



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DPTO. DE FORMACIÓN INTEGRAL DEL HOMBRE
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

**EFECTO DEL GEL DE EXTRACTO DE MORINGA OLEIFERA Y DEL GEL
EXTRACTO DE SALVIA HISPANICA SOBRE LA REMINERALIZACIÓN DEL
ESMALTE DE PREMOLARES EXTRAÍDOS EN CONDICIONES IN VITRO**

**Tutor Contenido:
Pérez, Mariela.**

**Autores:
Bustos H., Laura K.
C.I: E-84.406.746
Carucí P., María A.
C.I: V-25.147.588**

Campus Bárbula, Noviembre 2022



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DPTO. DE FORMACIÓN INTEGRAL DEL HOMBRE
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

Estructura de Investigación: UNIMPA.

Área: Salud pública y bioética.

Línea de investigación: Biología Humana.

Temática: Patología General y Bucal.

Subtemática: Caries dental. Diagnóstico y Tratamiento.

**EFECTO DEL GEL DE EXTRACTO DE MORINGA OLEIFERA Y DEL GEL
EXTRACTO DE SALVIA HISPANICA SOBRE LA REMINERALIZACIÓN DEL
ESMALTE DE PREMOLARES EXTRAÍDOS EN CONDICIONES IN VITRO**

**Proyecto de investigación presentando como requisito parcial para optar al título de
Odontólogo**

Tutor Contenido:

Pérez, Mariela.

Autores:

Bustos H., Laura K.

C.I: E-84.406.746

Caruci P., María A.

C.I: V-25.147.588

Campus Bárbula, Noviembre 2022



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO FORMACIÓN INTEGRAL DEL HOMBRE



ACTA DE APROBACIÓN

Cód.: TGPr-2022-32

Periodo: 2022

Los suscritos, profesores de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo, por medio de la presente hacemos constar que el Trabajo de Grado titulado:

EFFECTO DEL GEL DE MORINGA OLERÍFERA Y DEL GEL DE SALVIA HSPÁNICA
SOBRE LA REMINERALIZACIÓN DE PREMOLARES EXTRAÍDOS EN CONDICIONES
IN VITRO

Elaborado y Presentado por:

Laura Katherin Bustos Horta

C.I.: E- 84.406.746

María Andreina Carucí Petit

C.I.: V-25.147.588

Estudiante(s) de esta Facultad, reúne los requisitos exigidos para su ser considerado como:

Aprobado

Aprobado con Mención de Excelencia

JURADO

Prof. Mariela Pérez

C.I.:

Tutor de Contenido

Prof. Nubia Brito

C.I.: 7102756

Metodología de Investigación
Asesor Metodológico



Prof. Tibisay Matheus Lobo

C.I.:

Jurado Evaluador

En Valencia, a los 25 días del mes de noviembre del 2022.

Dedicatoria

A Dios que me ha acompañado en cada etapa de mi vida, por ayudarme a encontrar ese propósito que define mi caminar y por llenarme de sabiduría en cada obstáculo que implicó alcanzar la meta.

A mis padres, William Bustos y Mariana Olivares, con cariño para ustedes, por apoyarme desde el comienzo, en la distancia y por sus palabras de aliento cuando sentía que todo se ponía cuesta arriba. Gracias por darme su amor incondicional, enseñarme a ser mejor persona y por los valores inculcados, sin su apoyo esto hubiese sido imposible, los amo.

A mi hermana Natalia Bustos, que a pesar de la distancia siempre estuvo conmigo dándome palabras de aliento, siendo ejemplo de constancia, dedicación y superación, gracias por estar siempre allí. A mis hermanos Diego y Nahomy Bustos por su apoyo, su amor y ser mi motor para continuar.

A mi amiga María Carucí por su proactividad, resiliencia, paciencia y su apoyo incondicional en todo este camino.

A mis amigos Kemberly Becerra, Gabriela Blanco, Luisa Borges, Natalia Becerra, Moisés Quintero y Mary Briceño, por sus palabras oportunas y necesarias, su amistad incondicional, su apoyo y por cada momento que me regalaron y que atesoraré siempre en mi corazón.

A todos ustedes miles de gracias, los quiero muchísimo.

Laura Bustos.

A Dios por bendecirme cada día, ser mi refugio y apoyo en los momentos más difíciles, por enseñarme las lecciones que he aprendido durante mi vida y guiarme por el buen camino.

A mi familia por su apoyo incondicional y sus palabras de aliento que me ayudaron a continuar con mi carrera y superar los innumerables obstáculos, por todos los sacrificios que hicieron durante mis estudios y por ser mi lugar seguro.

A mi amiga Laura Bustos por ver lo chistoso en la adversidad y reírse de la vida, por sus buenos consejos y tenerme siempre en cuenta. Tuve la dicha de contar con una gran compañera de investigación.

A mis amigas: Gabriela Blanco, Luisa Borges, Mary Briceño, Kemberly Becerra y Natalia Becerra, por enseñarme que diferentes personalidades pueden unirse para crear una bonita amistad, por regalarme momentos de diversión entre tanto estudio y vivir millones de experiencias juntas.

Agradecida con todos ustedes. Los aprecio infinitamente.

María Carucí.

Agradecimientos

A la Universidad de Carabobo y Facultad de Odontología por ser nuestro segundo hogar en este dulce caminar.

A nuestros profesores, compañeros de clase, asistentes y a todo el personal obrero y administrativo que siempre tuvieron una sonrisa para atender nuestros requerimientos.

A nuestras tutoras Mariela Pérez y Nubia Brito, por el tiempo invertido en cada una de las correcciones de este trabajo, por toda su paciencia, por brindarnos siempre sus acertadas orientaciones y guiarnos en la culminación de esta investigación.

A la profesora Ingrid Velásquez, por apoyarnos en el laboratorio de alimentos de la Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología (FACYT) de la Universidad de Carabobo.

A la profesora Virginia Montilla, Laura Minetti, Natalia Becerra, Candiany Alviso y Lucy por ayudarnos en nuestra búsqueda de premolares, y a todos los pacientes que donaron sus unidades dentarias para llevar a cabo esta investigación.

Al Dr. Aarón Muñoz, a la Dra. Jeny Moreno y al Profesor Girolamo y su equipo de laboratorio por contribuir con las pruebas experimentales de este trabajo.

Índice General

Lista de Tablas	8
Lista de Figuras	9
Resumen	11
Abstract.....	12
Introducción	13
Capítulo I.....	15
El Problema	15
Planteamiento del Problema.....	15
Objetivo General.....	18
Justificación de la Investigación	19
Capítulo II	21
Marco teórico	21
Antecedentes de la Investigación.....	21
Bases Teóricas	27
Bases Legales y Bioéticas.....	46
Hipótesis	49
Capítulo III.....	51
Marco Metodológico	51
Tipo de Investigación.....	51
Diseño de la Investigación	51
Población y muestra	53
Procedimiento	57
Capítulo IV	¡Error! Marcador no definido.
Análisis e Interpretación de los Resultados.....	¡Error! Marcador no definido.
Discusión	¡Error! Marcador no definido.
Conclusiones	¡Error! Marcador no definido.
Recomendaciones	¡Error! Marcador no definido.
Limitaciones.....	¡Error! Marcador no definido.
Referencias Bibliográficas.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo A Constancia de Adscripción UNIMPA.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo B Consentimiento Informado.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo C Hoja de registro de resultados.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo D Validación de Instrumento	¡Error! Marcador no definido.
Anexo D Validación de Instrumento	¡Error! Marcador no definido.
Anexo D Validación de Instrumento	¡Error! Marcador no definido.
Anexo E Carta de Permiso Institucional.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo E Carta de Permiso Institucional.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo E Carta de Permiso Institucional.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo F Constancia de Aprobación.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo G Certificado de Bioética.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo H Carta de Aceptación del Tutor de Contenido.....	¡Error! Marcador no definido.

Lista de Tablas

Tabla	pp.
1 Valores nutricionales de las partes comestibles de <i>M. oleifera</i>	42
2 Valores nutricionales de las semillas de <i>Salvia hispanica</i> por 100 g.....	45
3 Operacionalización de las variables.....	51
4 Composición del gel base y gel de extractos de plantas.....	62
5 Distribución de grupos de premolares y su respectivo tratamiento en la superficie derecha.....	69
6 Características físico-químicas de los geles aplicados.....	73
7 Características físico-químicas de los geles aplicados. Concentración de calcio, fósforo y proteínas totales.....	74
8 Estadísticos descriptivos para las características ópticas del esmalte de premolares antes y después del tratamiento con gel de extracto de <i>Moringa oleifera</i> , gel de extracto de <i>Salvia hispanica</i> y con gel de flúor.....	75
9 Estadísticos descriptivos para las características ópticas del esmalte de premolares tratados con los geles de extractos de plantas, clasificadas por grupo de tratamiento (n=3).....	77
10 Estadísticos descriptivos para las características ópticas del esmalte de los premolares tratados con gel de flúor con respecto a los premolares desmineralizados.....	79

Lista de Figuras

Figura		pp.
1	Hojas de <i>Moringa oleifera</i>	58
2	Extracto de <i>Moringa oleifera</i>	58
3	Preparación del extracto de <i>Salvia hispanica</i>	59
4	Recuperación del extracto de <i>Salvia hispanica</i> mediante centrifugación (Dynac Centrifuge) del macerado.....	59
5	Goma Xantana, benzoato de sodio y glicerina vegetal.....	60
6	Peso de la goma xantana en balanza digital (Adventurer, Ohaus).....	60
7	Medición de glicerina.....	60
8	Incorporación del conservante benzoato de sodio.....	60
9	Adición de agua destilada.....	60
10	Extractos de <i>Moringa oleifera</i> y <i>Salvia hispanica</i>	61
11	Gel base en vaso de precipitado con extracto de <i>Moringa oleifera</i> y <i>Salvia hispanica</i> a diferentes concentraciones cada uno.....	61
12	Geles resultantes cubiertos herméticamente, sellados y rotulados.....	62
13	Determinación del pH de los geles mediante pHmetro (HI 98127, Hanna Instruments).....	63
14	Placas de vidrio para determinar la extensibilidad de los geles.....	64
15	Determinación de la extensibilidad. Pesa calibrada.....	64
16	Resultado de la extensibilidad de los geles.....	64
17	Determinación del Hinchamiento. Peso de 10 g de gel.....	65
18	Placas de Petri con 10 g de gel. Muestras por triplicado.....	65
19	Horno (L-C Oven, Lab-Line).....	65
20	Placas de Petri llevadas al horno.....	65
21	Xerogel.....	66
22	Desecador con los xerogeles en su interior.....	66
23	Desprendimiento del xerogel de las placas de Petri.....	66
24	Determinación del peso de los xerogeles.....	66
25	Xerogeles con agua destilada.....	66
26	Determinación del hinchamiento, muestras con xerogel y agua destilada por triplicado.....	67
27	Xerogel con absorción de agua.....	67
28	24 premolares humanos sanos incluidos en tacos de yeso piedra tipo IV y con la cara vestibular dividida en izquierda y derecha.....	

		68
29	Geles de extracto de <i>Moringa oleifera</i> y <i>Salvia hispanica</i> a diferentes concentraciones, gel de flúor y ácido fosfórico al 37%.....	70
30	Desmineralización de las superficies derecha e izquierda del esmalte con ácido fosfórico al 37% (Secure Etch).....	70
31	Eliminación del ácido fosfórico al 37% con agua destilada.....	70
32	Secado.....	70
33	Aplicación del gel de Flúor en la superficie izquierda.....	71
34	Aplicación del tratamiento en la superficie derecha.....	71
35	Gel de Flúor, gel de <i>Moringa oleifera</i> 2% y premolares con tratamiento.....	71
36	Premolares tratados.....	71
37	Microscopio de reflexión (AmScope 2.0).....	72
38	Fotografías: inicial, esmalte desmineralizado y esmalte tratado de premolares, tomadas con el microscopio de reflexión (AmScope 2.0).....	72
39	Comparación de la característica óptica de Luminosidad (L*) de los premolares tratados con geles de extractos de plantas y gel de flúor, corregidas por los valores medidos en los premolares desmineralizados.....	80
40	Comparación de la característica óptica de color en tono rojo-verde (a*) de los premolares tratados con geles de extractos de plantas y gel de flúor, corregidas por los valores medidos en los premolares desmineralizados.....	81
41	Comparación de la característica óptica de color en tono amarillo-azul (b*) de los premolares tratados con geles de extractos de plantas y gel de flúor, corregidas por los valores medidos en los premolares desmineralizados.....	82
42	Comparación de la característica óptica de Blancura (W) de los premolares tratados con geles de extractos de plantas y gel de flúor, corregidas por los valores medidos en los premolares desmineralizados.....	83
43	Comparación de la característica de Variación de color (ΔE) de los premolares tratados con geles de extractos de plantas y gel de flúor, corregidas por los valores medidos en los premolares desmineralizados.....	84



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
Facultad de Odontología
Dpto. De Formación Integral del Hombre
Metodología de Investigación

**EFFECTO DEL GEL DE EXTRACTO DE MORINGA OLEIFERA Y DEL GEL
 EXTRACTO DE SALVIA HISPANICA SOBRE LA REMINERALIZACIÓN DEL
 ESMALTE DE PREMOLARES EXTRAÍDOS EN CONDICIONES IN VITRO**

Autor(es): Bustos H., Laura K.
 Carucí P., María A.

Tutor(a) de contenido: Pérez, Mariela.

Línea de investigación: Biología Humana

Fecha: noviembre 2022.

Resumen

El objetivo de esta investigación fue demostrar el efecto del gel de extracto *Moringa oleifera* y del gel de extracto de *Salvia hispanica* sobre la remineralización del esmalte de premolares extraídos en condiciones in vitro. Asimismo, fue de modalidad científicista, cuantitativa, explicativa, y experimental, en la cual se elaboraron geles con dichos extractos. La muestra estuvo constituida por 24 premolares humanos sanos, extraídos por motivos ortodónticos, obtenidos mediante consentimiento informado, y fueron distribuidos en 8 grupos de 3 premolares, cuya superficie vestibular se dividió en dos: izquierda y derecha, estableciendo esta última como control, donde se aplicó gel del flúor. Ambas superficies se grabaron con ácido fosfórico al 37% durante 10 segundos para desmineralizar el esmalte en los ocho grupos, excepto la izquierda del grupo 1. Posteriormente, se aplicaron diferentes tratamientos en la superficie izquierda de los grupos durante 4 minutos: grupo I sin tratamiento, grupo II gel base, grupo III gel de extracto de *Moringa oleifera* (M.O) 1%, grupo IV gel de M.O 2%, grupo V gel de M.O 3%, grupo VI gel de extracto de *Salvia hispanica* (S.H) 1%, grupo VII gel de S.H 2% y grupo VIII gel de S.H 3%. La técnica de recolección de datos fue la observación directa y, el instrumento una hoja de registro estructurada para los resultados. Se empleó el sistema CIELAB para determinar los cambios en las propiedades ópticas del esmalte producidos por los geles y se encontró que no hubo diferencias estadísticamente significativas con respecto a los premolares desmineralizados. Certificado bioético Nro Tg-55-2022.

Palabras clave: Esmalte dental, Caries dental, Remineralización, Moringa oleifera, Salvia hispanica.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
Facultad de Odontología
Dpto. De Formación Integral del Hombre
Metodología de Investigación

**EFFECT OF MORINGA OLEIFERA EXTRACT GEL AND SALVIA HISPANICA
 EXTRACT GEL ON ENAMEL REMINERALIZATION OF EXTRACTED
 PREMOLARS UNDER IN VITRO CONDITIONS**

Author(s): Bustos H., Laura Caruci P., Maria A.

Tutor of Content: Pérez, Mariela.

Investigation line: Human Biology.

Date: November 2022.

Abstract

The aim of this study was to demonstrate the effect of *Moringa oleifera* extract gel and *Salvia hispanica* extract gel on the enamel remineralization of extracted premolars under in vitro conditions. Likewise, this study was under scientism, quantitative, explanatory and experimental type, in which some gels were elaborated with the mentioned extracts. The samples consisted of 24 healthy human premolars, extracted for orthodontic reasons, obtained through the informed consent of each patient, and were distributed into 8 groups of 3 premolars; the labial surface of each tooth was divided into two: right and left, establishing the latter as a control, where fluoride gel was applied. Both surfaces of all eight groups, except for the right one of the group I, were etched with 37% phosphoric acid for 10 seconds to demineralize the enamel. Subsequently, the right surface of the groups received the following treatments for 4 minutes: group I no treatment, group II base gel, group III 1% *Moringa oleifera* (M.O) extract gel, group IV 2% M.O gel, group V 3% M.O gel, group VI 1% *Salvia hispanica* (S.H) extract gel, group VII 2% S.H gel, and group VIII 3% S.H gel. Data collection technique was direct observation and the instrument was a structured record table for the results. The CIELAB system was used to determine the changes in the optical properties of the enamel produced by the gels and it was found that there weren't

statistically significant differences respect to the demineralized premolars. Bioethics certificate N° Tg-55-2022.

Keywords: Dental enamel, Dental caries, Remineralization, Moringa oleifera, Salvia hispanica.

Introducción

El esmalte dental es el material calcificado que cubre la dentina en su porción coronaria, y una vez formado, no posee la capacidad de regenerarse, por lo que es evidente su alta susceptibilidad, aunado a su ubicación dentro de la cavidad bucal, donde las condiciones son fluctuantes por la existencia de numerosos factores que la condicionan, y que en ciertas ocasiones, originan patologías, siendo la caries dental una de las afecciones que se presenta con mayor frecuencia. La etiología de dicha enfermedad es multifactorial, y su fisiopatología consiste en un proceso dinámico y continuo, caracterizado por periodos alternos de pérdida de minerales (desmineralización), y de ganancia de minerales (remineralización), provocado por el descenso del pH del medio bucal que ocasionan los ácidos producidos en la biopelícula dental, a partir de los azúcares de la dieta, y que al presentarse un desequilibrio, origina el desarrollo de una lesión, la cual puede progresar a los tejidos dentarios más profundos y producir consecuencias negativas para la salud y bienestar socio-económico de un individuo.

En este sentido, las primeras fases de la caries dental corresponden a una etapa subclínica, sin embargo, si el descenso del pH es constante y mantenido en el tiempo, da lugar a los signos clínicos de esta patología, cuya lesión temprana se evidencia como una mancha blanca en el esmalte dental, la cual puede revertirse a través de la remineralización. Es por esta razón, que el diagnóstico temprano de la caries dental es fundamental para evitar la progresión de la enfermedad y la necesidad de intervenir el diente con tratamientos de operatoria, en los cuales es

común remover mínimas cantidades de tejido sano al eliminar el cariado, además las restauraciones realizadas no poseen una vida media larga, por lo que es necesario su renovación, y en cada procedimiento, es inevitable la eliminación de tejido sano, que a largo plazo, perjudica al diente por no poseer el soporte adecuado para resistir las fuerzas masticatorias, pudiendo provocar su fractura.

Asimismo, la odontología moderna se basa en la filosofía mínimamente invasiva, por lo que el proceso de remineralización es de gran importancia para el manejo actual de la caries dental. Si bien es cierto que el flúor es considerado la piedra angular de este procedimiento, con resultados satisfactorios a lo largo de los años, recientemente ha surgido un gran interés por desarrollar y estudiar nuevas estrategias que pretenden fomentar una remineralización más profunda de las lesiones tempranas, reducir los potenciales riesgos relacionados con el uso de productos de higiene bucal altos en fluoruro, y facilitar el control de la caries dental en todos los grupos etarios. Además, la tendencia actual se inclina hacia el uso de componentes naturales, lo cual ha incentivado la producción de investigaciones que sugieren la presencia de biomoléculas en plantas medicinales, como la *Moringa oleifera* y la *Salvia hispanica*, las cuales son objeto de estudio en la presente investigación, por su alto contenido en minerales, especialmente calcio y fósforo.

Por lo anteriormente expuesto, se pretende demostrar el efecto del gel de extracto *Moringa oleifera* y del gel de extracto de *Salvia hispanica* sobre la remineralización del esmalte de premolares extraídos en condiciones in vitro.

Capítulo I

El Problema

Planteamiento del Problema

La preservación de la salud bucal ha sido considerada un objetivo complejo a lo largo del tiempo, debido a que gran parte de la población mundial se encuentra expuesta a una amplia variedad de trastornos bucodentales, siendo la caries dental la afección con mayor frecuencia. Según Rathee y Sapra (2020), la caries dental se considera: “una enfermedad infecciosa, crónica, transmisible, que involucra la desmineralización molecular de compuestos inorgánicos y destrucción del componente orgánico del esmalte y la dentina, produciendo reblandecimiento del tejido duro del diente, que puede evolucionar hasta la formación de una lesión irreversible”.

En efecto, la caries dental representa uno de los principales problemas de salud pública en el mundo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020), la prevalencia de dicha enfermedad se encuentra entre 60-90% de la población mundial, ya que se estima que 2300 millones de personas padecen caries en dientes permanentes, y más de 530 millones de niños desarrollan caries en dientes primarios. Específicamente en Venezuela, De Stefano y Guilarte (2012), indican que la caries dental afecta alrededor del 74% de la población, tanto para la dentición primaria, como permanente.

Asimismo, esta patología es un proceso dinámico, que consiste en períodos consecutivos de desmineralización-rem mineralización de la estructura cristalina del diente, conocida como hidroxiapatita. La desmineralización consiste en la pérdida de los minerales que componen dicha estructura, y se origina debido a los ácidos producidos por las bacterias de la biopelícula, a partir del metabolismo de carbohidratos fermentables de la dieta. Dichos ácidos descienden el pH, por lo que ocurre una desmineralización parcial de la capa superficial del diente. A medida que los

azúcares se eliminan durante la deglución y dilución salival, los ácidos presentes en la biopelícula se neutralizan a través de la acción amortiguadora de la saliva, es decir, que el pH retorna a la neutralidad y ocurre una saturación suficiente de iones de calcio, fosfato y fluoruro, lo cual detiene la desmineralización, favoreciendo la redeposición mineral de la estructura cristalina del diente, proceso conocido como remineralización. Sin embargo, en condiciones cariogénicas, la resistencia de la superficie dental no es suficiente para prevenir la formación de caries, por lo que si durante un período de tiempo significativo, la pérdida mineral es mayor que la redeposición, inicia el desarrollo de una lesión cariosa.

Dicha lesión cariosa origina complicaciones progresivas e importantes en la estructura dental, como: la desmineralización desde el esmalte hacia la pulpa, que propicia el paso de microorganismos en dirección al hueso, y en consecuencia, ocasiona lesiones óseas; así como también, la aparición de dolor, cuya intensidad puede ser moderada o severa; e incluso, la pérdida del diente, produciendo reabsorción del hueso alveolar y disminución de la capacidad masticatoria, que resulta en una digestión deficiente de los alimentos.

Asimismo, la pérdida de las estructuras dentales suele desencadenar consecuencias negativas a nivel psicológico y social, entre las cuales se encuentran: problemas de autoestima e insatisfacción del aspecto físico personal, evasión del contacto social y relaciones interpersonales limitadas. Por consiguiente, los esfuerzos por combatir la caries dental en su lesión inicial radican en controlar la desmineralización causada por los ácidos orgánicos generados por las bacterias cariogénicas, ya que, debido a la naturaleza dinámica del proceso carioso, las etapas muy tempranas (subclínicas), pueden revertirse o detenerse, especialmente en presencia de fluoruro, mediante la remineralización dental, evitando la progresión de la enfermedad y la pérdida del diente.

De esta manera, numerosos expertos consideran que el uso diario de pasta de dientes con flúor es la razón principal de la disminución de las caries dental en todo el mundo en las últimas décadas, no obstante, la exposición excesiva al flúor conlleva algunos riesgos, como intoxicación y fluorosis dental, por lo tanto, las investigaciones actuales están enfocadas en prácticas de remineralización sin flúor, con tecnologías innovadoras, que incluyen mecanismos regenerativos y fisicoquímicos, capaces de disminuir la caries dental.

Recientemente, se han realizado estudios que exponen tratamientos alternativos naturales, debido al progreso de la fitoterapia y a la amplia investigación sobre el potencial de plantas como fuentes de compuestos bioactivos con capacidad remineralizadora. Entre estas plantas se encuentra la *Moringa oleifera* (MO), conocida como el "árbol milagroso", ya que presenta múltiples propiedades importantes para la salud bucal y general, entre las cuales destacan: antimicrobiana, antiviral, analgésica, antioxidante y antiinflamatoria. Además, en el ámbito odontológico, ha demostrado inhibir la formación de la biopelícula dental, caries, prevenir la enfermedad periodontal y mantener la salud bucal. Adicionalmente, esta planta es conocida por ser una fuente importante de minerales, grasas, vitaminas, proteínas, y otros nutrientes. Asimismo, la *Salvia hispanica*, también conocida como chía, pertenece al conjunto de plantas con potencial terapéutico por su alto valor nutricional, ya que sus semillas presentan gran contenido de grasas, proteínas, fibra dietética, antioxidantes, vitaminas y minerales, los cuales le confieren propiedades, como: hipotensora, analgésica, antioxidante, antiinflamatoria y antimicrobiana.

En efecto, las plantas mencionadas destacan por su concentración de calcio y fósforo, iones cuya pérdida se produce durante la desmineralización en el proceso carioso, y que al

encontrarse en la *Moringa oleifera* y en la *Salvia hispanica* podrían desempeñar un rol importante en la remineralización dental.

