVA PAMELA GERALDINE

BACHILLER : ORDOÑEZ DURÀN NATALY

ASESOR: BOLO ROMERO, KARLA MAVEL
(<https://orcid.org/0000-0003-1494-1752>)

LIMA – PERÚ

2023

entrega febrero

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	intra.uigv.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	repositorio.uigv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.une.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	idus.us.es Fuente de Internet	1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
7	grasasyaceites.revistas.csic.es Fuente de Internet	1%
8	pdfs.semanticscholar.org Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

A Dios, por brindarnos la fortaleza, voluntad y fe para poder desarrollar nuestra tan ansiada tesis, por ser nuestro guía y protector en todo momento, y habernos permitido poder llegar a esta etapa para nuestro desarrollo profesional.

A nuestros padres por todos estos años de trabajo y sacrificio, para darnos una carrera profesional, por su amor incondicional, confianza y apoyo, porque gracias a ellos hemos llegado hasta aquí.

A nuestros maestros que nos han brindado y compartido sus conocimientos mediante sus enseñanzas y sus experiencias, por haber guiado nuestros pasos y a la vez absuelto nuestras dudas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco sinceramente a Dios por haberme brindado la vida y la salud, así como a mis padres por su inquebrantable apoyo en cada etapa de mi desarrollo profesional.

También quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi asesor, cuya guía y apoyo han sido fundamentales a lo largo de todo el proceso de investigación. Su mentoría ha sido invaluable, especialmente por su contribución para alcanzar esta etapa crucial en mi camino hacia mi carrera profesional. Sin su orientación y apoyo, este logro no habría sido posible. Estoy profundamente agradecido por su dedicación y compromiso.

INDICE

CARATULA.....	1
ACTA DE SUSTENTACIÓN	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE.....	5
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1.- Determinación del problema.....	11
1.2.- Formulación del problema.....	13
1.3.- Objetivos de la investigación.....	13
1.4.- Importancia y alcances de la investigación	14
1.5.- Limitaciones de la investigación.....	15
CAPITULO II MARCO TEORICO	16
2.1.- Antecedentes del problema	16
2.2.- Bases teóricas	21
CAPITULO III HIPOTESIS Y VARIABLES.....	33
3.1.- Hipótesis y variable	33
3.2.- Hipótesis.....	33
3.3.- Variables.....	33
3.4.- Operacionalización de variables.....	34

CAPITULO IV METODOLOGIA.....	35
4.1.- Enfoque de la investigación.....	35
4.2.- Tipo de investigación.....	36
4.3.- Diseño de investigación.....	37
4.4.- Población y muestra.....	37
4.5.- Criterios de inclusión	37
4.6.- Criterios de exclusión.....	37
4.7.- Equipos, materiales y reactivos.....	38
4.8.- Procedimiento.....	39
4.9.- Análisis fisicoquímico y sensorial del producto terminado.....	41
4.10.- Análisis espectral de las formulaciones.....	42
4.11.- Técnicas e instrumentos de recolección de información	44
4.12.- Tratamiento estadístico	44
4.13.- Consideraciones éticas.....	45
CAPÍTULO V RESULTADOS.....	46
5.1.- Validez y confiabilidad de los instrumentos.....	46
5.2.- Presentación y análisis de los resultados	46
5.3.- Contrastación de hipótesis.....	48
5.4.- Discusión.....	48
CAPÍTULO VII CONCLUSIONES.....	50
CAPÍTULO VII RECOMENDACIONES.....	51
CAPÍTULO REFERENCIAS.....	52
CAPÍTULO IX ANEXOS.....	58
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	59
ANEXO 2: FICHA TECNICA DEL ACEITE DE SALVADO DE ARROZ.....	60
ANEXO 3: CERTIFICADO DE ANALISIS DE PUREZA.....	61
ANEXO 4: TRABAJO EN LABORATORIO.....	62
ANEXO 5: PREPARACIÓN DE MUESTRAS.....	63

RESUMEN

Se usó el aceite de salvado de arroz grado USP que se extrajo a partir de los residuos de cáscara de salvado de arroz, aprovechando este subproducto. Se determinó mediante análisis fitoquímico la presencia de flavonoides, compuestos fenólicos y terpenos en dichos residuos. Se identificaron y cuantificaron los compuestos fenólicos y otros componentes, y se elaboraron dos formulaciones de crema gel, una con un 10% de aceite y otra con un 5%, además de una formulación que incluía protector físico de dióxido de titanio, y un control que consistía solo en crema gel sin aceite ni protector físico. Se realizó una evaluación in vitro del Factor de Protección Solar (FPS) de las formulaciones, determinando que la formulación que contenía protector solar y aceites, así como la crema gel sin aceite ni protector solar, tenían un FPS de 7.699. Posteriormente, se evaluó la capacidad antioxidante de esta formulación utilizando el radical libre DPPH. Se midió la actividad antioxidante de la crema gel utilizando un espectrofotómetro UV-Vis (Thermo Scientific), y se determinó que la crema gel tenía una actividad antioxidante de 155,67 μmol equivalente de Trolox por mililitro. Por lo que se concluye que la cremagel elaborada de aceite de salvado de arroz contiene actividad antioxidante.

Palabras clave: aceite salvado de arroz, fotoprotección, cremagel

ABSTRACT

The oil that was extracted from the rice bran husk waste was used, taking advantage of this byproduct. The presence of flavonoids, phenolic compounds and terpenes in said residues was determined by phytochemical analysis. Phenolic compounds and other components were identified and quantified, and two gel-cream formulations were prepared, one with 10% oil and another with 5%, in addition to a formulation that included titanium dioxide physical protector, and a control. which consisted only of gel cream without oil or physical protector. An *in vitro* evaluation of the Sun Protection Factor (SPF) of the formulations was carried out, determining that the formulation containing sunscreen and oils, as well as the gel cream without oil or sunscreen, had an SPF of 7,699. Subsequently, the antioxidant capacity of this

formulation was evaluated using the free radical DPPH. The antioxidant activity of the cream gel was measured using a UV-Vis spectrophotometer (Thermo Scientific), and the cream gel was determined to have an antioxidant activity of 155.67 μmol Trolox equivalent per milliliter. Consequently, it is concluded that the cream-gel made from rice bran oil contains antioxidant activity

Keywords: rice bran oil, photoprotection, cremagel

INTRODUCCION

La exposición excesiva a los rayos ultravioleta (UV) del sol es reconocida como uno de los principales riesgos para el desarrollo de problemas en la piel, como el cáncer cutáneo y el envejecimiento prematuro. Por consiguiente, la búsqueda de agentes que protejan de manera efectiva y segura contra estos efectos ha adquirido una relevancia considerable en los campos de la cosmética y la dermatología.

En este contexto, los productos naturales han despertado un creciente interés debido a su potencial para ofrecer alternativas seguras y efectivas a los filtros solares sintéticos. Entre estos productos naturales, el aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*) ha surgido como un candidato prometedor, gracias a su composición rica en compuestos bioactivos, como los

tocoferoles, los ácidos grasos esenciales y los polifenoles, que han demostrado poseer propiedades antioxidantes y fotoprotectoras.

El desarrollo de productos cosméticos que contienen aceite de salvado de arroz representa una estrategia prometedora para proteger la piel contra los daños provocados por la radiación ultravioleta (UV). En este contexto, este estudio se enfoca en evaluar la capacidad fotoprotectora in vitro de una crema gel elaborada con aceite de salvado de arroz. Se realizarán una serie de pruebas y análisis con el objetivo de determinar la eficacia de esta formulación para proteger la piel contra los efectos perjudiciales de la radiación UV.

El propósito fundamental de este estudio es ofrecer un análisis científico riguroso de las propiedades de protección solar del cremagel elaborado con aceite de salvado de arroz, con la aspiración de contribuir al avance de productos cosméticos que sean más seguros y eficaces para el cuidado de la piel. Los hallazgos obtenidos no solo pueden influir en la industria de la cosmética, sino también en la prevención de afecciones cutáneas relacionadas con la exposición al sol, lo que potencialmente mejoraría la salud y el bienestar de la población.

A continuación, se presenta un examen detallado de la literatura relevante que examina los efectos de la radiación ultravioleta en la piel, así como las propiedades de protección solar asociadas al aceite de salvado de arroz. También se destaca la importancia de evaluar en entornos de laboratorio la capacidad de protección solar de las formulaciones cosméticas.

CAPITULO I

1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.- Determinación del problema

Tortora (2017) indica que la piel se define como un órgano que cubre y defiende al organismo, como una barrera física de los posibles perjuicios causados por factores ambientales como la radiación solar, el humo del tabaco, etc. Estos factores pueden provocar la generación de radicales libres los cuales tienen el potencial de dañar las proteínas de la piel, y en casos extremos, pueden alterar el ADN, ocasionando alteraciones que van desde el envejecimiento prematuro hasta el desarrollo de carcinomas.

“La Organización Mundial de la Salud” (OMS, 2022) advierte que estar expuesto de manera prolongada a niveles excesivos a la radiación ultravioleta representa constituye un

riesgo significativo para desarrollar de cáncer de piel en la mayoría de la población. Asimismo, se informó que durante el año 2020 se detectaron más de 1,5 millones de casos de cáncer de piel en el mundo, con más de 120 mil muertes registradas como resultado de esta enfermedad.

Según el “Análisis de Situación de Cáncer en el Perú” (ASIS, 2018), llevado a cabo por el “Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades en el Perú”, se registraron 4,440 casos de cáncer de piel en el período de 2014 a 2018. Además, según el Observatorio Global del Cáncer (GLOBOCAN, 2020), se informa de manera anual alrededor de 1,300 nuevos casos de cáncer de piel, específicamente del tipo melanoma. Por otro lado, el “Ministerio de Salud” (MINSA), a través de la “Dirección de Prevención y Control de Cáncer” (DPCAN), asegura que el melanoma cutáneo es susceptible de curación si se diagnostica en las etapas iniciales.

La Oficina de Inteligencia e Información Sanitaria de EsSalud informó que en el 2022 las cifras correspondientes a mujeres fueron 954 (51 %) mientras que en varones fueron 923 (49 %). Además, se destaca que el 15.3 % del total de casos ocurrió en adultos mayores de 85 años.

La industria cosmética ha desarrollado diversos de productos destinados a contrarrestar los efectos adversos de la radiación solar en la piel. Entre estos productos se encuentran los protectores y bloqueadores solares, bases, polvos compactos, labiales, entre otros, que incorporan factores de protección solar para salvaguardar la piel.

Conforme a un estudio de inteligencia de Mercado Anual 2021 presentado por el “Gremio Peruano de Cosmética, Higiene Personal y Aseo Doméstico de la Cámara de Comercio de Lima” (COPECOH), se evidencia un aumento en la demanda de productos que brindan experiencia sensoriales, específicamente, se observó una preferencia por los

ingredientes naturales en la formulación de productos cosméticos, con el objetivo de encontrar opciones alternativas más seguras y sostenibles, como es el caso de los fotoprotectores. En este contexto, el aceite extraído de salvado de arroz, ha surgido como una opción prometedora debido a sus propiedades beneficiosas para la salud cutánea.

