



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA**



**EFECTO REMINERALIZADOR IN VITRO DE LA ARCILLA  
“CHACO” EN LESIONES INCIPIENTES DEL ESMALTE, PUNO-  
2024**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. ANA PAOLA QUISPE VENEGAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**CIRUJANO DENTISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



NOMBRE DEL TRABAJO

**EFFECTO REMINERALIZADOR IN VITRO D  
E LA ARCILLA "CHACO" EN LESIONES IN  
CIPIENTES DEL ESMALTE, PUNO-2024**

AUTOR

**ANA PAOLA QUISPE VENEGAS**

RECUENTO DE PALABRAS

**20889 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**113142 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**127 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**8.2MB**

FECHA DE ENTREGA

**Aug 22, 2024 5:59 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Aug 22, 2024 6:01 PM GMT-5**

● **19% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 6% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)

  
Dra. Shirena Cruz Flores Alagón  
Médico Quirologo Otorinolaringólogo  
COP 17267  
Calle 1 - Puno

  
Dr. Henry Quispe Cruz  
COP 21296  
ESPECIALISTA EN ORTODONCIA Y  
ORTOPEDIA MAXILAR

Resumen



## DEDICATORIA

A mi papito Fredy y mamita Lucila, cuyo amor puro y apoyo incondicional me han sostenido siempre y a mis hermanitos, Fernando, Karla y Adrián, quienes han sido mi inspiración y alegría constante.

**Ana Paola Quispe Venegas**



## AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Fredy Quispe y Lucila Venegas, y mis queridos hermanos, Fernando, Karla y Adrián, quienes no solo fueron mis pilares inquebrantables, sino también mis primeros pacientes y compañeros de vida y motivadoras constantes en el proceso de este último peldaño de mi travesía universitaria de pregrado.

A mi asesora, la Dra. Sheyla Cervantes Alagón, por su inquebrantable orientación y apoyo durante todo este proceso, guiándome con su experiencia y sabiduría.

A mis jurados calificadores, Dr Jhony Rodriguez, Dra Yudy Tapia y Dr Ronald Enriquez, por sus acertadas críticas constructivas para mi trabajo de investigación.

A las clínicas dentales Family Dent y Aesthetic Dent, por su generosa donación de piezas dentarias y por permitirme el uso de sus instalaciones, facilitando así la realización de mi investigación.

Finalmente, mi gratitud se extiende a los laboratorios y su personal, al Lic. Gonzalo del Laboratorio de Virología y Biología de la Salud, Facultad de Ciencias Biológicas, así como al Sr. Martín del Laboratorio de Bioquímica, Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia ambos pertenecientes a la Universidad Nacional del Altiplano, por brindarme los recursos y el entorno necesarios para llevar a cabo esta investigación con éxito.

**Ana Paola Quispe Venegas**



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>16</b>
1.2.1. Problema general .....	16
1.2.2. Problemas específicos.....	16
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>19</b>
1.4.1. Hipótesis General:.....	19
1.4.2. Hipótesis Específicos:.....	19
<b>1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>20</b>
1.5.2. Objetivo General.....	20
1.5.3. Objetivos Específicos .....	20

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA



<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	22
<b>2.2. MARCO TEÓRICO</b> .....	28
2.2.1. Caries: .....	28
2.2.1.1. Concepto: .....	28
2.2.1.2. Lesión incipiente .....	29
2.2.1.3. Etiología: .....	31
2.2.1.3. Epidemiología: .....	34
2.2.2. Remineralización .....	38
2.2.1.4. Concepto: .....	38
2.2.1.5. Materiales remineralizadores: .....	40
2.2.3. Arcilla “Chaco”: .....	46
2.2.3.1. Concepto: .....	46
2.2.3.2. Composición: .....	47
2.2.3.3. Propiedades: .....	49

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN:</b> .....	53
3.1.1. Ámbito general: .....	53
3.1.2. Ámbito específico: .....	53
<b>3.2. PERIODO DE DURACIÓN:</b> .....	53
<b>3.3. DISEÑO, TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> .....	54
<b>3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO</b> .....	54
3.4.1. Población. ....	54
3.4.2. Tamaño de la Muestra.....	54
3.4.3. Criterios de Selección.....	54



3.4.3.1. Criterios de inclusión .....	54
3.4.3.2. Criterios de exclusión.....	55
<b>3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....</b>	<b>57</b>
3.4.1. Técnica:.....	57
3.4.2. Instrumentos: .....	57
<b>3.5. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....</b>	<b>57</b>
3.5.1. Recolección, selección y almacenamiento de piezas dentales:.....	57
3.5.2. Obtención y preparación del “Chaco” .....	58
3.5.3. Preparación colorímetro de azul de Metileno (GRIMEP) .....	58
3.5.4. Preparación de las muestras (Desmineralización) .....	60
3.5.5. Cuantificación post-desmineralización.....	60
3.5.6. Almacenamiento de las piezas durante el procedimiento .....	61
3.5.7. Procedimientos de remineralización:.....	61
3.5.8. Cuantificación post-remineralización (Anexo 10):.....	62
<b>3.6. CONSIDERACIONES ÉTICAS .....</b>	<b>63</b>
<b>3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>63</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
<b>4.1. RESULTADOS.....</b>	<b>66</b>
<b>4.2. DISCUSIÓN .....</b>	<b>78</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>82</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>84</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>95</b>

ÁREA : Cariología



**LÍNEA:** Diagnóstico, tratamiento y rehabilitación del sistema estomatognático

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 27 de agosto del 2024



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Composición química de la arcilla “ <i>Chaco</i> ” por zona y tratamiento, en cuatro distritos de la región de Puno.....	50
<b>Tabla 2</b> Operacionalización de variables .....	56
<b>Tabla 3</b> Volumen, Concentración de Azul de Metileno / Agua Destilada.....	59
<b>Tabla 4</b> Escala de Colorímetro de azul de Metileno (GRIMEP) .....	61
<b>Tabla 5</b> Mineralización del esmalte mediante la técnica de la colorimetría antes de someter a las muestras a la remineralización. ....	66
<b>Tabla 6</b> Comparación del grupo experimental de la remineralización a los 3 y 7 días de aplicación de la arcilla “ <i>Chaco</i> ”.....	67
<b>Tabla 7</b> Comparación del grupo control positivo de la remineralización a los 3 y 7 días de aplicación de la pasta “ <i>Mi Paste</i> ”.....	69
<b>Tabla 8</b> Comparación de la mineralizador de la arcilla “ <i>Chaco</i> ” con el grupo control positivo (pasta <i>Mi paste</i> ) a los 3 y 7 días de aplicación.....	71
<b>Tabla 9</b> Comparación de la arcilla “ <i>Chaco</i> ” con el grupo control negativo a los 3 y 7 días de aplicación. ....	74
<b>Tabla 10</b> Mineralización del esmalte mediante la técnica de la colorimetría después de someter a las muestras a la remineralización a los 3 y 7 días de aplicación.....	76
<b>Tabla 11</b> Datos estadísticos de la mineralización del esmalte antes de someter a las muestras a la remineralización.....	121
<b>Tabla 12</b> Estadísticas descriptivas para el grupo experimental para la remineralización a los 3 y 7 días de aplicación de la arcilla “ <i>Chaco</i> ”.....	122
<b>Tabla 13</b> Estadísticas descriptivas para el grupo control positivo para el efecto de remineralización a los 3 y 7 días de aplicación de la pasta “ <i>Mi Paste</i> ”. ....	123



<b>Tabla 14</b>	Estadísticas descriptivas para la remineralización de la arcilla “ <i>Chaco</i> ” con el grupo control positivo (pasta Mi paste) a los 3 y 7 días de aplicación .....	124
<b>Tabla 15</b>	Estadísticas descriptivas para la remineralización de la arcilla “ <i>Chaco</i> ” con el grupo control negativo a los 3 y 7 días de aplicación. ....	125
<b>Tabla 16</b>	Datos estadísticos de la mineralización del esmalte después de someter a las muestras a la remineralización. ....	126



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Caries del esmalte. Esquema de las zonas microscópicas de la caries del esmalte.....	31
<b>Figura 2</b> Bacterias Capa superficial del Esmalte (CA078.47WS).....	34
<b>Figura 3</b> Eventos de Flujo de iones entre la saliva, la biopelícula y el esmalte.....	40
<b>Figura 4</b> Estructura cristalina de la Montmorillonita.....	48
<b>Figura 5</b> Mineralización del esmalte antes de someter a las muestras a la remineralización.....	121
<b>Figura 6</b> Comparación a los 3 y 7 días de aplicación de la arcilla “Chaco”.....	122
<b>Figura 7</b> Comparación a los 3 y 7 días de aplicación de la pasta “Mi Paste”.....	123
<b>Figura 8</b> Comparación de Grupo Experimental y Grupo Control Positivo a los 3 y 7 días de aplicación.....	124
<b>Figura 9</b> Comparación de Grupo Experimental y Grupo Control Negativo a los 3 y 7 días de aplicación.....	125
<b>Figura 10</b> Mineralización del esmalte después de someter a las muestras a la remineralización.....	126



## ACRÓNIMOS

CDC:	Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades de Perú.
OMS:	Organización Mundial de la Salud.
NaF:	Fluoruro de Sodio.
CPP-ACP:	Caseína-Fosfato de Calcio-Amorfo.
GBD:	Carga Global de Enfermedades.
ICDAS:	Sistema Internacional de Detección y Evaluación de Caries.
FOTI:	Transiluminación
MEB:	Microscópico Electrónico de Barrido
EDS:	Espectroscopia de Dispersión de Energía
TEM:	Microscopia Electrónica de Transmisión
FTIR:	Espectroscopia de Infrarrojo por Transformada de Fourier
ECM:	Método de conductividad eléctrica
CPO-D:	Dientes cariados, obturados y perdidos
HA:	Hidroxiapatita
CSP:	Fosfosilicato de calcio y sodio
UNA:	Universidad Nacional del Altiplano
SUNEDU:	Superintendencia Nacional de Educación Universitaria.



## RESUMEN

Este estudio busca determinar el efecto remineralizador de la arcilla “Chaco” en las lesiones incipientes del esmalte en Puno-2024. Para ello, se tomaron 10 piezas dentarias, que se fraccionaron para formar tres grupos. Dos de estos grupos se sometieron a un proceso de desmineralización artificial, posteriormente, uno se expuso a la arcilla “Chaco” formando el grupo experimental, otro grupo se sometió a la pasta “Mi Paste” conformando el control positivo y el otro grupo no fue sometido a ningún procedimiento siendo el control negativo. Los resultados mostraron que, antes de la remineralización, el grupo experimental y el control positivo tenían una mineralización "Mala", mientras que el control negativo presentaba una mineralización "Buena". Tras 3 y 7 días, el grupo experimental mejoró a "Moderada" y el control positivo a "Buena", mientras que el control negativo mantuvo una mineralización "Buena", sin embargo, evidenció tinciones por el uso del metileno. La prueba ANOVA mostró diferencias significativas entre los tiempos de medición ( $p < 2e-16$ ), indicando mejoras a corto plazo. No se encontraron diferencias significativas entre la arcilla "Chaco" y la pasta Mi Paste ( $F = 0.262$ ,  $p = 0.611$ ). Post-Hoc confirmaron diferencias significativas entre las mediciones iniciales y posteriores ( $p < 0.001$ ), destacando el impacto del tiempo de aplicación. Se concluye que la arcilla "Chaco" tiene un efecto remineralizador significativo sobre las lesiones cariosas incipientes del esmalte, mostrando una eficacia creciente en los primeros 3 días de aplicación y luego estabilizándose, pasando de "Mala" a "Buena".

**Palabras clave:** Arcilla Chaco, Caries dental, In vitro, Pastas remineralizantes, Remineralización.



## ABSTRACT

This study seeks to determine the remineralizing effect of “Chaco” clay on incipient enamel lesions in Puno-2024. To do this, 10 teeth were taken, which were divided to form three groups. Two of these groups underwent an artificial demineralization process, subsequently, one was exposed to the “Chaco” clay, forming the experimental group, another group was subjected to the “Mi Paste” paste, forming the positive control, and the other group was not exposed. subjected to any procedure being the negative control. The results showed that, before remineralization, the experimental group and the positive control had "Poor" mineralization, while the negative control had "Good" mineralization. After 3 and 7 days, the experimental group improved to "Moderate" and the positive control to "Good", while the negative control maintained a "Good" mineralization, however it showed staining due to the use of methylene. The ANOVA test showed significant differences between measurement times ( $p < 2e-16$ ), indicating short-term improvements. No significant differences were found between "Chaco" clay and Mi Paste paste ( $F = 0.262$ ,  $p = 0.611$ ). Post-Hoc confirmed significant differences between initial and subsequent measurements ( $p < 0.001$ ), highlighting the impact of application time. It is concluded that "Chaco" clay has a significant remineralizing effect on incipient carious lesions of the enamel, showing increasing effectiveness in the first 3 days of application and then stabilizing, going from "Poor" to "Good".