Por esta razón, resulta necesario plantear la siguiente interrogante:

¿Cuál será el efecto del gel de extracto *Moringa oleifera* y del gel de extracto de *Salvia hispanica* sobre la remineralización del esmalte de premolares extraídos en condiciones in vitro?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Demostrar el efecto del gel de extracto *Moringa oleifera* y del gel de extracto de *Salvia hispanica* sobre la remineralización del esmalte de premolares extraídos en condiciones in vitro.

Objetivos Específicos

- Establecer las propiedades ópticas del esmalte de premolares extraídos en condiciones in vitro.
- Determinar los cambios en las propiedades ópticas del esmalte de premolares extraídos, producidos por la desmineralización con ácido fosfórico al 37%.
- Caracterizar las propiedades físico-químicas del gel de extracto de *Moringa oleifera* y del gel de extracto de *Salvia hispanica*.
- Establecer los cambios en las propiedades ópticas del esmalte desmineralizado de premolares extraídos, en presencia de diferentes concentraciones de gel de extracto de *Moringa oleifera* y de gel de extracto de *Salvia hispanica*.
- Comparar el efecto del gel de extracto de *Moringa oleifera* y de *Salvia hispanica* con el gel de flúor sobre la remineralización del esmalte de premolares extraídos en condiciones in vitro.

Justificación de la Investigación

El propósito de esta investigación es demostrar el efecto del gel de extracto de *Moringa oleifera* y del gel de extracto de *Salvia hispanica* sobre la remineralización del esmalte dental, comparando su acción con la del flúor, el cual es considerado el principal activo remineralizador en la prevención de la caries dental, sin embargo, se ha demostrado que su uso excesivo puede favorecer el desarrollo de fluorosis dental y toxicidad, por esta razón se recurre a plantas naturales, como es el caso de la *Moringa oleifera* y la *Salvia hispanica*, las cuales poseen una gran cantidad de compuestos beneficiosos para la salud, destacando su alta concentración de calcio y fósforo, iones de suma importancia en la remineralización dental, motivo por el cual se pretende evaluar su efecto.

Conjuntamente, el para qué del estudio está dirigido a disminuir el desarrollo de la caries dental, a través de medidas preventivas enfocadas en la posible acción remineralizadora del gel de extracto de *Moringa oleifera* y de *Salvia hispanica* sobre los tejidos duros del diente, lo cual beneficiaría a los pacientes con alto riesgo a caries, ya que se aportaría un producto natural alternativo para la prevención de dicha enfermedad, caracterizado por ser económico y asequible debido a que la planta de *Moringa oleifera* posee un crecimiento rápido, supone poca exigencia al suelo, y se cultiva en toda la franja intertropical, y las semillas de *Salvia hispanica* (chía) son comercializadas en todo el mundo, por lo que su mercado ha incrementado recientemente, favoreciendo su disponibilidad. De esta manera, las lesiones cariosas tempranas se podrían detener, por lo que la prevalencia de la caries dental se reduciría en gran medida. Además, evitaría la producción de efectos secundarios en el esmalte dental, lo cual denota gran ventaja sobre el flúor, que como se mencionó previamente, en algunos casos puede favorecer la aparición de fluorosis dental.

Otra razón que justifica la realización de esta investigación, radica en que numerosos artículos han sido realizados con el objetivo de demostrar la efectividad del flúor en el proceso de remineralización dental, sin embargo, alternativas naturales que puedan llevar a cabo dicho proceso han sido escasamente investigadas. Por lo anteriormente expuesto, se pretende ampliar el campo de estudio sobre los efectos que ejercería el gel de extracto de *Moringa oleifera* y el de *Salvia hispanica* sobre la remineralización dental en la línea de investigación Biología Humana para la producción científica de la estructura de investigación UNIMPA (Anexo A).

Capítulo II

Marco teórico

Antecedentes de la Investigación

Las investigaciones que se presentan a continuación están relacionadas con el proceso de desmineralización-remineralización dental, exponiendo los diferentes agentes que llevan a cabo este proceso, específicamente el flúor y, posiblemente, el extracto de la planta *Moringa oleifera* y *Salvia hispanica*, asimismo, se exhiben diversos métodos utilizados para cuantificar dicho proceso en condiciones in vitro.

Davis, Mills y Anderson (2017), llevaron a cabo una investigación titulada: Observaciones en tiempo real de la desmineralización dental en 3 dimensiones mediante microtomografía de rayos X (XMT o microCT), cuyo objetivo se basó en desarrollar y probar un método para registrar, visualizar y cuantificar la desmineralización (o remineralización) de dientes en tiempo real in vitro.

Los investigadores realizaron un estudio experimental, en el cual seleccionaron una muestra, constituida por un tercer molar humano extraído libre de caries dental, para analizar el proceso de desmineralización a través de un escáner durante 8 días. Los autores posicionaron dicha unidad dentaria en un recipiente de plástico, a través del cual hacían circular un litro de una solución desmineralizante de ácido acético de pH=4, durante la exploración repetida simultánea del escáner. Los resultados obtenidos en el estudio indican que, a partir de las imágenes 3D reconstruidas, es posible visualizar y cuantificar la progresión de una lesión cariosa artificial, la cual avanzó aproximadamente 0,1 mm por día y pareció ser de naturaleza más erosiva. A partir de dichos resultados, los investigadores concluyeron que el método empleado es exitoso para

monitorear la desmineralización dental en tiempo real en 3D, sin embargo, señalan que es necesaria mayor investigación para crear mejores modelos de lesiones de caries verdaderas.

Kim, Kim y Jeong (2018), desarrollaron una investigación titulada: Efectos de la remineralización al utilizar diferentes métodos para aplicar barniz de flúor in vitro, cuyo objetivo se basó en comparar la eficacia de la remineralización directa e indirecta del barniz de flúor (BF) en lesiones cariosas artificiales y evaluar la resistencia al ácido de la lesión remineralizada por BF y saliva artificial.

En este estudio, se emplearon 126 muestras de esmalte de dientes desmineralizados de bovinos, asignadas a cuatro grupos de barnices de flúor comerciales (Duraphat, EnamelPro, MI y ClinproWhite), constituidos por 28 muestras cada uno, y un control negativo de 14 muestras. Los cuatro grupos fueron tratados directa e indirectamente con cada barniz de flúor. Posteriormente, las muestras de ambos grupos, se sumergieron conjuntamente en 20 ml de saliva artificial a 37°C, durante 24 horas, luego se retiró cuidadosamente el BF de las muestras y se continuó el proceso de inmersión en saliva artificial fresca durante 48 horas, de igual modo, el grupo control negativo se sumergió en saliva artificial durante el mismo tiempo que en los grupos de barniz.

Los resultados obtenidos indicaron que la diferencia del valor medio de microdureza de las muestras fue significativamente mayor para el grupo de remineralización indirecta, asimismo, la resistencia a los ácidos de las muestras remineralizadas fue mayor en todos los grupos de barnices que en el control negativo. De esta manera, los autores concluyeron que el método de aplicación indirecta de BF da como resultado una mayor eficacia de remineralización que la aplicación directa de BF a las lesiones cariosas, por lo que consideran que el contacto con la saliva y la presencia de iones fluoruro están involucrados en la remineralización dental.

Chavan, Kale, Raut y Gadhe (2019), elaboraron una investigación denominada: Estudios de extracción y caracterización de propiedades funcionales y comportamiento de la viscosidad del gel de semillas de chía (*Salvia hispanica*), cuyo objetivo consistió en estudiar el efecto de la temperatura, el tiempo y la proporción de agua a semillas en la extracción de gel de la semilla de chía, así como también, sus propiedades funcionales.

Para llevar a cabo este estudio, los investigadores, primeramente, realizaron la extracción del gel de las semillas de chía mediante tres proporciones diferentes de agua/semilla (1:20, 1:30 y 1:40), y las combinaron con un mezclador de cabeza durante 3 horas, posteriormente, centrifugaron la mezcla durante 50 minutos a 37 °C para separar el gel, y obtuvieron tres capas: una superior compuesta de agua, la cual se descartó; una intermedia, de donde se extrajo el gel; y la capa del fondo, donde se asentaron las semillas. El gel de semilla de chía se secó parcialmente durante 30 minutos a 40 °C y se almacenó en recipientes herméticos a temperatura ambiente. La extracción del gel se llevó a cabo mediante varios tratamientos: modificando el grado de temperatura, manteniendo constante la relación de agua/semilla, variando el tiempo de extracción, manteniendo el tiempo constante, etc. Con respecto a las propiedades funcionales del gel extraído, los investigadores determinaron: la viscosidad, prueba de dispersión lineal, capacidad de retención de agua y aceite, capacidad emulsionante y la estabilidad.

Los resultados obtenidos mostraron que el rendimiento máximo del gel fue de 6.09% con tiempo óptimo de extracción de 2 horas, y la relación agua/semilla: 1:40 a 80 °C. En cuanto a las propiedades funcionales, la capacidad de retención de agua del gel de semillas de chía fue de 266,60 g y la capacidad de retención de aceite 58,56 g, además el valor de la prueba dispersión lineal fue 5,10 mm y la capacidad y estabilidad emulsionante 61,50% y 69,83%. Referente a la estabilidad de congelación y descongelación, encontraron que fue 0%, lo cual previene la

creación de cristales de hielo que causan la separación del agua después de la descongelación. De esta manera, los investigadores concluyeron que debido a las propiedades funcionales y comportamiento de viscosidad, el gel de semilla de chía tiene potencial para ser utilizado como agente estabilizante en formulaciones de alimentos.

Mohanty, Mohanty, Kumar y Bhuyan (2020), realizaron una investigación titulada: Fitoperspectiva de *Moringa oleifera* para el cuidado de la salud bucal: un enfoque etnomedicinal innovador, cuyo objetivo fue realizar una revisión bibliográfica relacionada con la potencialidad antipatogénica de *M. oleifera* junto con sus conocidas propiedades terapéuticas, mediante compuestos biológicamente activos (fitoconstituyentes) y usos etnomedicinales.

Los investigadores señalaron que *M. oleifera* posee 4 veces el calcio de la leche. Conjuntamente refieren que debido a sus altos niveles de calcio, incluso cuando no es empleada en productos específicamente orientados a la salud bucal, contribuye, en gran medida, a mejorar la resistencia y la salud general de los dientes. Además, tanto las hojas, como las semillas de la planta, tienen varias cualidades antibacterianas que contribuyen con la higiene bucal. Por lo tanto, los investigadores concluyeron que el empleo de medicamentos a base de hierbas, mediante el uso etnomedicinal de *M. oleifera*, podría ser una alternativa eficaz en el cuidado dental.

Younis, Obeid y Ammar (2020), desarrollaron una investigación denominada: Remineralización del esmalte subsuperficial mediante barniz cargado con extracto de hoja de *Moringa oleifera* liofilizado, en la cual, el objetivo planteado consistió en investigar la remineralización del esmalte utilizando el extracto liofilizado de hojas de *Moringa oleifera* (MO).

En este estudio, se preparó un extracto de hojas de MO y se seleccionaron un total de 65 dientes, dividiéndose aleatoriamente en 5 grupos iguales (n=15). Todas las unidades dentarias se secaron al aire durante 30 segundos y posteriormente se dibujaron dos ventanas (derecha e izquierda) en la superficie vestibular de cada diente. Se estableció la ventana derecha como control y no se realizó ningún grabado ni tratamiento. La ventana izquierda se grabó durante 30 segundos para los cinco grupos. Después del grabado, el grupo I no recibió tratamiento, el grupo II recibió barniz simple, el grupo III obtuvo barniz de fluoruro, y finalmente los grupos IV y V se trataron con barniz simple cargado con 50 mg/ml y 200 mg/ml de extracto liofilizado de hoja de *M. oleifera* (MOL). Luego, todas las muestras se sumergieron en saliva artificial durante 14 días, posteriormente, se examinaron con microscopio electrónico de barrido (SEM) y rayos X de dispersión de energía (EDX).

Los resultados obtenidos de las micrografías SEM revelaron que los grupos IV y V de barniz cargado con extracto de MOL mostraron el mayor restablecimiento de la arquitectura normal del esmalte. El análisis elemental de los Grupos IV y V mostró que las superficies tratadas por los grupos de barniz cargado con MOL, tenían una deposición de Ca, P y O significativamente mayor que el grupo de barnices fluorados. Por lo tanto, los investigadores concluyeron que MOL podría considerarse como un material biomimético, capaz de guiar la remineralización dental.

Aidaros, Mosallam y Farouk (2021), llevaron a cabo una investigación titulada: Efecto del té verde, té negro y *Moringa oleifera* en la remineralización del esmalte y la dentina desmineralizados artificialmente: un análisis de microdureza in vitro, cuyo objetivo planteado se basó en investigar y comparar el efecto del té verde, el té negro y la *Moringa oleifera* en el esmalte y la dentina desmineralizados artificialmente.

En dicho estudio, los investigadores recolectaron 40 molares maxilares intactos, los cuales fueron seccionados en sentido mesio-distal, luego, tanto el esmalte, como la dentina de las muestras, se desmineralizaron artificialmente y se dividieron aleatoriamente en cuatro subgrupos, según el tratamiento utilizado: grupo 1: extracto de té verde, grupo 2: extracto de té negro, grupo 3: extracto de *Moringa oleifera* y grupo 4: saliva artificial (control). Dichas muestras se estudiaron para determinar su microdureza, y los datos se tabularon y analizaron estadísticamente usando ANOVA y prueba t.

Los resultados de la investigación mostraron que hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los valores basales seguidos del post tratamiento, con lo cual no encontraron una diferencia estadísticamente significativa entre los cuatro grupos probados en las muestras de esmalte. Sin embargo, en dentina, el valor medio más alto se encontró en el grupo tratado con *Moringa oleifera*. De esta manera, los investigadores concluyeron que el té negro, el té verde y la *Moringa oleifera* mejoraron el proceso de remineralización del esmalte y la dentina desmineralizados y, por lo tanto, podrían considerarse agentes remineralizantes naturales eficaces.

Anas, Mattulada, Akbar, Indriany, Asmah, Irawati y Utama (2021), realizaron un estudio llamado: Efectividad de la pasta dental a base de *Moringa oleifera* para aumentar los niveles de calcio en dientes humanos (in vitro), cuyo objetivo consistió en investigar el potencial de la pasta de *Moringa oleifera* como nuevo material para la remineralización.

La metodología de la investigación empleada fue experimental verdadera con pre-post prueba y grupo control, para lo cual recolectaron 27 premolares humanos sanos, divididos en 3 grupos de 9 muestras cada uno. El grupo 1 fue utilizado para obtener datos de prueba previa, el grupo 2 para la aplicación de 1 ml de la pasta a base de *Moringa oleifera*, y el grupo 3 para la

aplicación de fosfato amorfo de fosfopéptido de calcio (cpp-acp) mediante un gotero; dichas sustancias permanecieron en la superficie dentaria durante 30 minutos y luego se retiraron de éstas con agua destilada, posteriormente se secaron. La aplicación fue realizada por la mañana y por la noche, además los tratamientos se administraron de forma rutinaria durante 7 días para obtener el máximo efecto. Asimismo, las muestras fueron analizadas para determinar el contenido de calcio a través de la espectrofotometría de absorción atómica (AAS).

Los resultados que se obtuvieron en dicha investigación indicaron que las unidades dentarias con la pasta a base de *Moringa oleifera* presentaron un mayor nivel de calcio en comparación con el grupo de pre prueba y del cpp-acp, sin embargo, según la prueba estadística ANOVA no mostró un valor significativo ($P > 0.05$), por lo tanto, los investigadores concluyeron que con la condición in vitro elegida, la pasta a base de *Moringa oleifera* fue más efectiva para aumentar los niveles de calcio en los dientes humanos que el grupo Pre-test y cpp-acp, aunque no mostró diferencia significativa en las cantidades obtenidas.

Los estudios presentados fueron seleccionados con el propósito de orientar el desarrollo metodológico de la presente investigación, estableciendo relaciones entre los objetivos de este trabajo investigativo y los expuestos en los estudios, los cuales se basan en describir el efecto en el proceso de remineralización dental del extracto de *Moringa oleifera* y de *Salvia hispanica*, al compararlo con el flúor, debido a que es considerado el principal agente activo en dicho proceso, y cuantificar el nivel de remineralización con métodos adecuados y precisos.

Bases Teóricas

Esmalte dental

El esmalte dental, también llamado tejido adamantino o sustancia adamantina, es el material dentario que cubre la dentina en su porción coronaria y ofrece protección al complejo

dentino-pulpar, ya que es capaz de resistir grandes fuerzas mecánicas, cambios periódicos de temperatura y pH, y agentes microbianos, a pesar de no poseer capacidad regenerativa (Gómez de Ferraris y Campos Muñoz, 2019). El esmalte se define actualmente como una biocerámica nanocompuesta, de origen epitelial, que protege al diente de agresiones químicas y físicas (Castellanos, Marín, Castiblanco y Martignon, 2013).

Según Gómez de Ferraris y Campos Muñoz (2019), la unidad estructural básica del esmalte es el prisma o varilla del esmalte, la cual está compuesta por cristales de hidroxiapatita, los cuales están densamente empaquetados y son susceptibles (solubles) a la acción de los ácidos. Además, el esmalte es una estructura acelular, avascular y sin inervación, por lo que no se le considera como un “tejido”, sino como un material o sustancia extracelular muy mineralizada. Asimismo, ante una enfermedad o cualquier agente físico, químico o biológico, el esmalte reacciona con pérdida de sustancia, y es incapaz de repararse, aunque puede darse en él un fenómeno de remineralización. Igualmente, se ha observado que el esmalte puede actuar como una membrana semipermeable, lo que permite la difusión de agua y de algunos iones presentes en el medio bucal.

Composición química del esmalte dental

En el cuerpo humano, el esmalte dental es el tejido más duro, debido a que está altamente mineralizado y contiene 92-96% de matriz o componente inorgánico, 1-2% orgánico, y 3-4% de agua. (Qamar, Rahim, Chew, Fatima, 2017). De acuerdo con Gómez de Ferraris y Campos Muñoz (2019), el esmalte dental se compone de la siguiente manera:

Matriz orgánica. Los componentes son elaborados por el ameloblasto, y en su mayoría son de naturaleza proteica, por lo que constituyen un sistema complejo de multiagregados polipeptídicos. Entre las proteínas, se encuentran: Amelogeninas, enamelinas, ameloblastinas,

amelinas y proteínas de la vaina, amelotina, proteína odontogénica asociada a los ameloblastos (Odam/APIN), proteinasas: enamelsina (metaloproteinasa de la matriz 20, MMP20), y la proteinasa de serina de la matriz 1 (actualmente kalicleina 4, KLK4). Además, se encuentra colágena tipo VII en muy escasa cuantía, en la conexión amelodentinaria (CAD). Es posible la presencia de tuftelina en la matriz del esmalte, aunque se ha identificado en insuficiente proporción.

Matriz inorgánica. Está constituida por sales minerales cálcicas, básicamente de fosfato y carbonato, las cuales muestran una organización de apatita, que responde a la fórmula general $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Dichas sales se depositan en la matriz del esmalte, lo que da origen rápidamente a un proceso de cristalización, que los transforma en cristales de hidroxiapatita. Existen también sales de calcio, carbonatos, sulfatos, y oligoelementos, como potasio, magnesio, hierro, flúor, manganeso, cobre, entre otros. De acuerdo con Klimuszko, Orywal, Sierpiska, Sidun y Golebiewska (2018), la hidroxiapatita pura está compuesta por 57% de fósforo, 40% de calcio y 2% de iones hidroxilo.

Según Gómez de Ferraris y Campos Muñoz (2019), en relación con la morfología de los cristales del esmalte, se ha admitido clásicamente que estos presentan una forma de hexágonos elongados, cuando se seccionan perpendicularmente al eje longitudinal del cristal, y una morfología rectangular cuando se seccionan paralelamente a los ejes longitudinales. Los hexágonos que se observan no son todos iguales y los lados de los extremos distales son, en ocasiones, semejantes (márgenes «e») o desiguales (márgenes «u»).

Los cristales de apatita están constituidos por la agregación de las llamadas «células» o celdillas unitarias (no son células biológicas), que son las unidades básicas de asociación iónica de las sales minerales en el seno del cristal. Estas celdillas unitarias poseen, una configuración

química y cristalográfica, también hexagonal: en sus vértices existen iones de calcio y en su centro, un ion de OH^- . También se encuentra otro grupo de iones de calcio dispuestos en la periferia del hidroxilo y por dentro del anterior hexágono de calcio. Los iones fosfatos se colocan entre los iones de calcio que ocupan los vértices del hexágono externo. En el esmalte superficial existen dos componentes: el flúor y los carbonatos, los cuales desempeñan un papel antagónico, ya que el flúor incorporado a los cristales, incrementa su resistencia al ataque de las caries, mientras que los carbonatos, lo hacen más susceptible.

Los iones de calcio (Ca^{2+}), fosfato (P_4O^{-3}) e hidroxilo (OH^-) poseen una relación estequiométrica 10:6:2, y permanecen unidos dentro del cristal, por enlaces iónicos, debido a sus fuertes cargas eléctricas opuestas, que se equilibran entre ellos (Castellanos, Marín, Castiblanco y Martignon, 2013).

Agua. Su porcentaje es muy escaso, se localiza en la periferia del cristal y constituye la denominada capa de hidratación o de agua adsorbida. Por debajo y más hacia el interior, en el cristal, se ubica la denominada capa de iones y compuestos adsorbidos, en la que el catión Ca^{2+} puede ser sustituido por Na^+ , Mg^{2+} , H_3O^+ y el anión OH^- por F^- , Cl^- , entre otros oligoelementos (Gómez de Ferraris y Campos Muñoz, 2019).

Propiedades ópticas del esmalte

Las propiedades ópticas constituyen un grupo de características que dependen de la interacción de la luz con los tejidos duros del diente (Lăzărescu, 2015).

Translucidez. Es la cantidad relativa de luz transmitida a través de un material, y puede entenderse como una situación intermedia entre el bloqueo total de los rayos de luz (opacidad) y la transmisión total de los rayos (transparencia). Por tanto, los objetos translúcidos dejan pasar la luz, variando este paso en mayor o menor grado. Debido a su estructura prismática altamente

mineralizada, bajo contenido orgánico y poca cantidad de agua, el esmalte tiene una mayor transmisión de luz que la dentina (Schmeling, 2016).

Color. El esmalte es translúcido; su color varía entre un blanco-amarillento y un blanco-grisáceo, pero no es propio del esmalte, sino que depende de las estructuras subyacentes, en especial, de la dentina. En las zonas de mayor espesor, tiene una tonalidad grisácea (cúspides), y donde es más delgado (cervical), presenta un color blanco-amarillento (Gómez de Ferraris y Campos Muñoz, 2019).

Brillo. Es la suma total de la cantidad de luz que se devuelve de un objeto iluminado (Fondriest, 2012). Si el esmalte tiene una superficie perfectamente lisa y limpia, la reflexión será de tipo especular, es lo que al diente le da su brillo "natural" (Garone, da Souza, Uribe, Núñez y Priotto, 2006).

Opalescencia. Sucede por la dispersión de longitudes de onda más pequeñas del espectro visible, lo que hace que los objetos opalescentes se vuelvan más azulados cuando se ven bajo luz reflejada y más anaranjados cuando se ven bajo luz transmitida. Todos los dientes que están naturalmente cubiertos por el esmalte presentan opalescencia. Sin embargo, esta propiedad se puede observar mejor en los incisivos centrales superiores, en forma de una banda azul, ubicada cerca del borde incisal, denominada halo opalescente (Schmeling, 2016).

Fluorescencia. Es un fenómeno de luminiscencia, lo que significa que provoca la emisión espontánea de luz por un proceso distinto al calentamiento. Los objetos fluorescentes vuelven a emitir esta energía en una longitud de onda visible más larga a una velocidad superior a 10^{-8} segundos. La fluorescencia del diente generalmente se asocia con una apariencia cromática azul-blanca causada por la incidencia de la longitud de onda UV, tal como es emitida

por la luz negra. Bajo la luz natural, la fluorescencia hace que los dientes sean más luminosos y brillantes, dándoles una luminiscencia interna (Schmeling, 2016).

Determinación del color del esmalte dental

Las propiedades ópticas del diente se ven afectadas por las variaciones en la densidad mineral, el tamaño de los cristales y la orientación de los prismas del esmalte. Además, la translucidez del esmalte está establecida por el índice de refracción de la hidroxiapatita y el agua que se acumula en los espacios intercristalinos. Sin embargo, la determinación del color del diente se puede hacer objetivamente, mediante métodos instrumentales, como: colorímetros, espectrofotómetros y cámaras digitales, apoyados por un software de análisis de imágenes. Cada uno de estos métodos tiene una limitación, ya sea la necesidad de instrumentos costosos, en el caso de los dos primeros, o la dificultad de reproducibilidad en el caso de las cámaras digitales. Para la determinación objetiva de la diferencia entre dos colores percibidos, se utilizan ecuaciones matemáticas para calcular la distancia colorimétrica (ΔE), la cual se define como el valor que representa la distancia entre las posiciones de dos colores dentro del espacio de color, que representa una organización específica de colores (Tolcachir, Crohare y Gallará, 2015).