Zamil y colaboradores (2022) ha encontrado diversos componentes individuales presentes en el arroz, tales como compuestos fenólicos, betaína, escualeno y tricina. Estos elementos poseen propiedades antienvjecimiento, antiinflamatorios, blanqueadores, fotoprotectores e hidratante. Se destaca que el extracto de ceniza de salvado de arroz aumenta la síntesis de melanina y ofrece protección contra la radiación, contribuyendo así a prevenir las lesiones cutánea.

1.2.- Formulación del problema

Problema general

¿Cómo se puede evaluar la actividad fotoprotectora in vitro elaborada con aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*)?

Problemas específicos

- ¿Cómo se pueden determinar los FPS in vitro de la cremagel elaborada con aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*) de las diferentes concentraciones elaboradas?
- ¿Cuáles son los componentes específicos del aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*) responsables de sus propiedades fotoprotectoras?
- ¿Cómo se compara la eficacia fotoprotectora in vitro de la cremagel con aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*) con la de productos comerciales en el mercado?.

1.3.- Objetivos de la investigación

Objetivo general

Evaluar la actividad fotorotectora in vitro de la cremagel elaborada con aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*)

Objetivos específicos

- Determinar los FPS in vitro de la cremagel elaborada con aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*) de las diferentes concentraciones elaboradas.
- Identificar los componentes específicos del aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*) responsables de sus propiedades fotoprotectoras.
- Comparar la eficacia fotoprotectora in vitro de la cremagel con aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*) con la de productos comerciales en el mercado.

1.4.- Importancia y alcances de la investigación

a) Importancia:

El presente estudio tiene por finalidad evaluar la actividad fotoprotectora un vitro de la cremagel con aceite de salvado de arroz lo cual contribuye al desarrollo de productos que proporcionan una protección adecuada frente a los problemas cutáneos provocados por la radiación ultravioleta (UV). Los resultados obtenidos pueden tener implicaciones prácticas para la formulación de productos dermatológicos, influyendo en el diseño de futuras formulaciones y en la selección de ingredientes para productos cosméticos y farmacéuticos, brindando así opciones fotoprotectoras efectivas.

Debido al aumento del uso de ingredientes naturales y sostenibles, como es el caso del aceite de salvado de arroz se vuelve relevante, debido a que es una alternativa que puede

satisfacer la demanda del mercado sin comprometer la eficacia de los productos fotoprotectores.

Además de su actividad fotoprotectora, el aceite de salvado de arroz podría contar con propiedades antioxidantes y regenerativas para la piel, destacando su considerable potencial el cuidado de la piel. La investigación no solo se centrará en la protección contra la radiación UV, sino también explorara posibles beneficios adicionales que podrían mejorarla salud y la apariencia de la piel.

La investigación contribuirá al conocimiento científico actual al proporcionar datos específicos y puede llenar vacíos epistémicos en la literatura científica y establecer una base para futuras investigaciones en este campo.

Al centrarse en la evaluación de la actividad fotoprotectora, la investigación también puede generar conciencia pública acerca de la importancia de la protección solar y el uso adecuado de productos que ayuden a prevenir daños cutáneos relacionados con la exposición al sol.

b) Alcances de la investigación:

El propósito de este estudio tiene como objetivo evaluar la actividad fotoprotectora in vitro de la cremagel formulado con aceite de salvado de arroz, determinando así su concentración adecuada y a su vez investigar sobre las propiedades beneficiosas con las que cuenta además se evaluará su comportamiento frente a fotoprotectores comerciales lo cual nos permitirá conocer información valiosa de esta comparación.

De acuerdo a los resultados obtenidos esta podría ser una alternativa natural y potencialmente eficaz en la formulación de cremas fotoprotectoras. Lo cual le da una relevancia potencial para la Industria Farmacéutica y Cosmética.

1.5.- Limitaciones de la investigación

La evaluación solo a nivel in vitro, debido a la ausencia de los laboratorios de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, y al bajo presupuesto con el que se cuenta.

Pero una de las limitaciones de la evaluación in vitro es que los resultados no reflejaran completamente la complejidad de las respuestas cutáneas y ambientales como es el caso de la sudoración, tipo de piel, la exposición al agua y la interacción con otros productos para el cuidado cutáneo. Lo cual afecta los resultados de la eficacia del producto.

Dado que se trata de una evaluación in vitro, este estudio representa una fase preliminar en el desarrollo del producto. Serán necesarios estudios posteriores, incluyendo ensayos clínicos, para validar la eficacia y seguridad del producto en contextos más amplios.

La investigación se centrará en la evaluación a corto plazo de la actividad fotoprotectora. No se abordarán los posibles efectos a largo plazo del uso continuo del producto.

CAPITULO II

2.- MARCO TEORICO

2.1.- Antecedentes del estudio

2.1.1.- Nacionales:

Castañeda, et al. (2021) desarrollaron una investigación la cual tuvo como objetivo “evaluar la actividad fotoprotectora de una crema con extracto acuoso liofilizado de maca (ELM) frente a la irradiación ultravioleta (UV) en la piel de ratones”. El enfoque fue cuantitativo y cuyo diseño fue experimental. En cuanto a la población consto de las raíces de maca (*Lepidium meyenii*), recolectadas en Pachamayo departamento de Junín. La muestra fue

de 500 gramos de raíces secas y pulverizadas de maca. El instrumento utilizado fue el análisis estadístico y evaluación de las características fisicoquímicas. Los resultados señalan que hubo variaciones en el grosor de la piel de los ratones, medido en micras (μm), en los diferentes grupos experimentales: en el grupo 2, el grosor fue 27,28, en el grupo 3 fue 18,31, en el grupo 4 fue 27,33, en el grupo 5 fue 19,51 y en el grupo 6 fue 18,04. No se observaron discrepancias notables entre el grupo 1, no expuesto a radiación, y el grupo 7, tratado con ELM al 15% en crema, ya que ambos presentaron espesores más reducidos, siendo de 12,76 y 14,20 μm respectivamente. El FPS de la crema con ELM al 15% fue de $5,480 \pm 0,020$. La conclusión específica que la crema formulada con ELM demostró tener propiedades fotoprotectoras contra la radiación UV, siendo los alcaloides los componentes fitoquímicos predominantes. Además, se destacó la compatibilidad de la formulación con el activo (ELM).

Matías, et al (2020) llevaron a cabo una investigación cuyo objetivo fue “evaluar la capacidad antioxidante y fotoprotectora in vitro de la cremagel elaborada con extracto etanólico del fruto de arándano (*Vaccinium corymbosum L.*)”. El enfoque adoptado fue el cuantitativo y diseño experimental. La población estuvo conformada por arándanos (frutos), mientras que la muestra estuvo conformada por 100g de frutos de arándano. Los resultados demostraron que la propiedad antioxidante del extracto y de la crema gel a una concentración de 1000 $\mu\text{g/mL}$ fue de 962,436 y 608,930 μM de Equivalente Trolox, respectivamente. En lo que respecta a la capacidad fotoprotectora de la crema gel con extracto, se registró un valor de 7,048. En resumen, la crema gel elaborada con un extracto etanólico al 20% de frutos de arándano exhibe propiedades antioxidantes y fotoprotectoras, las cuales están vinculadas a la cantidad de compuestos fenólicos determinados.

Rabanal, et al (2019) sostienen mediante su investigación con el objetivo de “evaluar la actividad antioxidante y fotoprotectora de la cremagel elaborada con el extracto metanólico de las hojas del *Piper elongatum Vahl. var. salviaefolium* (Miq.) Trel. (matico)”. Esta

investigación tuvo un enfoque fue cuantitativo y un diseño experimental. La población la conformaron las hojas de matico del departamento de Abancay- Perú. La muestra utilizada para el estudio estuvo comprendida por 2 kg de hojas de matico. Los instrumentos fueron la observación y registro de datos. Los resultados revelaron la presencia de metabolitos secundarios como: alcaloide, compuestos fenólicos, cumarinas, flavonoides, quinonas y taninos. Finalmente se llega a la conclusión que la cremagel con extracto metanólico al 1 % de hojas de matico, contiene actividad antioxidante 163,919 uM y un FPS de 5,334.

Huamani, et al (2019) llevaron a cabo el presente estudio tuvo como objetivo “evaluar la actividad antioxidante y fotoprotectora in vitro de la cremagel con filtros solares y extracto acuoso de la cáscara de *Opuntia ficus indica*”. El enfoque adoptado fue mixto y diseño fue cuasiexperimental. La población estuvo conformada por la tuna recolectada en el departamento de Ayacucho. La muestra fue de 5 kilos de tuna. Los instrumentos utilizados en la recolección de datos incluyeron la observación y entrevistas. Los resultados obtenidos mediante las mediciones en el espectrofotómetro UV-Vis de las formulaciones se obtuvo una cremagel con una actividad antioxidante de 155,67 μmol equivalente Trolox/ mL y FPS de 7.699. Como conclusión, se determinó que la cremagel realizada extracto de cascara tuna y filtros solar posee actividad antioxidante.

Yarin (2019) indica que el objetivo de su investigación fue “evaluar la actividad in vitro y fotoprotectora in vivo del extracto hidroalcohólico de semillas de *Bixa Orellana L.* “achiote” y elaboración de una forma dermocosmetica”. El enfoque adoptado fue cuantitativo y su diseño experimental. La población estuvo constituida por las semillas de achiote y la muestra vegetal utilizada fue de 500 gramos de semilla de achiote y la cual fue recolectada en Loreto. Los resultados obtenidos mediante el método de neutralización DPPH dio un IC50 de $5,621 \times 10^3$ ug/mL del extracto hidroalcohólico de las semillas. Por lo que se concluye, que el extracto de achiote no posee un potencial antioxidante. Además, se observó que la crema con

extracto de achiote al 3 % y 8 % de concentración mostraron un efecto fotoprotector en la piel expuesta a los rayos UVB durante el estudio en vivo.

2.1.2.- Internacionales

Kasitowati, et al (2021) llevaron a cabo este estudio cuyo objetivo fue “determinar la actividad fotoprotectora de *Eucheuma sp.* extracto obtenido de diferentes tipos de disolventes contra la radiación ultravioleta y su efecto”. La población consta de algas del género *Euchema sp.* recolectadas en Java Oriental, y la muestra fueron 300 gramos de algas del género *Euchema sp.* Los resultados obtenidos revelaron que el valor más alto FPS se encontró en el extracto obtenido con acetato de etilo (FPS 26.4). Además, se observó que los mejores valores de porcentaje de Te y Tp también se presentaron en el extracto de acetato de etilo, con valores respectivos: 0,88% y 18,64%. La conclusión de esta investigación es que el extracto *Eucheuma sp.* tuvo un buen potencial de actividad fotoprotectora.