**Keywords:** Chaco Clay, Dental caries, In vitro, Remineralizing pastes, Remineralization.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La caries es una enfermedad que se define como la disbiosis de los microorganismos en la cavidad oral, lo que significa que existe un desequilibrio entre el proceso continuo de desmineralización y remineralización, causado por la disminución del pH (acidez) debido a la proliferación descontrolada de bacterias, como el *Streptococcus mutans*. La primera manifestación clínica de esta enfermedad son las lesiones incipientes del esmalte, que se caracteriza por tener una región delimitada, aspecto opaco y superficie rugosa (1–3). La caries es una enfermedad altamente prevalente en la región de Puno, a nivel nacional en el 2017 se identificó un 98% de la población adulta con caries (4).

Actualmente, la odontología propone tratamientos conservadores, como la remineralización, con el fin de preservar el tejido dentario sano sin desgaste, para este procedimiento existen diversos productos comercializados que actúan bajo diversos mecanismos de acción, por ejemplo, gracias a la acción del flúor, actúan reemplazando la porción Hidroxi de la Hidroxiapatita por Flúor obteniéndose Fluorapatita (5,6); también, estos productos contienen iones de calcio, fosfato y sodio que se unen al biofilm dental, que al relacionarse con los iones de hidrógeno superficiales generan sustancias que por diferencia de concentración penetran la superficie dental y al actuar con el agua promueven la remineralización del esmalte (7,8). Sin embargo, estos tratamientos a veces se consideran costosos y poco conocidos (9).

En Puno, se identifica un 41% de pobreza total (10); por esta razón, se propone el



estudio del “*Chaco*”, un tipo de arcilla que contiene 18 elementos químicos, como calcio, magnesio, sodio, fósforo, entre otros (11), los cuales están inmersos en los procesos de remineralización (12). La arcilla del “*Chaco*”, tiene propiedades fisicoquímicas similares a la arcillas del grupo bentonita y la caolinita, como la capacidad de intercambio catiónico y la capacidad de adsorción, que actúan equilibrando el pH de una solución y promoviendo los procesos de remineralización (13,14). Se tienen diferentes yacimientos de este mineral, de los cuales se resaltan los yacimientos de Azángaro, Tiquillaca, Acora y Asillo, de las cuales el “*Chaco*” de Asillo, contienen Fe, Mg, F, Br, Ca, Ti, W, entre otros, que actúan en los procesos de la remineralización (15). Por lo tanto, se propone el presente estudio in vitro, acerca del “*Chaco*”, para determinar su eficacia remineralizadora, recreando un ambiente similar a las condiciones bucales normales y someter a piezas dentales premolares a un proceso de desmineralización artificial para después aplicar la pasta del “*Chaco*” purificado en la zona de desmineralización (mancha blanca) y realizar la medición por el método de la colorimetría. En este contexto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto remineralización in vitro del “*Chaco*” en piezas dentales premolares con lesiones cariosas incipientes de esmalte en Puno, 2024?

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema general**

- ¿Cuál es el efecto de remineralización in vitro del “*Chaco*” en piezas dentales premolares con lesiones cariosas incipientes de esmalte en Puno, 2024?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es el grado de mineralización de las muestras antes de ser sometidas a la remineralización?



- ¿Cuál es la remineralización de la arcilla “*Chaco*” a los 3 y 7 días de aplicación del “*Chaco*” sobre las lesiones cariosas incipientes del esmalte?
- ¿Cuál es la remineralización de la pasta “*Mi Paste*” a los 3 y 7 días de aplicación sobre las lesiones cariosas incipientes del esmalte?
- ¿Cuál es la remineralización de la arcilla “*Chaco*” comparado con el grupo control positivo (pasta *Mi paste*) sobre las lesiones incipientes de esmalte en Puno, 2024?
- ¿Cuál es la remineralización de la arcilla “*Chaco*” comparado con el grupo control negativo sobre las lesiones incipientes de esmalte en Puno, 2024?
- ¿Cuál es el efecto de remineralización de las muestras después de ser sometidas a las remineralización con la arcilla “*Chaco*” a los 3 y 7 días de aplicación en concentración óptima?

### 1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Según el Instituto Peruano de Economía, en enero de 2024, la región de Puno fue catalogada como la más empobrecida, con una tasa de 41%. Este aspecto se relaciona con una tasa de analfabetismo del 10.5% y solo un 25.4% de la población que accede a la educación superior (10). Estos indicadores, guardan relación con el hecho de que la población muestra poco o ningún interés en cuidar su salud, este aspecto se refleja en el hecho de que las personas solo recurren a la atención odontológica cuando presentan cuadros de odontalgia (4).

La falta de información acerca del cuidado de la salud oral conlleva a una higiene dental deficiente, lo que a su vez resulta en lesiones a los tejidos de protección y soporte, como las encías, el ligamento periodontal y el hueso alveolar, estas lesiones se traducen en enfermedades como la gingivitis y la periodontitis. Asimismo, también se produce un



deterioro en los tejidos duros, como el esmalte y la dentina, lo que da lugar a la formación de caries de esmalte y dentina.

En este estudio nos enfocaremos en las caries. Según el más reciente informe emitido por el Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades de Perú (CDC) en 2005, se registró en la región de Puno aproximadamente una tasa de prevalencia de caries de 89.43% (16), lo que la convierte en un prioritario problema de Salud que debería abordarse con mayor énfasis e interés.

Para abordar esta situación, disponemos de tratamientos estandarizados que se clasifican en consonancia con los tres niveles de prevención definidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). En primer lugar, la prevención primaria se enfoca en evitar la manifestación de la enfermedad. La prevención secundaria, por su parte, se centra en el diagnóstico y tratamiento temprano de enfermedades incipientes. Por último, la prevención terciaria tiene como objetivo mitigar el daño a través de tratamientos rehabilitadores (17).

Según lo mencionado, la razón principal del presente estudio es explorar alternativas de tratamientos preventivos accesibles para la población, con el propósito de reducir el avance de la caries. Para ello, se propone investigar la arcilla del “Chaco” como parte de las estrategias de prevención primaria y secundaria, ya que los minerales componentes de esta arcilla, se encuentran en pastas dentales comerciales, además de poseer propiedades físico químicas, que son las promotoras de los procesos de remineralización. El “Chaco” ha demostrado poseer propiedades que inhiben la proliferación de microorganismos y, debido a su pH alcalino, contrarresta los niveles de acidez que contribuyen a la aparición de caries, además de tener la capacidad de adsorción y cambiador catiónico (18,19).



Por lo tanto, este estudio in vitro determinará la eficacia remineralizadora del “Chaco” en piezas dentarias premolares, poniéndolo en contraste con un grupo de control positivo (Recaldent), que tiene en su composición CPP-ACP con flúor que fortalece el esmalte para prevenir la aparición de caries o inhibiendo la formación de la enzima proteasa que participa en la generación del ácido láctico y también adhiriéndose al esmalte para intercambiar iones y promover la remineralización del esmalte (2).

Este es un mineral del que se dispone un conocimiento limitado en la odontología, especialmente en lo que se refiere a su capacidad de promover la remineralización dentaria. Por esta razón, se plantea llevar a cabo este estudio in vitro del “Chaco”, y en caso de obtener resultados positivos, ofrecer a la población una alternativa asequible y económica para el cuidado de su salud oral desde una perspectiva preventiva. Además, contribuirá en revalorar los recursos minerales que tiene nuestra región y ser pionera para futuras investigaciones que utilicen este mineral en este contexto.

## **1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Hipótesis General:**

H1: El “Chaco” tiene una buena remineralización sobre las lesiones cariosas incipientes de esmalte en Puno, 2024.

H0: El “Chaco” tiene una mala remineralización sobre las lesiones cariosas incipientes de esmalte en Puno, 2024.

### **1.4.2. Hipótesis Específicas:**

- La mineralización de las muestras antes de ser sometidas a la remineralización con la arcilla Chaco en concentración óptima es mala.
- La remineralización de la arcilla “Chaco” a los 3 y 7 días mostrará diferencias significativas, siendo más efectiva a los 7 días.



- La remineralización de la pasta “Mi Paste” a los 3 y 7 días mostrará diferencias significativas, siendo más efectiva a los 7 días.
- La remineralización de la arcilla “Chaco” comparada con el grupo control positivo (pasta Mi paste) sobre las lesiones incipientes de esmalte en Puno, mostrará mejores resultados con el uso de la pasta “Mi Paste”.
- La remineralización de la arcilla “Chaco” comparada con el grupo control negativo, mostrará diferencias significativas con mejoras observadas solo en el grupo experimental.
- El efecto mineralizador de las muestras después de ser sometidas a la remineralización con la arcilla Chaco en concentración óptima es buena.

## **1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.2. Objetivo General**

Determinar el efecto de remineralización de la arcilla “Chaco” en las lesiones cariosas incipiente de esmalte por la técnica de colorimetría en Puno, 2024.

### **1.5.3. Objetivos Específicos**

- Analizar la mineralización del esmalte mediante la técnica de la colorimetría antes de someter a las muestras a la remineralización.
- Comparar la remineralización a los 3 y 7 días de aplicación de la arcilla “Chaco” sobre las lesiones cariosas incipientes del esmalte del grupo experimental.
- Comparar la remineralización a los 3 y 7 días de aplicación de la pasta “Mi Paste” sobre las lesiones cariosas incipientes del esmalte del grupo control positivo.



- Comparar la remineralización de la arcilla “*Chaco*” con el grupo control positivo (pasta Mi paste) a los 3 y 7 días de aplicación sobre las lesiones incipientes de esmalte en las piezas de en Puno, 2024.
- Comparar la remineralización de la arcilla “*Chaco*” con el grupo control negativo a los 3 y 7 días de aplicación en Puno, 2024.
- Evaluar el efecto remineralizador de la arcilla “*Chaco*” mediante la técnica de la colorimetría después de someter a las muestras a la remineralización a los 3 y 7 días de aplicación.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

**Soares-Yoshikawa, A., Varanda, T., Iwamoto, et al. (2021) Sao Paulo-Brasil. En su artículo titulado “Fluoride release and remineralizing potential of varnishes in early caries lesions in primary teeth.”** Evaluó la liberación de flúor y la capacidad de remineralización de barnices dentales que contenían diferentes formulaciones de fluoruro en lesiones tempranas de caries en dientes primarios. Se analizó la liberación de flúor a lo largo del tiempo y se aplicaron los barnices en bloques de esmalte con lesiones de caries tempranas, sometiéndolos luego a un ciclo de pH. Los resultados revelaron que todos los barnices liberaron flúor, con la formulación que contenía un 5 % de NaF junto con CPP-ACP mostrando la mayor liberación en varios puntos a lo largo del tiempo. Todos los barnices lograron reducir la profundidad de las lesiones de caries en comparación con el grupo control negativo, y no se observaron diferencias significativas entre los barnices en términos de la profundidad de la lesión y la composición mineral. En resumen, todos los barnices de fluoruro demostraron un potencial para mejorar la remineralización de lesiones tempranas de caries en dientes primarios, con la formulación que contenía un 5 % de NaF junto con CPP-ACP mostrando una liberación de flúor más elevada en momentos específicos del estudio (5).