Ragain (2016), establece que el espacio de color utilizado con más frecuencia para calcular el color de los dientes naturales y los materiales de restauración ha sido el estándar establecido por la Comisión Internacional de l'Éclairage en 1976 (CIE $L^*a^*b^*$), en el cual, L^* indica luminosidad y a^* y b^* son las coordenadas de cromaticidad, en donde a^* y b^* indican direcciones de color: $+a^*$ es la dirección roja, $-a^*$ es la dirección verde, $+b^*$ es la dirección amarilla y $-b^*$ es la dirección azul. El centro es acromático; a medida que aumentan los valores a^* y b^* y el punto se aleja del centro, aumenta la saturación del color.

Las diferencias mínimas de color son difíciles de manejar en la industria en cualquier lugar donde se use ese color. En el sistema CIE L*a*b*, la diferencia de color se puede expresar como un único valor numérico, ΔE^*_{ab} , que indica el tamaño de la diferencia de color pero no de qué manera los colores son diferentes, mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Proceso de desmineralización-remineralización

No toda pérdida de minerales de la estructura dental es parte de un proceso patológico como la caries dental, sino que los cristales en la superficie del diente están sometidos, regularmente, a períodos fisiológicos de pérdida de minerales (desmineralización) y ganancia de minerales (remineralización), particularmente en superficies cubiertas por biopelículas (González-Cabezas, 2010).

La desmineralización es el resultado de un proceso en el que la estructura cristalina del diente pierde minerales, debido a los ácidos orgánicos producidos por las bacterias de la biopelícula, a partir del metabolismo de carbohidratos fermentables provenientes de la dieta, principalmente azúcares (Pitts, Zero, Marsh, Ekstrand, Weintraub, Ramos-Gómez, Tagami, Twetman, Tsakos e Ismail, 2017).

Como todos los iones en los cristales del esmalte, el Ca^{2+} , P_4O^{-3} y OH^- pueden interactuar con las moléculas de agua, que también tienen carga eléctrica, originándose un fenómeno de insaturación, en el cual, una solución con una concentración de iones por debajo de la que se encuentra en el cristal, favorece que el agua interactúe con cada ion y lo retire del cristal (donde está en mayor concentración), produciéndose la salida de iones hacia el medio, por lo tanto, la pérdida de iones (desmineralización) (Castellanos, Marín, Castiblanco y Martignon, 2013). La insaturación se produce principalmente en condiciones ácidas, por la pérdida de iones

fosfato e hidroxilo, que reaccionan con los iones hidrógeno, producidos por la actividad metabólica de las biopelículas (González-Cabezas, 2010).

La generación de ácidos orgánicos provoca una caída del pH de la fase fluida de la biopelícula. Inicialmente, los protones ácidos serán absorbidos por los tampones en la biopelícula y la saliva, pero cuando estos se agoten localmente, el pH continuará disminuyendo. Por debajo del “pH crítico”, que se considera entre 4.5 y 5.5, la fase fluida se vuelve insaturada, con respecto a la hidroxiapatita, lo que puede provocar la disolución de la superficie del esmalte, sin embargo, este pH ácido se puede mantener durante al menos 20 minutos, antes de volver gradualmente a condiciones más neutrales. El pH de la biopelícula puede verse influido por varios factores, como: el grosor de la película, la composición, el sitio, la permeabilidad y la concentración de fluoruro, calcio y fosfato (West y Joiner, 2014).

En respuesta a las condiciones de insaturación, los minerales se liberan de múltiples fuentes: saliva, bacterias, cálculos, formaciones de fluoruro de calcio y la superficie del diente en sí. Después de un período de tiempo, la saturación de la fase fluida de la biopelícula se estabiliza y la pérdida de minerales se detiene. Cuando hay suficientes minerales (iones de calcio, fosfato e hidroxilo) disponibles en la solución que rodea al cristal, aumentando su nivel de saturación, el equilibrio vuelve. El pH aumenta hasta un punto en el que ocurren condiciones de sobresaturación, en donde la tendencia de la solución es a precipitar minerales para volver a condiciones saturadas. Durante este período, los iones remineralizan los cristales de esmalte parcialmente desmineralizados (González-Cabezas, 2010).

La remineralización se define como la ganancia neta de material calcificado en la estructura dental, que reemplaza el que previamente se había perdido por desmineralización, lo cual ocurre mediante un proceso físico-químico, que incluye la sobresaturación de iones en la

solución con respecto al esmalte, la formación de núcleos y el crecimiento de cristales. Cuando la solución está sobresaturada de iones, estos comienzan a formar enlaces y a deshidratarse, formando núcleos sólidos. Los núcleos se agrupan para precipitar en forma de cristales, en aquellos espacios del esmalte que, como producto de la desmineralización, tienen una mayor área de contacto. Finalmente, los cristales recién precipitados crecerán de forma isotrópica (en diferentes direcciones y a diferentes velocidades), por deposición de iones en sus diferentes caras (Castellanos, Marín, Castiblanco y Martignon, 2013).

La superficie del esmalte remineralizado es diferente del original en su composición y estructura, y es más resistente a la desmineralización. La remineralización necesita calcio y fosfato biodisponibles, y se ve mejorada por la presencia de fluoruro (González-Cabezas, 2010).

Mientras que exista un balance entre la remineralización y la desmineralización, resultará un mineral de mejor calidad, lo cual es parte de la maduración posteruptiva del esmalte dental. Cuando la remineralización no puede seguir el ritmo de la desmineralización, se desarrollan lesiones de caries (Amaechi y van Loveren, 2013). Si las condiciones favorables para la progresión de la lesión continúan durante un tiempo significativo, la superficie de dicha lesión colapsa y se forma una cavidad; si continúa avanzando, el diente pierde su vitalidad, y se origina una infección, que invade los tejidos periapicales (González-Cabezas, 2010).

Flúor en el proceso de remineralización

De acuerdo con Castellanos, Marín, Castiblanco y Martignon (2013), por las características de microporosidad del esmalte y su intensa cinética de intercambio de iones con el medio, la hidroxiapatita puede reemplazar los fosfatos por iones de carbonato, el calcio por iones de sodio y los hidroxilos por iones fluoruro, resultando en apatitas de mayor complejidad y con propiedades físico-químicas diferentes. En el caso de la sustitución de los OH^- por F^- , se

generan cristales de fluorhidroxiapatita o fluorapatita (si se han reemplazado uno o dos hidroxilos), que por tener mayor fuerza de atracción entre sus iones, son más difíciles de ser retirados en condiciones ácidas, por lo que hace al esmalte más resistente a la desmineralización.

Cambios en el esmalte debido al proceso de desmineralización-remineralización

De acuerdo con Odwell (2017), los primeros cambios apreciables de desmineralización, consisten en la aparición de una mancha opaca blanca, justo por debajo del punto de contacto dentario. A pesar de su aspecto gredoso, el esmalte es duro y liso al pasar una sonda.

Con respecto a la remineralización, ésta puede devolver el contenido mineral de una lesión del esmalte a un nivel cercano al del esmalte original, pero la deposición es irregular y desorganizada a nivel de los cristales individuales, y la estructura original no se puede recuperar. A pesar de esto, las lesiones remineralizadas pueden ser menos propensas al ataque de caries que el esmalte intacto.

La caries de esmalte detenida puede permanecer opaca y blanca o, con mayor frecuencia, se decolora por la incorporación de una tinción extrínseca (lesión de mancha marrón o inactiva).

Estas lesiones muestran: aumento de la radiodensidad, reducción del tamaño de la lesión, incremento de la dureza superficial y del brillo (Gaceta Dental, 2011).

Definición de gel

Los geles son estructuras tridimensionales de infinitos materiales estructurales que ocupan todo el espacio dado. Un hidrogel se puede definir como un grupo de materiales poliméricos cuya estructura hidrófila los hace capaces de contener grandes cantidades de agua en sus redes tridimensionales. El líquido embebido actúa como un filtro selectivo que permite la difusión libre de algunas moléculas de soluto, mientras que la red de polímero funciona como una matriz para mantener el líquido (Velásquez, Camacaro y Dasniel, 2018).

Clasificación del hidrogel

Según Bashir, Hina, Iqbal, Rajpar, Mujtaba, Alghamdi, Wageh, Ramesh y Ramesh (2020), la clasificación de los hidrogeles depende de los materiales (polímeros) involucrados, la fuente de los polímeros, el método de reticulación, y su carga iónica.

- **Según los polímeros involucrados.** Hidrogeles naturales, sintéticos o una combinación de polímeros naturales y sintéticos.
- **Según el método de reticulación.** Hidrogeles de reticulación física, química o ambas simultáneamente. Si el entrecruzamiento entre las cadenas poliméricas se debe a fuerzas no covalentes (fuerzas secundarias), como: enlaces de hidrógeno, fuerzas iónicas, interacciones de Van der Waals, complejación de polielectrolitos, estereocomplejación y fuerzas hidrofóbicas, los hidrogeles se clasifican como físicos; mientras que la formación de hidrogeles químicos, implica la unión covalente entre las cadenas de polímeros, lo cual les confiere mejores propiedades que los físicos.
- **Según su carga iónica.** Hidrogeles catiónicos, aniónicos, e hidrogeles neutros. La carga de la red global depende de la carga del polímero.

Los polímeros naturales se pueden clasificar en varias categorías según su estructura química: a) polisacáridos (quitina, quitosano, celulosa, almidón, gomas, alginato y carragenano), b) polímeros biológicos (ácido nucleico y ADN), c) poliamidas (colágeno), d) polifenoles (lignina), e) poliésteres orgánicos, f) poliésteres inorgánicos (polifosfaceno) y g) polianhídridos (ácido polisebácico). Los hidrogeles formados a partir de polímeros naturales, especialmente polisacáridos y proteínas, son similares a la matriz extracelular, debido a su origen natural y pueden ser fácilmente identificados por las células y, por lo tanto, parecen ser biocompatibles.

La goma xantana es un exopolisacárido de alto peso molecular, secretado por la bacteria fitopatógena *Xanthomonas campestris*. Es un polímero ácido de unidades repetidas de pentasacáridos, que comprende glucosa, manosa y ácido glucurónico, en la proporción molar 2:2:15 (Disha, Begum, Shawan, Khatun, Ahmed, Islam, Karim, Islam, Hossain y Hasan, 2016). Asimismo, dicho polisacárido se emplea en el campo de la medicina y la ingeniería de tejidos por sus características de biocompatibilidad y gelificación, además de poseer bajo costo y facilidad para su procesamiento. Por estas importantes propiedades, ha sido ampliamente utilizado en el campo farmacéutico como espesante, suspensor y emulsionante, así como también, en la fabricación de hidrogeles biodegradables (Piola, Sabbatini, Gino, Invernizzi y Renò, 2022).

Propiedades de los hidrogeles

De acuerdo con Bashir et al. (2020), normalmente, los hidrogeles en estado completamente hinchado son casi viscoelásticos, blandos, gomosos y tienen un ángulo interfacial bajo con los fluidos biológicos, lo que reduce las posibilidades de una respuesta inmunitaria negativa. Todos estos factores contribuyen a la biocompatibilidad de los hidrogeles, además, son normalmente degradables en diferentes grados, dependiendo del tipo de agente de entrecruzamiento involucrado.

Asimismo, los hidrogeles tienen una propiedad de hinchamiento, que es la más importante de su existencia, el cual tiene lugar en tres pasos: 1) difusión de agua en la red del hidrogel (el agua que ingresa se denomina agua unida primaria), 2) relajación de las cadenas de polímeros (una mayor cantidad de agua que ingresa se denomina agua unida secundaria), seguido de 3) expansión de la red de hidrogel (el agua adicional que ingresa se denomina agua libre). De

acuerdo con la teoría de Flory-Reihner, el hinchamiento es una función de la naturaleza elástica de las cadenas de polímeros y su compatibilidad con las moléculas de agua.

Los hidrogeles muestran diferentes respuestas a los cambios en los estímulos ambientales, que generalmente pueden clasificarse en: a) estímulos físicos (temperatura, luz, etc.), b) químicos (pH y fuerza iónica) y c) biológicos (enzimas). Los estímulos químicos y biológicos son internos, mientras que los físicos son externos, excepto la temperatura, que puede ser externa o interna.

Uso de los hidrogeles

El uso de polímeros (naturales o sintéticos) que contienen grupos hidrofílicos para sintetizar hidrogeles para aplicaciones biomédicas es muy ventajoso porque estos grupos, no solo facilitan una amplia absorción de agua, sino que también ayudan en la interacción con tejidos biológicos (tejidos epiteliales y membranas mucosas). En particular, los hidrogeles basados en polisacáridos son importantes debido a su diversa estructura química y amplia funcionalidad. En general, los geles juegan un papel vital en el campo biomédico (p. ej., lentes de contacto e implantes oculares, apósitos para heridas, regeneración e ingeniería tisular), como vehículo de fármacos, en el ambiente, procesamiento de alimentos y productos de cuidado personal, como cosméticos (Bashir et al., 2020). En el ámbito odontológico, se continúan realizando estudios para la potencial aplicación de los hidrogeles a procedimientos de regeneración tisular guiada (TGR), materiales protésicos, endodoncia regenerativa, regeneración ósea y osteorradionecrosis, entre otros (Thomas, Ramanarayanan y Krishnan, 2019).

Definición de *Moringa oleifera*

La *Moringa oleifera* es una planta procedente del noroeste de la India, su principal productor, aunque también puede encontrarse en Sudáfrica, noreste de África, Madagascar, Asia

tropical, sudoeste de Asia y América Latina. El género *Moringa* comprende 14 especies, pero la más conocida, estudiada y utilizada es *M. oleifera*. Los diversos recursos que se obtienen de esta planta: hojas, flores, semillas, vainas, corteza y raíces, pueden utilizarse como medicina tradicional para tratar diversas patologías, motivo por el cual es conocida como el “árbol milagroso” (Meireles, Gomes, Lopes, Hinzmann y Machado, 2020).

Clasificación Taxonómica

M. Mohanty, S. Mohanty, Kumar, Bhuyan (2020), señalan que *Moringa oleifera* presenta la siguiente posición taxonómica: **Reino:** *Plantae*; **Sub-reino:** *Tracheobionta*; **Super División:** *Espermatophyta*; **División:** *Magnoliophyta*; **Clase:** *Magnoliopsida*; **Orden:** *Brassicales*; **Familia:** *Moringaceae*; **Género:** *Moringa*; **Especie:** *M. oleifera*.

Características botánicas de Moringa oleifera

Velázquez, Peón, Zepeda, y Jiménez (2016), señalan que *M. oleifera* crece en zonas tropicales y en diferentes tipos de suelos (arcillosos y arenosos). Es una planta que tolera condiciones de sequía, pero el estrés hídrico afecta su crecimiento. Se propaga por semilla y estaca. Asimismo, Ferrari, Ferrari, Abreu, Preto, y Ferrari (2015), indican que *M. oleifera* es un árbol de rápido crecimiento que puede alcanzar hasta 12 metros de altura, con un tronco estrecho de máximo 10 a 30 centímetros de diámetro y corteza de corcho blanquecina. Sus hojas están bipenadas con siete pequeños folíolos en cada hoja, y sus flores se agrupan en inflorescencias terminales tipo cimosa, de color amarillo pálido y fragante.

Composición de Moringa oleifera

Velásquez, Peón, Zepeda y Jiménez (2016), señalan que en la planta se han identificado: proteínas, fibra, carbohidratos, aminoácidos, vitaminas, carotenos, tocoferoles y minerales. Además, se han encontrado metabolitos secundarios: taninos, saponinas, polifenoles

(flavonoides, tales como: campferol, quercetina, mirecetina, isoramnetina, glucósidos de campferol, quercetina y rutinósidos), malonilglucósidos, glucósidos fenólicos (niazirina y niazicina), glucósidos cardiacos, isocianatos, esteroles y glucoesteroles, ácidos grasos y alcaloides; asimismo, los investigadores establecen que su ingesta segura es de hasta $1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Por otra parte, Meireles, Gomes, Lopes, Hinzmann y Machado (2020), indican que, de 100 g de hojas secas de *M. oleifera*, se obtienen 7 veces más vitamina C que de las naranjas, 10 veces más vitamina A que de las zanahorias, 17 veces más calcio que en la leche, 9 veces más proteína que el yogur, 15 veces más potasio que el plátano y 25 veces más hierro que el obtenido de la espinaca.

Cuadro 1

Tabla de valores nutricionales de las partes comestibles de M. oleifera

Componentes	Vainas crudas	Hojas crudas	Hojas secas
Energía (kcal)	37	64	304±87
Agua (g)	88.20	78.66	0.0074±0.0029
Proteína (g)	2.10	9.40	24±5.8
Lípido total (g)	0.20	1.40	6±2.5
Carbohidrato, por diferencia (g)	8.53	8.28	36±9.2
Fibra dietética total (g)	3.2	2.0	20.6–28.6
Ácidos grasos saturados totales (g)	0.033	-	-
Ácidos grasos monoinsaturados totales (g)	0.102	-	-
Ácidos grasos poliinsaturados totales (g)	0.003	-	-
Ácidos grasos trans totales (g)	0.000	0.000	-
Colesterol (mg)	0	0	-
Vitamina A (RAE) (µg)	4	378	3639±1979.8
Vitamina D (D2 + D3) (µg)	0.0	0	-
Vitamina D (UI)	0	0	-
Tiamina (mg)	0.053	0.257	2.6
Niacina (mg)	0.620	2.220	8.2
Ácido pantoténico (mg)	0.794	0.125	-
Vitamina B-6 (mg)	0.120	1.200	2.4
Vitamina B-12 (µg)	0.00	0.00	-
Vitamina E (mg)	-	-	56–113
Vitamina C ácido ascórbico total	141.0	51.7	172±37.7

(mg)			
Componentes	Vainas crudas	Hojas Crudas	Hojas seas
Folato total (μg)	44	40	540
Ácido fólico (μg)	0	0	-
Sodio (mg)	42	9	220 \pm 180.0
Potasio (mg)	461	337	1467 \pm 636.7
Calcio (mg)	30	185	1897 \pm 748.4
Fósforo (mg)	50	112	297 \pm 149.0
Magnesio (mg)	45	42	473 \pm 429.4
Hierro (mg)	0.36	4.00	32.5 \pm 10.78
Zinc (mg)	0.45	0.60	2.4 \pm 1.12
Cobre (mg)	0.084	0.60	0.9 \pm 0.48
Manganeso (mg)	0.259	1.063	-
Selenio (μg)	0,7	0.9	-

Nota. Datos tomados de Meireles, Gomes, Lopes, Hinzmann y Machado (2020).

Propiedades de Moringa oleifera

Entre las propiedades medicinales de *M. oleifera*, se encuentran: estimulante cardíaco y circulatorio, antitumoral, antipirética, antiepiléptica, antiespasmódica, diurética, hepatoprotector (Ferrari, Ferrari, Abreu, Preto, y Ferrari, 2015). Asimismo, Singh (2018), refiere otras propiedades: antibacteriana, antifúngica, antioxidante, antiinflamatoria, gastroprotectora, neurofarmacológica, analgésica, hipercolesterolémica, anestésica, cicatrizante, antidepresiva, antiviral y anticancerígena.

Usos medicinales de Moringa oleifera

M. oleifera con sus abundantes propiedades, trata diversas afecciones, como: artralgias, cáncer, anemia, problemas cardíacos, cefaleas, diabetes, trastornos digestivos, asma, hipertensión arterial, cálculos renales, alteraciones en la tiroides, bacterias, hongos, infecciones parasitarias y virales, además, caries dental, biopelículas dentales, afecciones gingivales, y otros problemas

bucales asociados, por lo cual se considera un árbol milagroso (Mohanty, Mohanty, Kumar, Bhuyan, 2020).

Definición de *Salvia hispanica*

La *Salvia hispanica*, también conocida como chía, es una planta herbácea anual, originaria del sur de México y norte de Guatemala. El género *Salvia* consta de aproximadamente 900 especies que se han distribuido ampliamente durante miles de años en varias regiones del mundo, incluido: el sur de África, América Central, América del Norte y del Sur, y el sudeste asiático. Actualmente, la chía no solo se cultiva en México y Guatemala, sino también en: Australia, Bolivia, Colombia, Perú, Argentina, y Europa, sin embargo, México es reconocido como el mayor productor de chía en el mundo (Knez-Hrnčić, Ivanovski, Cör y Knez, 2019).

Clasificación Taxonómica

La *Salvia hispanica* presenta la siguiente categoría taxonómica: **Reino:** *Plantae*; **Sub-reino:** *Tracheobionta*; **División:** *Magnoliophyta*; **Clase:** *Magnoliopsida*; **Sub-clase:** *Asteridae*; **Orden:** *Lamiales*; **Familia:** *Lamiaceae*; **Sub-familia:** *Nepetoideae*; **Género:** *Salvia L*; **Especie:** *Salvia hispanica L.* (Jaramillo, 2013).

Características botánicas de *Salvia hispanica*

La *Salvia hispanica* se cultiva principalmente por sus semillas y produce flores hermafroditas pequeñas, blancas y moradas de 3 a 4 mm. La planta en sí es sensible a la luz del día, puede crecer hasta 1 m de altura, sus hojas son pecioladas y dentadas, y miden de 4 a 8 cm de largo y de 3 a 5 cm de ancho. Con respecto a las semillas, son generalmente muy pequeñas, presentan forma ovalada, y sus dimensiones son: 2 mm de largo, de 1 a 1,5 mm de ancho y menos de 1 mm de espesor, asimismo, el color de la semilla varía de negro, gris o manchado de negro, a blanco, siendo esta última variedad más grande, más gruesa y más ancha en

comparación con las semillas negras (Knez-Hrnčič, Ivanovski, Cör y Knez, 2019). El óptimo desarrollo de la planta está garantizado por el clima cálido, las altas precipitaciones y temperaturas de 15-30°C (Marcinek y Krejpcio, 2017).

Composición de Salvia hispanica

La palabra chía deriva del vocablo náhuatl “chian”, que significa aceitoso (Marcinek y Krejpcio, 2017), debido a que es una semilla oleaginosa con un alto contenido de grasas (30–33%), además presenta carbohidratos (26–41%), fibra dietética (18–30%), proteínas (15–25%), vitaminas, minerales y antioxidantes polifenólicos. Entre los principales constituyentes del aceite de chía se encuentran los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA: α -linolénico (ALA, ácido graso ω -3)) y ácidos linoleicos (LA, ácido graso ω -6)). Además, las semillas de chía no presentan micotoxinas, ni contienen gluten, asimismo, en su composición se encuentran minerales, como: calcio, fósforo, potasio, magnesio y vitaminas (A, B, K, E, D). El contenido de calcio, por su parte, es mayor que en el arroz, la cebada, el maíz y la avena, así como también, el contenido de otros minerales, como: magnesio, potasio y fósforo es superior en las semillas de chía que en otros cereales. Es importante destacar que la composición química y los valores nutricionales pueden variar debido a las condiciones climáticas, la ubicación geográfica, los nutrientes y el año de cultivo (Knez-Hrnčič, Ivanovski, Cör y Knez, 2019).

Cuadro 2

Tabla de valores nutricionales de las semillas de Salvia hispanica por 100 g

Componentes	Semillas de chía
Energía (Kcal)	486
Carbohidratos (g)	42
Proteína (g)	17
Grasa (g)	31
Magnesio (mg)	335
Fósforo (mg)	860
Componentes	Semillas de chía
Calcio (mg)	631
Potasio (mg)	407
Vitamina A eq.	54 µg
Vitamina E (mg)	0,5
Vitamina C (mg)	1,6
Tiamina (B1) (mg)	0,62
Riboflavina (mg)	0,17
Niacina (mg)	8,83
Ácido linolénico (C18:3, ω-3) (%)	63,79
Ácido linoleico (C18:2, ω-6) (%)	18,89
Ácido oleico (C18:1, ω-9) (%)	7,3
Ácido palmitoleico (C16:1) (%)	0,03
Ácido palmítico (C16:0) (%)	7,04
Ácido cafeico (µg)	27
Quercetina (µg)	0,17
Kaempferol (µg)	0,013
Daidzín (µg)	6,6
Glicitina (µg)	1,4

Nota. Datos tomados de Knez-Hrnčič, Ivanovski, Cör y Knez (2019).

Propiedades de Salvia hispanica

A las semillas de chía se les atribuyen propiedades: hipotensoras, antineoplásicas, laxantes y analgésicas, además protegen el sistema cardiovascular, exhiben propiedades antiinflamatorias, controlan el metabolismo de los lípidos, tienen propiedades antioxidantes y aumentan el rendimiento deportivo (Marcinek y Krejpcio, 2017). Adicionalmente, Divyapriya, Veeresh y Yavaga (2016), exponen que las semillas de chía presentan actividad antimicrobiana contra los patógenos periodontales, que incluyen: *Porphyromonas gingivalis*, *Fusobacterium nucleatum*, y *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*.

Bases Legales y Bioéticas

Cumpliendo con la legislación del país, este estudio está basado en el Artículo 46 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), en donde se señala explícitamente que los sujetos de investigación siempre deben conocer el objetivo, el riesgo y los beneficios, entre otros aspectos, del estudio para poder tomar decisiones realmente consientes sobre su participación.