Soares, et al (2021) llevaron a cabo una investigación la cual tuvo como objetivo “evaluar la composición química, actividades y citotóxicas, factor de protección solar (FPS) y actividad fotoprotectora del extracto geopropoleo producido por *Melipona subnitida*”. La población la conformo el geopropóleo producida por la abeja *Melipona subnitida* la cual fue recolectada en la ciudad de Mossoró y la muestra fue 100 gramos de geopropóleo crudo. Los resultados revelaron 29 compuestos fenólicos distintos, entre fenoles y flavonoides, donde se resaltan a las flavonas, chalconas y flavonoles. Los porcentajes más altos de inhibición de DPPH y valores bajos de IC₅₀ indicaron que tiene alta actividad antioxidante. Además, indican que el extracto hidroetanólico no ejerce efectos citotóxicos. Concluyeron que la crema elaborada de extracto de geopropóleo protegió la piel de las lesiones provocadas por los rayos UVB, mostrando de esta manera su efecto fotoprotector.

Costa, et al (2021) establecieron como objetivo “evaluar las actividades antioxidantes, fotoprotectoras y antinociceptivas de los extractos de *Marcetia macrophylla*, así como formular un protector solar utilizando el extracto activo. La población estuvo conformada por hojas *Marcetia macrophylla*, y la muestra consto de 1680 gramos de hoja pulverizada hojas *Marcetia macrophylla*”. Como resultado, el extracto de *M. macrophylla* mostró una IC₅₀ de 3,43 mg/ml del antioxidante (test de eliminación del DPPH·) y Factor de Protección Solar de 20,25 (FPS/UV-B, a 250 µg/ml) y UV-A del 78,09%. La actividad antinociceptiva fue superior a todos los estándares probados utilizando la prueba de contorsión inducida por ácido acético in vivo (99,14% a la dosis de 200 mg/kg) y la prueba de alto rendimiento cromatografía líquida acoplada con detector de matriz de diodos y espectroscopía de masas multietapa (HPLC-DAD-MS/MS) permitió la caracterización estructural de quercetina-3-O-hexósido, quercetina-3-O-pentósido y quercetina-3-O-desoxihexósido. La formulación mostró resultados satisfactorios en cuanto a los parámetros fisicoquímicos evaluados y activo contra la prueba UV. Así, *M. macrophylla*. En conclusión, el extracto contiene un buen factor de protección solar, después de la incorporación a una emulsión, una cantidad elevada del extracto es necesario para producir un protector solar contra la radiación UVB (FPS > 6), y se recomendó la concentración del 30% para obtener el mejor FPS. Además, el extracto mostró una buena capacidad de fotoprotección contra la radiación UVA.

Lailiyah, et al (2020) los autores tuvieron como objetivo “determinar la actividad antioxidante del extracto purificado de seda de maíz tostado (*Zea Mays L. saccharata*) y el nivel de FPS de la preparación de crema”. La población estuvo conformada por seda de maíz (*Zea Mays L.*) y la muestra utilizada consistió en 100 gramos de extracto de seda de maíz. Los resultados obtenidos revelaron que el extracto purificado de seda de maíz tenía un valor de CI₅₀ de 256,66 µg/mL, el cual fue superior en comparación con el extracto etanólico de seda de maíz, que presento un valor de IC₅₀ de 356,17 µg/mL y se clasifico como un antioxidante

débil. Los resultados de la prueba de nivel de FPS para concentraciones del 1%, 5% y el 10% se obtuvieron 1,27; 2,41; y 5,94 respectivamente. En conclusión, se determinó que el extracto purificado de seda de maíz posee un valor IC50 de 256,66 µg/mL. La actividad del FPS mostro que, a concentraciones de 1% y 5%, los valores estuvieron en el rango mínimo de protección, mientras que a la concentración del 15% el FPS alcanzo un valor de 5,94, siendo este un rango moderado de protección. Esto sugiere que el aumento en la concentración del extracto purificado de seda de maíz en la formulación contribuyó a incrementar su nivel de FPS.

Mansour, et al (2020) indicaron que el objetivo fue “evaluar las propiedades fotoprotectoras y antioxidantes de las hojas de mirto sahariano (*Myrtus nivellei*), así como valorar su potencial de uso en productos cosméticos y de cuidado de la piel”. La población la conformaron las hojas de Mirto sahariano (*Myrtus nivellei*) obtenidas Tamanrasset Argelia, Sáhara y la muestra consta de 200 gramos de hojas *M. nivellei*. Los resultados mostraron que los valores de factor de protección solar variaban dependiendo de las concentraciones de los extractos. Además, que a concentraciones más altas generalmente daban como resultado valores de factor de protección solar más altos. El estudio concluyó que los extractos de las hojas de *M. nivellei* presentan una fuerte actividad antioxidante y eliminadora de radicales libres, así como una alta potencia de protección solar.

2.2.- Bases teóricas

2.2.1.- Radiación solar

De acuerdo a lo indicado por Pareja (2010), los rayos solares llegan a la atmósfera de nuestro planeta se reduce significativamente (aproximadamente a 1360 vatios por metro cuadrado - W/m²) debido a la distancia entre el Sol y nuestro planeta.

Posteriormente, esta radiación experimenta una reducción adicional debido a la presencia de la capa atmosférica, resultando en una radiación en la superficie terrestre de aproximadamente 1000 W/m².

Sanz y colaboradores mencionan que la piel recibe tres tipos de radiación solar: infrarrojos, luz visible y luz ultravioleta. De estas, cada una tiene un efecto distinto en la piel.

2.2.2.- Radiación Ultravioleta

Según Cabrera y colaboradores (2005), indican que la radiación UV es la radiación más activa de las tres generando alteraciones para la salud con riesgos que pueden ser altos y bajos. Existen tres tipos: Ultravioleta A, Ultravioleta B (estas dos, alcanzan a nuestro planeta y dañan la piel) y la Ultravioleta C (que es detenida por la capa de ozono, evitando su llegada a la Tierra). Y que estas radiaciones tienen su tipo y longitud de onda como se indica en la tabla N°1.

Tabla N°1: Tipos de radiación ultravioleta, tipo y longitud de onda.

Tipos de radiación UV	Tipo de onda	Longitud de onda
A	Larga	315 - 400 nm
B	Media	280 – 315 nm
C	Corta	100 – 280 nm

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a lo indicado Gabrieli (2022) la radiación UVA y UVB están presentes en proporciones reducidas de radiación solar. Estos rayos afectan el ADN de los queratinocitos, dañando estos y provocando eventualmente el cáncer de piel. Además, es posible generar esta radiación de forma artificial como son las lámparas y camas bronceadoras.

2.2.3.- Foto protección

Geoffrey y colaboradores (2019) señalan que la defensa contra la luz solar depende de la eumelanina, responsable de la pigmentación oscura de la piel, la cual no resulta adecuada para los fototipos de piel más claros (I-III) que poseen predominantemente feomelanina. Por esta razón, se debe complementar con fotoprotectores solares especialmente en el verano.

Solano (2020), sostiene que los filtros químicos proporcionan una defensa contra los distintos tipos de radiación ultravioleta.

La eficiencia de los protectores solares se evalúa a través de dos factores principalmente como son: el factor de protección solar (FPS) y el nivel de protección UVA. La industria utiliza el FPS como medida estándar, cuantificando directamente la capacidad del protector solar para proteger la piel del eritema inducido por la radiación UV en condiciones normalizadas. La protección primordial se atribuye principalmente a la radiación UVB. Individuos con fototipo de piel I, como aquellos con albinismo o vitíligo, requieren una alta protección (FPS 50) debido a la deficiencia en la producción de melanina. En contraste, aquellos con fototipos IV a VI necesitan una protección más baja (FPS 20). Es crucial que los protectores solares ofrezcan protección no solo de los rayos UVB, sino también contra los UVA, la luz azul y los infrarrojos, ya que todos estos pueden conllevar riesgos de daño cutáneo.

2.2.4.- Fotoprotectores:

Bernerd (2012) Indica que la función de los protectores solares es resguardar la piel de la radiación que vienen del sol, evitando que los fotones de estos penetren en la piel.

Tipos

a) Fotoprotectores físicos o minerales

Según Garbacho y colaboradores (2020) indica que los fotoprotectores físicos o minerales son productos de protección solar que contienen un compuesto inorgánico como ingredientes activos que funciona principalmente reflejando o dispersando la radiación UV. El óxido de zinc y el dióxido de titanio se utilizan con frecuencia, ofreciendo una protección

completa contra la radiación UVA y UVB, y causando además una irritación mínima, lo que los hace adecuados para personas con piel sensible.

b) Fotoprotectores químicos u orgánicos

De acuerdo a lo indicado por Garbacho y colaboradores (2020), Los fotoprotectores químicos, también conocidos como orgánicos, son productos de protección solar que contienen compuestos químicos capaces de absorber la radiación UV. Estos compuestos absorben la luz UV y la convierten en calor, evitando que los rayos dañinos lleguen a las capas más profundas de la piel.

Los fotoprotectores químicos suelen ser más ligeros en textura y se aplican de manera transparente en la piel. Ofrecen una protección eficaz contra los rayos UVA y UVB, pero es importante aplicarlos antes de la exposición al sol para permitir que se absorban y se activen. Los productos incluyen diversos compuestos como: cinoxinato, dioxibenzona, ensulizol, etc.

c) Otros agentes tópicos protectores

Grether y colaboradores (2015) Se señala que los fotoprotectores que contiene antioxidantes tópicos han mostrado disminuir la generación de especies reactivas de oxígeno, citocinas y disminuir la expresión de metaloproteinasas en respuesta a la exposición a la radiación UV y visible. Este enfoque combinado se considera más efectivo que depender exclusivamente del fotoprotector. Además, estos productos ofrecen protección contra los efectos perjudiciales de la contaminación ambiental. A pesar de ello, la eficacia de los antioxidantes tópicos se ve limitada por su difusión restringida en la epidermis y su estabilidad. Por lo tanto, la inclusión de antioxidantes estabilizados en los protectores solares ha ganado popularidad, siendo algunos de los más utilizados la vitamina C, quercetina, aloe vera, extracto de té verde, ginseng, entre otros.

d) Fotoprotectores orales

La investigación ha indicado que las sustancias administradas por vía oral son efectivas para disminuir el fotodaño, aunque se necesitan estudios más amplios para validar su eficacia.

2.2.5.- Mecanismo de acción de los fotoprotectores

El mecanismo de acción de los fotoprotectores varía según si son físicos (minerales) o químicos (orgánicos).

a) Fotoprotectores Físicos (Minerales):

Los fotoprotectores físicos, como el dióxido de titanio y el óxido de zinc, actúan como una barrera física en la superficie de la piel. Su mecanismo de acción incluye:

Reflexión: Los minerales tienen la capacidad de reflejar la radiación ultravioleta (UV), funcionando como un espejo que cambia la dirección los rayos del sol lejos de la piel.