**Juarez Lopez, M., Gómez Rivas, Y., Murrieta Pruneda, F. (2021) Ciudad de México-México. En su artículo titulado “Fosfopéptido de caseína-fosfato de calcio amorfo más cepillado con un dentífrico fluorurado en la**



**remineralización de caries incipiente.”** El estudio comparó el efecto preventivo y remineralizante del fosfopéptido de **caseína**-fosfato de calcio-amorfo (CPP-ACP) en forma de goma de mascar y crema dental. Se realizó un ensayo clínico con 90 estudiantes de 11 hasta los 13 años durante tres meses, utilizando 971 superficies dentales, algunas sin caries y otras con lesiones incipientes. Los participantes se dividieron en tres grupos: goma de mascar con CPP-ACP, crema dental con CPP-ACP y un grupo de control. La evaluación se realizó utilizando fluorescencia láser. Se observó una disminución en los valores de fluorescencia después de los tratamientos. En dientes libres de caries, la goma de mascar con CPP-ACP mostró la mayor reducción en la fluorescencia, seguida de la crema con CPP-ACP y el grupo de control. En dientes con lesiones cariosas incipientes, la goma de mascar con CPP-ACP también fue más efectiva en la remineralización y evita el avance de caries en comparación con la crema con CPP-ACP y el grupo de control. En resumen, el estudio concluyó que el CPP-ACP en forma de goma de mascar tuvo un efecto más eficiente en la remineralización y prevención de lesiones cariosas incipientes en contraste con la crema dental con CPP-ACP y el grupo de control (8).

**Thierens, L., Moerman, S., Van Elst, C., et al. (2019) Gante-Bélgica.** En su artículo titulado **“The in vitro remineralizing effect of CPP-ACP and CPP-ACPF after 6 and 12 weeks on initial caries lesión.”** El estudio investigó los efectos de agentes promotores de la remineralización que contenían fosfato de calcio amorfo estabilizado con fosfopéptido de caseína (CPP-ACP) o CPP-ACP en combinación con fluoruro (CPP-ACPF) en lesiones de manchas blancas artificiales durante 6 y 12 semanas. Se crearon lesiones en premolares y se dividieron en cuatro grupos: CPP-ACP, CPP-ACPF, pasta de dientes



convencional y grupo de control sin tratamiento. Se aplicaron los agentes diariamente y se evaluaron las lesiones. La aplicación de CPP-ACP y CPP-ACPF redujo significativamente la desmineralización en comparación con los grupos de control a las 6 y 12 semanas. La profundidad de la lesión disminuyó con CPP-ACP y CPP-ACPF, mientras que aumentó en los grupos de control. Además, el contenido mineral aumentó después de 12 semanas, especialmente con CPP-ACP. En resumen, el uso a largo plazo de CPP-ACP y CPP-ACPF junto con una pasta dental convencional mostró beneficios en la recuperación de lesiones de caries subsuperficiales in vitro (7).

**Vieira, A., Danelon, M., Da Camara, D., et al. (2017) Sao Paulo-Brasil.**  
**En su artículo titulado “In vitro effect of amorphous calcium phosphate paste applied for extended periods of time on enamel remineralization.”** Este estudio investigó el efecto del CPP-ACP aplicado tópicamente durante períodos prolongados en la remineralización de lesiones subsuperficiales. Se crearon lesiones cariosas en esmalte bovino y se aplicaron diferentes tratamientos, incluyendo CPP-ACP durante 3 minutos, 3 horas y 8 horas, así como un gel de flúor y un placebo. Se evaluó la recuperación de la dureza superficial (%SHR) y la concentración mineral. Los resultados mostraron que el gel de flúor tuvo la mayor recuperación de la dureza superficial, seguido por el tratamiento con CPP-ACP durante 3 minutos. No se encontraron diferencias significativas entre el placebo, CPP-ACP durante 3 horas y CPP-ACP durante 8 horas en términos de %SHR. El gel de flúor también tuvo la concentración mineral más alta en comparación con los otros tratamientos. Además, el uso prolongado de CPP-ACP durante 3 y 8 horas resultó en lesiones subsuperficiales con desarrollo de laminaciones en todos los bloques. En resumen, el estudio encontró que el uso



prolongado de CPP-ACP no produjo un efecto aditivo en el proceso de remineralización de las lesiones subsuperficiales en este entorno in vitro (20).

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

**Romero González, M., Aguilar Gálvez, D. (2019) Lima- Perú. En su artículo titulado “Comparación de tres agentes remineralizantes utilizados en lesiones de manchas blancas en Premolares medidos con fluorescencia láser: un estudio in vitro.”** El estudio evaluó la capacidad de reparación de lesiones de manchas blancas en el esmalte dental de premolares humanos mediante el uso de tecnología de fluorescencia láser después de aplicar tres tratamientos diferentes: barniz de flúor al 5% (Duraphat®), nano-hidroxiapatita (Nano P®) y una combinación de ambos, durante 30 días. Se utilizaron 40 premolares divididos en cuatro grupos: control (sin tratamiento), barniz de flúor al 5%, nano-hidroxiapatita y la fusión de ambos. Los resultados mostraron un aumento clínicamente significativo en la remineralización en contraste con el grupo de control para el barniz de flúor al 5% y la nano-hidroxiapatita cuando se aplicaron individualmente. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dos agentes individuales y la combinación de ambos después de 30 días de tratamiento. En resumen, la mezcla de barniz de flúor al 5% y nano-hidroxiapatita, junto con la aplicación individual del barniz de flúor al 5%, aumentaron la reparación de las lesiones de manchas blancas después de 30 días de tratamiento (3).

**Alcantara Cachi, E., Hernandez Suarez, L. (2017) Cajamarca-Perú. En su tesis de pregrado titulado “Eficacia Remineralizadora de recaldent vs barniz fluorado en lesiones de mancha blanca en esmalte.”** El estudio evaluó



la capacidad de remineralización de manchas blancas en el esmalte dental in vitro utilizando Recaldent en comparación con barniz fluorado. Se aplicaron los agentes a 42 premolares extraídos y se midió la microdureza del esmalte en varios puntos durante 2, 7 y 14 días. Los resultados indicaron que Recaldent fue más eficaz en la remineralización de las manchas blancas en el esmalte en comparación con el barniz fluorado, con una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.049$ ). En resumen, Recaldent mostró una mayor eficacia en la remineralización de las manchas blancas en el esmalte in vitro que el barniz fluorado (21).

**Vargas Cutipa, K. (2017) Arequipa-Perú. En su tesis de pregrado titulado “Efectividad de tres agentes fluorados para la remineralización in situ de superficies de esmalte desmineralizadas in vitro, Arequipa -2017.”** El estudio comparó tres agentes fluorados para la remineralización del esmalte dental desmineralizado in vitro. Se dividieron las unidades de estudio en seis grupos, incluyendo controles negativos, controles positivos y tratamientos con flúor gel fosfato acidulado al 1.23%, barniz MI Varnish con RECALDENT™ (CPP-ACP) y el barniz Clinpro® White Varnish (TCP). Se utilizó un microscopio electrónico de barrido para evaluar la remineralización. Los resultados sugieren que todos los agentes promovieron la remineralización, pero con diferencias en la forma en que ocurrió. El flúor gel fosfato acidulado produjo esmalte semiporoso, el barniz MI Varnish mostró una cubierta entre completa y sellada, y el barniz Clinpro® White Varnish produjo una cubierta homogénea. En resumen, hubo variaciones en la efectividad de los agentes fluorados en la remineralización del esmalte dental (22).

### **2.1.3. Antecedentes locales**

**Sanca Apaza, T, Harachi Ito, H. (2023) Puno-Perú. En su tesis de pregrado titulado “Evaluación in vitro de la Arcilla de Hidralgirita (Chaqo)**



**y del aceite esencial de timol en la inhibición de crecimiento de Streptococcus Mutans, Puno 2021.”** El estudio se centró en evaluar la capacidad de la arcilla de hidralgiritita y un aceite esencial de timol con el objetivo de reducir el crecimiento de Streptococcus Mutans en un entorno in vitro. Se utilizaron 50 placas Petri, cada una con 6 discos de papel filtro, aplicando el método de difusión por cada disco de Kirby Bauer, lo que dio un total de 300 discos. Las placas se dividieron en 10 grupos basados en diferentes concentraciones de arcilla de hidralgiritita, aceite esencial de timol, clorhexidina al 0.12% como control positivo y agua destilada como control negativo. Se midieron los halos inhibitorios a las 24 y 48 horas. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.00$ ) entre la arcilla de hidralgiritita y el aceite esencial de timol. El análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis indicó que la aplicación de arcilla de hidralgiritita al 100% tuvo el mejor efecto inhibitorio a las 24 horas. Se concluyó que la arcilla de hidralgiritita presentó un efecto inhibitorio superior en comparación con el aceite esencial de timol y el control positivo en varias concentraciones, tanto a las 24 como a las 48 horas, contra Streptococcus Mutans. (23).

**Alarcón Ticona, G., Churata Ramos, A. (2017) Juliaca- Perú, En su tesis de pregrado titulado “Efecto de la concentración de flúor en pastas dentales sometidas a temperatura ambiente en la remineralización del esmalte dental en cobayos a 3825 msnm Juliaca – 2017.”** El estudio investigó cómo la concentración del flúor en dos pastas dentales, cuando se mantienen a temperatura ambiente durante 8 semanas, afecta la remineralización del esmalte dental. Se dividieron en dos grupos: Experimental y Control. En el primero, se usaron dos pastas dentales, Pasta 1 (Colgate®) y Pasta 2 (Dento®), que se mantuvieron a temperatura ambiente y luego se aplicaron a los incisivos de



cobayos. En el Grupo Control, se almacenaron las mismas pastas a temperaturas más frías. Se evaluaron las tasas de remineralización utilizando un colorímetro de azul de metileno a diferentes intervalos de tiempo. Se encontró que la concentración de flúor en ambas pastas era menor de lo afirmado por el fabricante y que la temperatura ambiente reducía aún más estas concentraciones. Además, la Pasta 1 (Colgate®) mostró una mejor remineralización en comparación con la Pasta 2 (Dento®) en ambos grupos (Experimental y Control) a las 96 y 120 horas de aplicación (24).

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Caries:

#### 2.2.1.1. Concepto:

A lo largo de la historia, la definición de caries ha sido vista desde diferentes perspectivas y ha evolucionado continuamente. La Organización Mundial de la Salud (OMS) describe la caries como un proceso patológico localizado que comienza una vez que el diente a erupcionado, pudiendo debilitar el tejido duro del diente y avanzar hasta formar una cavidad. Este deterioro es causado por los ácidos resultantes de la fermentación bacteriana (25).

Las bacterias en la boca descomponen los carbohidratos, produciendo ácidos que bajan el pH. Esto provoca la disolución de la hidroxiapatita en la capa bajo la superficie del esmalte dental. En condiciones normales de salud oral, con un pH salival es de 6.2 a 6.8, la saliva contiene una cantidad excedente de iones de calcio y fosfato, los cuales se introducen en los espacios previamente creados durante los



procesos de desmineralización (3,26).

La caries dental se define ahora como un proceso crónico desequilibrado que involucra varios factores y microorganismos. Empieza cuando la flora bacteriana de la boca pierde su balance simbiótico, afectando el equilibrio mineral de los dientes. Esto inicia con la pérdida de minerales en la estructura dental, un proceso conocido como desmineralización (1,2,27–29).

La desmineralización ocurre cuando el pH de la boca es ácido, alrededor de 5.5 o menos. En este entorno, con menos iones minerales que la estructura del esmalte dental, los cristales de apatita carbonatada se disuelven debido a ácidos orgánicos como el láctico y acético (30).

#### **2.2.1.2. Lesión incipiente**

La lesión incipiente o mancha blanca del esmalte dental es la primera manifestación clínica de la caries dental. Esta mancha indica la desmineralización de la capa subsuperficial del esmalte, lo que provoca un aumento en la porosidad debido a la pérdida de minerales, esta, también se denomina etapa visible. Esta condición puede mostrar una capa superficial de esmalte que parece estar bastante sólida (3,30,31).

Esta condición puede exhibir una capa superficial de esmalte que aparenta ser bastante sólida, pero desde un punto de vista histológico, ya ha habido una pérdida de aproximadamente 30 a 40 micras de la estructura mineral en las capas profundas. Puede manifestarse tanto en la dentición decidua como en la permanente y en sus etapas iniciales, tiene la capacidad de ser reversible. Además, estas primeras etapas de desmineralización



pueden detectarse mediante radiografías, la técnica de transiluminación o mediante dispositivos de detección láser más modernos (3,30,31).