Por otra parte, el Código de Deontología Odontológica (1992) referente a la investigación con seres humanos en sus artículos 97 y 98 establece, respectivamente, que: “La investigación clínica debe inspirarse en los más elevados principios éticos y científicos”, “La investigación clínica debe ser realizada y/o supervisada por personas científicamente calificadas”. Asimismo, el artículo 99 de dicho código indica que el Odontólogo responsable de la investigación clínica debe desempeñar las medidas adecuadas para proteger la salud de la persona sometida al experimento, además está en el deber de explicarle al paciente, con precisión, la naturaleza, el propósito y los riesgos del experimento, obteniendo de él, por escrito, su libre consentimiento, y

finalmente, asumir, a pesar del consentimiento adquirido, la responsabilidad plena del experimento, el cual debe ser interrumpido en el momento que la persona participante lo solicite.

Con respecto a las consideraciones bioéticas, el Código de Ética para la Vida (2011), establece los siguientes principios:

- **Principio de Responsabilidad.** Actitud de compromiso y respuesta ante las consecuencias de las actuaciones, omisiones, decisiones y demás maneras de desempeño humano.
- **Principio de No Maleficencia.** Evitar la posibilidad de daño para cualquier forma de vida, impactos desfavorables en el ambiente, sus componentes, o sobre la diversidad cultural.
- **Principio de Justicia.** Consiste en reconocer y aplicar el criterio de equidad proporcionando las oportunidades que le corresponden a cada sujeto de estudio.
- **Principio de Beneficencia.** La investigación se realizará para mejorar la calidad de vida de los sujetos de estudio y de la sociedad presente y futura, en proporción con el riesgo calculado.
- **Principio de Autonomía.** Potestad que tiene toda persona para tomar decisiones en torno a su vida personal y objetar aquellas instrucciones y mandatos contrarios a su conciencia.
- **Principio de Precaución.** En casos de incertidumbre acerca del nivel del riesgo, se solicitará información adicional sobre los asuntos de preocupación o poniendo en práctica estrategias de gestión de riesgo apropiadas.

Declaración Internacional sobre los Datos Genéticos Humanos UNESCO (2003)

Esta ley establece en el artículo 8, llamado consentimiento, que para recolectar datos genéticos humanos, datos proteómicos humanos o muestras biológicas, sea o no invasivo el

procedimiento utilizado, y para su ulterior tratamiento, utilización y conservación, ya sean públicas o privadas las instituciones que se ocupen de ello, debería obtenerse el consentimiento previo, libre, informado y expreso de la persona interesada, sin tratar de influir en su decisión mediante incentivos económicos u otros beneficios personales.

Asimismo, en el artículo 14 sobre la privacidad y confidencialidad, se establece que, por regla general, los datos de las muestras biológicas obtenidos con fines de investigación científica, no deberían estar asociados con una persona identificable. De la misma manera, esta investigación se fundamenta en el artículo 15, en la cual se expone que las personas y entidades encargadas del tratamiento de los de las muestras biológicas, deberían adoptar las medidas necesarias para garantizar la exactitud, fiabilidad, calidad y seguridad de esos datos y del tratamiento de las muestras biológicas. Deben obrar con rigor, prudencia, honestidad e integridad al tratar e interpretar los datos de las muestras biológicas.

Con respecto a la utilización de las muestras biológicas, el artículo 16 establece que las muestras biológicas recolectadas no deben utilizarse para fines distintos a los mencionados en el consentimiento informado original, a menos que se haya obtenido el consentimiento previo, libre, informado y expreso de la persona participante.

Definición de términos

Caries: Enfermedad infecciosa y multifactorial que causa deterioro dental, originando degeneración o pérdida de los dientes.

Remineralización: Es un proceso físico-químico, que implica la ganancia de minerales en la estructura cristalina dental, los cuales reemplazan a aquéllos perdidos durante el proceso de desmineralización, y ocurre en condiciones de sobresaturación de iones en la solución, con respecto al esmalte dental.

Desmineralización: Es un proceso que implica la pérdida de minerales de la estructura cristalina del diente, debilitando el esmalte dental. Es causado por los ácidos producidos en la biopelícula dental, lo cual crea un descenso del pH y condiciones de insaturación, en donde los iones pertenecientes a los cristales de hidroxiapatita, interactúan con los hidrogeniones, produciéndose la salida de los iones al medio, entre ellos: el calcio y el fosfato.

Moringa oleifera: Es una planta perenne originaria del noroeste de India, de dimensiones pequeñas, pero de rápido crecimiento, encontrándose en zonas subtropicales, y con gran capacidad de adaptación a las condiciones climáticas adversas. Es conocida como un “árbol milagroso” pues su alto contenido nutritivo y sus diversas propiedades han sido aprovechadas en la medicina alternativa para tratar una infinidad de afecciones.

Salvia hispanica: Es una planta herbácea originaria del sur de México y norte de Guatemala, comúnmente conocida como chía, que puede crecer hasta 1 m de altura y se cultiva principalmente por sus semillas, las cuales presentan variedad en su coloración, pudiendo ser blancas, negras, grises o con manchas negras, además, su composición química le confiere un alto potencial nutricional, por lo que presenta diversas propiedades que aportan grandes beneficios a la salud.

Hipótesis

Hipótesis general

El gel de extracto de *Moringa oleifera* y el gel de extracto de *Salvia hispanica* tendrán un efecto remineralizador sobre el esmalte de premolares extraídos en condiciones in vitro.

Cuadro 3

Operacionalización de las variables

Objetivo: Demostrar el efecto del gel de extracto de <i>Moringa oleifera</i> y del gel de extracto de <i>Salvia hispanica</i> sobre la remineralización del esmalte de premolares extraídos en condiciones in vitro.				
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Gel de extracto de <i>Moringa oleifera</i>	<i>Sustancia viscosa formada por la mezcla de una materia coloidal y un líquido, el cual está compuesto por el extracto de las hojas de la planta Moringa oleifera.</i>	Producto elaborado de gel de goma xantana con extracto de hojas de <i>Moringa oleifera</i> , mediante la extracción por maceración en frío, con una relación 1:3 de hojas deshidratadas en una solución hidroglicerizada	Caracterización físico-química del gel de extracto de <i>Moringa oleifera</i> a diferentes concentraciones (1%, 2% y 3%).	Extensibilidad (cm ²) Hinchamiento (%) pH (escala 0-14) Concentración de proteínas totales (mg/dL) Concentración de calcio (mg/dL) Concentración de fosfato (mg/dL)
Gel de extracto de <i>Salvia hispanica</i>	<i>Sustancia viscosa formada por la mezcla de una materia coloidal y un líquido, el cual está compuesto por el extracto de las semillas de la planta Salvia hispanica.</i>	Producto elaborado de gel de goma xantana con extracto de semillas de <i>Salvia hispanica</i> , mediante la extracción por maceración en frío, con una relación 1:3 de semillas en una solución hidroglicerizada.	Caracterización físico-química del gel de extracto de <i>Salvia hispanica</i> a diferentes concentraciones (1%, 2% y 3%).	Extensibilidad (cm ²) Hinchamiento (%) pH (escala 0-14) Concentración de proteínas totales (mg/dL) Concentración de calcio (mg/dL) Concentración de fosfato (mg/dL)
remineralización del esmalte de premolares	Proceso físico-químico en el cual, la estructura cristalina del esmalte obtiene los minerales perdidos durante la desmineralización, a través de la sobresaturación de iones en la solución, con respecto al esmalte dental.	La remineralización de la estructura del esmalte de premolares se refiere a los cambios físicos que se presentan en la estructura dentaria previamente desmineralizada, en contacto con el gel de extractos de plantas (<i>Moringa oleifera</i> / <i>Salvia hispanica</i> , a diferentes concentraciones (1%, 2% y 3%).	Propiedades ópticas del esmalte	Luminosidad (Coordenadas L*a*b*) Color (Coordenadas L*a*b*) Variación de Color (ΔE) (Coordenadas L*a*b*) Blancura (W) (Coordenadas L*a*b*)

Capítulo III

Marco Metodológico

Tipo de Investigación

De acuerdo con el problema planteado y los objetivos a alcanzar, la presente investigación, según su enfoque, fue de tipo cuantitativa, ya que se utilizó la recolección de datos con el fin de probar la hipótesis planteada, basándose en los resultados numéricos obtenidos y el análisis estadístico (Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista, 2014), de esta manera, la medición numérica de los datos obtenidos fue el fundamento para probar la hipótesis de la investigación. Asimismo, la modalidad de este estudio fue científicista, ya que su enfoque fue cuantitativo (Corral, 2019). Adicionalmente, de acuerdo con el nivel de conocimiento, esta investigación se consideró de tipo explicativa, la cual estudia el porqué de los hechos al establecer relaciones de causa-efecto, por lo que puede ocuparse de determinar las causas (investigación post facto), y los efectos (investigación experimental), mediante la formulación de hipótesis, además, los resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos (Arias, 2016). De esta manera, el presente estudio estuvo orientado a conocer el efecto del gel de extracto de *Moringa oleifera* y del gel de extracto de *Salvia hispanica* sobre el proceso de remineralización del esmalte de premolares extraídos en condiciones in vitro.

Diseño de la Investigación

El diseño o plan aplicado en la presente investigación, para obtener la información requerida con el fin de responder el problema planteado, fue de tipo experimental, que consiste en un proceso donde se somete una muestra a ciertas condiciones, estímulos o tratamiento

(variable independiente), con el fin de observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente) (Arias, 2016). En este estudio, las variables independientes estuvieron representadas por el gel de extracto de *Moringa oleifera* y el gel de extracto de *Salvia hispanica*, cuyo efecto se evaluó sobre la remineralización de la estructura del esmalte de premolares extraídos (variable dependiente), es decir, se pretendió demostrar que los cambios producidos en la variable dependiente fueron causados por la independiente, estableciéndose una relación de causa-efecto, por su naturaleza explicativa.

Asimismo, el tipo de diseño experimental seleccionado en esta investigación correspondió al experimental puro, ya que reúne los dos requisitos para lograr el control y la validez interna: 1. Grupos de comparación (manipulación de la variable independiente). 2. Equivalencia de los grupos. Además, se empleó el diseño con preprueba-posprueba y grupo de control, en donde los participantes se asignan al azar a los grupos y después se les aplica simultáneamente la preprueba; un grupo recibe el tratamiento experimental y otro no (grupo de control); en última instancia, se les administra, a ambos grupos, una posprueba (Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista, 2014). En la presente investigación, se estudiaron 8 grupos de premolares, seleccionados al azar, se les aplicó una preprueba para asegurar el carácter aleatorio, y se estableció un control, constituido por el gel de flúor debido a que es el principal activo utilizado para la remineralización dental; un grupo no recibió tratamiento; otro grupo recibió tratamiento de gel base; 3 grupos recibieron el tratamiento experimental del gel de extracto de *Moringa oleifera* a diferentes concentraciones; y 3 grupos recibieron el tratamiento del gel de extracto de *Salvia hispanica* a diferentes concentraciones. Posteriormente, a todos los grupos se les aplicó una posprueba y se compararon.

Población y muestra

La población comprende un grupo finito o infinito de elementos que poseen características comunes, determinados por el problema y objetivos de la investigación, y para los cuales, las conclusiones de la investigación serán aplicables. Asimismo, la población es finita cuando se conoce la cantidad de unidades que la integran y a su vez existe un registro documental de éstas (Arias, 2016). Por otra parte, la muestra representa un subgrupo de la población objeto de estudio, sobre el cual se obtendrán datos, por lo que es necesario su definición y delimitación precisa, para que sea representativo de la población (Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista, 2014).

En la presente investigación, la población estudiada no estuvo comprendida por seres humanos. Se constituyó por 24 premolares humanos sanos, extraídos por motivos de ortodoncia, recolectados de consultorios odontológicos, con previo consentimiento del paciente, y distribuidos en 8 grupos, compuestos por 3 premolares cada uno, cumpliendo con los siguientes criterios:

Criterios de inclusión. Premolares humanos y con la superficie del esmalte intacta.

Criterios de exclusión. Premolares con presencia de fisuras, restauraciones, fracturas coronales, caries, descalcificación, fluorosis y defectos de desarrollo del esmalte.

Consideraciones Bioéticas

Según el Código de ética para la vida (2011), las muestras biológicas constituyen un material esencial en toda investigación sobre seres vivos, generando serias reflexiones sobre: derechos, autonomía, dignidad y justicia, especialmente por la doble cualidad que poseen: por un lado, debido a su contenido biológico, que representa la información genética de una persona o de cualquier especie, y por el otro, debido a que son consideradas un simple material para el

trabajo de laboratorio, concebidas, con frecuencia, de esta manera por la familiaridad que tienen los especialistas con estos materiales.

En este estudio se aplican las siguientes consideraciones bioéticas establecidas en el Código mencionado, el cual establece dentro de las normas para la investigación en muestras biológicas, en la sección de muestras biológicas humanas, lo siguiente:

- Si los dientes extraídos utilizados en la presente investigación provienen de personas que puedan ser fácilmente localizadas, se realizará una solicitud de su autorización para el uso de dichas muestras, con fin investigativo, por medio del consentimiento informado (Anexo B).

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

En la presente investigación, la técnica de recolección de información empleada para obtener datos, verificar la hipótesis y responder las interrogantes formuladas, fue la observación directa, en la cual se visualiza o se capta a través de la vista, de forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca o manifieste, basado en los objetivos de la investigación planteados, asimismo, el tipo de observación que se aplicó fue la estructurada, puesto que, además de ejecutarse en función de un objetivo, utiliza una guía diseñada *ad hoc*, en donde se especifican cada uno de los aspectos que deben ser observados (Arias, 2016), por lo tanto, en este estudio se observaron los cambios producidos en las propiedades ópticas del esmalte de premolares extraídos con el gel de extracto de *Moringa oleifera* y el gel de extracto de *Salvia hispanica* (en condiciones in vitro).

Para la recolección de información, se diseñó una hoja de registro de resultados, la cual fue elaborada para registrar/asentar las características físico-químicas de los geles con extracto de plantas (*Moringa oleifera* y *Salvia hispanica*), así como los cambios en las propiedades

ópticas que se evidenciaron en el esmalte de premolares extraídos tratados con flúor y con los geles antes mencionados. Los datos obtenidos se registraron en unidades de medidas y se almacenaron, se recuperaron, procesaron, analizaron e interpretaron posteriormente.

Validez y Confiabilidad

La validez de un instrumento de medición representa un requisito fundamental para evaluar su calidad y adecuación, ya que es el grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir (Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista, 2014). El instrumento empleado en este estudio (ver Anexo C) fue sometido a la validez de contenido, la cual se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. Es el grado en el que la medición representa al concepto o variable medida (Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista, 2014), debido a que en esta investigación se estableció el dominio de contenido de las variables, mediante la literatura y trabajos antecedentes.

Asimismo, en este estudio se recurrió al juicio de “voces calificadas”, a través de la validez de expertos (Anexo D), la cual representa el grado en que un instrumento realmente mide la variable de interés, de acuerdo con expertos en el tema (Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista, 2014), por lo que en esta investigación, el instrumento fue evaluado por tres expertos, siendo la primera farmacéutica, mientras que los otros, especialistas en el área de bioquímica, de esta manera se obtuvieron opiniones de personas con trayectoria en el área de las ciencias biológicas y odontológicas, con el objetivo de verificar la relación entre los ítems del instrumento e indicadores.

Por otra parte, la confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales (Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista, 2014), en este estudio, el instrumento empleado fue una hoja de

registro de resultados, y por lo tanto, no requiere el cálculo de confiabilidad, de acuerdo con lo establecido por Corral (2009, p. 245):

Cabe destacar que, existen instrumentos para recabar datos que por su naturaleza no ameritan el cálculo de la confiabilidad, como son: entrevistas, escalas de estimación, listas de cotejo, guías de observación, hojas de registros, inventarios, rúbricas, otros. A este tipo de instrumentos, sin embargo, debe estimarse o comprobarse su validez, a través del juicio de expertos, para establecer si los reactivos que los configuran o integran se encuentran bien redactados y miden lo que se pretende medir.

Técnicas de Análisis de Información

Según Arias (2016) la estadística descriptiva tiene como propósito describir las diferentes operaciones empleadas para clasificar, registrar, tabular o codificar los datos obtenidos. En la presente investigación se calcularon los estadísticos descriptivos: media aritmética, desviación estándar (DE) y valores mínimo y máximo, para las variables consideradas en el estudio, además, se construyeron los intervalos al 95% [IC95%].

Asimismo, se empleó la estadística inferencial para estimar parámetros (Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista, 2014). En este estudio, la comparación entre los tratamientos se llevó a cabo con el análisis de varianza (ANOVA) corrigiendo los resultados por los valores observados en las unidades dentarias desmineralizadas. Se hicieron comparaciones entre grupos de geles, y entre los tratamientos con flúor y con geles de extractos de plantas. Como las observaciones se llevaron a cabo sobre las mismas unidades dentarias, las comparaciones se realizaron con observaciones repetidas. Las comparaciones de medias se establecieron con la prueba de Bonferroni. La comparación del tratamiento con flúor con respecto a las unidades desmineralizadas se llevó a cabo aplicando la prueba t de Student para observaciones pareadas.

El nivel de significación se fijó en 5%, por lo cual un resultado se consideró estadísticamente significativo si $p \leq 0,05$. Los datos se procesaron utilizando los programas estadísticos Minitab 20.4 (estadísticos descriptivos e intervalos de confianza) y SPSS 26.0 (ANOVA y pruebas de t pareadas).

Procedimiento

Paso 1

Elaboración del extracto de *Moringa oleifera*. El extracto de las hojas de *Moringa oleifera* se realizó por maceración en frío en una relación 1:3 de hojas deshidratadas (Figura 1) en solución hidroglicerizada 1:1. El trabajo de laboratorio se describe a continuación:

- Se preparó una solución final de 90 ml de agua destilada con glicerina vegetal en partes iguales (1:1).
- Se pesaron en una balanza (Adventurer, Ohaus), 30 g de hojas, a las cuales se les agregó 90 ml de la solución de agua con glicerina.
- Se almacenó en un lugar seco y sin luz durante 7 días.
- Diariamente se realizaba la agitación de la mezcla durante 2 minutos, 3 veces al día.
- Finalmente, se llevó a cabo la filtración del extracto y luego, se almacenó en refrigeración a $16 \pm 1^\circ\text{C}$ hasta la realización de las pruebas (Amaguaña y Churuchumbi, 2019). (Figura 2).

Figura 1

Hojas de Moringa oleifera.

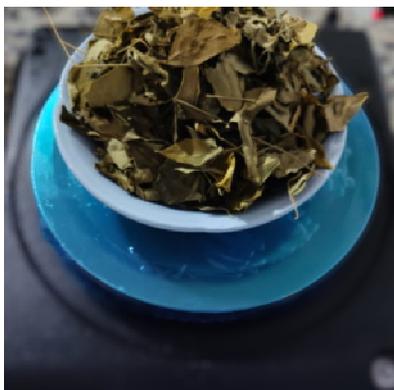


Figura 2

Extracto de Moringa oleifera.



El nivel de significación se fijó en 5%, por lo cual un resultado se consideró estadísticamente significativo si $p \leq 0,05$. Los datos se procesaron utilizando los programas estadísticos Minitab 20.4 (estadísticos descriptivos e intervalos de confianza) y SPSS 26.0 (ANOVA y pruebas de t pareadas).

Procedimiento

Paso 1

Elaboración del extracto de *Moringa oleifera*. El extracto de las hojas de *Moringa oleifera* se realizó por maceración en frío en una relación 1:3 de hojas deshidratadas (Figura 1) en solución hidroglicerizada 1:1. El trabajo de laboratorio se describe a continuación:

- Se preparó una solución final de 90 ml de agua destilada con glicerina vegetal en partes iguales (1:1).
- Se pesaron en una balanza (Adventurer, Ohaus), 30 g de hojas, a las cuales se les agregó 90 ml de la solución de agua con glicerina.
- Se almacenó en un lugar seco y sin luz durante 7 días.
- Diariamente se realizaba la agitación de la mezcla durante 2 minutos, 3 veces al día.
- Finalmente, se llevó a cabo la filtración del extracto y luego, se almacenó en refrigeración a $16 \pm 1^\circ\text{C}$ hasta la realización de las pruebas (Amaguaña y Churuchumbi, 2019). (Figura 2).

Figura 1

Hojas de Moringa oleifera.

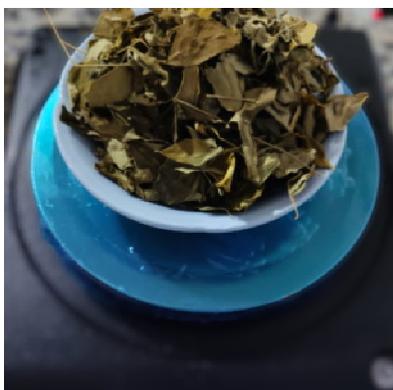


Figura 2

Extracto de Moringa oleifera.



Paso 2

Preparación del extracto de *Salvia hispanica*. El extracto de *Salvia hispanica* (chía) se realizó por maceración en frío, con una relación 1:30 de semilla en solución hidroglicerizada. El trabajo de laboratorio se describe a continuación:

- Se preparó una solución final de 300 ml de agua destilada con glicerina vegetal en partes iguales (1:1).
- Se pesaron en una balanza (Adventurer, Ohaus), 10 g de semillas de *Salvia hispanica*, a las cuales se les agregó 200 ml de la solución de agua con glicerina (Figura 3).
- Se almacenó en un lugar seco y sin luz durante 7 días.

Diariamente se realizaba la agitación de la mezcla durante 2 minutos, 3 veces al día. El día 7 se añadió 100 ml de la solución de agua con glicerina restante y se agitó por 2 minutos. Dos horas después, se realizó la recuperación del extracto mediante la centrifugación 10.000 x g, 45 minutos (Dynac Centrifuge) del macerado (Figura 4), y se reservó en frasco ámbar en refrigeración a 16°C hasta la realización de las pruebas (García-Salcedo, Torres-Vargas, del Real, Contreras-Jiménez, y Rodríguez-García, 2018).

Figura 3

Preparación del extracto de Salvia Hispanica.

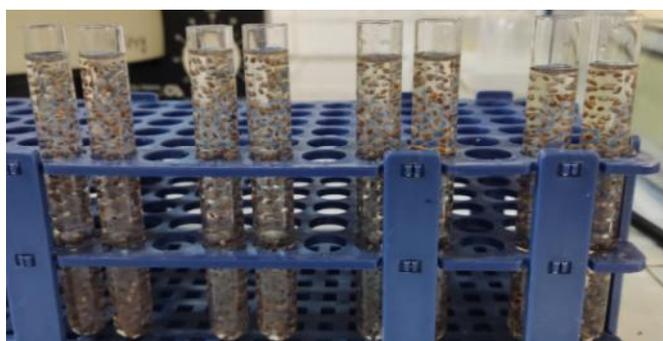


Figura 4

Recuperación del extracto de Salvia hispanica mediante centrifugación (Dynac Centrifuge) del macerado.



Paso 3

Preparación del gel de goma xantana (base). Tomando en cuenta la formulación descrita en el Cuadro 4, se procedió a pesar la goma xantana y la glicerina con una balanza digital (Adventurer, Ohaus) (Figura 6 y 7), seguidamente se mezclaron en un vaso de precipitado de 200 ml por dos minutos, hasta que se integraron, y se dejó reposar a temperatura ambiente durante 5 minutos. Posteriormente, se le agregó el conservante de benzoato de sodio y el agua destilada (Figura 8 y 9), hasta completar 50 g. Luego, se cargó una jeringa de 20 ml y se depositó en un envase de plástico de recolección de muestra de orina estéril con capacidad de 50 ml, el cual fue sellado herméticamente para el posterior análisis (Marcondes, 2019).

Figura 5

Goma Xantana, Benzoato de Sodio y Glicerina Vegetal.



Figura 6

Peso de la goma xantana en balanza digital (Adventurer, Ohaus).



Figura 7

Medida de glicerina.



Figura 8

Incorporación del conservante benzoato de sodio.

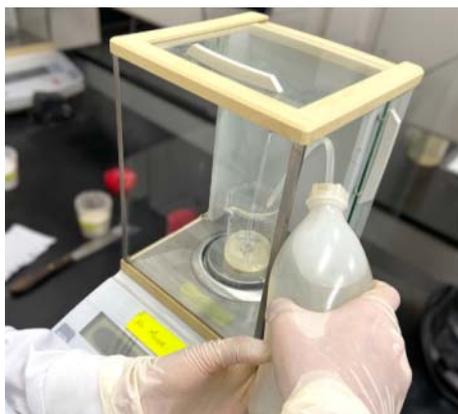


Figura 9

Adición de agua destilada.



Paso 4

Elaboración del gel de goma xantana con el extracto de *Moringa oleifera* y *Salvia hispanica*. Se prepararon 6 formulaciones, en total, para el gel de goma xantana 1% con diferentes concentraciones de los extractos de ambas plantas, es decir, 3 geles de extracto de *Moringa oleifera* 1%, 2% y 3%, y 3 de extracto de *Salvia hispanica* con los porcentajes de concentración mencionados. Con respecto al procedimiento, se empleó el descrito para la elaboración del gel base, y posteriormente, se agregaron los extractos de *Moringa oleifera* y *Salvia hispanica* a concentraciones de 1%, 2% y 3% cada uno (Figura 10), fundamentándose en la fórmula descrita en el Cuadro 4. Luego, se cargó una jeringa de 20 ml y se depositó en un envase de plástico de recolección de muestra de orina estéril con capacidad de 50 ml, el cual fue cubierto herméticamente con papel parafinado y sellado con la tapa del recipiente, además fueron rotulados para el posterior análisis (Marcondes, 2019). (Figura 12).