Dispersión: los minerales diseminan la radiación UV, dispersando los rayos para evitar su penetración en la piel.

Absorción limitada: Aunque su principal función es reflejar y dispersar la luz, también pueden captar una mínima cantidad de radiación UV.

b) Fotoprotectores Químicos (Orgánicos):

Los fotoprotectores químicos contienen compuestos orgánicos que captan los rayos UV. Su mecanismo de acción implica:

Absorción de UV: Los compuestos químicos captan la radiación solar convirtiendo la energía en calor.

Desactivación de la radiación: Previenen que los rayos solares lleguen a las capas más profundas de la piel al transformarla en una forma de energía inofensiva, generalmente en forma de calor.

Efectividad inmediata: Los fotoprotectores químicos suelen ser efectivos inmediatamente después de la aplicación, ya que se captan rápidamente en la piel.

Ambos tipos de fotoprotectores tienen como objetivo disminuir la cantidad de rayos ultravioleta que llegan a las capas más sensibles de la piel, minimizando así el riesgo de daño solar, quemaduras y envejecimiento prematuro. Es común encontrar productos que combinan ambos tipos de protectores solares que protegen ampliamente de la radiación UVA y UVB.

Antioxidante

Según Castro (2009), evitan la progresión normal del proceso de oxidación fisiológica, reduciendo los efectos perjudiciales generados por los radicales libres para prevenir su impacto en las células, son denominadas antioxidantes. En resumen, tienen la capacidad de anticipar y contrarrestar los daños en los tejidos humanos. Los antioxidantes provenientes del exterior se encuentran presentes en alimentos como: los tomates que contienen licopenos, zanahorias contienen vitamina A, camu camu contiene una gran cantidad de vitamina C, además de frutas, algunos cereales y flavonoides presentes en vegetales.

c) Radicales libres y la oxidación

Tegeli et al (2014) son descritos como agentes que ocasionan efectos adversos en la salud a nivel celular al modificar químicamente la estructura de distintos componentes como: el Ácido desoxirribonucleico, proteínas y grasas. Esta alteración tiene el potencial de perturbar la división celular, generando disfunciones en sus procesos normales e incrementando el riesgo de desarrollo de las células malignas causantes del cáncer. Además

de otros perjuicios asociados a los radicales libres y la oxidación, se resalta que el ADN mitocondrial puede experimentar cambios con posibles implicaciones carcinogénicas. En lo que respecta a las proteínas, la oxidación las perjudica, dando lugar a la desnaturalización de su estructura.

Además, en el campo de los lípidos, se ve comprometida la permeabilidad de la membrana celular, lo que eventualmente resulta en la muerte de la célula.

2.2.6.- Estrés oxidativo y defensa antioxidante

Según Vidal et al (2006) existen numerosas pruebas que sugieren que el aumento de las enfermedades degenerativas en los seres humanos está vinculado a la oxidación de moléculas biológicas, membranas y tejidos. Este proceso es provocado por el oxígeno activo y facilitado por radicales libres. A lo largo de este proceso, se generan radicales libres de oxígeno, incluyendo el radical superóxido, peróxido de hidrógeno y otros como el oxígeno singlete. Nuestro cuerpo ha implementado mecanismos de protección para contrarrestar el estrés oxidativo y la formación de radicales libres. Estos sistemas de defensa involucran sustancias antioxidantes, como la enzima superóxido dismutasa, que interactúa con los radicales libres para inactivarlos. De manera similar, la glutatión peroxidasa y la catalasa funcionan al neutralizar radicales y transformarlos en agua.

Además de estas enzimas, las vitaminas E y C desempeñan un papel crucial gracias a sus propiedades antioxidantes. Otra estrategia para contrarrestar el estrés oxidativo, que puede resultar perjudicial, por ello es importante el tener una alimentación a base de verduras y frutas, ya que contienen antioxidantes reforzando las defensas del cuerpo. Estos compuestos se encuentran especies vegetales como: las hojas, flores o frutos.

2.2.7.- Modelos in vitro

Mosquera et al (2005) indica que la medición in vitro se lleva a cabo al inhibir la generación de radicales libres, los cuales son capturados en el proceso. Entre las técnicas más comúnmente utilizadas se encuentran las pruebas de DPPH y ABTS, que se fundamentan en la captura de radicales libres. Estos métodos son contemporáneos y se basan en la evaluación de la variación en la longitud de onda de las muestras antes y después de su interacción con un reactivo patrón que posee propiedades antioxidantes. Este procedimiento se realiza mediante el uso de un espectrofotómetro UV-VIS.

a) Prueba con DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo)

Castro et al (2014) indican que, en este método, se usa el reactivo DPPH, un radical libre que se disuelve en un medio organico. El procedimiento comienza con la determinación de la concentración inicial del reactivo DPPH. Después, se adiciona la solución antioxidante y finalmente se mide la concentración resultante. Es así como se cuantifica la reducción de radicales libres provocada por la solución antioxidante y se evalúa su capacidad antioxidante. Los resultados se expresan en micromoles Equivalentes Trolox, ya que este es el reactivo de calibración.

b) Prueba ABTS (azinobis 3-etilbenzotiazolina-6 ácido sulfónico)

Doroteo et al (2012) mencionan este método implica el uso del reactivo ABTS, reacciona con un reactivo oxidante para formar un radical catión coloreado, conocido como ABTS⁺. Una ventaja clave de este método es su amplio rango de pH, y la solubilidad tanto en medios orgánicos como acuosos del ABTS permite evaluar la actividad antioxidante de sustancias con características hidrofílicas y lipofílicas.

2.2.8.- Piel

Según Hirao (2010) indica que la piel es considerada el órgano con mayor tamaño en el organismo humano, que nos resguarda de los daños del entorno, tiene una superficie que oscila entre 1,6 y 1,8 metros cuadrados en adultos. Este órgano está conformado por tres capas de protección: la epidermis, que alberga diferentes células como: queratinocitos, melanocitos, células de Langerhans y células de Merkel; la dermis, está compuesta por tejido conectivo que incluye fibras de colágeno y elásticas, y se divide en dos capas, la capa papilar en la parte externa y la capa reticular en la parte profunda.

2.2.9.- Fotoestabilidad

Moyal y colaboradores destacan que la preservación de la eficacia de la protección UV y la prevención de compuestos reactivos intermedios de sustancias filtrantes fotoestables son aspectos críticos para lograr la fotoestabilidad. Estas sustancias actúan como fotooxidantes cuando ingresan directamente en la dermis. La evaluación de la fotoestabilidad se realiza para analizar la posible reducción de la capacidad de fotoprotección proporcionada por los filtros UV, siendo esta disminución más evidente durante la exposición solar, especialmente en el rango de UVA.

2.2.10.- Arroz (*Oryza sativa L.*)

a) Descripción y taxonomía

Según Tapia (2019) la clasificación taxonómica de esta especie vegetal es la siguiente:

División: Embryophita

Clase: Monocotiledónea

Orden: Glumiflorales

Familia: Gramineae

Género: Oryza

Especie: Oryza sativa L.

Según Tapia (2019), en términos morfológicos, la planta muestra raíces delgadas, fibrosas y fasciculadas, que surgen de los nudos inferiores del tallo. Este órgano, de forma cilíndrica y sin vellosidades, está conformado por nudos y entrenudos dispuestos de manera alterna. Las hojas, dispuestas de forma alterna y abrazadoras, presentan un limbo lineal, puntiagudo y plano. En la unión entre la vaina y el limbo, se encuentra una lígula membranosa dividida en dos partes, que se encuentra recta. Las flores son verdes y se agrupan en espiguillas, formando una panícula grande que se inclina después de la floración. La inflorescencia (panícula) se encuentra en el extremo del tallo.

c) Descripción del grano

Según Gonzáles (1985) indica que las partes del grano de arroz son:

Tabla N°2: Partes del grano de arroz

Partes	Definición
Cáscara:	Capa más externa y envuelve al grano.
Pericarpio o Salvado:	Capa ubicada inmediatamente luego de la cascara y se compone de las siguientes partes:

	<ul style="list-style-type: none"> • Epicarpio: Capa inicial del salvado que envuelve al grano. • Mesocarpio: constituida por fibra, celulosa y hemicelulosa. • Endocarpio: capa que se encuentra enriquecida con vitaminas y minerales.
Aleurona	Capa que rodea al endospermo, compuesta con vitaminas y minerales. Su eliminación resulta en la formación del salvado.
Endosperma	Es simultáneamente rígido y translúcido, con contiene almidón.
Germen (Embrión)	Es la parte más interna del grano, contiene vitamina B, especialmente tiamina o vitamina B1.
Fuente: Elaboración Propia	

d) Usos medicinales

Burlando et al sostienen que tanto la evidencia experimental como la clínica indican que el arroz integral y el aceite de salvado contienen al γ -orizanol la cual se asocia a la reducción de niveles del hipercolesterolemia, lo cual contribuye a la disminución del riesgo cardiovascular. Así mismo, destacan las propiedades antiinflamatorias, inmunoestimulantes y quimiopreventivas del salvado de arroz. Mientras que los derivados del salvado y otros productos se emplean en aplicaciones dermatológicas y cosméticas. La extracción de

compuestos farmacológicamente relevantes de los subproductos del arroz podría impulsar económicamente el cultivo y procesamiento de este cereal.

e) Características fisicoquímicas

Franco señala que el salvado de arroz contiene un porcentaje de aceite que entre 17% al 22%, con una humedad de 9,6% a 14,7%, un contenido proteico del 12% al 16%, una fibra dietética del 23% al 28%, y un contenido de cenizas del 7% al 10%. Además, de acuerdo con Kennedy y Burlingame, este salvado presenta elevadas concentraciones de vitaminas E y complejo B, incluyendo alfa-tocoferol, tocotrienoles y gamma-orizanol.

2.2.11.- Definición de términos básicos

a) Cremagel: Se trata de una emulsión de crema en aceite con propiedades altamente emolientes, que proporciona hidratación a la piel y restaura su humedad, sin dejar una sensación grasosa.

b) IC50 (concentración inhibitoria media máxima): unidad de medición mediante la que se cuantifica la cantidad de una sustancia inhibidora necesaria para bloquear un proceso biológico o componente biológico específico en un 50%. Estos datos suelen presentarse en términos de concentración molar.

c) In Vitro: Se refiere a técnicas realizadas fuera del organismo vivo, en condiciones controladas, utilizando diversos materiales como tubos de ensayo.

d) Radicales libres: De acuerdo con Paredes et al., son especies químicas con capacidad para existir de manera independiente, que cuentan con un orbital que alberga un electrón desapareado, lo que les confiere una capacidad de reacción muy elevada. Pueden actuar en sistemas biológicos produciendo cambios en la composición química o en la estructura de los elementos celulares.

e) Fotoprotección: Se refiere a las medidas destinadas a prevenir el daño en la piel provocada por los rayos solares.

f) Fotodaño: Según Duran, el fotodaño consiste en el conjunto de lesiones en la piel causada por la radiación solar.

g) Sustantividad: Según Sánchez, es la capacidad de permanecer, proteger y adherirse a la piel.

h) Fotoestabilidad: Según Sánchez, es la capacidad de una molécula para mantenerse intacta después de la exposición a la radiación.

i) Fototipo: Se refiere a las características físicas de un grupo de personas, como el color de la piel, cabello, ojos, etc., que permiten establecer su grado de sensibilidad al sol y su capacidad de bronceado.

j) Fotosensibilidad: Es una respuesta inusual a la luz solar que se produce cuando las moléculas presentes en la piel absorben energía fotónica. Esta energía puede dispersarse de manera inofensiva o desencadenar reacciones químicas que causan manifestaciones clínicas.