La lesión incipiente de caries, también denominada lesión subsuperficial del esmalte, se compone de cuatro regiones claramente distinguibles (Figura 1) (21,30,32–34):

a. Región translúcida: Localizada en la parte más profunda de la lesión, esta área se caracteriza por la remoción de minerales como magnesio y carbonato del esmalte, creando una zona translúcida. Generalmente, solo es visible bajo un microscopio de luz polarizada, donde se observa un esmalte mucho más poroso que el esmalte normal. Es considerada la etapa más avanzada de la lesión.

b. Región oscura: Situada justo después de la región translúcida en profundidad. Recibe su denominación porque al ser estudiada bajo microscopio de luz polarizada y colorada con un pigmento, aparece de color oscuro.

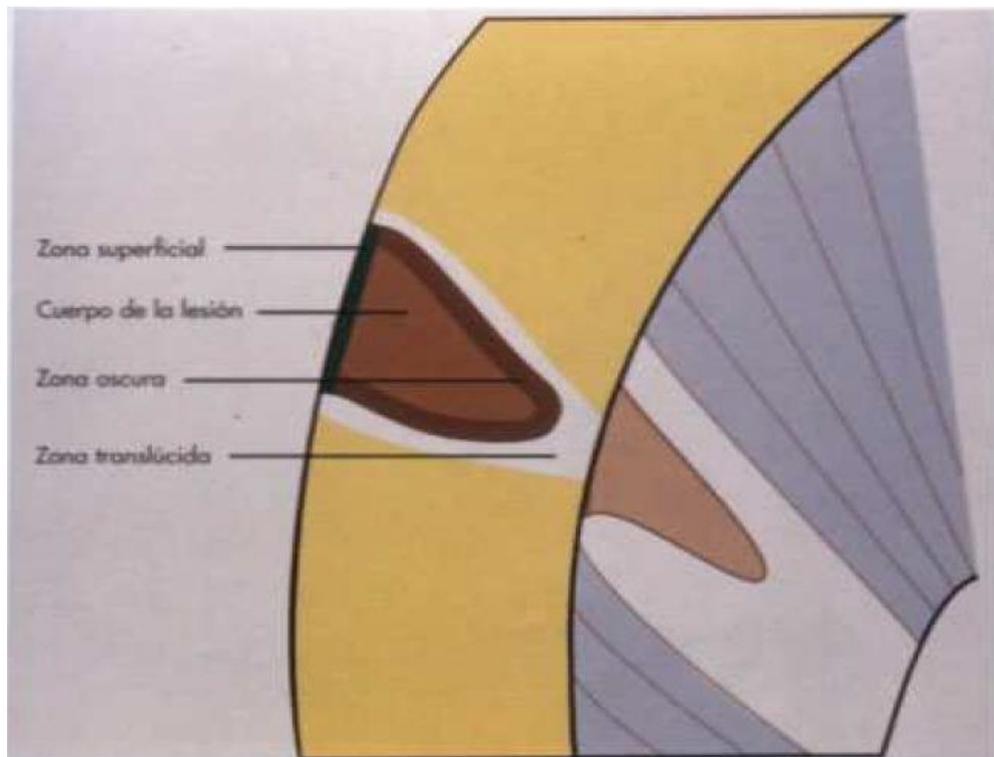
c. Cuerpo de la lesión: Esta parte constituye la mayor extensión de la lesión y se encuentra entre la región oscura y la superficie. Debido a sus dimensiones, puede presentar diferentes grados de porosidad, con alrededor del 5% en los bordes y hasta un 25% en el centro. Se asemeja a un depósito desorganizado de minerales que han sido extraídos de la estructura de los cristales de hidroxiapatita.

d. Superficie de la lesión: Es la parte de la lesión que ha perdido la menor cantidad de minerales durante el proceso de desmineralización, aproximadamente un 1%. Esto se debe a que la

mayor pérdida de minerales ocurre en las capas subsuperficiales, mientras que la superficie puede parecer no haber sido afectada significativamente por el ácido.

### Figura 1

*Caries del esmalte. Esquema de las zonas microscópicas de la caries del esmalte.*



**Fuente.** Philip Sapp, J., Eversole, L. y Wysocki, G. 2004

#### 2.2.1.3. Etiología:

En 1960, Paul Keyes elaboró un modelo causal en epidemiología de la caries dental, inspirado en la triada ecológica formulada previamente por Gordon. Según Keyes, la caries dental resulta de la interacción entre tres elementos esenciales: el huésped, los microorganismos y la dieta. Este modelo, denominado la "Triada de Keyes", ha sido ampliamente empleado



hasta el presente para explicar la causa fundamental del desarrollo de la caries (29). Esta es una enfermedad infecciosa crónica de origen multifactorial (35) que engloba:

#### **2.2.1.3.1. Sustrato:**

Las personas que tienen una mayor concentración de azúcares en la saliva, debido a la retención prolongada de estos azúcares en los dientes, son particularmente susceptibles a desarrollar caries dental. La sacarosa es el sustrato principal para la formación de caries (29,36).

#### **2.2.1.3.2. Higiene bucodental:**

La caries es un proceso en el cual se produce un desequilibrio en las interacciones moleculares entre la superficie del diente y el biofilm, lo que resulta en cambios en la estructura dental. Por lo que una adecuada técnica de cepillado ayuda a la eliminación de los excedentes de restos de alimentos y placa blanda (37).

#### **2.2.1.3.3. Microorganismos:**

Dentro de las bacterias productoras de la desmineralización del esmalte encontramos a las siguientes: Veillonella, Streptococcus Snaguinis, Streptococcus Mitis, Haemophillus, entre otras (29). (Figura 2)

#### **2.2.1.3.4. Saliva:**

Es una solución acuosa producida por las glándulas salivales mayores (como la parótida, las sublinguales y las submaxilares) y las glándulas salivales menores. Esta solución está compuesta principalmente



de agua y contiene varios componentes como calcio, fosfato, flúor, proteínas, enzimas, sustancias reguladoras de pH (que ayudan a mantener el equilibrio del pH en la cavidad bucal), inmunoglobulinas, glicoproteínas y otros elementos. Cuando la saliva se vuelve más viscosa, facilita la adhesión de la bacteria *Streptococcus Mutans* (5,38).

#### **2.2.1.3.5. Tiempo:**

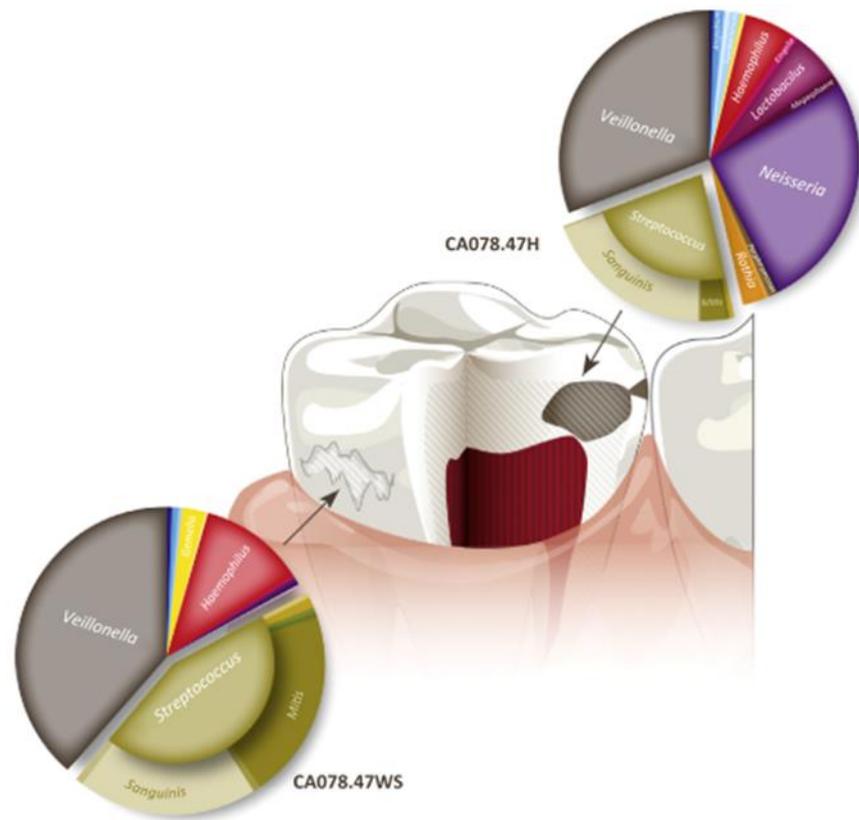
El tiempo que la cavidad oral permanece sin limpiarse permite la acumulación de una gran cantidad de sacarosa, que, en combinación con un pH ácido, crea un ambiente ideal para la reproducción y persistencia de la bacteria causante (27,28).

#### **2.2.1.3.6. Resistencia del esmalte:**

Es importante destacar que las proteínas presentes en la saliva y el fluoruro tienen un efecto inhibitorio significativo. Además, las diferencias en la anatomía de los dientes, el pH, los fluoruros y la fuerza iónica también desempeñan un papel crucial. Un ambiente bucal ácido favorece la disolución del esmalte dental, mientras que una disminución en el tiempo de exposición promueve el proceso de remineralización del esmalte (39).

**Figura 2**

*Bacterias Capa superficial del Esmalte (CA078.47WS)*



**Fuente.** Simón-Soro, Mira. Solving the etiology of dental caries. 2015

### 2.2.1.3. Epidemiología:

A nivel mundial, la prevalencia de las caries es sumamente alta, esta es identificada como el motivo principal de visita al odontólogo en todos los grupos etarios (28,40).

Esta enfermedad se encuentra ampliamente extendida, especialmente entre las poblaciones de bajos recursos socioeconómicos (35). Según el Estudio de la Carga Global de Enfermedades (GBD) de 2015, la caries no tratada en los dientes permanentes es la condición más extendida entre las 313 enfermedades evaluadas, afectando a 2.3 mil



millones de personas; en cambio, la caries no tratada en los dientes temporales muestra una prevalencia del 7.8%, afectando a 573 millones de niños (41).

De acuerdo con el informe más reciente del Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades de Perú (CDC) en 2005, se documentó una alta tasa de incidencia de caries dental, alcanzando el 90.4% en niños a partir de los 6 años de edad. En la región de Puno, esta tasa fue aún más alta, llegando a aproximadamente un 89.43%. Esto resalta la importancia de considerar la caries dental como un problema de salud prioritario que requiere una atención más enfocada y un mayor interés por parte de las autoridades y profesionales de la salud (16).

#### **2.2.1.4. Métodos de diagnóstico:**

Los principales propósitos de un eficaz plan de diagnóstico y atención deben incluir la identificación temprana de la caries en sus etapas iniciales y la contención de su progreso antes de que cause daños significativos al diente. Esto se debe a que la etapa de la mancha blanca es la única en la que es posible revertir el proceso carioso, lo que significa que puede desaparecer mediante tratamiento adecuado (42).

Dentro de los métodos utilizados para diagnosticar este problema, se incluyen el método visual o inspección clínica, método táctil o la palpación con una sonda, el sistema ICDAS (Sistema Internacional de Detección y Evaluación de Caries), el sistema NYVAD (creado por Nyvad), radiografías digitales, la transiluminación (FOTI), el método de conductividad eléctrica (ECM), colorimetría, entre otros, que pretenden la



detección prematura de estas lesiones para tomar medidas preventivas (3,25,43).

También se emplean índices específicos para diagnosticar la caries, como el índice ceo-d (dientes cariados, extraídos y obturados) para la dentición temporal y el índice COP-D (dientes cariados, obturados y perdidos) para la dentición permanente, los cuales permiten evaluar la prevalencia de esta afección (25).

#### **2.2.1.4.1. Método visual:**

Desde un punto de vista clínico, la lesión se caracteriza por un área blanca, opaca, con pérdida de transparencia que puede afectar uno o varios dientes, y se manifiesta tanto en la dentición primaria como en la permanente (33).

La revisión clínica consiste en analizar los cambios en la transparencia del esmalte, observando la pérdida de brillo y su apariencia opaca. Es crucial también examinar las manchas, su ubicación y determinar si hay presencia de tejido blando o alteraciones en la textura del esmalte causadas por el grado de desmineralización. Este último aspecto se considera el indicador más confiable de la caries en actividad. Además, se sugiere utilizar magnificación para mejorar la visibilidad de la lesión (44).

#### **2.2.1.4.2. Método táctil:**

El uso del explorador de punta aguda no es apropiado para detectar lesiones iniciales en superficies lisas, puntos o fisuras. En cambio, se



recomienda emplear un explorador de punta redondeada o una sonda periodontal para eliminar los restos de alimentos antes de comenzar el examen clínico. Después de esto, simplemente podemos observar la textura de la superficie sin necesidad de realizar ningún procedimiento invasivo (44).