Figura 10

Extractos de Moringa oleifera y Salvia hispanica.

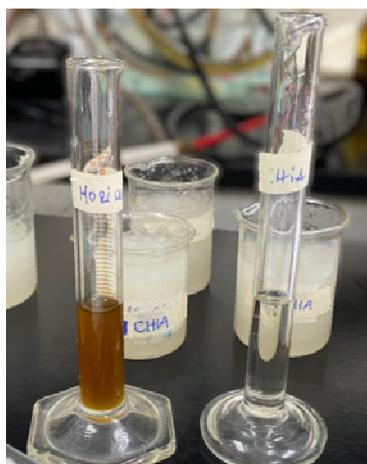


Figura 11

Gel base en vaso de precipitado con extracto de Moringa oleifera y Salvia hispanica a diferentes concentraciones cada uno.

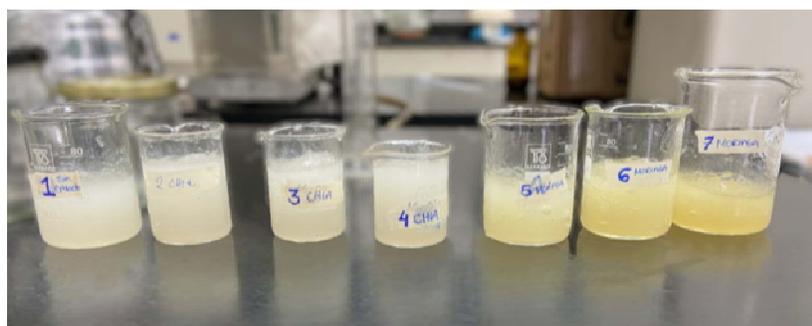


Figura 12

Geles resultantes cubiertos herméticamente, sellados y rotulados.

**Cuadro 4**

Composición del gel base y gel de extractos de plantas

Componentes	Concentración	Gel Base	Gel de Extractos de plantas		
			1%	2%	3%
Goma xantana	1,5%	0,75 g	0,75 g	0,75 g	0,75 g
Glicerina	5%	2,5 g	2,5 g	2,5 g	2,5 g
Agua destilada c.s.p.	c.s.p	46,5 g	46 g	45,5 g	45 g
Benzoato de sodio	0,5%	0,25 g	0,25 g	0,25 g	0,25 g
Extracto de la planta	1%- 2%-3%	-	0,5 g	1 g	1,5 g
Peso total	100 g	50 g	50 g	50 g	50 g

Paso 5

Caracterización físico-química de los geles. Se determinó el pH de cada uno de los geles obtenidos en sus respectivos recipientes mediante un pHmetro (HI 98127, Hanna Instruments) calibrado, cuyo electrodo se introdujo en cada uno de los geles hasta que el símbolo de estabilidad de la parte superior izquierda de la pantalla desapareció (procedimiento recomendado por el fabricante para determinar el pH); (Figura 13). Tras cada proceso de medición se removió el exceso de gel del electrodo con agua destilada para evitar la contaminación de las muestras.

Figura 13

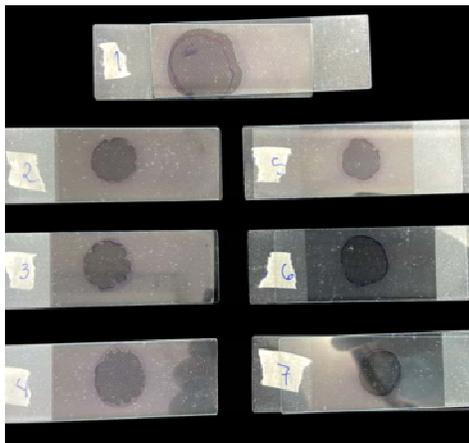
Determinación del pH de los geles mediante pHmetro (HI 98127, Hanna Instruments).



Posteriormente, se midió la propiedad de extensibilidad de cada gel con el uso de dos placas de vidrio (Figura 14), papel milimetrado, regla y una pesa calibrada de 106 g. En primer lugar, se tomó una hoja de papel milimetrado y se dibujó un plano con un eje horizontal, vertical y dos diagonales, con una regla y un bolígrafo; posteriormente, se pesó 0,02 g de cada gel en una balanza (Adventurer, Ohaus) y dicha cantidad se colocó sobre una placa de vidrio, luego se posicionó otra placa de vidrio encima para ejercer presión, quedando el gel entre ambas placas, después se situó la pesa calibrada sobre las placas durante 1 minuto para determinar la extensión del gel (Figura 15). Transcurrido dicho tiempo, se retiró la pesa y se observó el área ocasionada por el gel, similar a un círculo, entre las placas de vidrio, la cual se midió con el uso del papel milimetrado (Figura 16), del que se obtuvieron cuatro valores diferentes, y a partir de éstos, se calculó el radio promedio, y el área aplicando la ecuación del área del círculo: $A = \pi r^2$ (Coloma, 2015).

Figura 14

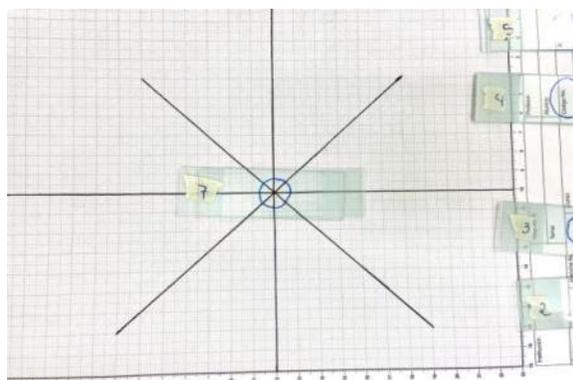
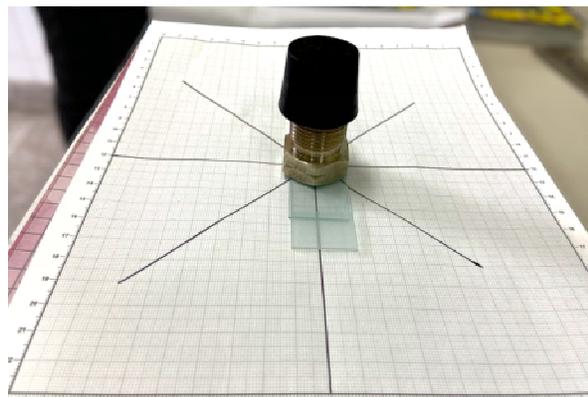
Placas de vidrio para determinar la extensibilidad de los geles.

**Figura 16**

Resultado de la extensibilidad de los geles.

Figura 15

Determinación de la extensibilidad. Pesa calibrada.



Por otra parte, se determinó la capacidad de hinchamiento de los geles, para lo cual se pesó 10 g de cada gel en una placa de Petri (Figura 17) y se llevaron a un horno (L-C Oven, Lab-Line) a 100°C durante 3 horas (Figura 19 y 20), hasta obtener una consistencia seca de los geles, cuya denominación bajo esta condición es conocida como xerogel (Figura 21). Los xerogel formados en las placas de Petri, se colocaron en un desecador para evitar la humedad en las muestras y utilizarlas luego de que su temperatura descendiera (Figura 22). Transcurrido ese tiempo, los xerogel se desprendieron de las placas de Petri (Figura 23) y se pesaron 2 g de cada uno en una balanza (Adventurer, Ohaus), luego se agregó 15 ml de agua destilada en un recipiente de vidrio a temperatura ambiente durante 3 horas (Figura 25 y 26). Luego de este

tiempo, se retiró el exceso de agua de los recipientes (Figura 27) y se pesaron los xerogeles hidratados, en la misma balanza, para determinar la ganancia de agua, mediante la ecuación:

$$\%Hinchamiento = \frac{W-W_0}{W_0} \times 100$$

W: Peso del gel hinchado.

W₀: Peso del gel seco (xerogel).

Este procedimiento se realizó por triplicado, y posteriormente se promediaron los resultados obtenidos para determinar el porcentaje de hinchamiento (Velásquez, Camacaro y Dasniel, 2018).

Figura 17

*Determinación del Hinchamiento.
Peso de 10 g de gel.*



Figura 19

Horno (L-C Oven, Lab-Line).



Figura 18

Placas de Petri con 10 g de gel. Muestras por triplicado.

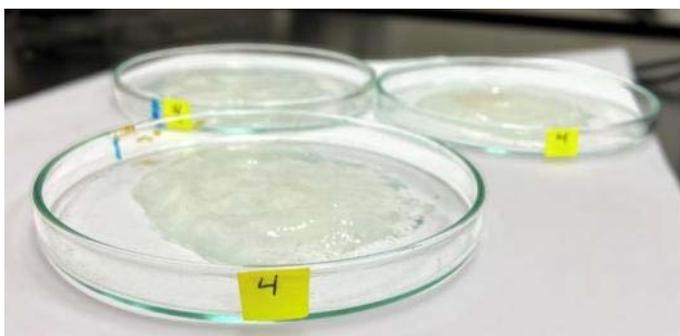


Figura 20

Placas de Petri llevadas al horno.



Figura 21
Xerogeles.



Figura 22
Desecador con los xerogeles en su interior.



Figura 23
Desprendimiento del xerogel de las placas de Petri.



Figura 24
Determinación del peso de los xerogeles.

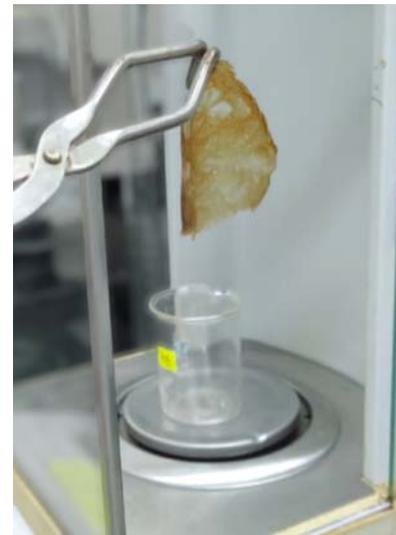


Figura 25
Xerogeles con agua destilada.



Figura 26

Determinación del hinchamiento, muestras con xerogel y agua destilada por triplicado.

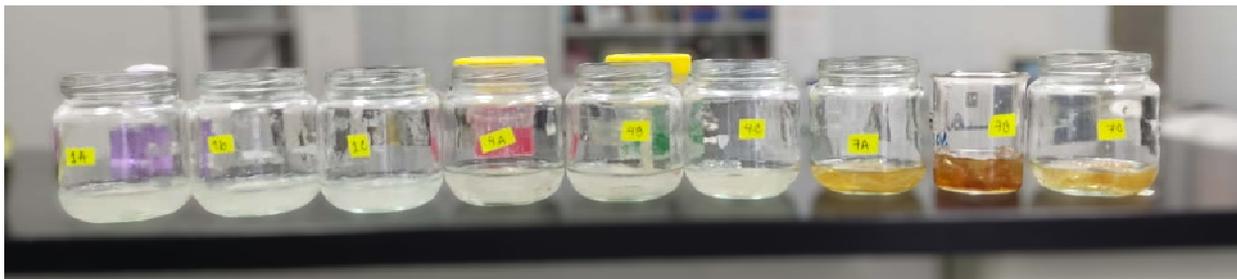


Figura 27

Xerogel con absorción de agua.



Finalmente, se estimaron las concentraciones de P, Ca y proteínas totales presentes en los geles por medio de un kit colorimétrico:

Para determinar el calcio se empleó el método CPC Complexométrico, el cual se basó en formar una reacción de la Cresolftaleina Complexona con el calcio, presente en el extracto de *Moringa oleifera* y *Salvia hispanica*, formando un complejo cromogénico, el cual se midió con un espectrofotómetro 575 nm.

Para establecer la concentración de fósforo presente en el extracto de *Moringa oleifera* y *Salvia hispanica* se empleó el método colorimétrico; el fosfato inorgánico presente en dichos extractos reaccionó en medio ácido con el molibdato para dar fosfomolibdato, el cual fue

reducido por el ácido ascórbico a azul de molibdeno, formando el color en medio arsenito/citrato, y posteriormente se midió con un espectrofotómetro entre 620 y 650 nm.

Paso 6

Preparación de los premolares seleccionados. Se usaron 24 premolares humanos sanos extraídos por razones ortodónticas, los cuales fueron obtenidos por medio del consentimiento informado de cada uno de los pacientes (Anexo B). Dichas unidades dentarias se limpiaron, descartando los desechos residuales a fondo con agua corriente. Los dientes se almacenaron en solución salina estéril hasta su uso.

Para realizar el análisis de la superficie del esmalte de los premolares recolectados y almacenados, se incluyó cada diente en un taco cúbico de 1,5 x 2 cm de yeso piedra tipo IV (Pribanic) con el objetivo de brindarle soporte durante el análisis. Posteriormente, la cara vestibular de cada diente fue dividida en dos mitades, mediante una banda adhesiva color negro (3M) de 0,3 x 1 cm para disponer de dos superficies de esmalte (derecha/izquierda) (Figura 28) donde se aplicó el tratamiento con gel de extracto de planta y con gel de flúor, respectivamente.

Figura 28

24 premolares humanos sanos incluidos en tacos de yeso piedra tipo IV y con la cara vestibular dividida en izquierda y derecha.



Paso 7

Aplicación de tratamientos:

1. Cada superficie del esmalte (derecha/izquierda) de todos los dientes se desmineralizó con ácido fosfórico al 37% (Secure Etch) durante 10 segundos (Figura 30), seguidamente, se eliminó dicho ácido con agua destilada (Figura 31) y el esmalte se secó con gasas y aire frío por 10 segundos, con el uso de un secador de cabello (80379-014, Oster) para retirar completamente la humedad (Figura 32). Solo la superficie derecha del grupo 1 no fue desmineralizada con el ácido fosfórico al 37%.
2. Las superficies izquierdas del esmalte de cada diente se consideraron como control, y fueron tratadas con el gel de flúor (Secure, gel tixotrópico acidulado APF, 1,23%-12300 ppm de flúor) durante 4 minutos (Figura 33). Además, en las superficies derechas de cada premolar se aplicaron los siguientes tratamientos durante 4 minutos (Figuras 34, 35 y 36).

Cuadro 5

Distribución de grupos de premolares y su respectivo tratamiento en la superficie derecha.

Grupo	Tratamiento
I	Sin tratamiento
II	Gel base sin extracto de plantas.
III	Gel con extracto de <i>Moringa oleifera</i> (M.O) al 1%,
IV	Gel con extracto de <i>Moringa oleifera</i> (M.O) al 2%,
V	Gel con extracto de <i>Moringa oleifera</i> (M.O) al 3%,
VI	Gel con extracto de <i>Salvia hispanica</i> al 1%,
VII	Gel con extracto de <i>Salvia hispanica</i> al 2%,
VIII	Gel con extracto de <i>Salvia hispanica</i> al 3%,

Figura 29

Geles de extracto de Moringa oleifera y Salvia hispanica a diferentes concentraciones, gel de flúor y ácido fosfórico al 37%.

**Figura 31**

Eliminación del ácido fosfórico al 37% con agua destilada.

**Figura 30**

Desmineralización de las superficies derecha e izquierda del esmalte con ácido fosfórico al 37% (Secure Etch).

**Figura 32**

Secado.



Figura 33

Aplicación del gel de Flúor en la superficie izquierda.

**Figura 34**

Aplicación del tratamiento en la superficie derecha.

**Figura 35**

Gel de Flúor, gel de Moringa oleifera 2% y premolares con tratamiento.

**Figura 36**

Premolares tratados.



Paso 8

Determinación de las Propiedades Ópticas del Esmalte: Mediante un microscopio de reflexión (AmScope 2.0) (Figura 37) conectado al puerto USB de una computadora portátil (Sony Core I7, Windows 11) y un aro de luz (Professional Live Stream), que proporcionó iluminación, se tomaron fotografías del esmalte inicial, desmineralizado y tratado de todos los premolares en cada superficie vestibular, (derecha/izquierda), para establecer las propiedades

ópticas, a través del sistema CIELAB, donde se determinó: Luminosidad (L^*), Coordenadas cromáticas (a^* y b^*) Blancura (W) y Variación de color (ΔE).

Figura 37

Microscopio de reflexión (AmScope 2.0).



Nota: Adaptado de *AmScope UBW500 X 02MP Digital 2 MP Microscopio USB con endoscopio* [Fotografía], por Amazon (<https://www.amazon.com/-/es/Microscopio-endoscopio-Ampliaci%C3%B3n-fijaci%C3%B3n-Integrado/dp/B00GGY1RNS>).

Análisis de las fotografías: Todas las fotografías tomadas se procesaron en el software Image J 1.53e (Figura 38), y se analizaron mediante colorimetría CIELAB, para determinar las propiedades ópticas del esmalte dental: Luminosidad (L^*), Coordenadas cromáticas (a^* y b^*) Blancura (W) y Variación de color (ΔE), esta última se calculó para conocer la diferencia de color entre el esmalte sin tratamiento, desmineralizado y con tratamiento, a través de la siguiente

$$\text{ecuación: } \Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Figura 38

Fotografías: inicial, esmalte desmineralizado y esmalte tratado de premolares, tomadas con el microscopio de reflexión (AmScope 2.0).



Capítulo IV

Análisis e Interpretación de los Resultados

Presentación de los Resultados

Se exponen los resultados obtenidos de la caracterización físico-química de los geles, posteriormente, se presentan los resultados alcanzados de las propiedades ópticas del esmalte de los premolares extraídos: sin tratamiento (sanos), desmineralizados, desmineralizados y tratados con gel de flúor; desmineralizados y tratado con gel de *Salvia hispanica* 3%, 2% y 1%; y desmineralizados y tratados con gel de *Moringa oleifera* 3%, 2% y 1%. Una vez elaborados los geles, se procedió a realizar la caracterización físico-química de cada uno, mediante las pruebas de extensibilidad, hinchamiento y pH, cuyos resultados se muestran en la tabla 6.

Tabla 6

Características físico-químicas de los geles aplicados.

Gel	Ph	Extensibilidad (área círculo cm ²)	Hinchamiento %
Gel base	5.8	15.21	1685.76
Gel + extracto de <i>Salvia hispanica</i> 1%	5.5	7.55	794.11
Gel + extracto de <i>Salvia hispanica</i> 2%	5.4	8.55	795.11
Gel + extracto de <i>Salvia hispanica</i> 3%	5.5	10.75	796.11
Gel + extracto de <i>Moringa oleifera</i> 1%	5.3	6.61	3007.27
Gel + extracto de <i>Moringa oleifera</i> 2%	5.3	8.3	3008.27
Gel + extracto de <i>Moringa oleifera</i> 3%	5.2	6.61	3009.27

Fuente: Hoja de registro de resultados Bustos – Carucí.

Los resultados mostraron que el gel base presentó un pH ligeramente menos ácido que aquellos con extractos de plantas, así como también, mostró una propiedad de mayor extensibilidad, probablemente debido a que su estructura química está compuesta por una cadena principal de D-glucopiranosilo con enlace β (1-4), con cadenas laterales de trisacárido de D-manopiranosilo y de ácido D-glucopiranosilurónico, y únicamente estableció enlaces con

agua y con glicerina, a diferencia de los que fueron intervenidos con los extractos de plantas. No obstante, los resultados de las pruebas de hinchamiento evidenciaron que los geles de extracto de *Moringa oleifera* presentaron mayores porcentajes, es decir que mostraron una mayor capacidad de absorber agua, hinchándose y aumentando considerablemente su volumen, sin perder su forma, esto es debido al tamaño de los poros de la red del hidrogel formado.

Tabla 7

Características físico-químicas de los geles aplicados. Concentración de calcio, fósforo y proteínas totales.

Gel	Concentración fósforo mg/dl	Concentración calcio mg/dl	Concentración proteínas totales mg/dl
Gel base	-	-	-
Gel + extracto de <i>Salvia hispanica</i> 1%	0.04	0.001	0.002
Gel + extracto de <i>Salvia hispanica</i> 2%	0.08	0.02	0.004
Gel + extracto de <i>Salvia hispanica</i> 3%	0.12	0.03	0.006
Gel + extracto de <i>Moringa oleifera</i> 1%	0.02	0.006	0.007
Gel + extracto de <i>Moringa oleifera</i> 2%	0.05	0.012	0.014
Gel + extracto de <i>Moringa oleifera</i> 3%	0.07	0.018	0.021

Fuente: Hoja de registro de resultados Bustos – Carucí.

Se pudo evidenciar que los geles de extracto de *Salvia hispanica* presentaron mayores concentraciones de calcio y fósforo, debido a que las semillas de esta planta contienen 631 mg de calcio y 860 mg de fósforo. No obstante, las concentraciones de proteínas totales determinadas en los geles de extracto de *Moringa oleifera* mostraron valores superiores. Por otra parte, las características ópticas del esmalte de los premolares tratados con flúor y con gel de extractos de plantas fueron analizadas mediante el sistema CIELAB para determinar el Color (a^*) y (b^*), la

Luminosidad (L*), la Blancura (W) y la Variación de color (ΔE).

Tabla 8

Estadísticos descriptivos para las características ópticas del esmalte de premolares antes y después del tratamiento con gel de extracto de Moringa oleifera, gel de extracto de Salvia hispanica y con gel de flúor.

Característica óptica	Tratamiento	N	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC _{95%}	
L* (Luminosidad)	UD sana	24	90,37	6,72	72,90	98,80	87,53; 93,21	
	UD desmineralizada	24	84,86	6,31	74,91	95,05	82,20; 87,53	
	UD tratada con flúor	24	81,15	5,04	71,25	92,10	79,02; 83,28	
	Sin tratamiento de gel	3	80,63	0,42	80,30	81,10	79,60; 81,67	
	Gel Base	3	77,87	1,00	76,90	78,90	75,38; 80,35	
	Chía 1%	3	74,47	2,05	72,40	76,50	69,37; 79,56	
	Chía 2%	3	82,00	1,00	81,00	83,00	79,52; 84,48	
	Chía 3%	3	84,07	1,16	83,30	85,40	81,19; 86,94	
	Moringa 1%	3	81,47	10,95	72,10	93,50	54,27; 100,00	
	Moringa 2%	3	80,77	8,26	71,30	86,50	60,25; 100,00	
	Moringa 3%	3	89,17	1,88	87,50	91,20	84,50; 93,83	
	a* (Rojo-verde)	UD sana	24	-1,11	1,04	-5,50	-0,20	-1,55; -0,67
UD desmineralizada		24	-0,77	0,50	-1,80	-0,02	-0,98; -0,56	
UD tratada con flúor		24	-0,75	0,73	-1,72	1,35	-1,05; -0,44	
Sin tratamiento de gel		3	-1,27	0,15	-1,40	-1,10	-1,64; -0,89	
Gel Base		3	-0,60	0,10	-0,70	-0,50	-0,85; -0,35	
Chía 1%		3	0,10	0,10	0,00	0,20	-0,15; 0,35	
Chía 2%		3	-0,87	0,06	-0,90	-0,80	-1,01; -0,72	
Chía 3%		3	-1,50	0,10	-1,60	-1,40	-1,75; -1,25	
Moringa 1%		3	-1,20	0,10	-1,30	-1,10	-1,45; -0,95	
Moringa 2%		3	-1,27	0,15	-1,40	-1,10	-1,65; -0,89	
Moringa 3%		3	-0,67	0,06	-0,70	-0,60	-0,81; -0,52	
b* (Amarillo-azul)		UD sana	24	1,79	1,42	-0,10	5,40	1,19; 2,39
	UD desmineralizada	24	2,11	1,71	0,12	6,05	1,39; 2,84	
	UD tratada con flúor	24	3,07	2,08	0,60	9,00	2,19; 3,94	
	Sin tratamiento de gel	3	3,67	0,58	3,00	4,00	2,23; 5,10	
	Gel Base	3	1,67	0,58	1,00	2,00	0,23; 3,10	
	Chía 1%	3	7,67	0,58	7,00	8,00	6,23; 9,10	
	Chía 2%	3	1,50	0,10	1,40	1,60	1,25; 1,75	
	Chía 3%	3	3,67	0,58	3,00	4,00	2,23; 5,10	
	b* (Amarillo-azul)	Tratamiento	N	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC_{95%}
		Moringa 2%	3	4,53	0,15	4,40	4,70	4,15; 4,91
		Moringa 3%	3	0,80	0,10	0,70	0,90	0,55; 1,05
		UD sana	24	10,03	6,69	1,53	27,15	7,20; 12,85
UD desmineralizada		24	19,52	6,30	6,98	31,53	16,86; 22,18	
UD tratada con flúor		24	27,45	8,52	14,43	47,80	23,85; 31,05	
Sin tratamiento de gel	3	19,76	0,38	19,37	20,13	18,81; 20,71		

	Gel Base	3	22,21	1,04	21,13	23,20	19,64; 24,78
	Chía 1%	3	26,67	1,97	24,83	28,74	21,79; 31,55
	Chía 2%	3	18,08	1,00	17,08	19,09	15,59; 20,58
	Chía 3%	3	16,43	1,06	15,22	17,23	13,79; 19,07
	Moringa 1%	3	18,83	10,75	7,00	28,01	0,00; 45,53
	Moringa 2%	3	19,85	8,07	14,30	29,11	0,00; 39,90
	Moringa 3%	3	10,89	1,86	8,87	12,53	6,27; 15,50
W (Blancura)	UD tratada con flúor	24	6,51	5,80	0,74	20,51	4,07; 8,96
	Sin tratamiento de gel	3	5,92	6,28	1,50	13,11	0,00; 21,52
	Gel Base	3	10,65	7,43	2,19	16,16	0,00; 29,11
	Chía 1%	3	5,53	3,03	2,12	7,90	0,00; 13,06
	Chía 2%	3	3,17	1,47	1,68	4,61	0,00; 6,81
	Chía 3%	3	4,80	1,75	2,88	6,31	0,44; 9,16
(ΔE)	Moringa 1%	3	12,36	7,70	4,07	19,29	0,00; 31,49
Variación de color	Moringa 2%	3	8,87	6,99	3,74	16,83	0,00; 26,23
con respecto a la UD desmineralizada	Moringa 3%	3	3,23	2,05	1,81	5,58	0,00; 8,32

Chía= gel de extracto de *Salvia hispanica*. Moringa = gel de extracto de *Moringa oleifera*.