CAPITULO III

3.- HIPÓTESIS Y VARIABLE

3.1.- Hipótesis:

3.1.1.- General

La cremagel elaborada con aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*) presenta actividad fotoprotectora in vitro.

3.1.2.- Especificas

1. La cremagel elaborada con aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*) presenta actividad fotoprotectora in vitro en diferentes concentraciones.
2. La cremagel elaborada con aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*) presenta componentes específicos con actividad fotoprotectora in vitro.
3. La cremagel elaborada con aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*) presenta actividad fotoprotectora in vitro con referencia a un fotoprotector comercial.

3.2.- Variables

3.2.1.- INDEPENDIENTE

Crema gel con aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*)

3.3.2.- DEPENDIENTE

Actividad fotoprotectora in vitro de la cremagel del aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*).

3.3.3.- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TABLA N° 3: Operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador

Independiente	-Cremagel de aceite de salvado de arroz (<i>Oryza sativa L</i>)	Aceite obtenida a partir de la salvado de arroz (<i>Oryza sativa L</i>)	-Elaboración de la cremagel al 5 y 10% del aceite des salvado de arroz. -Elaboración de cremagel al 5% de fotoprotector físico dióxido de titanio -Elaboracion de cremagel sin aceite de salvado de arroz no fotoprotector físico.	-Número de formulaciones de cremageles obtenidas a diferente concentración.
Dependiente	-Actividad fotoprotectora in vitro de la cremagel.	-Actividad antioxidante y fotoprotectora <i>in vitro</i> de la cremagel mediante determinación de DPPH y FPS.	-Actividad antioxidante y fotoprotectora in vitro de la cremagel elaborada con el aceite de salvado de arroz (<i>Oryza sativa L</i>)	- Capacidad antioxidante en comparación a Trolox y rango de FPS <i>in vitro</i> de la cremagel.

CAPITULO IV

4.- METODOLOGÍA

4.1.- Enfoque de investigación

El presente estudio se llevará a cabo utilizando un enfoque cuantitativo para evaluar la actividad fotoprotectora de la cremagel elaborada a partir de salvado de arroz. Se emplearán métodos de medición objetiva y cuantitativa para analizar la eficacia del producto en términos de factor de protección solar (FPS), absorción de radiación ultravioleta (UV). Este enfoque permitirá obtener resultados cuantitativos robustos que facilitarán la comparación y el análisis estadístico de los datos obtenidos.

- **Revisión de la Literatura:** Explora la literatura científica existente sobre las propiedades fotoprotectoras del aceite de salvado de arroz.
Examina estudios anteriores relacionados con cremagel para comprender su efectividad y formulación.
- **Selección de Metodología:** Diseña un protocolo experimental para evaluar la actividad fotoprotectora in vitro del aceite de salvado de arroz en un cremagel.
Define los parámetros de medida, como la absorbancia de UV, la liberación de calor o la producción de radicales libres.
- **Obtención del Material:** Adquiere el aceite de salvado de arroz de calidad y los ingredientes necesarios para formular el cremagel.
- **Formulación del Cremagel:** Desarrolla la formulación del cremagel, incorporando el aceite de salvado de arroz y otros componentes fotoprotectores.
- **Evaluación In Vitro:** Realiza pruebas in vitro para medir la eficacia fotoprotectora, utilizando métodos como espectrofotometría, ensayos de liberación de calor o evaluación de la producción de radicales libres.
- **Análisis de Datos:** Analiza los resultados obtenidos y compara la eficacia del aceite de salvado de arroz con los estándares de fotoprotección.
- **Interpretación y Conclusiones:** Interpreta los hallazgos a la luz de la revisión de la literatura.

Extrae conclusiones sobre la viabilidad del aceite de salvado de arroz como agente fotoprotector in vitro en la formulación del cremagel.

- **Discusión y Perspectivas Futuras:** Discute los resultados, sus implicaciones y limitaciones.

Proporciona recomendaciones para investigaciones futuras y posibles aplicaciones prácticas del aceite de salvado de arroz en productos fotoprotectores.

- **Redacción del Informe:** Documenta todos los procedimientos, resultados y conclusiones en un informe de investigación.

Este enfoque general proporciona una estructura para abordar el problema de investigación y puede ser adaptado según los recursos disponibles y las especificidades del proyecto.

4.2.- Tipo de investigación

4.2.1.- Tipo aplicada y experimental.

Este tipo de investigación es aplicada entra en la aplicación práctica de conocimientos y la resolución de problemas específicos, por lo que se busca generar conocimientos científicos sobre la actividad fotoprotectora de este producto además de aplicarlos en las formulaciones de productos cosméticos más efectivos y seguros.

Experimental debido a que se caracteriza por la manipulación de variables independientes como es el caso de la presencia del aceite de salvado de arroz y la formulación del cremagel para observar los efectos resultantes, en este contexto, evaluar la actividad fotoprotectora in vitro.

Cuantitativo: se compararon las mediciones de las diferentes concentraciones elaboradas con productos comerciales, además se busca comprobar las hipótesis y los objetivos.

4.3.- Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue experimental, debido a que se evaluó la actividad fotoprotectora in vitro de la cremagel del aceite de salvado de arroz. Esta manipulación controlada de la variable independiente (la crema en gel) para observar su efecto en la variable dependiente (la actividad fotoprotectora)

4.4.- Población y muestra

4.4.1.- Población

La población la constituye el lote:17227052023 de aceite de salvado de *Oryza Sativa L* grado USP.

4.4.2.- Muestra

La muestra biológica estará constituida por El aceite de salvado de *Oryza Sativa L* grado USP.

La muestra objeto de este estudio está constituido por 2 litros de aceite de salvado de arroz de grado USP.

4.5.- Criterios de inclusión

Aceite de salvado de arroz en perfectas condiciones de pureza con un tiempo de vida vigente.

4.6.- Criterios de exclusión

Aceite de salvado de arroz sin condiciones de pureza con un tiempo de vida no vigente.

4.7.- Equipos, materiales y reactivos

Tabla N°4 : Materiales a utilizar

Materiales	
Fiolas	Probetas
Pipetas	Baguetas

Beacker	Frascos
Tubos de ensayo	Mortero
Micropipetas	Embudo
Espátulas	Propipetas
Bagueta	Guantes
Fuente: Elaboración Propia	

Tabla N°5: Equipos a utilizar

Equipos	
Estufa	Balanza electrónica
Potenciómetro	Espectrofotómetro UV vis
Baño maría	--
Fuente: Elaboración Propia	

Tabla N°6: Reactivos a utilizar

Reactivos	
Agua destilada	2.2- difenil-1-picrilhidracilo (DPPH)
Hidróxido de sodio	Rvo. Folin-Ciocalteau

Cloruro férrico	Trolox
Cloroformo	Anhídrido acético
H ₂ SO ₄	Persulfato potásico
Ácido Ascórbico	Acido clorhídrico
Acido acético	Acetato de plomo
Limaduras de magnesio	--
Fuente: Elaboración Propia	

Tabla N°7: Materias primas y excipientes

Materias primas y excipientes
Dióxido de titanio
Propilenglicol
Fragancia
Fuente: Elaboración Propia

4.8.- Procedimiento

4.8.1.- Identificación de componentes en aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*)

En la Tabla N°8, se muestran los reactivos utilizados para determinar cualitativamente los distintos compuestos o también conocidos como metabolitos secundarios, que se encuentran en el aceite de salvado de arroz.

Tabla N°8: Identificación de componentes del aceite de salvado de arroz

Metabolitos secundarios	Reactivo	Procedimiento	Coloración

Compuestos fenólicos	Cloruro férico	R: 1 gt FeCl ₃ /100 mL H ₂ O. 10 gts. Ms + 1 gt R.	Colores intensos
Saponinas	--	Se agita por 1 min el tubo de ensayo el filtrado acuoso.	Es estable persistente por 30 min
Flavonoides	Shinoda	Se añadió alcohol etílico se calentó en el baño maría 5 min, con agitación constante. Se dejó enfriar se filtró el contenido. Se agita y deja reposar 15 min, se agrega limaduras de magnesio y se añadió gotas de ácido clorhídrico.	Colores rojos- violáceos, rosado o naranja.
Terpenos	Lienerman- Buchard	X gts de MP+ llevar a secar en el Baño maría + X gts cloroformo+ III gts de ácido acético + H ₂ SO ₄ cc en zona	Verde-azul
Fuente: Olga Lock			

4.5.2.- Elaboración de las cremagel fotoprotectoras

Cuando se selecciona una forma de dosificación para aplicaciones tópicas, es fundamental considerar aspectos como la capacidad de producción, la compatibilidad con los aceites, la presentación visual, el costo, la estabilidad y la seguridad. De manera similar, la elección de los excipientes implica la evaluación de factores como la solubilidad, la compatibilidad, la apariencia, el precio, la estabilidad y la seguridad.

Tabla N°9: Formulaciones fotoprotectoras

Formulación 1	Cremagel que contiene el 10% de aceite de salvado <i>Oryza Sativa L.</i>		Excipientes: Propilenglicol, fragancia y agua
Formulación 2:	Cremagel en proporción del 5% de aceite de salvado <i>Oryza Sativa L.</i>		Excipientes: Propilenglicol, fragancia y agua
Formulación 3		Cremagel con 5% de Dióxido de titanio (Fotoprotector inorgánico)	Propilenglicol, fragancia y agua.
Formulación 4:	Cremagel		Propilenglicol, fragancia y agua
Fuente: Elaboración Propia			

4.9.- Análisis fisicoquímico y sensorial del producto terminado

Se llevó a cabo la evaluación física y sensorial de las formulaciones, considerando características como su aspecto, color, aroma, pH y consistencia.

Determinación de pH de la cremagel

La muestra en solución fue filtrada en papel filtro y se determinó el pH del filtrado mediante pH

4.10.- Análisis espectral de las formulaciones

Se analizaron las absorbancias de la muestra diluida utilizando un espectrofotómetro UV para evaluar el Factor de Protección Solar (FPS) (10 mg/mL).

4.10.1.- Determinación in vitro del Factor de Protección Solar (FPS) de las formulaciones.