#### **2.2.1.4.3. Sistema ICDAS:**

El sistema ICDAS, evolucionado a su versión ICDAS II, consta de 6 criterios de diagnóstico y se enfoca en la detección visual de caries en dientes limpios y secos. Se basa en un conjunto unificado de criterios y códigos que se centran en diagnósticos mayormente visuales, teniendo en cuenta las características de los dientes cuando están limpios y secos. La nomenclatura utilizada consta de dos dígitos: el primero, que va del 0 al 8, se relaciona con el código de restauración y sellantes, mientras que el número 9 se asocia con la ausencia de un diente. El segundo dígito, que oscila de 0 a 6, se utiliza para codificar la presencia de caries en el esmalte y la dentina (25).

Su precisión varía, con una sensibilidad del 70% al 85% y una especificidad del 80% al 90% para detectar caries en dientes temporales y permanentes. Es altamente fiable y contribuye a la detección temprana de la caries, lo que ayuda a reducir su prevalencia en la población (25).

#### **2.2.1.4.4. Colorimetría:**

La colorimetría es una técnica utilizada para medir la caries dental mediante la evaluación del color y la translucidez de los tejidos dentales afectados. La colorimetría para el diagnóstico de caries que emplea



colorantes como el azul de metileno y la fucsina es una técnica que utiliza la afinidad de estos colorantes por las áreas desmineralizadas del esmalte dental para detectar la presencia de caries. El uso de colorantes como el azul de metileno y la fucsina se basa en la capacidad de estos tintes para adherirse a las áreas desmineralizadas del esmalte y la dentina. Las áreas afectadas por caries tienen una estructura más porosa y absorben los colorantes más fácilmente que las áreas sanas (45,46).

## **2.2.2. Remineralización**

### **2.2.1.4. Concepto:**

La remineralización es un proceso natural que repara las lesiones causadas por un desequilibrio entre la pérdida y la recuperación de minerales en los dientes. Aunque este proceso se conoce desde hace más de un siglo, solo en las últimas décadas se ha reconocido su valor terapéutico en el tratamiento de la caries dental. Las estrategias de remineralización se centran en revertir las etapas iniciales de la enfermedad, como las manchas blancas, y representan la opción terapéutica preventiva más eficaz para abordar la caries o la pérdida mineral en los dientes (2).

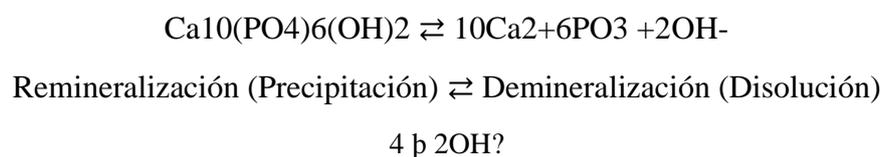
El equilibrio entre la desmineralización y remineralización se ha visto como el enfoque fundamental y natural para preservar la salud y la fortaleza dental, teniendo un impacto significativo en la prevención de las caries dentales. La proporción o equilibrio entre estos dos procesos marca la diferencia entre el desarrollo o la prevención de la caries dental (30,40,47).



El proceso de remineralización permite la reposición de iones de fosfato, calcio y otros minerales que se han perdido, ya sea mediante la incorporación de los mismos iones o de iones similares provenientes de la saliva. Este proceso también requiere la presencia de fluoruro, que facilita la formación de cristales de fluorapatita, reduciendo el tamaño de la lesión y fortaleciendo el área remineralizada, haciéndola más resistente a su progresión(9,26,30).

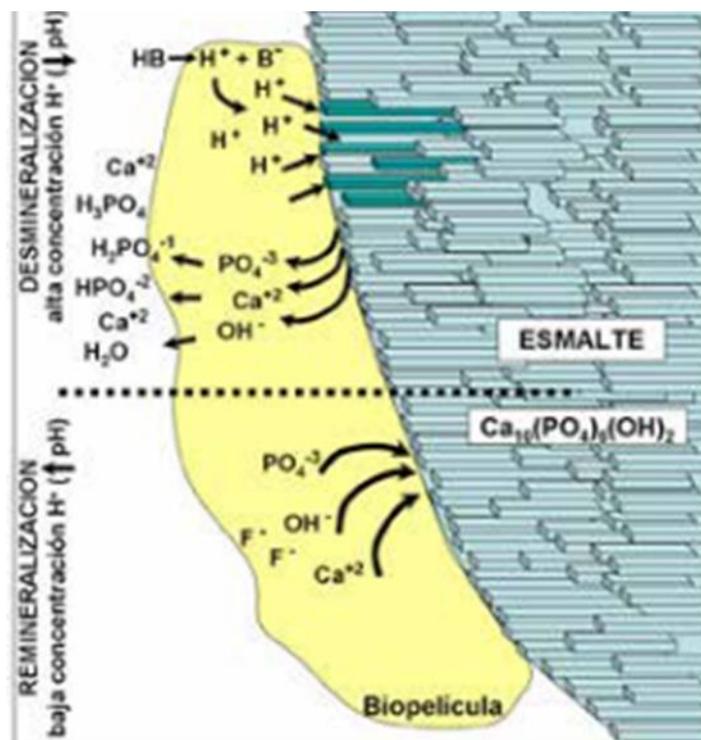
Los iones de calcio y fosfato, así como su adecuada concentración en la saliva, son esenciales para restaurar las primeras etapas de las lesiones de caries a través de la remineralización. Además, la saliva juega un papel regulador importante para equilibrar los niveles de iones de calcio y fosfato, evitando la acumulación excesiva de estos minerales en los dientes, este proceso se produce aproximadamente en 20 minutos (9,26,30). (Figura 3)

La hidroxiapatita (HA) es el componente principal de los minerales en los dientes. Al entrar en contacto con la saliva, se desencadena la siguiente reacción (48,49):



**Figura 3**

*Eventos de Flujo de iones entre la saliva, la biopelícula y el esmalte*



**Fuente:** Castellanos, Marín, Úsuga, Castiblanco. La remineralización del esmalte bajo el entendimiento actual de la caries dental. 2013

En el campo de la Odontología, el enfoque de Mínima Intervención se basa en la identificación precoz de lesiones cariosas en sus etapas iniciales o subclínicas, y se centra en aplicar tratamientos de remineralización (47). Por lo tanto, para promover la remineralización dental, es esencial aumentar las concentraciones de iones de calcio (Ca) y fosfato (P), y también elevar el pH en las áreas específicas donde se necesita la remineralización. La dentina desmineralizada está mayormente compuesta por fibras de colágeno, las cuales tienen una capacidad limitada para servir como punto inicial en la formación de minerales (48,50).

#### **2.2.1.5. Materiales remineralizadores:**



En la actualidad, se han explorado nuevas tácticas destinadas a promover la restauración dental aprovechando el flúor, calcio y el fósforo, disponibles en la saliva y en el biofilm oral. Dichas sustancias tienen efectos complementarios beneficiosos y que colaboren de manera conjunta destinados a la terapia específica de remineralización (2,3).

Estos son compuestos que contienen: Lactato de calcio, fosfato de calcio dihidratado, glicerofosfato de calcio, carbonato de calcio. Y los que tiene alta tasa de eficiencia son: fosfato de calcio amorfo (CPP-ACP), xilitol, fosfosilicato de calcio y sodio (CSP) (2,3).

Las características que debería poseer un material de remineralización ideal incluyen las siguientes (38):

- Emisión controlada de iones de calcio y fosfato.
- Evitar la liberación excesiva de calcio que pueda propiciar la formación de cálculos.
- Efectividad en ambientes con pH ácido.
- Eficacia en pacientes que padecen xerostomía (sequedad bucal).
- Reforzamiento de las capacidades de remineralización natural de la saliva.

#### **2.2.1.5.1. Fosfato De Calcio Amorfo (CPP-ACP)**

Se trata de un péptido obtenido de la caseína al que se le han agregado calcio y fosfato, funcionando como un almacén de estos elementos cuando se integra en la película dental, se le puede atribuir las siguientes cualidades (2,5,8):



- Mejora la resistencia del esmalte dental.
- Minimiza la sensibilidad en los dientes.
- Contrarresta la acidez presente en la placa bacteriana dental.
- Incrementa la producción de saliva.

#### **2.2.1.5.1.1. Mecanismo de acción**

Este, se une de manera sencilla a los tejidos blandos, película dental, placa bacteriana y a la hidroxiapatita de manera uniforme. Cuando el producto se encuentra en la superficie del diente y las condiciones son ácidas, se relaciona con los iones de hidrógeno, creando fosfato de calcio hidrogenado, que, a través del pH o por diferencias de concentración, penetra en el diente y, al reaccionar con el agua, facilita la remineralización del esmalte (2,7,8,20,51,52).

#### **2.2.1.5.1.2. Mi Paste Plus:**

MI Paste™ es una pasta tópica que se compone de agua y no contiene azúcar. Esta pasta contiene Recaldent™ (CPP-ACP) y una combinación especial de componentes para pulir, limpiar y sellar los tubos dentinarios. En cambio, Mi Paste Plus™ incluye Recaldent™ con flúor incorporado (CPP-ACPF, Casein Phosphopeptide - Amorphous Calcium Phosphate Fluoride) con una concentración de flúor del 0,2% (900 ppm). El fabricante recomienda su uso exclusivamente en adultos que requieran remineralización o deseen prevenir la formación de caries (2,53–55).

Esta pasta presenta algunas precauciones en su uso (54,56):

- Debido a su contenido de caseína, una proteína presente en la leche, se



debe evitar su uso en personas alérgicas a esta sustancia.

- Si se considera administrar este producto a pacientes bajo tratamiento de diálisis, se recomienda consultar previamente con el especialista.
- Evitar la combinación con pastas dentales que contengan flúor, dado que pueden interactuar de manera adversa. Se aconseja primero cepillarse con una pasta dentífrica fluorada y luego aplicar el agente remineralizante.
- Es importante tener en cuenta que la capacidad de las resinas para adherirse al esmalte dental puede disminuir en dientes previamente sometidos a procesos de blanqueamiento y/o tratamientos con CPP-ACP.

#### **2.2.1.5.2. Fosfosilicato De Calcio Y Sodio (CSP)**

NovaMin® es un producto que contiene un mineral artificial creado mediante la unión de sodio y calcio en una sal de fosfosilicato. Los fabricantes describen este mineral como un vidrio bioactivo que libera de manera continua calcio y fosfato, al mismo tiempo que equilibra el pH (26,57).

##### **2.2.1.5.2.1. Mecanismo de acción**

En soluciones acuosas, tiene la capacidad de liberar sodio, calcio y fosfato, además de elevar el pH, lo que crea un entorno propicio para la remineralización de los dientes. Además, se han observado propiedades antiinflamatorias y antimicrobianas (2,57).

Inicialmente, se desarrolló para tratar la hipersensibilidad dental. Sin embargo, debido a su capacidad para formar capas de hidroxiapatita



carbonatada, similares a las que se encuentran de manera natural en el tejido dental, se ha ampliado su investigación como una herramienta terapéutica para la reparación de lesiones de caries (2,57).

Este tiene las siguientes cualidades (2):

- Marcada disminución de la hipersensibilidad dental.
- Sustancial reducción de la gingivitis.
- Reforzamiento de la estructura dental a través de la remineralización.
- Prevención del avance de las caries.

En el ámbito profesional, disponemos del producto ofrecido por Sunstar Americas, conocido como NuCare™ Prophy Paste.(57)

#### **2.2.1.5.3. Xilitol**

El xilitol es un alcohol de azúcar que se produce mediante la reducción de la xilosa. En términos de dulzura y textura, es idéntico al azúcar y se puede emplear de la misma manera en su forma granulada (31,58).