Nota: los límites superiores de los intervalos de confianza para L^* fueron truncados en 100, ya que no aceptan valores mayores; los límites inferiores de los intervalos de confianza para W y variación de color (ΔE) fueron truncados en 0,00 ya que no aceptan valores negativos.

Fuente: Hoja de registro de resultados Bustos – Carucí.

Los resultados presentados mostraron que las medias de las características ópticas medidas antes (premolares sanos y desmineralizados) y luego de ser tratadas (flúor y geles de extractos de plantas), evidenciaron cambios de diferente magnitud tanto en su color como en su blancura, con respecto a los premolares sanos y desmineralizados, asimismo, debido a que el tratamiento con flúor y geles de extractos de plantas se realizó a partir de los premolares sanos y desmineralizados, éstos presentaron un amplio rango de valores para las diferentes características ópticas, por lo que se tomaron estos valores iniciales como covariables o variables concomitantes en el análisis de varianza, a fin de realizar las correcciones a posteriori de las medias esperadas para las características ópticas consideradas en el estudio.

Tabla 9

Estadísticos descriptivos para las características ópticas del esmalte de premolares tratados con los geles de extractos de plantas, clasificadas por grupo de tratamiento (n=3).

Grupos	Características ópticas									
	(L*) Luminosidad		(a*) Rojo-verde		(b*) Amarillo-azul		W (Blancura)		(ΔE) Variación de color	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Sin tratamiento	80,67 (A)	2,97	-1,25 (C)	0,08	3,70 (B)	0,27	19,54 (A)	2,94	5,92 (A)	6,28
Gel base	77,72 (A)	3,02	-0,60 (B)	0,06	1,76 (C)	0,30	22,19 (A)	2,90	10,65 (A)	7,43
Chía 1%	74,82 (A)	3,25	0,11 (A)	0,07	7,34 (A)	0,49	26,10 (A)	3,15	5,53 (A)	3,03
Chía 2%	82,37 (A)	3,27	-0,88 (BC)	0,07	1,49 (C)	0,27	17,73 (A)	3,00	3,17 (A)	1,47
Chía 3%	84,32 (A)	3,12	-1,51 (C)	0,07	3,82 (B)	0,33	16,20 (A)	2,94	4,80 (A)	1,75
Moringa 1%	81,06 (A)	3,32	-1,20 (C)	0,06	2,51 (BC)	0,27	19,53 (A)	3,28	12,36 (A)	7,70
Moringa 2%	80,52 (A)	3,11	-1,26 (C)	0,06	4,58 (B)	0,28	20,02 (A)	2,92	8,87 (A)	6,99
Moringa 3%	88,94 (A)	3,09	-0,68 (B)	0,07	0,83 (D)	0,27	11,40 (A)	3,11	3,23 (A)	2,05
p-valor	p=0,130		p<0,001*		p<0,001*		p=0,128		p=0,323	

Chía= gel de extracto de *Salvia hispanica*. Moringa = gel de extracto de *Moringa oleifera*.

Nota: (*) Diferencias estadísticamente significativas al 5%. Grupos de medias con igual letra entre paréntesis no presentan diferencias estadísticamente significativas al 5% para la prueba de Bonferroni. Las medias aritméticas y desviaciones estándares para las variables L*, a*, b* y W fueron corregidas por la covariable correspondiente medida sobre los premolares desmineralizados.

Fuente: Hoja de registro de resultados Bustos – Carucí.

El ANOVA corregido por los valores iniciales del esmalte de los premolares desmineralizados indicó que no hay diferencias estadísticamente significativas para la luminosidad (L*) (p=0,130) y la blancura (W) (p=0,128), por lo cual los tratamientos no

afectaron significativamente a estas características ópticas, sin embargo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas para los tonos rojo-verde (a^*) ($p < 0,001$) y para los tonos amarillo-azul (b^*) ($p < 0,001$). Además, el ANOVA sin corregir mostró que no hubo diferencias estadísticamente significativas para la variación de color (ΔE) con respecto al esmalte de los premolares desmineralizados ($p = 0,323$), es decir, la variación de color en los diferentes tratamientos fue similar.

Con respecto a la coordenada cromática a^* (rojo-verde), únicamente el gel de extracto de *Salvia hispanica* 1% otorgó tonos rojizos en el esmalte de los premolares desmineralizados (valor positivo), por lo que el resto de dichas unidades dentarias mostraron tonos verdosos (valores negativos) de menor (Grupos tratados con: gel base, gel de extracto de *Moringa oleifera* 3%, gel de extracto de *Salvia hispanica* 2%) a mayor intensidad (Grupos tratados con: gel de extracto de *Moringa oleifera* 1%, sin tratamiento, gel de extracto de *Moringa oleifera* 2% y gel de extracto de *Salvia hispanica* 3%), con respecto a los tonos amarillo-azul (b^*).

Asimismo, todos los tratamientos otorgaron tonos amarillos al esmalte de los premolares desmineralizados (valores positivos), aunque variando en intensidad, siendo la mayor de todas observada en el grupo tratado con el gel de extracto de *Salvia hispanica* 1%, seguida del gel de extracto de *Moringa oleifera* 2%, gel de extracto de *Salvia hispanica* 3%, sin tratamiento y gel de extracto de *Moringa oleifera* 1%. Por otra parte, menor intensidad de tonos amarillos se evidenció en los grupos tratados con: gel base, gel de extracto de *Salvia hispanica* 2% y gel de extracto de *Moringa oleifera* 3%.

Tabla 10

Estadísticos descriptivos para las características ópticas del esmalte de los premolares tratados con gel de flúor con respecto a los premolares desmineralizados.

Característica óptica	Premolares	N	Media	Diferencia	DE_{Diferencia}	p-valor
(L*) Luminosidad	Tratados con flúor Desmineralizado	24	81,149 84,861	-3,713	7,606	0,025*
(a*) Rojo-verde	Tratados con flúor Desmineralizado	24	-0,747 -0,770	0,023	0,907	0,902
(b*) Amarillo-azul	Tratados con flúor Desmineralizado	24	3,067 2,113	0,953	1,975	0,027*
(W) Blancura	Tratados con flúor Desmineralizado	24	27,448 19,522	7,926	9,110	<0,001*

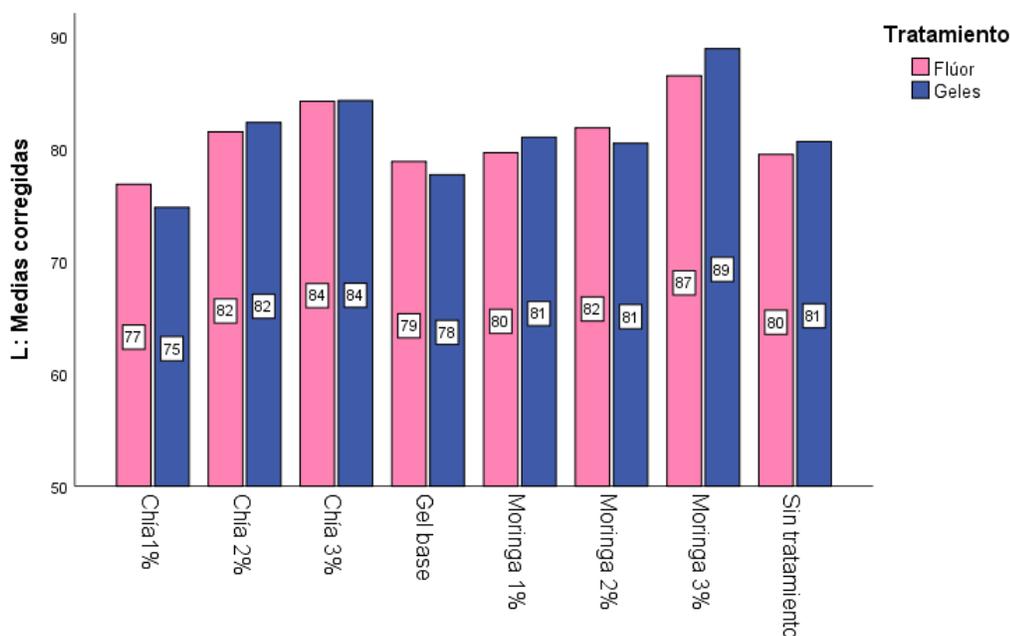
Nota: (*) Diferencias estadísticamente significativas al 5%.

Fuente: Hoja de registro de resultados Bustos – Carucí.

La prueba t de Student para muestras pareadas indicó que el tratamiento con flúor disminuyó la Luminosidad (L*) (p=0,025), aumentó la tonalidad Amarilla (b*) (p=0,027), incrementó la Blancura (W) (p<0,001) pero no afectó la tonalidad Verde-Roja (a*) (p=0,902) del esmalte de los premolares tratados, al compararlos con los valores de los desmineralizados.

Figura 39

Comparación de la característica óptica de Luminosidad (L^*) de los premolares tratados con geles de extractos de plantas y gel de flúor, corregidas por los valores medidos en los premolares desmineralizados.



Chía= gel de extracto de *Salvia hispanica*. Moringa = gel de extracto de *Moringa oleifera*.

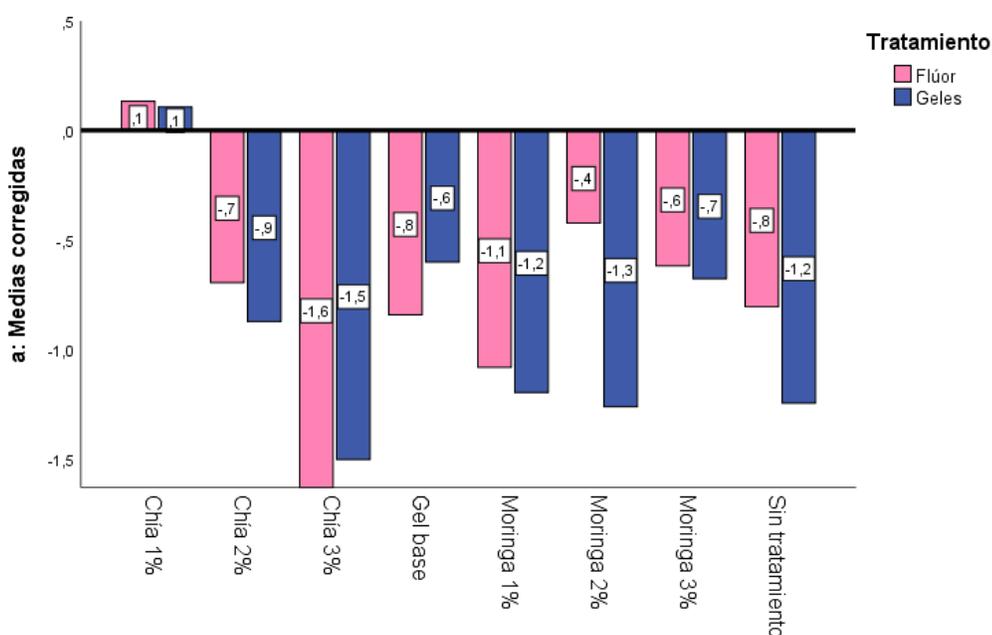
Gráficos de barras para las medias corregidas. Luminosidad (L^*).

Fuente: Hoja de registro de resultados Bustos – Carucí.

El ANOVA para observaciones repetidas, corregido por los valores medidos para el esmalte de los premolares desmineralizados, indicó que no hubo diferencias estadísticamente significativas para la características óptica de Luminosidad (L^*) ($p=0,922$) entre los tratamientos con el gel de flúor y con los geles de extractos de plantas. Además, se pudo apreciar que, si bien se observaron algunas diferencias entre los tratamientos con el gel de flúor y los geles de extractos de plantas dentro de cada grupo, dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Figura 40

Comparación de la característica óptica de color en tono rojo-verde (a^*) de los premolares tratados con geles de extractos de plantas y gel de flúor, corregidas por los valores medidos en los premolares desmineralizados.



Chía=gel de extracto de *Salvia hispanica*. Moringa = gel de extracto de *Moringa oleifera*.

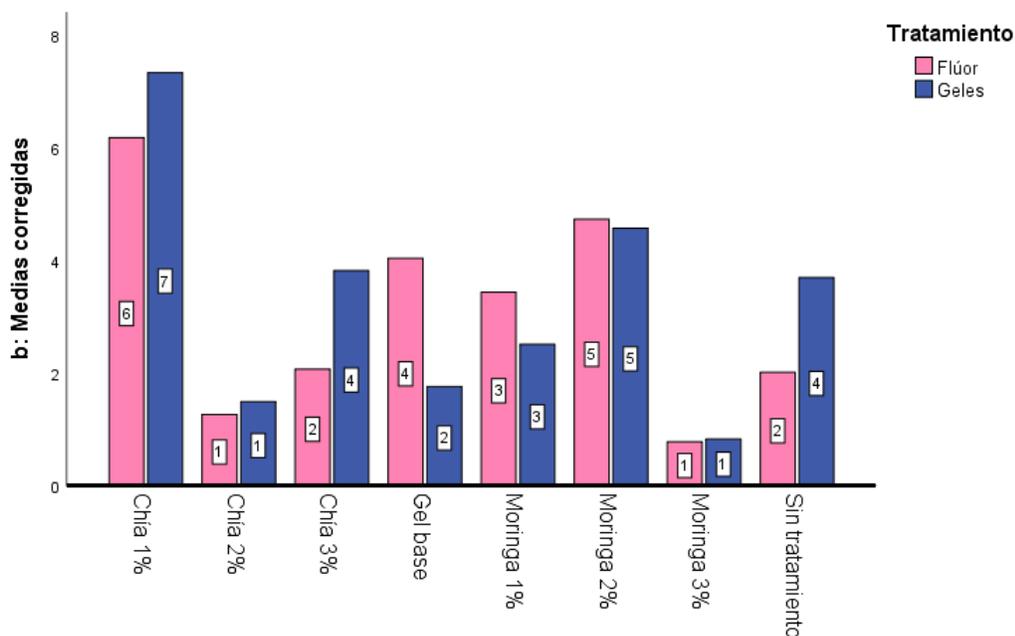
Gráficos de barras para las medias corregidas. Tono rojo-verde (a^*).

Fuente: Hoja de registro de resultados Bustos – Carucí.

El ANOVA para observaciones repetidas, corregido por los valores medidos para el esmalte de los premolares desmineralizados, indicó que no hubo diferencias estadísticamente significativas para la característica óptica de color en tono rojo-verde (a^*) ($p=0,656$) entre los tratamientos con el gel de flúor y con los geles de extractos de plantas. Además, se pudo apreciar que, si bien se observaron algunas diferencias entre los tratamientos con el gel de flúor y los geles de extractos de plantas dentro de cada grupo, dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Figura 41

Comparación de la característica óptica de color en tono amarillo-azul (b^*) de los premolares tratados con geles de extractos de plantas y gel de flúor, corregidas por los valores medidos en los premolares desmineralizados.



Chía= gel de extracto de *Salvia hispanica*. Moringa = gel de extracto de *Moringa oleifera*.

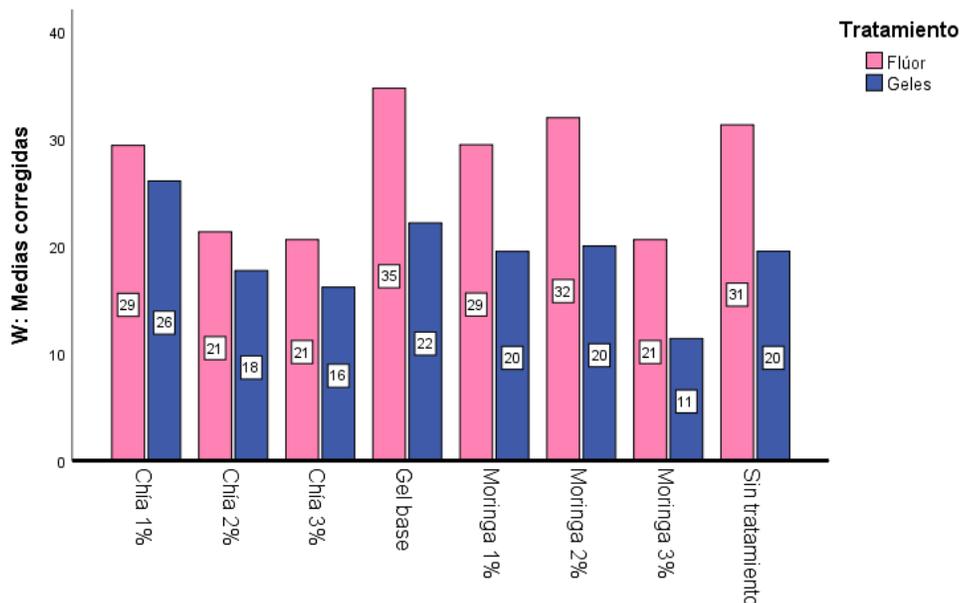
Gráficos de barras para las medias corregidas. Tono amarillo-azul (b^*).

Fuente: Hoja de registro de resultados Bustos – Carucí.

El ANOVA para observaciones repetidas, corregido por los valores medidos para premolares desmineralizados, indicó que no hubo diferencias estadísticamente significativas para la característica óptica de color en tono amarillo-azul (b^*) ($p=0,949$) entre los tratamientos con el gel de flúor y con los geles de extractos de plantas. Además, se pudo apreciar que, si bien se observaron algunas diferencias entre los tratamientos con el gel de flúor y los geles de extractos de plantas dentro de cada grupo, dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Figura 42

Comparación de la característica óptica de Blancura (W) de los premolares tratados con geles de extractos de plantas y gel de flúor, corregidas por los valores medidos en los premolares desmineralizados.



Chía= gel de extracto de *Salvia hispanica*. Moringa = gel de extracto de *Moringa oleifera*.

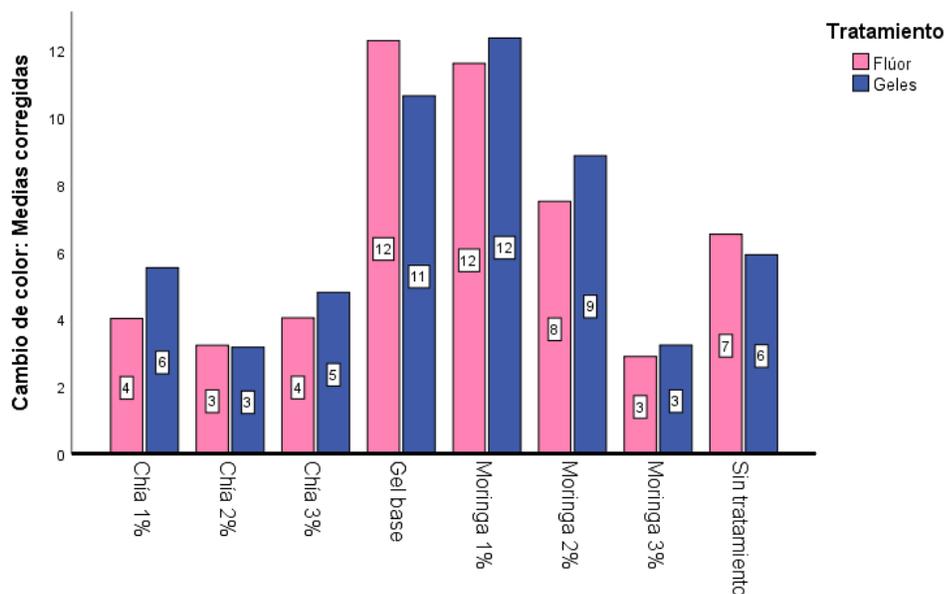
Gráficos de barras para las medias corregidas. Blancura (W).

Fuente: Hoja de registro de resultados Bustos – Carucí.

El ANOVA para observaciones repetidas, corregido por los valores medidos para los premolares desmineralizados, indicó que no hubo diferencias estadísticamente significativas para la característica óptica de Blancura (W) ($p=0,717$) entre los tratamientos con el gel de flúor y con los geles de extractos de plantas. Además, se pudo apreciar que, si bien se observaron algunas diferencias entre los tratamientos con el gel de flúor y con los geles de extractos de plantas dentro de cada grupo, dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Figura 43

Comparación de la característica de Variación de color (ΔE) de los premolares tratados con geles de extractos de plantas y gel de flúor, corregidas por los valores medidos en los premolares desmineralizados.



Chía= gel con *Salvia hispanica*. Moringa = gel con *Moringa oleifera*.

Gráficos de barras para las medias corregidas. Variación de color.

Fuente: Hoja de registro de resultados Bustos – Carucí.

El ANOVA para observaciones repetidas, corregido por los valores medidos para los premolares desmineralizados, indicó que no hubo diferencias estadísticamente significativas para la característica de variación de color (ΔE) ($p=0,757$) del esmalte de dichas unidades dentarias entre los tratamientos con el gel de flúor y con los geles de extractos de plantas. Además, se pudo apreciar que, si bien se observaron algunas diferencias entre los tratamientos con el gel de flúor y con los geles de extractos de plantas dentro de cada grupo, dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Discusión

La caracterización físico-química de los diferentes geles fue un procedimiento realizado con el fin de evaluar su comportamiento para su posible aplicación en tejidos biológicos. Entre las características evaluadas en el gel de extracto de *Moringa oleifera* se encuentran la extensibilidad y el pH. De esta manera, Sugihartini, Fajri y Rahmawati (2018) realizaron una investigación en la cual determinaron ciertas propiedades físico-químicas del gel con extracto de hojas de *Moringa oleifera*, obteniendo un resultado de extensibilidad menor al de este estudio. Asimismo, Ermawati y Ramadhani (2019) realizaron tres preparaciones de gel de extracto de *Moringa oleifera* 5, 10 y 15%, mostrando un resultado de extensibilidad en la primera fórmula ligeramente menor al obtenido en la presente investigación, esto se debe, posiblemente, por los diversos tipos de polímero empleados para la formulación de cada uno de los hidrogeles, influyendo en el grado de reticulación, y presentando diferentes propiedades.

Conjuntamente, en el estudio anteriormente citado de Sugihartini, Fajri y Rahmawati (2018), también evaluaron el pH de dicho gel, cuyo resultado fue de 5.66. Asimismo, Ermawati y Ramadhani (2019), obtuvieron un pH de 5.83, 5.75 y 5.72 en sus tres formulaciones. En la presente investigación, el resultado de pH obtenido se mantuvo en la misma escala de los geles mencionados en los artículos referenciales.

Por otra parte, Nweze y Nwafor (2014), realizaron un extracto acuoso de hojas de *Moringa oleifera Lam*, donde la concentración de calcio fue de 2,09 g, la de fósforo de 0,44 g y la concentración de proteínas 18,92 g. En esta investigación el valor de calcio, fósforo y proteínas obtenidas en dicho extracto fue bajo, posiblemente, debido a una menor proporción de hojas con respecto al solvente al momento de su elaboración. Además, Madukwe, Ezeugwu y Eme (2013) refieren que los bajos niveles de proteínas son el resultado de su alto contenido de

humedad. Cuanto mayor sea el contenido de humedad de un alimento, menor será la densidad de nutrientes.

Con respecto a las propiedades del extracto de *Salvia hispanica*, Chavan, Kale, Raut y Gadhe (2019) determinaron la capacidad de retención de agua (hinchamiento) del gel de semillas de chía (*Salvia hispanica*), obteniendo como resultado una capacidad de retención de agua menor al de esta investigación, probablemente debido al grado de reticulación del hidrogel elaborado, presentando poros de gran tamaño, capaces de absorber mayor cantidad de agua.

En cuanto a las propiedades ópticas del esmalte, Kim, Son, Yi, Kim, Ahn y Chang (2013), encontraron que los cambios de color en las lesiones de manchas blancas artificiales medidos con un espectrorradiómetro, se debieron principalmente a un aumento en la luminosidad (L^*) y una disminución en la amarillez (b^*), por lo tanto, el tratamiento con flúor restauró parcialmente el color de las lesiones de manchas blancas. Sin embargo, en la presente investigación se encontró que el tratamiento de flúor en las lesiones de desmineralización del esmalte de premolares extraídos disminuyó la luminosidad (L^*), aumentó la tonalidad amarilla-azul (b^*) y la blancura (W), pero no afectó la tonalidad rojo-verde (a^*). Esta discrepancia podría estar relacionada con las diferencias de metodología de ambos estudios, en la cual las condiciones fueron diferentes, debido a que, en la investigación mencionada, las muestras fueron sometidas a un modelo de pH cíclico (similares a las fluctuaciones de pH del medio bucal) durante 14 días, en contraste con el método empleado en este estudio, en el cual, la duración del tratamiento fue de 4 minutos y el entorno ambiental no fue equivalente al del medio bucal.