La determinación del Factor de Protección Solar del producto final se llevó a cabo siguiendo el procedimiento descrito por Mansur en 1986. Para ello, se tomó una muestra diluida en etanol con una concentración de 0,2 mg/ml. Se procedió pesando 1,0 g de muestra del producto final y transfiriéndola a un matraz de 100 ml, al cual se le agregaron 50 ml de etanol P.A. Después de agitar durante 5 minutos y homogeneizar, la muestra se filtró y se tomó una alícuota de 5,0 ml, la cual se transfirió a un matraz de 50 ml y se diluyó con etanol P.A. Luego, se llevó esta solución a un matraz de 25 ml y se procedió a medir la absorbancia en los intervalos de longitud de onda de 290 a 320 nm. Posteriormente, se relacionaron los valores obtenidos con la formulación del FPS, dentro del rango de longitud de onda mencionado. Así para todas las muestras

Donde:

FPS= Factor de Protección Solar FC= 10 (factor de corrección)

EE= efecto eritemogénico de la radiación de longitud de onda I= intensidad del sol en la longitud de onda

Abs= absorbancia de la solución en la longitud de onda

La relación entre el efecto eritemogénico y la intensidad de la radiación de cada longitud de onda ($EE \times I$).

Tabla N°10: Relación del efecto eritemogénico (EE) frente a la intensidad de la radiación (I) en cada longitud de onda.

Longitud de onda (nm)	EE () x I ()
290	0.0150
295	0.0817
300	0.2874
305	0.3278
310	0.1864
315	0.0839
320	0.0180
Fuente: Saytre	

4.10.2.- Determinación in vitro de la actividad antioxidante método DPPH

Procedimiento:

Se prepararon las siguientes soluciones:

Solución patrón de referencia: solución metanólica de Trolox 1000 μ M (solución madre). De esta se realizaron diluciones en metanol 100, 200, 400, 800 y 1000 μ M, con ello se hace la curva de calibración.

Solución DPPH: solución metanólica de DPPH 0.1 mM.

Blanco de la muestra: 1.4 mL de metanol más 0.7 mL muestra.

4.10.3.- Preparación de la muestra con solución DPPH:

Para evaluar la actividad antioxidante se colocan 4 tubos con 0,1 ml de la cremagel (elaborada de aceite de arroz 5,10%, elaborada con dióxido de Titanio 5%, y se añadió el estándar de DPPH, se homogenizo deajo en reposo y reposo a 30 minutos a temperatura ambiente y se leyó a 517 nm en el espectrofotómetro.

Se calcula el porcentaje de inhibición del radical DPPH con la ecuación DPPH remanente (%) = $(A_o - A_f) / A_o \times 100$, A_o : absorbancia inicial del DPPH, A_f : absorbancia final DPPH después de 30 min y se calcula la actividad antioxidante equivalente a Trolox. Se despeja X de la ecuación de la recta del estándar de Trolox ($Y = aX + b$), el valor obtenido se multiplica el factor de dilución para obtener la actividad antioxidante equivalente a Trolox real. Y se expresan en μmol de Trolox/100mL del extracto.

4.11.- Técnica e instrumentos de recolección de información

4.11.1.- Técnicas de recolección de datos

La recolección de los datos se realizará mediante fichas en la cual se anotarán los datos obtenidos de la experimentación para determinar la capacidad fotoprotectora de la cremagel de aceite de salvado de arroz.

4.11.2.- Instrumentos de recolección de datos

Es una tabla donde se colocan los datos de absorbancia y longitudes de onda en el espectro UV.

4.12.- Tratamiento estadístico

Los resultados se organizaron en tablas para la evaluación correspondiente se utilizo el programa Microsoft Excel 2019, considerándose la estadística descriptiva.

Tabla N°11: Recolección de lecturas de absorbancias de las formulaciones y factor de protección solar



Universidad
Inca Garcilaso de la Vega

FICHA DE RECOLECCION DE LECTURAS DE ABSORBANCIAS Y FPS

l(nm)	EE XI	CREMAGEL CON FILTRO SOLAR			CREMAGEL CON ACEITE DE SALVADO DE ARROZ 10%			CREMAGEL CON ACEITE DE SALVADO DE ARROZ 10%			CREMAGEL SIN FILTRO NI ACEITE		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
290													
295													
300													
305													
310													
315													
320													
Sumatoria													
FPS													
FPS promedio													
SD													
FPS final													

Tabla N°12: Identificación de componentes del aceite de salvado de arroz



Universidad
Inca Garcilaso de la Vega

Ficha de resultados de identificación de componentes del aceite Salvado de arroz (*Oryza sativa L*)

Metabolitos secundarios	Reactivo	Resultado
Compuestos fenólicos	Cloruro ferrico	
Saponinas	-	
Flavonoides	Reaccion Shinoda	
Terpenos	Prueba de espuma	
Leyenda: (+++) Abundante, (++) Regular, (+) Poco (+), Ausente (-)		

4.13.- Consideraciones éticas

El trabajo se realizó en las condiciones adecuadas garantizando así los datos, los reactivos y equipos utilizados cuentan con certificados los cuales son actualizados garantizando así la exactitud.

CAPITULO V

5.- RESULTADOS

5.1.- Validez y confiabilidad de los instrumentos

Los resultados obtenidos son validos debido a que se emplearon métodos relevantes y representativos, además de que se compararon la formulación de las dos concentraciones con un blanco y una formulación de dióxido de titanio.

Además, el método utilizado permite asegurar que los resultados sean consistentes y reproducibles.

5.2.- Presentación y análisis de los resultados

Identificación de los componentes del aceite de arroz.



Universidad
Inca Garcilaso de la Vega

Ficha de resultados de identificación de componentes del aceite Salvado de arroz (*Oryza sativa L*)

Metabolitos secundarios	Reactivo	Resultado
Compuestos fenólicos	Cloruro ferrico	+++
Saponinas	-	+
Flavonoides	Reaccion Shinoda	+++
Terpenos	Prueba de espuma	+++
Leyenda: (+++) Abundante, (++) Regular, (+) Poco (+), Ausente (-)		

Cuantificación de compuestos fenólicos

Compuestos fenólicos 135.6mg%

Evaluación de la capacidad antioxidante por el método de 2,2 difenil-1-pricrilhidrazilo (DPPH).

Se obtuvieron 155,67 μmol equivalente Trolox/ mL

Evaluación de Factor de protección solar de la cremagel

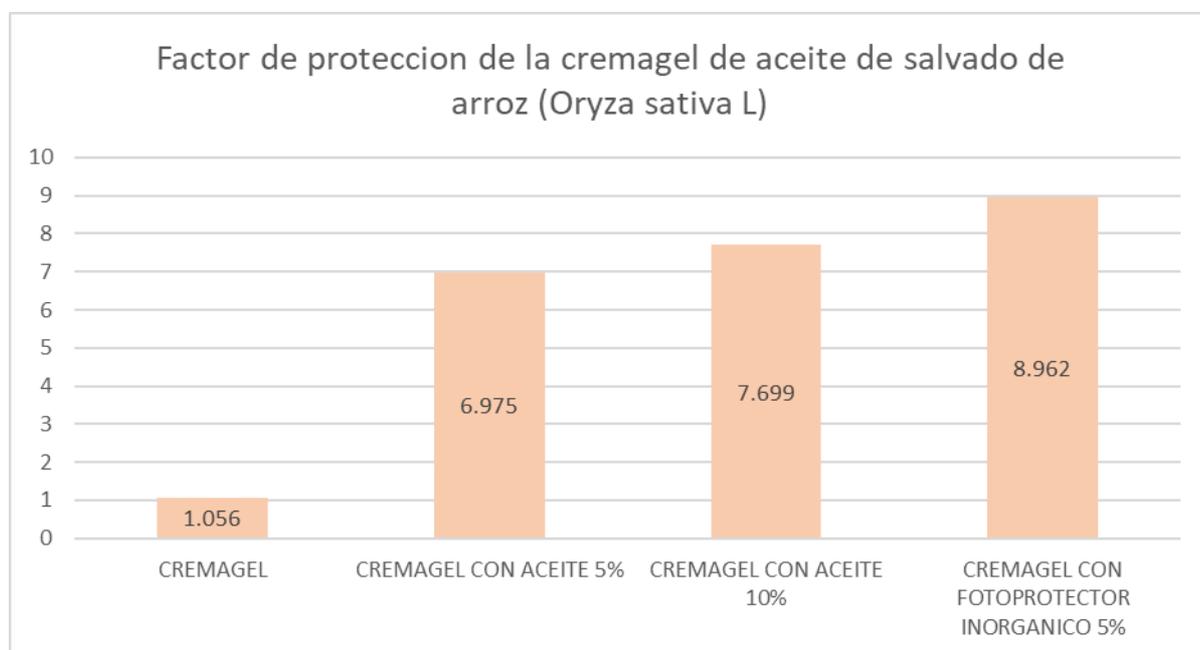
Tabla N°13: Resultados de lecturas de absorbancias y FPS



Universidad
Inca Garcilaso de la Vega

FICHA DE RECOLECCION DE LECTURAS DE ABSORBANCIAS Y FPS

l(nm)	EE XI	CREMAGEL CON FILTRO SOLAR			CREMAGEL CON ACEITE DE SALVADO DE ARROZ 10%			CREMAGEL CON ACEITE DE SALVADO DE ARROZ 10%			CREMAGEL SIN FILTRO NI ACEITE		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
290	0.015	0.721	0.711	0.710	0.621	0.621	0.622	0.586	0.610	0.650	0.100	0.110	0.112
295	0.082	0.710	0.712	0.711	0.671	0.671	0.672	0.621	0.611	0.633	0.150	0.140	0.144
300	0.287	0.855	0.866	0.877	0.723	0.724	0.730	0.649	0.745	0.654	0.110	0.100	0.101
305	0.328	0.940	0.945	0.946	0.791	0.792	0.792	0.700	0.699	0.651	0.130	0.123	0.125
310	0.186	0.919	0.945	0.900	0.800	0.801	0.802	0.721	0.725	0.756	0.170	0.160	0.162
315	0.084	0.988	0.978	0.880	0.850	0.860	0.860	0.780	0.795	0.788	0.190	0.188	0.100
320	0.018	0.989	0.980	0.998	0.911	0.919	0.912	0.799	0.800	0.799	0.210	0.201	0.200
Sumatoria		0.895	0.903	0.890	0.768	0.770	0.772	0.690	0.719	0.684	0.230	0.222	0.116
FPS		8.947	9.033	8.904	7.680	7.698	7.717	6.897	7.186	6.842	0.398	0.218	0.261
FPS promedio		8.962			7.699			6.975			0.226		
SD		0.066			0.018			0.184			0.069		
FPS final		0.620 \pm 0.030			11.818 \pm 0.298			11.337 \pm 0.148			0.705 \pm 0.030		



5.3.- Contrastación de hipótesis

La cremagel elaborada a base aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*) posee actividad antioxidante y fotoprotectora in vitro que brinda una barrera fotoprotectora frente a la radiación solar.