##### **2.2.1.5.3.1. Mecanismo de acción:**

Actúa como un edulcorante que no se fermenta, por lo que no disminuye el pH bucal, disminuye la acumulación de placa y fortalece los procesos de remineralización. A pesar de que ciertas investigaciones indican que tiene la capacidad de atraer el calcio, su principal efecto no se manifiesta en el diente, sino en el biofilm bucal. El xilitol reemplaza la fructosa en el ciclo metabólico de las bacterias, lo que impide la producción de ácidos, promoviendo la presencia continua de bacterias no



perjudiciales y reduciendo la probabilidad de que las características del esmalte se vean afectadas(31,58,59)

Se puede encontrar en diversas presentaciones, como chicles, dentífricos, enjuagues bucales y pastillas. Las marcas más populares son Smint® y Gum de la empresa Chupa Chups SAU, así como Gingikin B5 de la empresa Kin SA.(2,59)

#### **2.2.1.5.4. Fluoruros:**

Los fluoruros, en sus diversas presentaciones, se utiliza en odontología como una medida eficaz para prevenir la caries dental. A lo largo de los últimos 20 años, el barniz de fluoruro ha sido la elección preferida para su aplicación profesional, debido a su eficacia, aceptación y facilidad de uso. Debido a su efectividad, se recomienda ampliamente su uso en niños, e incluso en bebés (5,6). Las pastas dentales pueden incluir flúor en diferentes formas químicas, principalmente como fluoruro de sodio (NaF), monofluorofosfato de sodio ( $\text{Na}_2 \text{FPO}_3$ ), fluoruro de amina ( $\text{C}_{27} \text{H}_{60} \text{F}_2 \text{N}_2 \text{O}_3$ ), fluoruro de estaño ( $\text{SnF}_2$ ) o combinaciones de estas. El fluoruro de sodio proporciona flúor de manera directa. El monofluorofosfato de sodio es la elección preferida de flúor cuando se utilizan abrasivos que contienen calcio (38).

El mecanismo de acción del flúor implica la formación de fluorapatita al unir iones de flúor con la hidroxiapatita del esmalte dental. Esto tiene un efecto antibacteriano al inhibir una enzima en las bacterias del género Streptococcus, afectando su proceso de producción de ácido a través del glucólisis. Además, el flúor puede integrarse en los poros de la



superficie del esmalte, junto con iones de calcio y fosfato, lo que promueve la remineralización y previene futuras desmineralizaciones (5,6,60,61). También, puede influir en el mantenimiento del equilibrio microbiano en la placa dental que lo logra al estabilizar las condiciones durante fluctuaciones en la concentración de azúcares y las variaciones de pH en la boca (59).

La forma más comúnmente empleada es el uso de barnices de fluoruro de sodio al 0.5%. Estos barnices se componen de una fina capa de resina que contiene concentraciones elevadas de flúor (22,600 ppm) y se aplica sobre la superficie de los dientes. Se considera más efectiva que otras alternativas debido a su capacidad para liberar flúor de manera continua a lo largo del tiempo y su sencillez en la técnica de aplicación (48).

## 2.2.2. Arcilla “*Chaco*”:

### 2.2.2.1. Concepto:

El “*Chaco*” (nombre en lengua quechua) o “*passa*” (en aymara) es una arcilla que ha sido empleada desde la época precolombina en forma de suspensión para aliviar sintomatología de las enfermedades ácido-pépticas y como componente de la alimentación (11,49). Es una arcilla constituida principalmente por un 80% de minerales arcillosos, un 10% de minerales de arena fina y un 10% de minerales de limo. Sus partículas están compuestas por: una parte insoluble llamada micela o cristal, y otra parte asociada a un grupo de cationes intercambiables que están adsorbidos con relativa fuerza. (62).



En tiempos más recientes, ha aumentado su uso con fines terapéuticos debido al reconocimiento creciente de los recursos naturales con propósitos medicinales. Sin embargo, debido a su composición físico-química, alta capacidad de intercambio catiónico y amplia área superficial, la arcilla puede adsorber elementos traza tóxicos (11,19).

#### **2.2.2.2. Composición:**

El “*Chaco*” pertenece al grupo de arcillas silicatizadas, como la montmorillonita, illita y bentonita caolinita, estos minerales arcillosos se pueden diferenciar entre sí a través de su fórmula química general, su estructura y sus propiedades físicas y químicas (11,63):

- Grupo de la montmorillonita, con la fórmula  $Al_2(OH)_2Si_4O_{10}$ .
- Grupo de la illita, con la fórmula  $K_0-2Al(Si_8-6AlO_2)O_{20}(OH)_4$ .
- Grupo de la bentonita, caolinita, con la fórmula  $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ .

Estas al ser purificadas resaltan por su composición de elementos como sodio, potasio, magnesio, calcio y hierro, junto con trazas de otros metales (19).

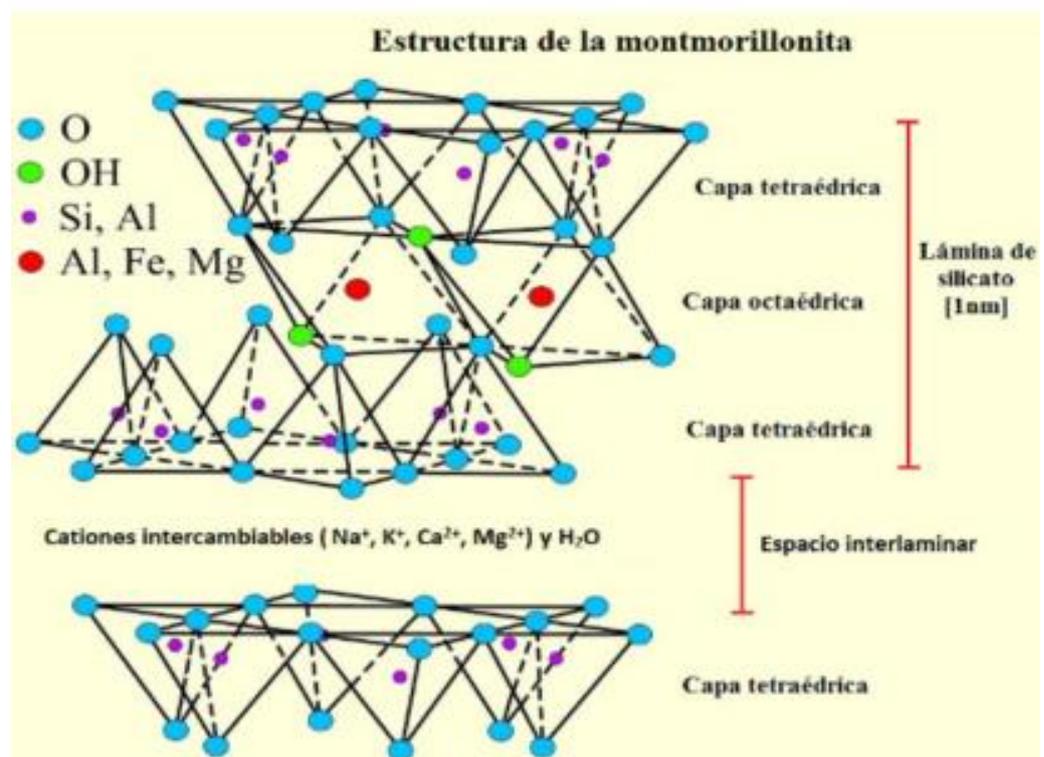
La bentonita es el nombre comercial de las arcillas que principalmente contienen montmorillonita, una arcilla del grupo de las esmectitas. Las características físico-químicas y tecnológicas de la bentonita están determinadas por la presencia de esta arcilla. (64). El mineral de arcilla más abundante en las bentonitas es la montmorillonita, un mineral altamente hidratado. Sin embargo, su composición puede variar significativamente debido a la facilidad con la que se producen

sustituciones en su estructura cristalina. (65).

La montmorillonita pertenece al grupo de los filosilicatos con una estructura de unidad 2:1, compuesta por dos láminas tetraédricas de sílice (T) que incluyen una lámina octaédrica de alúmina (O), formando una capa anisotrópica TOT (65). (Figura N° 4)

#### Figura 4

*Estructura cristalina de la Montmorillonita.*



**Fuente:** De Almeyda, 2010

En la estructura cristalina de la montmorillonita, los electrolitos en su posición octaédrica pueden experimentar sustituciones iónicas isomórficas, donde cationes de menor carga y tamaño similar reemplazan a otros, como el reemplazo de Al<sup>3+</sup> por Mg<sup>2+</sup>. Estas sustituciones generan inestabilidad eléctrica en la red cristalina, resultando en una carga superficial negativa aparente en las láminas. Como consecuencia, las capas



adyacentes de alúmina tienden a repelerse entre sí, creando un espacio que permite la penetración de moléculas de agua. Este espacio se conoce como el medio interplanar o interlaminar.(66).

El déficit de carga se compensa mediante la presencia de iones positivos intercambiables e hidratados, como  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , localizados en el espacio interlaminar. Estos cationes no están completamente ligados a la estructura, lo que les permite moverse independientemente a través del agua intersticial y ser reemplazados por otros iones. (67).

El espacio interplanar es continuo en las direcciones de los ejes a y b, mientras que en la dirección c, los componentes están débilmente conectadas por fuerzas de Van der Waals. Esto hace que las moléculas se orienten en láminas paralelas apiladas, maximizando la atracción entre ellas al acercar sus átomos. Esta orientación aproximadamente paralela en los planos cristalinos confiere a la bentonita una estructura laminada (68), lo que facilita su fraccionamiento basal. Este plano cristalográfico también se utiliza para clasificar diversos tipos de elementos de arcilla esmectita (66).

### **2.2.2.3. Propiedades:**

Las características estructurales de la arcilla se originan principalmente debido a lo siguiente(69,70):

- El tamaño de sus partículas.
- Su estructura laminar en forma de láminas (filosilicatos).

- Las sustituciones isomórficas que generan cargas en estas láminas y la visualización de cationes frágilmente adheridos entre las láminas.

a) Características físicas:

Debido a estas particularidades, las arcillas exhiben propiedades físicas importantes, tienen un área superficial significativamente grande y una capacidad de adsorción elevada. Además, cuentan con una gran superficie activa que contiene enlaces no saturados, lo que les permite interactuar con una variedad de compuestos, especialmente sustancias polares (18,71).

b) Características químicas:

Las muestras de la arcilla comestible "Chaco" encontradas en Azángaro, Asillo, Acora y Tiquillaca, tras ser purificadas, están constituidos por los elementos enumerados en la Tabla N° 1.

**Tabla 1.**

*Composición química de la arcilla "Chaco" por zona y tratamiento, en cuatro distritos de la región de Puno.*

<b>Arcilla "Chaco"</b>	<b>Fe</b>	<b>Mg</b>	<b>F</b>	<b>Br</b>	<b>Ta</b>	<b>In</b>	<b>Ca</b>	<b>Ti</b>	<b>W</b>
<b>Azángaro</b>	12,36	0,91	7,05	6,79	-	-	-	-	-
<b>Tiquillaca</b>	6,52	0,78	-	13,16	9,52	2,17	1,03	0,99	-
<b>Acora</b>	7,85	1,04	-	17,80	10,91	-	1,05	0	-
<b>Arcilla "Chaco"</b>	<b>Fe</b>	<b>Mg</b>	<b>F</b>	<b>Br</b>	<b>Ta</b>	<b>In</b>	<b>Ca</b>	<b>Ti</b>	<b>W</b>
<b>Asillo</b>	5,59	0,95	3,37	17,07	-	-	0,84	0,91	6,23

Fuente: Roque L. 2017

Es así que esta composición, le proporciona a la arcilla "Chaco" diferentes características. Una de estas es la capacidad de intercambio



iónico, que está principalmente determinada por el grupo de la bentonita, generando inestabilidad en la cantidad de compuestos de carga positiva cuando se altera el pH del compuesto. Esta inestabilidad se corrige al reemplazar los iones  $Al^3$  con iones  $Mg^2$  y  $Fe^2$ , restableciendo así el equilibrio. La adición de  $Ca^2$  y  $Na^2$  también ayuda a recuperar dicho equilibrio (18,71).