Por otra parte, Younis, Obeid y Ammar (2020) evaluaron la remineralización del esmalte subsuperficial mediante un barniz cargado con extracto de hojas de *Moringa oleifera* liofilizado, donde demostraron que la mayor concentración de extracto de *Moringa oleifera* dio como

resultado una mayor deposición de minerales y una mejora del proceso de remineralización. Asimismo, dicha planta puede mejorar la reconstrucción de las lesiones de la superficie del esmalte, ya que los minerales presentes podrían experimentar una interacción química con los minerales del esmalte, y la remineralización guiada por péptidos podría ser la base de su capacidad para depositar una nueva capa que se asemeje a la estructura del esmalte sano. De esta manera, basados en dicho estudio la presente investigación evaluó esta capacidad de la *Moringa oleifera* por medio del sistema CIELAB, encontrando resultados estadísticamente significativos en las coordenadas (a^*) y (b^*) para la propiedad óptica de color del esmalte de los premolares tratados con los geles de extractos de plantas.

Conclusiones

De acuerdo a los objetivos planteados y una vez analizados los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

La desmineralización/remineralización dental constituye un proceso dinámico y continuo de pérdida y ganancia de minerales, respectivamente, en la estructura del esmalte, a través de interacciones iónicas entre el medio bucal y dicha estructura, lo cual ocasiona cambios en las características propias del esmalte dental, especialmente en las propiedades ópticas, debido a que se encuentran relacionadas íntimamente con la composición molecular del esmalte.

Los geles de extracto de *Moringa oleifera* y *Salvia hispanica* al 1, 2 y 3% mostraron diferencias en cuanto a la caracterización físico-química, observándose que el gel de extracto de *Moringa oleifera* 3% presentó el pH más ácido, asimismo, los geles de dicho extracto mostraron mayor capacidad de hinchamiento, es decir, de absorber agua; además, el gel con mayor extensibilidad fue el gel base sin extractos de plantas.

Con respecto a la composición química mineral de los geles de extractos de plantas, se encontró que aquellos preparados con *Salvia hispanica* presentaron mayores concentraciones de calcio y fósforo, no obstante, el contenido de proteínas totales fue más alto en los geles elaborados con extracto de *Moringa oleifera*.

A través del procedimiento experimental aplicado en esta investigación, mediante el sistema CIELAB, se obtuvieron cambios de luminosidad (L^*), color (coordenadas cromáticas a^* y b^*), blancura (W) y variación de color (ΔE) en el esmalte desmineralizado y tratado con los geles de extractos de plantas de los diferentes grupos de premolares. No obstante, únicamente los cambios en la propiedad de color (a^* y b^*) del esmalte tratado fueron estadísticamente significativos ($p < 0,001$), a diferencia de las demás características mencionadas, cuyos resultados

no fueron estadísticamente significativos. Asimismo, al estudiar el efecto del gel de flúor, se obtuvieron cambios en las propiedades ópticas del esmalte tratado con dicho mineral, encontrándose que disminuyó la luminosidad (L^*) ($p=0,025$), aumentó la tonalidad amarilla-azul (b^*) ($p=0,027$), aumentó la blancura (W) ($p<0,001$), pero no afectó la tonalidad Verde-Roja (a^*).

Por otra parte, al comparar el efecto del gel de extracto de *Moringa oleifera* y del gel de extracto de *Salvia hispanica* con el gel de flúor sobre las propiedades ópticas del esmalte de premolares extraídos, pudo apreciarse que existen algunas diferencias en los resultados entre dichos tratamientos dentro de cada grupo, sin embargo, tales diferencias no fueron estadísticamente significativas, por lo que el efecto de dichos geles sobre las propiedades ópticas del esmalte de los premolares tratados fue similar.

Finalmente, se deduce que, debido a que no se encontraron cambios estadísticamente significativos en las características ópticas, con excepción del color (a^* y b^*), del esmalte tratado con los geles de extractos de plantas, no se establece un efecto remineralizador en la estructura del esmalte por parte de dichos geles, por lo tanto, se requiere mayor investigación.

Recomendaciones

Al finalizar el presente estudio no se registraron cambios significativos en las propiedades ópticas de la estructura del esmalte de los premolares extraídos en condiciones in vitro con el gel de extracto de *Moringa oleifera* y el gel de extracto de *Salvia hispanica*, sin embargo, se realizan las siguientes recomendaciones:

- Analizar otras propiedades ópticas del esmalte, como: translucidez, opacidad e índice de refracción.
- Realizar estudios en condiciones in vitro considerando: variaciones de pH, temperatura y un medio con presencia de concentraciones iónicas similares a la saliva.
- Emplear preparaciones del gel de extractos de *Moringa oleifera* y *Salvia hispanica* superiores al 10%, para proporcionar mayores concentraciones de calcio y fósforo.
- Incluir otros instrumentos de observación, como el microscopio electrónico de barrido.

Limitaciones

La presente investigación experimentó ciertas limitaciones que modificaron el curso de la planificación estipulada, entre las que se mencionan a continuación:

- El surgimiento de la pandemia COVID-19, la cual retrasó procesos, dificultó las asesorías y clases presenciales, y complicó la búsqueda de las muestras (premolares).
- La falta de mantenimiento y fallas de equipos, como: microscopio electrónico, espectrofotómetro, entre otros, limitaron el estudio de las muestras, por lo que fue necesario optar por otros métodos menos precisos.
- El tiempo establecido para la entrega del trabajo de investigación no fue suficiente, ya que ciertos procedimientos experimentales requieren gran cantidad de tiempo, por lo que

algunas propiedades físico-químicas que estaban planificadas para su determinación, tuvieron que ser descartadas.

- La dependencia de laboratorios externos dificultó el control en cuanto a la obtención de resultados químicos de manera puntual a las fechas establecidas en la programación.
- Pocos expertos en la ciudad realizaban el estudio de colorimetría para la detección de las propiedades ópticas del esmalte de los premolares, lo que ocasionó retrasos por espera de disponibilidad para el análisis del estudio y posteriormente entrega de resultados.

Referencias Bibliográficas

- Aidaros, N., Mosallam, R. y Farouk, H. (2021). Effect of Green tea, black tea and Moringa Oleifera on remineralization of artificially demineralized enamel and dentin: An in-vitro microhardness analysis. *Advanced Dental Journal*, 3(1), 24-34.
<http://dx.doi.org/10.21608/adjc.2020.34873.1072>
- Amaechi, B. y van Loveren, C. (2013). Fluorides and non-fluoride remineralization systems. *Monographs in oral science*, 23, 15-26. <https://doi.org/10.1159/000350458>
- Amaguaña, F. y Churuchumbi, E. (2019). *Estandarización fitoquímica del extracto de caléndula*. [Trabajo de grado, Universidad Politécnica Salesiana de Quito]. [https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16149#:~:text=Estandarizaci%C3%B3n%20fitoqu%C3%ADmica%20del%20extracto%20de%20cal%C3%A9ndula%20\(Calendula%20officinalis\)](https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16149#:~:text=Estandarizaci%C3%B3n%20fitoqu%C3%ADmica%20del%20extracto%20de%20cal%C3%A9ndula%20(Calendula%20officinalis))
- Anas, R., Mattulada, I., Akbar, F., Indriany, L., Asmah, N., Irawati, E. y Utama, M. (2021). Effectiveness of paste based Moringa Oleifera to increase calcium levels human tooth (in vitro). *Natural Volatiles & Essential Oils*, 8(4), 15193-15201.
<https://www.nveo.org/index.php/journal/article/view/3263>
- Arias, F. (2016). *El Proyecto de Investigación*. (7ª ed.). Episteme.
- Bashir, S., Hina, M., Iqbal, J., Rajpar, A. H., Mujtaba, M. A., Alghamdi, N. A., Wageh, S., Ramesh, K. y Ramesh, S. (2020). Fundamental Concepts of Hydrogels: Synthesis, Properties, and Their Applications. *Polymers*, 12(11), 1-60.
<https://doi.org/10.3390/polym12112702>

- Castellanos, J. E., Marín, L. M., Úsuga Margarita, V. y Castiblanco, G. (2013). La remineralización del esmalte bajo el entendimiento actual de la caries dental. *Universitas odontológica*, 32(69), 49-59. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5025979>
- Chavan, V., Kale, R., Raut, G. y Gadhe, K. (2019). Studies on extraction and characterization of functional properties and viscosity behavior of chia seed gel. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3), 2969-2972. <https://www.phytojournal.com/archives?year=2019&vol=8&issue=3&ArticleId=8463>
- Código de Deontología Odontológica (1992). *Convención Ordinaria del Colegio de Odontólogos de Venezuela*, agosto, 1992. <https://www.elcov.org/ley2.htm>
- Coloma, D. (2015). *Elaboración de un gel a base de extracto de cebolla (Allium cepa L.) para aliviar y cicatrizar quemaduras de primero y segundo grado superficial*. [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5983>
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999). *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*, 5423 (extraordinario), marzo 24, 2000. http://www.cne.gob.ve/web/normativa_electoral/constitucion/titulo2.php
- Corral, Y. (2009). Validez y Confiabilidad de los Instrumentos de Investigación para la Recolección de Datos. Ensayo. *Ciencias de la Educación*, 19(33), 228-247. <https://es.calameo.com/read/00441616680da9a5cd6ab>
- Corral, Y., Corral, I. y Franco, A. (2019). *La Investigación: Tipos, normas, acopio de datos e informe final para estudios cuantitativos, cualitativos y biomédicos*. Fondo Editorial OPSU.

- Davis, G. R., Mills, D. y Anderson, P. (2017). Real-time observations of tooth demineralization in 3 dimensions using X-ray microtomography. *Journal of Dentistry*, 69, 88-92. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.11.010>
- Declaración Internacional sobre los Datos Genéticos Humanos UNESCO (2003). Conferencia General de la UNESCO, octubre 16, 2003. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000136112_spa
- De Stefano, A. y Guilarte, C. (2012). Pruebas de susceptibilidad a la caries dental y su relación con la clínica del niño. *Acta Odontológica Venezolana*, 50(1), 1-7. <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2012/1/art-8/>
- Disha, J., Begum, M., Shawan, M., Khatun, N., Ahmed, S., Islam, M. K., Hossain, M. y Hasan, M. (2016). Preparation and Characterization of Xanthan Gum-Based Biodegradable Polysaccharide Hydrogels. *Research Journal of Material Sciences*, 4(4), 13-18. https://www.researchgate.net/publication/309647202_Preparation_and_Characterization_of_Xanthan_Gum-based_Biodegradable_Polysaccharide_Hydrogels
- Divyapriya, G.K., Veeresh, D. y C.Yavagal, P. (2016). Evaluation of antibacterial efficacy of chia (salvia hispanica) seeds extract against Porphyromonas gingivalis, Fusobacterium nucleatum and Aggregatibacter actinomycetemcomitans an in-vitro study. *International Journal of Ayurveda and Pharma Research*, 4(4). <https://ijapr.in/index.php/ijapr/article/view/325>
- Ermawati, D. y Ramadhani, C. (2019). Formulation of Anti-Acne Gel of Moringa oleifera L Ethanolic Extract and Antibacterial Test on Staphylococcus epidermidis. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*, 7(1), 34-44. 10.22146/farmaseutik.v16i2.50319

- Ferrari, A., Ferrari, G., Abreu, K., Preto, B. y Ferrari, J. (2015). Características, propiedades e potencialidades da moringa (*Moringa oleifera* Lam.): Aspectos agroecológicos. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 9(5), 19–25.
<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2889/2926>
- Fondriest, J. (2012). The Optical Characteristics of Natural Teeth. *Inside Dentistry*.
https://www.researchgate.net/profile/James-Fondriest/publication/282010120_The_Optical_Characteristics_of_Natural_Teeth/links/5601582108aec948c4faa85e/The-Optical-Characteristics-of-Natural-Teeth.pdf?origin=publication_detail
- [Fotografía de *AmScope UBW500 X 02MP Digital 2 MP Microscopio USB con endoscopia*]
(2022). <https://www.amazon.com/-/es/Microscopio-endoscopia-Ampliaci%C3%B3n-fijaci%C3%B3n-Integrado/dp/B00GGY1RNS>.
- Gaceta Dental*. (7 de Junio de 2011). Definiendo la caries dental para 2010 y en adelante:
<https://gacetadental.com/2011/06/definiendo-la-caries-dental-para-2010-y-en-adelante-2-26268/>
- García-Salcedo, Á. J., Torres-Vargas, O. L., del Real, A. C.-J., y Rodríguez-García, M. E. (2018). Pasting, viscoelastic, and physicochemical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) flour and mucilage. *Food structure*, 16, 59-66. DOI:10.1016/J.FOOSTR.2018.03.004
- Garone, W., da Souza, C., Uribe, J., Núñez, N. y Priotto, E. (2006). *Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva*. Universidad de Valparaíso.
- Gómez de Ferraris, M. E. y Campos Muñoz, A. (2019). *Histología, Embriología e Ingeniería tisular Bucodental* (4ª ed.). Médica Panamericana.

- González, C. (2010). The Chemistry of Caries: Remineralization and Demineralization Events with Direct Clinical Relevance. *Dental Clinics of North America*, 54(3), 469-478. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2010.03.004>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ª ed.). McGraw-Hill.
- Jaramillo, Y. (2013). *La chía (Salvia hispanica L.), una fuente de nutrientes para el desarrollo de alimentos saludables* [Título especialista, Unilasallista]. <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/handle/10567/1043>
- Kim, H.-N., Kim, J.-B. y Jeong, S.-H. (2018). Remineralization effects when using different methods to apply fluoride varnish in vitro. *Journal of Dental Sciences*, 13, 360-366. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2018.07.004>
- Kim, Y., Son, H.-H., Yi, K., Kim, H.-Y., Ahn, J. y Chang, J. (2013). The color change in artificial white spot lesions measured using a spectroradiometer. *Clinical oral investigations*, 17(1), 139–146. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0680-x>
- Klimuszko, E., Orywal, K., Sierpinska, T., Sidun, J. y Golebiewska, M. (2018). Evaluation of calcium and magnesium contents in tooth enamel without any pathological changes: in vitro preliminary study. *Odontology*, 106(4), 369-376. <https://doi.org/10.1007/s10266-018-0353-6>
- Knez-Hrnčič, M., Ivanovski, M., Cör, D. y Knez, Ž. (2019). Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.): An Overview-Phytochemical Profile, Isolation Methods, and Application. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(1), 11. <https://doi.org/10.3390/molecules25010011>
- Lăzărescu, F. (2015). *Comprehensive Esthetic Dentistry*. Quintessence Publishing.

- Madukwe, E., Ezeugwu, J. y Eme, P. (2013). Nutrient Composition and Sensory Evaluation of Dry Moringa Oleifera Aqueous Extract. *International Journal of Basic & Applied Sciences*, 13(3), 100-102. <https://www.semanticscholar.org/paper/Nutrient-Composition-and-Sensory-Evaluation-of-Dry-MadukweE->
- Marcinek, K. y Krejpcio, Z. (2017). Chia seeds (*Salvia hispanica*): health promoting properties and therapeutic applications a review. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*, 68(2), 123–129. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28646829/>
- Marcondes L. (2019). *Estudio de las propiedades funcionales del psyllium y de la goma xantana*. [Trabajo fin de máster, Máster en Calidad, Desarrollo e Innovación de Alimentos, Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/37453/TFM-L466.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Meireles, D., Gomes, J., Lopes, L., Hinzmann, M. y Machado, J. (2020). A review of properties, nutritional and pharmaceutical applications of *Moringa oleifera*: integrative approach on conventional and traditional Asian medicine. *ADV TRADIT MED (ADTM)* 20, 495–515. <https://doi.org/10.1007/s13596-020-00468-0>
- Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias (2011). Código de Ética para la Vida. http://www.locti.co.ve/inicio/repositorio/doc_details/50-codigo-de-etica-para-la-vida-republica-bolivariana-de-venezuela-.html
- Mohanty, M., Mohanty, S., Kumar, S., y Bhuyan, R. (2020). Phytoperspective of Moringa oleifera for oral health care: An innovative ethnomedicinal approach. *Phytotherapy Research*, 1, 1 - 13. <https://doi.org/10.1002/ptr.6896>

- Nweze, N. y Nwafor, F. (2014). Phytochemical, Proximate and Mineral Composition of Leaf Extracts of *Moringa oleifera* Lam. from Nsukka, South-Eastern Nigeria. *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 9(1), 99-103. [10.9790/3008-091699103](https://doi.org/10.9790/3008-091699103)
- Odwell, E. (2017). *Cawson. Fundamentos de medicina y patología oral* (9ª ed.). Elsevier.
- Organización Mundial de la Salud. (2020). Salud bucodental. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/oral-health>
- Piola, B., Sabbatini, M., Gino, S., Invernizzi, M. y Renò, F. (2022). 3D Bioprinting of Gelatin-Xanthan Gum Composite Hydrogels for Growth of Human Skin Cells. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(1), 1-16. <https://doi.org/10.3390/ijms23010539>
- Pitts, N., Zero, D., Marsh, P., Ekstrand, K., Weintraub, J., Ramos-Gómez, F., Tagami, J., Twetman, S., Tsakos, G., e Ismail, A. (2017). Dental caries. *Disease primers*, 3(17030), 1-16. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.30>
- Qamar, Z., Rahim, Z., Chew, H. P. y Fatima, T. (2017). Influence of trace elements on dental enamel properties: A review. *The Journal of the Pakistan Medical Association*, 67(1), 116-120. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28065967/>
- Ragain, J. (2016). A review of color science in dentistry: Colorimetry and color space. *Journal of Dentistry, Oral disorders and Therapy*, 4(1), 1-5. <http://dx.doi.org/10.15226/jdodt.2016.00148>
- Rathee, M. y Sapra, A. (2020). *Dental Caries*. Treasure Island, Florida: StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551699/>
- Schmeling, M. (2016). Color Selection and Reproduction in Dentistry. Part 2: Light Dynamics in Natural Teeth. *Odovtos International Journal of Dental Sciences*, 18(2), 23-40. <http://dx.doi.org/10.15517/ijds.v0i0.24493>

- Singh, A. (2018) Ethnomedicinal, Pharmacological and Antimicrobial Aspects of *Moringa oleifera* Lam.: A review. *J Phytopharmacol*; 7(1):45-50.
http://www.phytopharmajournal.com/Vol7_Issue1_10.pdf
- Sugihartini, N., Fajri, M. y Rahmawati, D. (2018). Formulation of *Moringa oleifera* Leaf Extract in Lotion and Gel as Sunscreen. *Science and Technology Publications*, 154-158.
10.5220/0008241001540158
- Thomas, T., Ramanarayanan, V. y Krishnan, V. (2019). Hydrogels: A versatile material in dentistry. *European Journal of Molecular and Clinical Medicine*, 6(1), 59-65.
https://ejmcm.com/article_11325.html
- Tolcachir, B., Crohare, L. y Gallará, R. (2015). Measuring color change of tooth enamel by in vitro remineralization of white spot lesion. *Journal of Oral Research*, 4(6), 371-377.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5296134>
- Velásquez, I., Camacaro, R. y Dasniel, D. (2018). Evaluación de la capacidad antimicrobiana de sales de amonio cuaternario en un hidrogel. *Ingeniería y Sociedad UC*, 13(2), 152-161.
Recuperado el 20 de junio de 2022 de:
<http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/IngenieriaYSociedad/a13n2/art04.pdf>
- Velázquez, M., Peón, I., Zepeda R. y Jiménez, M. (2016). *Moringa* (*Moringa oleifera* Lam.): usos potenciales en la agricultura, industria y medicina. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 22(2), 95-116. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2015.07.018>
- West, N., y Joiner, A. (2014). Enamel mineral loss. *Journal of Dentistry*, 42, 2-11.
[https://doi.org/10.1016/S0300-5712\(14\)50002-4](https://doi.org/10.1016/S0300-5712(14)50002-4)

Younis, S., Obeid, R. y Ammar, M. (2020). Subsurface enamel remineralization by Lyophilized Moringa leaf extract loaded varnish. *Helyon*, 6 (9), 1-7.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05054>.

Anexo A

Constancia de Adscripción UNIMPA



Universidad de Carabobo
Facultad de Odontología
Unidad de Investigaciones Morfopatológicas
UNIMPA



CAU-17-2022

CONSTANCIA

Quien suscribe, Coordinadora de la Unidad de Investigaciones Morfopatológicas (UNIMPA), Prof. Mariela Pérez Domínguez, hago constar que el proyecto de investigación, PIP-BS-09-22: ***“EFECTO DEL GEL DE EXTRACTO DE MORINGA OLÉIFERA Y DEL GEL EXTRACTO DE SALVIA HISPÁNICA SOBRE LA REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE DE PREMOLARES EXTRAÍDOS EN CONDICIONES IN VITRO”***, enmarcado dentro de la Línea de Investigación, Biología y Salud, Temática, Patología General y Bucal, Subtemática: Caries dental. Diagnóstico y Tratamiento, presentado por, Br. Bustos H., Laura K., portadora de la Cédula de Identidad E-84.406.746 y Br. Caruci P., María A., portadora de la Cédula de Identidad V-25.147.588, se encuentra adscrito en la UNIMPA.

Constancia que se emite, a solicitud de la parte interesada a los ocho días del mes de agosto del dos mil veintidós.

Atentamente,



Prof. Mariela Pérez-Domínguez
Coordinadora de la Unidad de Investigaciones Morfopatológicas
(UNIMPA)

Anexo B



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DPTO. DE FORMACIÓN INTEGRAL DEL HOMBRE
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Consentimiento Informado

Al firmar este documento declaro y manifiesto en pleno uso de mis facultades mentales, libre y espontáneamente mi consentimiento a las investigadoras **LAURA BUSTOS C.I: E-84.406.746** y **MARÍA CARUCI C.I: 25.147.588**, quienes se encuentran bajo el acompañamiento y tutela de la docente **MARIELA PÉREZ C.I: 7.144.139**, para que me tomen como parte de la muestra requerida para su investigación, la cual se encuentra adscrita a la Línea de Investigación Biología Humana en el Área de Salud Pública y Bioética de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo, y en la estructura de investigación UNIMPA; la cual se titula **“EFECTO DEL GEL DE EXTRACTO DE MORINGA OLEIFERA Y DEL GEL EXTRACTO DE SALVIA HISPANICA SOBRE LA REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE DE PREMOLARES EXTRAÍDOS EN CONDICIONES IN VITRO”**, en la cual se utilizarán premolares extraídos para aplicar un procedimiento experimental con geles de extractos de las plantas mencionadas sobre el esmalte de dichas unidades dentarias, para demostrar su capacidad de remineralización dental.

Usted ha sido invitado a participar en la presente investigación, cuyo objetivo es: Demostrar el efecto del gel de extracto *Moringa oleifera* y del gel de extracto de *Salvia hispanica* sobre la remineralización del esmalte de premolares extraídos en condiciones in vitro.

Antes de que usted decida participar en el presente estudio, lea el presente consentimiento y haga las preguntas que usted considere necesarias para comprenderlo.

Declaración de Consentimiento para participar en la investigación

1. He sido informado de manera clara y sencilla, sobre el objetivo y todos los aspectos relacionados al proyecto de extensión.
2. He sido informado que mi donación de diente o dientes es voluntaria.
3. Entiendo que mi participación en la investigación no tiene riesgos, ni inconveniente alguno para mi salud.
4. Entiendo que cualquier otra pregunta que tenga en relación con este proyecto, me será respondida oportunamente por parte de los investigadores.
5. Entiendo que tengo derecho a conocer los resultados de la evaluación odontológica.
6. Entiendo que bajo ningún concepto se me ha ofrecido algún beneficio de tipo económico.
7. Declaro que ni pretendo recibir algún beneficio de tipo económico por este proyecto.
8. Se me ha informado sobre la confidencialidad de los datos suministrados en la historia clínica y cualquier hallazgo revelado durante el desarrollo del proyecto.
9. Estoy de acuerdo con el uso académico de los resultados obtenidos en el presente proyecto, inclusive si en el futuro los resultados son utilizados para otras investigaciones cuyos objetivos y propósitos no aparecen especificados en este formato, los cuales podrán ser comunicados en reuniones científicas, congresos médicos o publicaciones científicas. Siempre que toda la información sea tratada de manera codificada para garantizar el anonimato y la confidencialidad.
10. Entiendo que puedo negarme a participar en cualquier momento del proyecto y podre revocar el presente consentimiento. No obstante de la revocación no se extenderán a los datos resultantes de las investigaciones que se hayan llevado a cabo previamente a la misma.
11. Bustos Laura y Carucí María (número de teléfono móvil 0424-4249280/ 0414-8273532 respectivamente) serán las personas de contacto que debo buscar en caso de que tenga alguna pregunta sobre la investigación o sobre mis derechos como participante.

DECLARACIÓN DEL VOLUNTARIO:

Yo, _____ C.I: _____ siendo mayor de 18 años, en uso pleno de mis facultades mentales y sin que medie coacción, ni violencia alguna en completo conocimiento de la naturaleza, requerimientos, forma, duración, propósito y beneficios relacionados con la investigación, luego de haber leído y recibido respuestas a mis preguntas con respecto a este formato de consentimiento. Manifiesto mi voluntad de donar mi diente o dientes para el presente estudio. Así como también se divulguen los resultados obtenidos.