5.3.1.- Hipótesis nula: la cremagel que se elaboró a base del aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*) no posee actividad fotoprotectora in vitro que brinda una barrera fotoprotectora frente a la radiación solar.

5.3.2.- Hipótesis alterna: la cremagel que se elaboró a base del aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*) si posee actividad fotoprotectora in vitro que brinda una barrera fotoprotectora frente a la radiación solar.

5.4.- Discusión

Se crearon dos formulaciones de cremagel que fueron elaboradas utilizando aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*), al 10 y 5%, el cual contiene compuestos fenólicos y flavonoides reconocidos por sus propiedades antioxidantes. Estos ingredientes añadieron valor a la crema gel.

Además, se elaboró un cremagel con un fotoprotector físico Dioxido de Titanio al 5% y por último un cremagel que no tuvo ni filtro solar inorgánico ni aceite de salvado de arroz.

Se comparó mediante el método de FPS y la que mejores resultados obtuvo fue la formulación número 1 que está compuesta por filtro solar físico de dióxido de titanio al 5%

Al contrastar los resultados con los de Moya (2017), quien desarrolló una formulación tópica fotoprotectora, observamos que en cuanto a los compuestos fenólicos,

obtuvimos 135.6 mg en comparación con los 134.73 mg de su formulación. En lo que respecta a la actividad antioxidante, la cremagel presentó 155.67 μmol equivalente Trolox/mL, mientras que la formulación tópica de Moya registró 81.22 mg/ml. En cuanto a la determinación del FPS, alcanzamos un valor de 7.699 frente a los 12.05 obtenidos por Moya. Dado el origen de la muestra, proveniente de un residuo natural que usualmente no se consume, y los buenos resultados obtenidos al integrarla en un producto cosmético como la cremagel en dos concentraciones (10% y 5%), esta muestra ser fotoprotectora debido a su composición química. Al compararla con la formulación tópica de Moya (2017), que contiene extracto de la planta *Fragaria vesca L.*, la cremagel desarrollada a base de aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*) mostró valores superiores en compuestos fenólicos y actividad antioxidante. En relación con la actividad fotoprotectora, esta se comparó con un fotoprotector en crema de uso comercial, donde los resultados oscilaron entre 8.962 y 7.699 de FPS, evidenciando valores similares con una diferencia de no más de 1.5 de FPS, lo que confirma que hemos elaborado un producto cosmético con una buena actividad antioxidante y un FPS comparable al de productos comercializados.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

1. La crema gel elaborada con aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*) al 10% demostró tener un Factor de Protección Solar de 7.699. además de mostrar una actividad antioxidante de 155.67 μmol equivalente Trolox/mL
2. Se logró identificar la presencia de metabolitos secundarios en la crema gel, incluyendo flavonoides, compuestos fenólicos y saponinas.
3. La cremagel elaborada con aceite de salvado de arroz (*Oryza sativa L.*) al 10% demostró tener un Factor de Protección Solar ligeramente mayor a una presentación de cremagel con Dioxido de Titanio al 5%

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere continuar aprovechando desechos orgánicos que contengan beneficios potenciales, como ciertos bioactivos que podrían ser utilizados en el desarrollo de nuevas formulaciones para tratar enfermedades específicas o proporcionar beneficios adicionales.
2. Se recomienda seguir realizando pruebas in vivo para obtener resultados más concluyentes y precisos.

CAPITULO VII

REFERENCIAS

1. Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2017). *Principios de Anatomía y Fisiología* (15ª edición). Editorial Médica Panamericana.
2. World Health Organization: WHO. (2022, 21 junio). *Radiación ultravioleta*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ultraviolet-radiation>
3. *Día del lunar: Cada año en el Perú, se diagnostican 1300 nuevos casos de cáncer de piel tipo melanoma*. (s/f). Gob.pe. Recuperado el 15 de noviembre de 2023, de <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/581732-dia-del-lunar-cada-ano-en-el-peru-se-diagnostican-1300-nuevos-casos-de-cancer-de-piel-tipo-melanoma>
4. *Cáncer de piel: Minsa recomienda a la población evitar exponerse por mucho tiempo a la radiación solar*. (s/f). Gob.pe. Recuperado el 15 de noviembre de 2023, de <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/683752-cancer-de-piel-minsa-recomienda-a-la-poblacion-evitar-exponerse-por-mucho-tiempo-a-la-radiacion-solar>
5. Peredo, M. (2022, 6 junio). Día Mundial del Medio Ambiente: El futuro de la cosmética natural en el Perú. *El Comercio Perú*. <https://elcomercio.pe/viu/belleza/belleza-dia-mundial-del-medio-ambiente-el-futuro-de-la-cosmetica-natural-en-el-peru-dia-mundial-del-medio-ambiente-medio-ambiente-cosmetica-cosmetica-natural-marcas-peru-noticia/>
6. Zamil, D., Khan, R. M., Braun, T. L., & Nawas, Z. Y. (2022). Dermatological uses of rice products: trend or true? *Journal of Cosmetic Dermatology*, 21(11), 6056-6060. <https://doi.org/10.1111/jocd.15099>

7. Castañeda-Alarcón, M., Bell-Cortez, C., Hidalgo-Ascencios, J., & Moreno-Exebio, L. (2021). Actividad fotoprotectora de una crema con extracto acuoso liofilizado de *lepidium meyenii* (MACA) frente a la irradiación ultravioleta en piel de ratones. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 38(3), 434-441. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.383.7420>
8. Ángel, I. C. M. (2021, 30 marzo). Evaluación de la actividad antioxidante y fotoprotectora in vitro de la crema gel elaborada con extracto etanólico de los frutos de *Vaccinium corymbosum* L. (arándano). <https://repositorio.uma.edu.pe/handle/20.500.12970/396>
9. Libia, R. H. D. (2020). Actividad antioxidante y fotoprotectora in vitro de una cremagel elaborada a base del extracto metanólico de las hojas de *piper elongatum* vahl. var. *Salviaefolium* (Miq.) trel. (matico). https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UIGV_2ac5054e261489e362544ffac2d15847
10. Huamani- Inca, R., Santos- Guillen, I. (2019). Evaluación de la actividad antioxidante y fotoprotectora in vitro de la cremagel elaborado con extracto acuoso de la cáscara de la variedad amarilla del fruto de *Opuntia ficus-indica* (tuna). http://intra.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/5332/TESIS_HUAMANI%20INCA-%20SANTOS%20GUILLEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y
11. Yarin- Carrizales, C. (2019). Actividad antioxidante in vitro y fotoprotectora in vivo del extracto hidroalcohólico de semillas de *Bixa orellana* L. “achiote” y elaboración de una forma dermocosmética. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/11501/Yarin_cc.pdf?sequence=3&isAllowed=y

12. Kasitowati, R. D., Wahyudi, A., Asmara, R., Aliviyanti, D., Iranawati, F., Panjaitan, M. A. P., Pratiwi, D., & Arsad, S. (2021). Identification photoprotective activity of marine seaweed: *Eucheuma* Sp. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 679(1), 012014. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/679/1/012014>
13. Batista, J. S., Salatino, A., Negri, G., Jara, C. E. P., De Paiva, K. A. R., Santos, W. L. A. D., Da Silva Teófilo, T., Félix, N. S., Silva, F. H. A., & Rodrigues, V. H. V. (2021). Photoprotective activity of geopropolis produced by *Melipona subnitida* (Apidae, meliponinae) in the semiarid of the Brazilian northeast. *Research, Society and Development*, 10(2), e1121021305. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12305>
14. Costa, S. C. C., Damasceno, P. K. F., Lima, R., Botura, M. B., Branco, C. R. C., Silva, T. R. S., De Oliveira, A. P., Guimarães, A. L., Da Silva Almeida, J. R. G., & Branco, A. (2023). Evaluation of antioxidant, photoprotective and antinociceptive activities of *Marcetia macrophylla* extract: potential for formulation of sunscreens. *Brazilian Journal of Biology*, 83. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.246312>
15. Lailiyah, M., Saputra, S. A., & Sari, F. (2020). Antioxidant activity and sun protection factor Evaluation for cream formulation of purified roasted corn silk extracts (*Zea Mays* L. *saccharata*). *Pharmaciana*, 10(3), 371. <https://doi.org/10.12928/pharmaciana.v10i3.17780>
16. Mansour, A., Rahili, G., & Bensouici, C. (2020). Photoprotective potential of Saharan myrtle (*Myrtus nivellei*) leaves. *Research journal of topical and cosmetic sciences*, 11(1), 12. <https://doi.org/10.5958/2321-5844.2020.00003.5>
17. Pareja- Aparicio, M. (2010). Radiacion solar y su aprovechamiento energético. https://www.google.com.pe/books/edition/Radiaci%C3%B3n_solar_y_su_aprovechamiento_en/YkxOEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=Pareja,+la+radiaci%C3%B3n+solar&printsec=frontcover

18. García, C. S. (2021). La radiación solar y la fotoprotección. Dialnet.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8017051>
19. Cabrera, S., Lissi, E., & Honeyman, J. (2005). Radiación ultravioleta y salud (I ed.). Santiago, Chile: Editorial Universitaria S.A.
20. United States Food and Drug Administration. Proposed Rule 21 CFR Parts 201, 310, 347, and 352; Docket No. FDA-1978-N-0018. Sunscreen Drug Products for Over-the-Counter Human Use; Proposal to Amend and Lift Stay on Monograph Preliminary Regulatory Impact Analysis 2019. Disponible en:
<https://www.fda.gov/media/122882/download>
21. Gabrielli, A. (2022). Efectos de la radiación ultravioleta sobre la viabilidad de la línea celular de queratinocitos Humanos HACAT.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/39192>
22. Geoffre K, Mwangi AN, Maru SM. Sunscreen products: Rationale for use, formulation development and regulatory considerations. Saudi Pharm. J. 2019; 27:1009–1018.
23. Solano, F. Photoprotection and Skin Pigmentation: Melanin-Related Molecules and Some Other New Agents Obtained from Natural Sources. *Molecules* 2020, 25, 1537.
24. Bernerd F. Expresión Génica de la Fotoprotección [revista en línea].2010.[acceso 05 de setiembre de 2012];38(4):167-169.
25. Garnacho Saucedo, G. M., Salido Vallejo, R., & Moreno Giménez, J. C. (2020). Efectos de la radiación solar y actualización en fotoprotección. *Anales de pediatría (Barcelona, Spain: 2003)*, 92(6), 377.e1-377.e9.
<https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.04.014>
26. Food and Drug Administration (US). FDA advances new proposed regulation to make sure that sunscreens are safe and effective. Federal Register 84FR6204, 2019-03019. 2019.