También está su alta capacidad de intercambio catiónico y la capacidad de adsorción, cuenta con una gran superficie activa que contiene enlaces no saturados, esta característica que predominantemente está dado por el grupo de la bentonita que genera una inestabilidad en la cantidad de cationes al alterarse el pH de la suspensión, es así que empieza un proceso de sustitución de los iones  $Al^3$  por iones  $Mg^2$  y  $Fe^2$ , generando una carga negativa, que es neutralizada por los iones como  $H^+$   $Ca^2$  y  $Na^2$  recuperando el equilibrio. Por este mecanismo de acción el “*Chaco*” actúa promoviendo los procesos de remineralización con la liberación de iones de  $Ca^2$ ,  $PO_4^{3-}$  y  $F^-$ . Relacionado a este proceso, el “*Chaco*” puede actuar como agente de formación ósea, por la acción del Sílice,  $Ca^2$  y  $Mg^2$ , que se hacen presentes en los procesos de osificación. Por último, inhiben la proliferación de microorganismos debido a su pH alcalino, contrarrestando la acidez propia de las bacterias, y su acción física obstaculizando a las bacterias en la absorción de nutrientes(12,72,73)

#### **2.2.2.4. Métodos de purificación:**

- Método de trituración y levigación: Este enfoque implica triturar el “*Chaco*” con un mortero y luego separar sus partículas mediante



- levigación. Este proceso se repite para asegurar una mayor eficacia (74).
- Método de pulverización húmeda y levigación: Similar al método anterior, excepto que la trituración en mortero se lleva a cabo con agua (74).
  - Exposición a la intemperie de la arcilla: Este método utiliza agentes ambientales como calor y frío, los cuales, con el paso del tiempo, purifican las arcillas (74).
  - Método de purificación: Este método incluye varias etapas, como filtrado magnético, amasado, envejecimiento, modelado y quemado. Es decir, consiste en pasar la arcilla por filtros magnéticos para eliminar el hierro (74).



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN:

##### 3.1.1. **Ámbito general:**

El proyecto de investigación se ejecutó en la Universidad Nacional del Altiplano, situada en la ciudad de Puno, dentro de la provincia y departamento de Puno. Esta región se encuentra en la región sureste de Perú, entre las latitudes 13°00'00" y 17°17'30" Sur, y las longitudes 71°06'57" y 68°48'46" Oeste. Puno se ubica a orillas del Lago Titicaca, con una superficie de 66,997 km<sup>2</sup> y una altitud que varía entre 3,812 y 5,500 metros sobre el nivel del mar.

##### 3.1.2. **Ámbito específico:**

El proyecto de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Virología y Biología de la Salud, Facultad de Ciencias Biológicas; así como en el Laboratorio de Bioquímica, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ambos pertenecientes a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, la cual se encuentra acreditada por la SUNEDU.

#### 3.2. PERIODO DE DURACIÓN:

El trabajo de indagación titulado "Efecto remineralizador in vitro de la arcilla “Chaco” en lesiones incipientes del esmalte, Puno-2024" se llevó a cabo desde diciembre de 2023 hasta julio de 2024, con una duración aproximada de siete meses.



### **3.3. DISEÑO, TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo es de enfoque Cuantitativo, nivel Descriptivo, tipo de Investigación básica, puesto que se hará una descripción de las variables en estudio; según la partida del estudio en relación con el tiempo de los hechos es prospectivo puesto que los datos se recolectarán a medida que se van suscitando, según la secuencia temporal será longitudinal puesto que se tomará dos medidas de estudio en dos diferentes tiempos. El diseño es Experimental puro, puesto que el estudio se desarrollará in vitro con un grupo control positivo y negativo.

### **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO**

#### **3.4.1. Población.**

Se trabajó con 30 unidades de estudio, que vienen a ser 10 piezas dentarias sanas cortados sagitalmente en tres segmentos, recolectadas de diversas clínicas dentales de la ciudad de Puno, bajo consentimiento y autorización del Odontólogo tratante.

#### **3.4.2. Tamaño de la Muestra**

Para esta investigación el muestreo será de tipo no probabilístico, por cuotas, trabajando con las 30 unidades de estudio, obtenidas de las piezas dentarias sanas que serán divididas en 3 grupos de estudio.

#### **3.4.3. Criterios de Selección**

##### **3.4.3.1. Criterios de inclusión**

- Piezas dentarias sanas (sin caries visible)
- Piezas dentarias del grupo de premolares



- Piezas almacenadas por un tiempo no mayor a 10 meses
- Piezas dentarias sin fracturas
- Piezas dentarias permanentes

#### **3.4.3.2. Criterios de exclusión**

- Piezas dentarias con lesiones de caries
- Piezas dentarias del grupo de los incisivos, caninos y molares
- Piezas dentarias con evidencias de fracturas
- Piezas dentarias con más de 10 meses post exodoncia
- Piezas con defectos de desarrollo estructural (hipoplasias, hipocalcificaciones, hipomineralizaciones)
- Piezas dentarias temporales
- Piezas con restauraciones y/o endodoncias

### 3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

**Tabla 2**

*Operacionalización de variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA	INSTRUMENTO	VALORES	CATEGORÍA
<b>LESIONES INCIPIENTES DEL ESMALTE (Desmineralización) Dependiente</b>	Es la primera etapa del desarrollo de la caries y ocurre como resultado de la desmineralización. En esta etapa, se puede observar una región de lesión activa que se manifiesta clínicamente, como una superficie porosa que se asemeja al aspecto de la tiza. (9).	Grado de desmineralización.	Intensidad de coloración con tinción de azul de metileno al 2% comparado con el colorímetro de GRIMEP.	Ordinal	Guía de Observación.	Bueno Moderado Malo	0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 a más
<b>REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE Independiente</b>	La remineralización es un proceso natural que consiste en reparar las lesiones provocadas por un desbalance entre la pérdida de minerales y su posterior restauración (2).	Grado de remineralización.	Intensidad de coloración con tinción de azul de metileno al 2% comparado con el colorímetro de GRIMEP.	Ordinal	Guía de Observación.	Bueno Moderado Malo	0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 a más

**Fuente:** Elaboración propia



### **3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

#### **3.4.1. Técnica:**

En esta investigación se utilizará la técnica de la observación directa.

#### **3.4.2. Instrumentos:**

Para el presente trabajo de investigación se utilizará una Guía de Observación

### **3.5. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para efectivizar el proyecto de investigación se siguieron los siguientes pasos:

#### **3.5.1. Recolección, selección y almacenamiento de piezas dentales (Anexo 1):**

En las clínicas y consultorios dentales de Puno se solicitó la donación de piezas dentarias premolares permanentes sanas, extraídas preferentemente por motivos ortodónticos, y sumergidas para su mantención en agua destilada. Las piezas dentarias se recogieron diariamente durante 2 semanas o hasta completar las 10 piezas requeridas. Estas fueron pulidas con una pasta a base de agua destilada y piedra pómez y lavadas con agua corriente para eliminar los residuos de sangre y otros.

A partir de las 10 piezas dentarias, se realizaron 2 cortes sagitales, obteniendo un total de 3 porciones por diente, cuyo ancho se ajustó a las dimensiones de cada uno. En total, se obtuvieron 30 muestras, que fueron estabilizadas en troqueles elaborados con acrílico transparente de autocurado, cubriendo únicamente la porción de la raíz. Las caras proximales donde se



realizaron los cortes se aislaron con vaselina, ya que solo se trabajó en las caras vestibulares de las muestras.

Posteriormente, las muestras fueron llevadas al laboratorio de Virología y Biología de la Salud de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA-Puno, previa solicitud y autorización del uso de dicho laboratorio, donde se realizó un proceso de esterilización en autoclave a una presión de 15 libras a 121°C por 20 minutos. Finalmente, se almacenaron en frascos herméticos inmersos en agua destilada hasta que se realizó el procedimiento experimental.

### **3.5.2. Obtención y preparación del “Chaco” (Anexo 2):**

Para obtener la arcilla del "Chaco", se registraron las características del distrito de Asillo, provincia de Azángaro. Posteriormente, se recolectaron 2 kilogramos de arcilla de dicho yacimiento en su estado natural, eliminando elementos ajenos como piedras, insectos y restos vegetales. La arcilla fue sellada herméticamente y almacenada en un lugar fresco para conservar su humedad y minimizar variaciones de temperatura. Luego, se envió al laboratorio a la brevedad posible. En el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia, la arcilla se distribuyó en 14 bolsas herméticas de 80 gramos cada una, que se utilizaron al azar en un muestreo en zigzag para el proceso de la remineralización.

### **3.5.3. Preparación colorímetro de azul de Metileno (GRIMEP) (Anexo 3):**

La elaboración del colorímetro de azul de Metileno (GRIMEP) se llevó a cabo en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, empleando azul de metileno. Primero, se preparó una solución de azul de metileno al 2% mediante la pesada de 2 gramos de azul de metileno en polvo



utilizando una balanza electrónica PROBACSSA®.

Luego de aplicó la siguiente fórmula para determinar la cantidad de agua a usar:

$$\% = \frac{m \text{ soluto}}{m \text{ solución}} \times 100 \quad 2\% = \frac{2g}{m \text{ solución}} \times 100$$

Si m solución=100 g y 1g de agua= 1 ml se determinó que se requiere 100 ml de agua destilada para obtener azul de metileno al 2%.

Posteriormente, para la elaboración del colorímetro se utilizó la tabla de concentración de Azul de Metileno/Agua Destilada, elaborado por Alarcón G, Churata A. 2018. (Tabla 3)

**Tabla 3**

*Volumen, Concentración de Azul de Metileno / Agua Destilada*

Cantidad de tubos de ensayo	Escalas del colorímetro	Volumen de azul de metileno	Volumen de agua destilada	Concentración de azul de metileno
1	0	0.01	4.99	0.004
2	0.5	0.1	4.9	0.04
3	1	0.19	4.81	0.076
4	1.5	0.28	4.72	0.112
5	2	0.37	4.63	0.148
Cantidad de tubos de ensayo	Escalas del colorímetro	Volumen de azul de metileno	Volumen de agua destilada	Concentración de azul de metileno
6	2.5	0.46	4.54	0.184
7	3	0.55	4.45	0.22
8	3.5	0.64	4.36	0.256
9	4	0.73	4.27	0.292
10	4.5	0.82	4.18	0.328
11	5	0.91	4.09	0.364
12	5.5	1	4	0.4
13	6	1.09	3.91	0.436
14	6.5	1.18	3.82	0.472
15	7	1.27	3.73	0.508

**Fuente:** Elaborado por Alarcón G., Churata A., 2018



#### **3.5.4. Preparación de las muestras (Desmineralización) (Anexo 4):**

Se tomaron 10 muestras para formar el grupo 1, que fue el control negativo y no recibió ningún tratamiento. Las 20 muestras restantes se sometieron a un proceso de desmineralización artificial para inducir una lesión incipiente de caries (mancha blanca), aplicando ácido fosfórico al 37% durante un minuto. Una vez culminado el proceso de desmineralización, las 20 muestras se distribuyeron aleatoriamente en los 2 grupos restantes, resultando en un total de 3 grupos detallados a continuación: (Anexo 6)

- Grupo 1: Control Negativo (-) 10 muestras, no se realizó ningún procedimiento y fueron almacenadas en 60 ml de agua destilada.
- Grupo 2: Control Positivo (+) 10 muestras, sometidas al proceso de desmineralización que fueron expuestas a MI PASTE siguiendo las indicaciones del fabricante y posteriormente sumergidas en 60 ml de agua destilada.
- Grupo 3: 10 piezas con desmineralización que fueron expuestas a una pasta elaborada con agua destilada y “CHACO” sumergidas en 60 ml de agua destilada.

#### **3.5.5. Cuantificación post-desmineralización:**

Una vez divididos los grupos, se realizó la primera medición (M1) después del proceso de la desmineralización de las piezas dentarias. Para ello, se utilizó la tinción con azul de metileno al 2%, que fue aplicada a cada muestra, incluidos los controles positivos y negativos. La cuantificación se llevó a cabo comparando con el colorímetro elaborado, tomando el valor en la cara donde se indujo la lesión incipiente del esmalte. Estos datos fueron recolectados en la Ficha de

Observación. (Anexo 5)

#### **Tabla 4**

*Escala de Colorímetro de azul de Metileno (GRIMEP)*

<b>Buena</b>	<b>De 0 a 1.5</b>
<b>Moderada</b>	De 2 a 2.5
<b>Mala</b>	Mayor o igual a 3

**Fuente:** Gispert, E. (2001)

#### **3.5.6. Almacenamiento de las piezas durante el procedimiento (Anexo 6):**

Durante el procedimiento, las muestras fueron almacenadas por grupos en vasos de precipitados, rotulados con 60 ml de agua destilada, que fue cambiada cada día por 7 días, en una incubadora a 37° en el Laboratorio de Virología y Biología de la Salud de la Facultad de Ciencias Biológicas.