Al firmar este formato de consentimiento, no he renunciado a ninguno de los derechos legales.

Firma del participante: _____

Nombre y Apellido Testigo 1: _____ C.I: _____

Firma: _____

Nombre y Apellido Testigo 2: _____ C.I: _____

Firma: _____

DECLARACIÓN DEL INVESTIGADOR:

Luego de haber explicado detalladamente al representante del voluntario el proyecto. Certifico que la persona que firma este formulario de consentimiento no presenta ningún problema de índole médica, de idioma o de instrucción que le impida comprender la naturaleza, requerimientos, forma, duración, propósito y beneficios de la participación de su representado.

Nombre y Apellido del investigador: _____ Firma: _____

Fecha y Lugar: _____

Anexo C



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DPTO. DE FORMACIÓN INTEGRAL DEL HOMBRE
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Hoja de registro de resultados

Este instrumento tiene como propósito registrar todos los cambios y fenómenos observados durante la realización del procedimiento experimental, basado en el objetivo de la presente investigación, el cual es: Demostrar el efecto del gel de extracto de *Moringa oleifera* y del gel de extracto de *Salvia hispanica* sobre la remineralización del esmalte de premolares extraídos en condiciones in vitro.

Instrucciones

A continuación, se presentan 7 ítems para registrar los resultados obtenidos en las propiedades fisico-químicas del gel base, gel con extracto de *Moringa oleifera* y gel con extracto de *Salvia hispanica*, ambos a diferentes concentraciones, y 9 ítems para registrar los cambios físicos observados en el esmalte de 27 premolares extraídos.

Ítem	Resultado
Caracterización físico-química del Gel con y sin extracto	
1. Gel Base de goma xantana	
— Extensibilidad (cm ²)	
— Hinchamiento (%)	
— pH (escala 0-14)	
— Concentración de proteínas totales (mg/dL)	
— Concentración de calcio (mg/dL)	
— Concentración de fosfato (mg/dL)	
2. Gel de goma xantana con extracto de <i>Moringa oleifera</i> 3%	
— Extensibilidad (cm ²)	
— Hinchamiento (%)	
— pH (escala 0-14)	
— Concentración de proteínas totales (mg/dL)	
— Concentración de calcio (mg/dL)	
— Concentración de fosfato (mg/dL)	
3. Gel de goma xantana con extracto de <i>Moringa oleifera</i> 2%	
— Extensibilidad (cm ²)	
— Hinchamiento (%)	
— pH (escala 0-14)	

— Concentración de proteínas totales (mg/dL)	
— Concentración de calcio (mg/dL)	
— Concentración de fosfato (mg/dL)	
4. Gel de goma xantana con extracto de <i>Moringa oleifera</i> 1%	
— Extensibilidad (cm ²)	
— Hinchamiento (%)	
— pH (escala 0-14)	
— Concentración de proteínas totales (mg/dL)	
— Concentración de calcio (mg/dL)	
— Concentración de fosfato (mg/dL)	
5. Gel de goma xantana con extracto de <i>Salvia hispanica</i> 3%	
— Extensibilidad (cm ²)	
— Hinchamiento (%)	
— pH (escala 0-14)	
— Concentración de proteínas totales (mg/dL)	
— Concentración de calcio (mg/dL)	
— Concentración de fosfato (mg/dL)	
6. Gel de goma xantana con extracto de <i>Salvia hispanica</i> 2%	
— Extensibilidad (cm ²)	
— Hinchamiento (%)	
— pH (escala 0-14)	
— Concentración de proteínas totales (mg/dL)	
— Concentración de calcio (mg/dL)	
— Concentración de fosfato (mg/dL)	
7. Gel de goma xantana con extracto de <i>Salvia hispanica</i> 1%	
— Extensibilidad (cm ²)	
— Hinchamiento (mg/dL)	
— pH (escala 0-14)	
— Concentración de proteínas totales (mg/dL)	
— Concentración de calcio (mg/dL)	
— Concentración de fosfato (mg/dL)	
Propiedades físicas del esmalte	
8. Esmalte sin tratamiento	
— Luminosidad (Coordenadas L*a*b*)	
— Color (Coordenadas L*a*b*)	
— Variación de Color (ΔE) (Coordenadas L*a*b*)	
— Blancura (W) (Coordenadas L*a*b*)	
9. Esmalte desmineralizado con ácido fosfórico al 37%	
— Luminosidad (Coordenadas L*a*b*)	
— Color (Coordenadas L*a*b*)	
— Variación de Color (ΔE) (Coordenadas L*a*b*)	
— Blancura (W) (Coordenadas L*a*b*)	
10. Esmalte desmineralizado tratado con gel de flúor	

— Luminosidad (Coordenadas L*a*b*)	
— Color (Coordenadas L*a*b*)	
— Variación de Color (ΔE) (Coordenadas L*a*b*)	
— Blancura (W) (Coordenadas L*a*b*)	
11. Esmalte desmineralizado tratado con gel de extracto de <i>Moringa oleifera</i> 3%	
— Luminosidad (Coordenadas L*a*b*)	
— Color (Coordenadas L*a*b*)	
— Variación de Color (ΔE) (Coordenadas L*a*b*)	
— Blancura (W) (Coordenadas L*a*b*)	
12. Esmalte desmineralizado tratado con gel de extracto de <i>Moringa oleifera</i> 2%	
— Luminosidad (Coordenadas L*a*b*)	
— Color (Coordenadas L*a*b*)	
— Variación de Color (ΔE) (Coordenadas L*a*b*)	
— Blancura (W) (Coordenadas L*a*b*)	
13. Esmalte desmineralizado tratado con gel de extracto de <i>Moringa oleifera</i> 1%	
— Luminosidad (Coordenadas L*a*b*)	
— Color (Coordenadas L*a*b*)	
— Variación de Color (ΔE) (Coordenadas L*a*b*)	
— Blancura (W) (Coordenadas L*a*b*)	
14. Esmalte desmineralizado tratado con gel de extracto de <i>Salvia hispanica</i> 3%	
— Luminosidad (Coordenadas L*a*b*)	
— Color (Coordenadas L*a*b*)	
— Variación de Color (ΔE) (Coordenadas L*a*b*)	
— Blancura (W) (Coordenadas L*a*b*)	
15. Esmalte desmineralizado tratado con gel de extracto de <i>Salvia hispanica</i> 2%	
— Luminosidad (Coordenadas L*a*b*)	
— Color (Coordenadas L*a*b*)	
— Variación de Color (ΔE) (Coordenadas L*a*b*)	
— Blancura (W) (Coordenadas L*a*b*)	
16. Esmalte desmineralizado tratado con gel de extracto de <i>Salvia hispanica</i> 1%	
— Luminosidad (Coordenadas L*a*b*)	
— Color (Coordenadas L*a*b*)	
— Variación de Color (ΔE) (Coordenadas L*a*b*)	
— Blancura (W) (Coordenadas L*a*b*)	

Anexo D

Validación de Instrumento



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
Facultad de Odontología
Dpto. Formación Integral del Hombre
Metodología de Investigación

FORMATO PARA VALIDAR INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

A continuación se le presenta una serie de categorías para validar los ítems que conforman este instrumento, en cuanto a cinco (5) aspectos específicos y otros aspectos generales. Para ello, se presentan dos (2) alternativas (Sí-No) para que usted seleccione la que considere correcta.

Instrumento: Registro de Resultados

Experto: Tibisay Mathews Lobo

ÍTEM	ASPECTOS ESPECÍFICOS										
	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta		Mide lo que pretende		Lenguaje adecuado con el nivel que se trabaja		
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	✓		✓			✓		✓		✓	
2	✓		✓			✓		✓		✓	
3	✓		✓			✓		✓		✓	
4	✓		✓			✓		✓		✓	
5	✓		✓			✓		✓		✓	
6	✓		✓			✓		✓		✓	
7	✓		✓			✓		✓		✓	
8	✓		✓			✓		✓		✓	
9	✓		✓			✓		✓		✓	
10	✓		✓			✓		✓		✓	
11	✓		✓			✓		✓		✓	
12	✓		✓			✓		✓		✓	
13	✓		✓			✓		✓		✓	
14	✓		✓			✓		✓		✓	
15	✓		✓			✓		✓		✓	
16	✓		✓			✓		✓		✓	

ASPECTOS GENERALES	SÍ	NO	OBSERVACIONES
El instrumento contiene instrucciones para las respuestas	X		
Los ítems permiten el logro del objetivo relacionado con el diagnóstico	X		
Los ítems están presentes en forma lógica-secuencial	X		
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los	X		

ítems que hagan falta			
-----------------------	--	--	--

OBSERVACIONES: *dos ítems que conforman el instrumento se muestran en forma clara y responden a los objetivos planteados*

VALIDEZ	
APLICABLE	<input checked="" type="checkbox"/> NO APLICABLE
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES	

Validado por: *Tibisay Matheus*

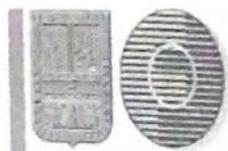
Cédula de Identidad: *10.106.854*

Fecha: *24/05/2022*

E-mail: *tibisay-matheus@hotmail.com*

Teléfono(s): *0414 -4156615*

Firma: *Tibisay Matheus J*



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
Facultad de Odontología
Dpto. Formación Integral del Hombre
Metodología de Investigación

Valencia, 2022

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Tibisay Matheus Lobo, en mi carácter de Farmaceuta y experta hago constar que he leído y revisado el instrumento para la recolección de datos de la investigación que desarrollan las ciudadanas Laura Bustos C.I: E-84.406.746 y María Caruci C.I: 25.147.588 que lleva por título **EFFECTO DEL GEL DE EXTRACTO DE MORINGA OLEÍFERA Y DEL GEL EXTRACTO DE SALVIA HISPÁNICA SOBRE LA REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE DE PREMOLARES EXTRAÍDOS EN CONDICIONES IN VITRO**, y por consiguiente certifico la validación del instrumento al determinar la adecuada presentación, pertenencia de la variable y congruencia con la misma, lo cual permitirá la recolección necesaria para la investigación.

Carta de Validación que se expide en Valencia, a los 29 días del mes Mayo del 2022.

Atentamente

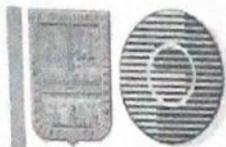
Tibisay Matheus

Firma del Validador

C.I: 10.106.859

Anexo D

Validación de Instrumento



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
Facultad de Odontología
Dpto. Formación Integral del Hombre
Metodología de Investigación

FORMATO PARA VALIDAR INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

A continuación se le presenta una serie de categorías para validar los ítems que conforman este instrumento, en cuanto a cinco (5) aspectos específicos y otros aspectos generales. Para ello, se presentan dos (2) alternativas (Si-No) para que usted seleccione la que considere correcta.

Instrumento: Cuadro de Registro de Resultados

Experto: José Géssime

ÍTEM	ASPECTOS ESPECÍFICOS									
	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta		Mide lo que pretende		Lenguaje adecuado con el nivel que se trabaja	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1	X		X			X	X		X	
2	X		X			X	X		X	
3	X		X			X	X		X	
4	X		X			X	X		X	
5	X		X			X	X		X	
6	X		X			X	X		X	
7	X		X			X	X		X	
8	X		X			X	X		X	
9	X		X			X	X		X	
10	X		X			X	X		X	
11	X		X			X	X		X	
12	X		X			X	X		X	
13	X		X			X	X		X	
14	X		X			X	X		X	
15	X		X			X	X		X	
16	X		X			X	X		X	

ASPECTOS GENERALES	SÍ	NO	OBSERVACIONES
El instrumento contiene instrucciones para las respuestas	X		
Los ítems permiten el logro del objetivo relacionado con el diagnóstico	X		
Los ítems están presentes en forma lógica-secuencial	X		
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los	X		

ítemes que hagan falta	<input checked="" type="checkbox"/>	
------------------------	-------------------------------------	--

OBSERVACIONES: _____

VALIDEZ	
APLICABLE	<input checked="" type="checkbox"/> NO APLICABLE
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES	

Validado por: José M. Gésime O.
 Cédula de Identidad: V-12930934
 Fecha: 25/05/22
 E-mail: jochegesi1977@gmail.com
 Teléfono(s): 04262161433

Firma: José Manuel Gésime Oriedo.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
Facultad de Odontología
Dpto. Formación Integral del Hombre
Metodología de Investigación

Valencia, 2022

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, José M. Géssime O., en mi carácter de especialista en Odontología y experta hago constar que he leído y revisado el instrumento para la recolección de datos de la investigación que desarrollan las ciudadanas Laura Bustos C.I: E-84.406.746 y María Caruci C.I: 25.147.588 que lleva por título **EFFECTO DEL GEL DE EXTRACTO DE MORINGA OLEÍFERA Y DEL GEL EXTRACTO DE SALVIA HISPÁNICA SOBRE LA REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE DE PREMOLARES EXTRAÍDOS EN CONDICIONES IN VITRO**, y por consiguiente certifico la validación del instrumento al determinar la adecuada presentación, pertenencia de la variable y congruencia con la misma, lo cual permitirá la recolección necesaria para la investigación.

Carta de Validación que se expide en Valencia, a los 25 días del mes 05 del 2022.

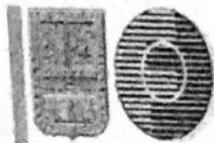
Atentamente

José M. Géssime O.
José Manuel Géssime Ornelas
Firma del Validador

C.I: V-12930934.

Anexo D

Validación de Instrumento



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
Facultad de Odontología
Dpto. Formación Integral del Hombre
Metodología de Investigación

Valencia, 2022

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Junedy MARCAÑO, en mi carácter de especialista en Bioanálisis y experta hago constar que he leído y revisado el instrumento para la recolección de datos de la investigación que desarrollan las ciudadanas Laura Bustos C.I: E-84.406.746 y María Carueí C.I: 25.147.588 que lleva por título **EFFECTO DEL GEL DE EXTRACTO DE MORINGA OLEÍFERA Y DEL GEL EXTRACTO DE SALVIA HISPÁNICA SOBRE LA REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE DE PREMOLARES EXTRAÍDOS EN CONDICIONES IN VITRO**, y por consiguiente certifico la validación del instrumento al determinar la adecuada presentación, pertenencia de la variable y congruencia con la misma, lo cual permitirá la recolección necesaria para la investigación.

Carta de Validación que se expide en Valencia, a los 25 días del mes 05 del 2022.

Atentamente

Firma del Validador

C.I: 8503107



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
Facultad de Odontología
Dpto. Formación Integral del Hombre
Metodología de Investigación

FORMATO PARA VALIDAR INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

A continuación se le presenta una serie de categorías para validar los ítems que conforman este instrumento, en cuanto a cinco (5) aspectos específicos y otros aspectos generales. Para ello, se presentan dos (2) alternativas (Sí-No) para que usted seleccione la que considere correcta.

Instrumento: CUADRO DE REGISTRO DE RESULTADOS ANEXO B

Experto: JUNED Y MARCELO AGUILERA

ÍTEM	ASPECTOS ESPECÍFICOS										
	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta		Mide lo que pretende		Lenguaje adecuado con el nivel que se trabaja		
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	✓		✓			✓		✓		✓	
2	✓		✓			✓		✓		✓	
3	✓		✓			✓		✓		✓	
4	✓		✓			✓		✓		✓	
5	✓		✓			✓		✓		✓	
6	✓		✓			✓		✓		✓	
7	✓		✓			✓		✓		✓	
8	✓		✓			✓		✓		✓	
9	✓		✓			✓		✓		✓	
10	✓		✓			✓		✓		✓	
11	✓		✓			✓		✓		✓	
12	✓		✓			✓		✓		✓	
13	✓		✓			✓		✓		✓	
14	✓		✓			✓		✓		✓	
15	✓		✓			✓		✓		✓	
16	✓		✓			✓		✓		✓	

ASPECTOS GENERALES	SÍ	NO	OBSERVACIONES
El instrumento contiene instrucciones para las respuestas	✓		
Los ítems permiten el logro del objetivo relacionado con el diagnóstico	✓		
Los ítems están presentes en forma lógica-secuencial	✓		
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los	✓		

ítemes que hagan falta			
------------------------	--	--	--

OBSERVACIONES: POR FAVOR, VERIFICAR UNIDADES DE
 MEDIDAS EN LA CONCENTRACIÓN DE CALCIO Y FOSFORO
 EN LAS INYECCIONES DE MORINGA Y SALVIA
 EN LAS DIFERENTES CONCENTRACIONES

VALIDEZ	
APLICABLE	NO APLICABLE
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES	

Validado por: JUMEDY MARCAÑO PEQUERA

Cédula de Identidad: 9503107

Fecha: 31-05-2022

E-mail: jcmarcano@uc.edu.ve

Teléfono(s): 0426-5460053

Firma: _____

Jumedy Marcáno

Anexo E
Carta de Permiso Institucional



Valencia, 07 de Julio del 2022

DPF0/072/-2022

Bachilleres:
LAURA BUSTOS H.
MARIA A. CARUCI P.

Reciban un cordial saludo, para su conocimiento y fines consiguientes, cumpla en informarles que fue aprobado la solicitud de la recolección de muestras dentales específicamente Premolares, extraídos por motivos ortodóntico, con fines estrictamente investigativos, con el fin de demostrar el **"EFECTO DEL GEL DE EXTRACTO DE MORINGA OLEIFERA Y DEL GEL EXTRACTO DE SALVIA HISPANICA SOBRE LA SEMINERALIZACION DEL ESMALTE DE PREMOLARES EXTRAIDOS EN CONDICIONES IN VITRO"**, dichas extracciones se realizaran en las instalaciones del Postgrado de Ortopedia Dentofacial y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo.

Sin otro particular a que hacer referencia y deseándole el mayor de los éxitos, se despide de ustedes

Atentamente


Prof. Belkis Dommar
Directora de Postgrado



ED/ej -

Anexo E

Carta de Permiso Institucional



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
Facultad Experimental de Ciencia y Tecnología
Departamento de Química
Laboratorio de Alimentos

Valencia, 11 de Julio de 2022

CONSTANCIA

Quien suscribe **Dra. Nancy SALINAS**, responsable del laboratorio de Alimentos del Departamento de Química, por medio de la presente hago constar que las Bachilleres: **LAURA BUSTOS**, portadora de la cédula de identidad **E-84.406.746**, y **MARÍA CARUCI** portadora de la cédula de identidad **V-25.147.588** se encuentra desarrollando algunos experimentos relacionados con el trabajo especial de grado titulado: “ **EFEECTO DEL GEL DE EXTRACTO DE MORINGA OLEÍFERA Y DEL GEL EXTRACTO DE SALVIA HISPÁNICA SOBRE LA REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE DE PREMOLARES EXTRAÍDOS EN CONDICIONES IN VITRO** ”, bajo la tutoría de **la Prof. Mariela Pérez**. El laboratorio se encuentra ubicado en las instalaciones de la Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología (FACYT) de la Universidad de Carabobo.

Sin más que agregar.

Atentamente,

Prof. Dra. Nancy Salinas

Anexo E

Carta de Permiso Institucional



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
 FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
 DPTO. DE FORMACIÓN INTEGRAL DEL HOMBRE
 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Carta de Permiso Institucional

Prof. José Gésime
 Unidad Curricular Bioquímica
 Facultad de Odontología
 Universidad de Carabobo

Por medio de la presente, nosotras, LAURA BUSTOS C.I: E-84.406.746 y MARÍA CARUCI C.I: 25.147.588 estudiantes de pregrado, cursantes del 5to año de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo, solicitamos su permiso para hacer uso de su laboratorio para la realización de las pruebas correspondientes de nuestro proyecto de investigación, el cual se titula "EFECTO DEL GEL DE EXTRACTO DE MORINGA OLEÍFERA Y DEL GEL EXTRACTO DE SALVIA HISPÁNICA SOBRE LA REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE DE PREMOLARES EXTRAÍDOS EN CONDICIONES IN VITRO" la cual se encuentra adscrita a la Línea de Investigación Biología Humana en el Área de Salud Pública y Bioética de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo, y en la estructura de investigación UNIMPA, bajo el acompañamiento y tutela de la docente MARIELA PÉREZ C.I: 7.144.139.

Cuyo objetivo es: **Demostrar el efecto del gel de extracto *Moringa oleifera* y del gel de extracto de *Salvia hispanica* sobre la remineralización del esmalte de premolares extraídos en condiciones in vitro.**

Los experimentos a realizar competen la realización de un gel de extracto *Moringa oleifera* y un gel de extracto de *Salvia hispanica* a diferentes concentraciones, así como la medición de su densidad, pH, hinchamiento y extensión.

Agradecemos su atención y colaboración y quedamos a la espera de su respuesta.

Laura K. Bustos H.
 C.I.: E-84 406 746
 María A. Caruci P.

C.I.: 25 147 588
 Lugar y fecha: Barbora 4 de Julio de 2022

Firma de aceptación: José M. Gésime O.

Anexo F
Constancia de Aprobación



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA
DPTO. FORMACIÓN INTEGRAL DEL HOMBRE
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN
CAMPUS BÁRBULA

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

En carácter de tutoras del trabajo final de investigación, Titulado: **EFEECTO DEL GEL DE EXTRACTO DE MORINGA OLEIFERA Y DEL GEL EXTRACTO DE SALVIA HISPANICA SOBRE LA REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE DE PREMOLARES EXTRAÍDOS EN CONDICIONES IN VITRO**, presentado por las bachilleres: **María Carucí, C.I: V- 25.147.588** y **Laura Bustos, C.I.: E- 84.406.746**, consideramos que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser aprobado y sometido a la presentación pública y evaluación.

En Bárbula, a los _____ días del mes _____ del 2022.

TUTORA DE CONTENIDO

Mariela Pérez

C.I. V- 7.144.139

ASESORA METODOLÓGICA

Nubia Brito

C.I. V-7.102.756

Anexo G

Certificado de Bioética



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
COMISIÓN OPERATIVA DE BIOÉTICA Y BIOSEGURIDAD

CERTIFICADO BIOÉTICO

FECHA:

15 / 11 / 2022

N° de control COBB: Tp-55-2022

TIPO DE TRABAJO: Ascenso () Informe de investigación () Trabajo de grado (X)

Responsables de la Investigación:

1.- María A. Caruci P.	C.I. Nro 25.147.588
2.- Laura K. Bustos H.	C.I. Nro 84.406.746
3.- Mariela D. Pérez D.	C.I. Nro 7.144.139

Titulo:

EFFECTO DEL GEL DE EXTRACTO DE MORINGA OLEÍFERA Y DEL GEL EXTRACTO DE SALVIA HISPÁNICA SOBRE LA REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE DE PREMOLARES EXTRAÍDOS EN CONDICIONES IN VITRO

Las condiciones de aprobación, han sido previamente establecidas para la aplicación de esta investigación.

La aprobación incluye:

SE CERTIFICA QUE LA INFORMACIÓN CONTENIDA ES VERDADERA, COMO CONSTA EN LOS REGISTROS DE LA COMISIÓN OPERATIVA DE BIOÉTICA Y BIOSEGURIDAD DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA (COBB/FOUC).

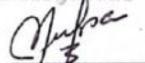
SE CERTIFICA QUE LA INVESTIGACIÓN ESTÁ EN TOTAL ACUERDO CON LAS PAUTAS, PROPUESTAS Y REGULACIONES NACIONALES E INTERNACIONALES ESTABLECIDAS A TAL EFECTO.

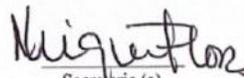
EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA DE APROBACIÓN INICIAL, LA ETAPA DE SEGUIMIENTO, COMO EL RESGUARDO DE LOS CONSENTIMIENTOS INFORMADOS APLICADOS, SON RESPONSABILIDAD DEL INVESTIGADOR (ES).

CERTIFICADO BIOÉTICO EMITIDO POR LA COMISIÓN OPERATIVA DE BIOÉTICA Y BIOSEGURIDAD DE LA FOC, REQUISITO PREVIO A LA PRESENTACIÓN PÚBLICA DE LA INVESTIGACION.


Coordinador (a)

Universidad de Carabobo
Facultad de Odontología
Comisión de Bioética y
Bioseguridad


Miembro


Secretario (a)

María Caruci

Anexo H

Carta de Aceptación del Tutor de Contenido



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
 FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
 DEPARTAMENTO FORMACIÓN INTEGRAL DEL HOMBRE
 CAMPUS BÁRBULA

CARTA DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR DE CONTENIDO

Yo, Yanilda Pérez D: Titular de la Cédula de Identidad N°
7144139, de Profesión Odontólogo.

Por la presente hago constar que acepto asesorar en calidad de Tutor el Trabajo Final de Investigación elaborado por el (la) Ciudadano(a):

- 1.) Bustos Laura C.I.: E-84.406.746.
- 2.) Caruci Maria C.I.: V-25.147.588.

Cuyo Título es: Efecto del gel de extracto de Moringa
oleifera y del gel de extracto de Salvia hispanica
sobre la remineralización del esmalte de pre-
molares extraídos en condiciones in vitro.

Dicha tutoría comprende desde la elaboración del Proyecto de Investigación hasta la presentación y entrega del Trabajo Final.

En Bárbula, a los 11 días del mes de Marzo de 2021.

Firma: [Firma manuscrita]
 C.I.: 7144139