27. Grether-Beck S, Marini A, Jaenicke T, Krutmann J. Effective photoprotection of human skin against infrared A radiation by topically applied antioxidants: results from a vehicle controlled, double-blind, randomized study. *Photochem Photobiol.* 2015; 91:248-250.
28. Castro, J. "EL CULTIVO DE TUNA" *Opuntia ficus indica*. Gerencia Regional Agraria La Libertad, Trujillo-Perú. 2009, 18p.
29. Doroteo V, Terry C, et al. Compuestos fenólicos y actividades antioxidante, antielastasa, anticolagenasa y fotoprotectora in vitro de *Myrciaria dubia* (camu camu) y *Caesalpinia spinosa* (tara). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 2012, vol. 78, N°4, p. 254-263.
30. Tegeli V, Karpe P, Katve V. Importance of free radical and antioxidant on human health. *International Journal of Pharmaceutical, Chemical & Biological Sciences*, 2014, vol. 4.
31. Vidal A, Fallarero A, et al. Composición química y actividad antioxidante de alga marina roja *Bryothamnion triquetrum* (SG Gmelin) Howe. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2006, vol. 42, N°4, p. 589-600.
32. Mosquera O, Niño J, et al. Estandarización del método de captura de radicales libres para la evaluación de la actividad antioxidante de extractos vegetales. *Scientia et technica*, 2005, vol. 1, N°27.
33. Castro A, Juárez J, Suárez S, et al. Efecto antioxidante y antifotoenvejecimiento de extractos de la macroalga del litoral peruano de *Macrocystis integrifolia* bory y elaboración de una forma dermocosmética. *Ciencia e investigación*, 2014, Vol. 17, N°2, P. 80-87.

34. Doroteo V, Terry C, et al. Compuestos fenólicos y actividades antioxidante, antielastasa, anticolagenasa y fotoprotectora in vitro de Myrciaria dubia (camu camu) y Caesalpinia spinosa (tara). Revista de la Sociedad Química del Perú, 2012, vol. 78, N°4, p. 254-263.
35. Unican .es [Internet] Santander:España 2010. Disponible en: ocw.unican.es/pluginfile.php/879/course/section/967/
36. Moyal D, Chardon A, Kollias N. UVA protection efficacy of sunscreens can be determined by the persistent pigment darkening (PPD) method: (Part 2).
37. Tapia J. 2019. Efectos del silicio en la resistencia a plagas en el cultivo de arroz (*Oriza sativa* L). Trabajo de titulación para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 30 p
38. H.W. Lim, M.I. Arellano-Mendoza, F. Stengel. Current challenges in photoprotection. *J Am Acad Dermatol.*, 76 (2017), pp. S91-S99. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaad.2016.09.040>.

CAPITULO IX

ANEXOS

ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	JUSTIFICACION	VARIABLES	TIPOS DE VARIABLES	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cómo se puede evaluar la actividad fotoprotectora in vitro de la cremagel elaborada con aceite salvado de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>)?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo se pueden determinar los factores de protección solar (FPS) in vitro de la cremagel elaborada con aceite de salvado de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) de las diferentes concentraciones elaboradas? • ¿Cuáles son los componentes específicos del aceite de salvado de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) responsables de sus propiedades fotoprotectoras? • ¿Cómo se compara la eficacia fotoprotectora in vitro de la cremagel con aceite de salvado de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) con la de productos comerciales en el mercado? 	<p>OBJETIVOS GENERAL</p> <p>Evaluar la actividad fotoprotectora in vitro de la cremagel elaborada con aceite de salvado de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>)</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar los factores de protección solar (FPS) in vitro de la cremagel elaborada con aceite de salvado de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) de las diferentes concentraciones elaboradas. • Identificar los componentes específicos del aceite de salvado de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) responsables de sus propiedades fotoprotectoras. • Comparar la eficacia fotoprotectora in vitro de la cremagel con aceite de salvado de arroz con la de productos comerciales en el mercado. 	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>La cremagel elaborada con aceite salvado de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) presenta actividad fotoprotectora in vitro.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La cremagel elaborada con aceite salvado de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) presenta actividad fotoprotectora in vitro en diferentes concentraciones. 2. La cremagel elaborada con aceite salvado de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) presenta componentes específicos con actividad fotoprotectora in vitro 3. La cremagel elaborada con aceite salvado de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) presenta actividad fotoprotectora in vitro con referencia a un fotoprotector comercial 	<p>Dada la necesidad actual de conocimiento sobre fotoprotección y prevención, así como las consecuencias de nuestra creciente exposición a la radiación solar ultravioleta, así como las consecuencias del daño cutáneo y, en muchos casos, del desarrollo de cáncer de piel, ofrecemos una alternativa desarrollada a base de fuentes naturales. por ejemplo, extractos oleosos de salvado de arroz, gracias a su capacidad antioxidante, las cremas de gel fotoprotector aportarán mejores beneficios, ya que se introducirán extractos con bioactividad natural para una mayor protección.</p>	<p style="text-align: center;">INDEPENDIENTE</p> <p>Crema gel con aceite de salvado de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>)</p> <p style="text-align: center;">DEPENDIENTE</p> <p>Actividad fotoprotectora in vitro de la cremagel.</p>	<p>Cuantitativo</p> <p>Cuantitativo</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>Tipo: aplicado</p> <p>Diseño: experimental</p> <p>Población:</p> <p>La población la constituye el lote:17227052023 de aceite de salvado de <i>Oryza Sativa L</i> grado USP.</p> <p>La muestra está conformada por 2L de aceite de salvado de arroz de <i>Oryza Sativa L</i></p> <p>Metodología:</p> <p>Identificación de componente en aceite de salvado de arroz.</p> <p>Elaboración de las cremagel fotoprotectoras</p> <p>Análisis fisicoquímico de los preparados terminados</p> <p>Determinación del pH de la crema gel</p> <p>Análisis espectral de las formulaciones</p> <p>Determinación in vitro del factor de protección solar.de las formulaciones</p>

ANEXO N°2: FICHA TECNICA DEL ACEITE DE SALVADO DE ARROZ



Technical Data Sheet

PRODUCT: Rice Bran Oil
INCI NAME: Oryza Sativa (Rice) Bran Oil
EINECS: 271-397-8
CAS #: 68553-81-1; 84696-37-7

REV: 5
DATE: 02/15/2020
PAGE: 1 of 1

TEST	SPECIFICATIONS	METHOD
*Appearance @ 25°C	Clear oily liquid	Visual
Odor	Characteristic, slight bland odor	Olfactory
Color (Gardner)	8 Maximum	LTM# 120
Free Fatty Acid (as Oleic Acid)	0.2 Maximum	LTM# 100
Iodine Value	99 - 112	LTM# 103
Saponification Value	181 - 195	LTM# 104
Unsaponifiable Matter	3.0 Maximum	LTM# 134
Fatty Acid Distribution		LTM# 122
	% C14 & lower	2.0 Maximum
	% C16	13.0 to 23.0
	%C16 ₁	1.0 Maximum
	%C18	5.0 Maximum
	%C18 ₁	37.0 to 47.0
	%C18 ₂	33.0 to 43.0
	%C18 ₃ & higher	4.0 Maximum

*It is the nature of this material to cloud or precipitate upon standing below 20°C. The material can be used as is or heated with mixing to approximately 38° C until clear and uniform. Other than as required for formulation and manufacturing, heating product above the recommended temperatures for an extended period of time can cause product quality issues.

Insuquímica SAC

La Calidad es lo Primero

Central Telefónica: 719 - 6949 Móvil WhatsApp: 993 - 523 - 032
Email: ventas@insuquimica.com / Web site: www.insuquimica.com

ANEXO N°3: CERTIFICADO DE ANALISIS DE PUREZA



CERTIFICATE OF ANALYSIS

Product Name:	Rice Bran Oil
Lot Number:	17227052023
Manufactured Date:	01 Mar 23
Reheat Date:	01 Mar 25
Quantity Shipped:	

Tests	Limits	Result	Test Method
Clear Oily Liquid	Pass	Pass	LTM001
Slight Blend Odor	Pass	Pass	LTM002
Iodine Value	99.00 to 112.00	104.20	LTM100
Saponification Value	181.0 to 195.0	193.8	LTM104
Color Gardner	0.0 to 0.0	0.5	LTM120
C14 & Lower	0.0 to 2.0	0.0	LTM122E1
GLC Determination, C16	13.0 to 23.0	14.0 %	LTM122G
GLC Determination, C18	0.0 to 5.0	2.9 %	LTM122I
GLC Determination, C18:1	37.0 to 47.0	43.7 %	LTM122J
GLC Determination, C18:2	33.0 to 43.0	37.2 %	LTM122K
GLC Determination, C18:3 & Higher	0.0 to 4.0	0.0 %	LTM122L2
GLC Determination, C18:1	0.0 to 1.0	0.1 %	LTM122S
Unsaturation matter	0.0 to 3.0	0.5	LTM134
*Free Fatty Acids	0.0 to 0.2	0.1	LTM173

This Certificate Of Analysis Has Been Produced Electronically And Is Valid Without A Signature

Page 1 of 1

Sucursales:

Lima Este

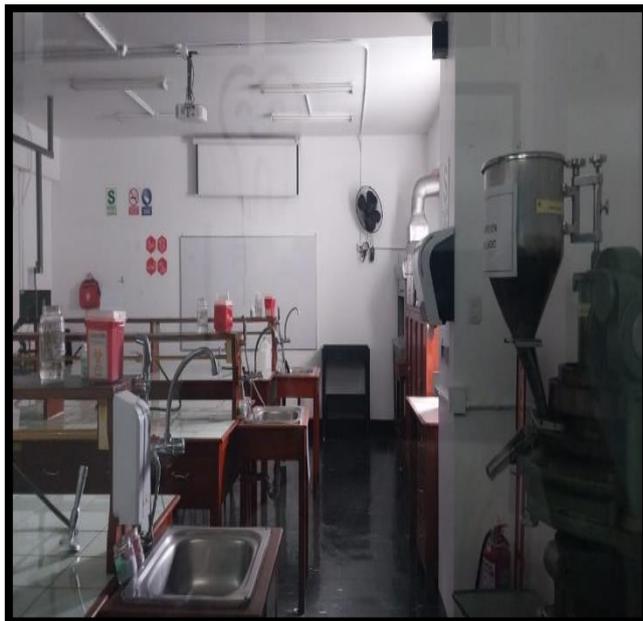
Lima Centro

Lima Norte

Jr. Vara de oro 186 Zárate – S/L | Jr. Mariscal Miller 1663 – Lince | Av. Alfredo Mendiolá 6466 – SMP

Central de ventas: 01 719 – 6949 | RPC: 993 - 523 - 032

Email: ventas@insuquimica.com / Web site: www.insuquimica.com

ANEXO N°4: LABORATORIO**Muestra de Aceite Salvado****Espectrofotometro**

ANEXO N°5 PREPARANDO LAS MUESTRAS





Colocando las muestras al espectrofotómetro para leer las absorbancias