#### **3.5.7. Procedimientos de remineralización:**

Grupo 1: Control negativo, agua destilada (N). Las muestras del grupo fueron expuestas a agua destilada por 7 días, realizando cambios de agua cada día. (Anexo 7)

Grupo 2: Control positivo, “Mi Paste-Plus” (P). A las 10 muestras previamente desmineralizadas se aplicó el GC Mi Paste Plus® que es una crema de uso tópico que contiene RECALDENT™, con flúor incorporado (CCP-ACPF: Fosfopéptido de caseína-fluorofosfato cálcico amorfo), siguiendo las indicaciones del fabricante. Primero se limpió la muestra dentaria con un algodón, seguidamente se aplicó el producto en la superficie de la muestra ayudándonos de un microaplicador. Se dejó actuar el producto durante 5 minutos y finalmente se



retiró el exceso del producto, seguidamente se sumergió nuevamente en el agua destilada. Este procedimiento se realizó cada día por el periodo de 1 semana. (Anexo 8)

Grupo 3: Grupo Experimental (E). A las 10 piezas se les aplicó el “Chaco”. En el Laboratorio de Virología y Biología de la Salud, se preparó la pasta de “Chaco” utilizando la arcilla almacenada. De los 14 contenedores de arcilla, se seleccionó uno al azar para tritararlo.

Se trabajó con una concentración al 100% debido a su mayor eficacia comprobada. Para la preparación, se disolvieron 50 gramos de arcilla dos frascos diferentes, cada uno con una proporción de 2 gramos de arcilla en 10 ml de agua bidestilada. Se utilizaron dos matraces de 250 ml, cada uno con un contenido de 125 ml. La arcilla se pesó en una balanza electrónica y se dividió en dos partes de 25 gramos, que se mezclaron en los matraces.

La disolución se realizó con ayuda de una mezcladora. Posteriormente, ambos matraces se esterilizaron en autoclave a 120°C durante 40 minutos y luego se llevaron al agitador por 15 minutos. Para la aplicación, se tomó la mezcla con un microbrush y se aplicó sobre la superficie de la muestra hasta que se secó completamente. Después, se dejó actuar por 5 minutos y se eliminó el exceso con algodón, para finalmente sumergir la muestra nuevamente en un contenedor con agua destilada. Este procedimiento se repitió cada día durante una semana. (Anexo 9)

### **3.5.8. Cuantificación post-remineralización (Anexo 10):**

La segunda medición (M2) se realizó los 3 días de aplicación y la última medición (M3) a los 7 días de remineralización. Para ello, se utilizó la tinción con



azul de metileno al 2%, que fue aplicada a cada muestra, incluidos los controles positivos y negativos. La cuantificación se llevó a cabo comparando con el colorímetro elaborado, tomando el valor en la cara donde se realizó el proceso de la remineralización. Estos datos fueron recolectados en la Ficha de Observación. (Anexo 5)

### **3.5.9. Evaluación de los parámetros de prueba:**

La duración total del estudio experimental in vitro fue de 7 días, realizándose 03 mediciones, Medición Post Desmineralización (M1) y la medición después de 3 días de aplicación (M2) y a los 7 días de aplicación (M3) de los agentes remineralizantes. Con los resultados, se procedió a hacer las interpretaciones para alcanzar los objetivos trazados apoyados del análisis estadístico.

## **3.6. CONSIDERACIONES ÉTICAS**

- Solicitud de donación dirigido a las clínicas y consultorios de la ciudad de Puno, con un consentimiento del operador. (Anexo 1)
- Solicitud dirigida al Decano de la Facultad de Medicina de Veterinaria y Zootecnia de la UNA-Puno para el uso del laboratorio de Bioquímica, para trabajar con los protocolos estandarizados en la manipulación de los equipos, instrumentos e insumos a utilizar. (Anexo 2)
- Solicitud dirigida al Decano de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA-Puno para el uso del laboratorio de Virología y Biología de la Salud, para trabajar con los protocolos estandarizados en la manipulación de los equipos, instrumentos e insumos a utilizar. (Anexo 1)

## **3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**



Obtenidos todos los datos, se transfirieron a Microsoft Excel para su codificación. El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando estadística descriptiva con el software R, aplicando la prueba de ANOVA, TUKEY y EL TEST DE BONFERONI, con un nivel de significancia de 0.05.

Para iniciar este análisis se realizó:

### 3.7.1. Verificación de la normalidad de residuos

Para verificar la normalidad de los residuos del modelo ANOVA, se realizó el test de Shapiro-Wilk. Con un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , los resultados fueron los siguientes:

- Estadístico de Shapiro-Wilk ( $W$ ) = 0.96771
- Valor  $\alpha(0.05) > p(0.02446)$

Dado que el valor p es menor que 0.05, no rechazamos la hipótesis nula de que los residuos siguen una distribución normal. Esto indica que los residuos del modelo ANOVA son normales, podemos concluir que nuestros datos cumplen el supuesto de normalidad.

### 3.7.2. Verificación del supuesto de la Homogeneidad de Varianzas

Para verificar la homogeneidad de las varianzas, se realizó el test de Levene. Con un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ , se obtuvo:

- Estadístico de Levene ( $F$ )=0.626
- Valor  $p=0.7537$

Dado que el valor p es mayor que 0.05, no se rechaza la hipótesis nula de que las varianzas entre los grupos son homogéneas. Esto indica que las varianzas



son homogéneas, cumpliéndose así una de las suposiciones importantes para el análisis ANOVA.

Cumpliendo con los 2 supuestos para realizar la prueba de ANOVA, continuamos con el análisis.

- Grupo: Se encontró una diferencia significativa entre los grupos ( $F(2, 81) = 89.67, p < 2e-16$ ). Esto indica que los valores transformados difieren significativamente entre los grupos Experimental, Positivo y Negativo.
- Tiempo: Se observó una diferencia significativa en los valores medidos en diferentes momentos ( $F(2, 81) = 34.61, p < 2e-16$ ). Esto sugiere que los valores cambian significativamente a lo largo del tiempo (M1, M2, M3).
- Interacción Grupo- tiempo: La interacción entre grupo y tiempo también fue significativa ( $F(4, 81) = 23.19, p = 7.76e-15$ ), lo que indica que el efecto del grupo en los valores transformados varía en función del tiempo.

Por lo tanto, el grupo como el tiempo y su interacción tienen un efecto significativo en los valores transformados. Los tratamientos (grupos) tienen efectos diferenciados en los valores medidos y estos efectos varían a lo largo del tiempo.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESULTADOS

##### 4.1.1. Analizando la mineralización del esmalte mediante la técnica de la colorimetría antes de someter a las muestras a la remineralización.

**Tabla 5**

*Mineralización del esmalte mediante la técnica de la colorimetría antes de someter a las muestras a la remineralización.*

	<b>Pza 1</b>	<b>PZA 2</b>	<b>PZA 3</b>	<b>PZA 4</b>	<b>PZA 5</b>	<b>PZA 6</b>	<b>PZA 7</b>	<b>PZA 8</b>	<b>PZA 9</b>	<b>PZA 10</b>
<b>ge</b>	4.5	3.5	4.5	4.5	2.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
<b>cp</b>	4.0	3.5	4.0	4.0	3.0	3.5	3.5	4.0	4.0	3.5
<b>cn</b>	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0

**Fuente:** Ficha de Observación elaborado por la investigadora.

- **INTERPRETACIÓN:**

De acuerdo con la información de la Tabla 5, Tabla 11 y Figura 5 (Anexo 11), en el grupo experimental, el 50% de las muestras tiene un valor de 4, el 30% un valor de 4.5, y una pieza dental alcanza 3.5, todos en la categoría de "mala" mineralización según GRIMEP. Solo una pieza dental en este grupo muestra un valor de 2.5, que se clasifica como "moderada" mineralización. En el grupo control positivo, el 50% tiene un valor de 4, el 40% está clasificado con 3.5, y una pieza tiene un valor de 3, lo que también indica "mala" mineralización. Sin

embargo, en el control negativo, el 30% de las muestras tiene un valor de 0.5, una pieza llega a 1, y el 60% restante presenta un valor de 0, indicando "buena" mineralización. Se observa también que hay ligeras variaciones en cada pieza, atribuibles a que las muestras provienen de diferentes caras del mismo diente, lo que especialmente afecta a la pieza 5. El análisis inicial, revela que el grupo experimental, con una media de 3.95, está clasificado como "mala" mineralización, similar al grupo control positivo, con una media de 3.70, también se clasifica como "mala". Por otro lado, el control negativo, con una media de 0.25, se clasifica como "buena".

#### 4.1.2. Comparando la remineralización a los 3 y 7 días de aplicación de la arcilla “Chaco” sobre las lesiones cariosas incipientes del esmalte del grupo experimental.

**Tabla 6**

*Comparación del grupo experimental de la remineralización a los 3 y 7 días de aplicación de la arcilla “Chaco”.*

	PZA 1	PZA 2	PZA 3	PZA 4	PZA 5	PZA 6	PZA 7	PZA 8	PZA 9	PZA 10
<b>m1</b>	4.5	3.5	4.5	4.5	2.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
<b>M2</b>	2.0	1.0	3.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.0	2.5
<b>M3</b>	2.0	1.0	2.0	1.0	1.5	1.5	2.0	1.5	1.5	2.0

**Fuente:** Ficha de Observación elaborado por la investigadora

- **INTERPRETACIÓN**



Las Tablas 6 y 12, junto con la Figura 6 (Anexo 12), muestran una comparación de la mineralización antes de la remineralización (M1) y después de la aplicación de la arcilla "Chaco" a los 3 días (M2) y a los 7 días (M3). En M2, se observa una mejora significativa en la mineralización. El 20% de las piezas dentales, concretamente las piezas 6 y 9, muestran una transición de "mala" a "moderada" y luego a "buena" mineralización. Respecto a las demás piezas cada una representa un patrón distinto de mejora. Las piezas dentales 1 y 7, que representan el 20%, pasan de una mineralización "mala" a "moderada", manteniéndose en ese estado tanto a los 3 como a los 7 días. Las piezas 2 y 4 mejoran de "mala" a "buena" mineralización. Las piezas 3 y 10, que inicialmente presentan una "mala" mineralización, que progresan a "moderada" a los 3 días y aunque experimentan una ligera disminución en los valores a los 7 días, siguen siendo catalogadas como "moderada". La pieza 8 comienza con una mineralización "mala", mejora a "moderada" a los 3 días, y alcanza una "buena" mineralización a los 7 días. Finalmente, la pieza 5, que inicia con una "moderada" mineralización, disminuye ligeramente a los 3 días, pero se clasifica como "buena" a los 7 días, evidenciando un comportamiento anómalo que podría deberse a características específicas de la pieza dental o a errores de medición.

El análisis de los valores de remineralización en el grupo experimental muestra una disminución significativa en la efectividad de la arcilla "Chaco" con el tiempo. Inicialmente, la mediana de remineralización es alta (4.0), pero baja a 2.0 a los 3 días y a 1.5 a los 7 días, sugiriendo que, aunque la arcilla tiene un fuerte efecto inicial, su eficacia disminuye con el tiempo. La prueba ANOVA revela diferencias significativas entre los tiempos de medición ( $p=4.93e-10$  y  $F=52.53$ ), indicando una reducción en los valores de remineralización. Las comparaciones

post-hoc con la prueba de Bonferroni muestran diferencias significativas entre las mediciones iniciales (M1) y después de 3 días (M2) y 7 días (M3) ( $p=3.6e-06$  y  $p=6.5e-08$ , respectivamente), mientras que no hay diferencias significativas entre los valores de M2 y M3 ( $p=0.32$ ). Esto sugiere que el tratamiento con la arcilla "Chaco" puede ser más efectivo a los 7 días, con una efectividad máxima o acumulativa tras una semana de aplicación.

#### 4.1.3. Comparando la remineralización a los 3 y 7 días de aplicación de la pasta "Mi Paste" sobre las lesiones cariosas incipientes del esmalte del grupo control positivo.

**Tabla 7**

*Comparación del grupo control positivo de la remineralización a los 3 y 7 días de aplicación de la pasta "Mi Paste".*

	<b>PZA 1</b>	<b>PZA 2</b>	<b>PZA 3</b>	<b>PZA 4</b>	<b>PZA 5</b>	<b>PZA 6</b>	<b>PZA 7</b>	<b>PZA 8</b>	<b>PzA 9</b>	<b>PZA 10</b>
<b>M1</b>	4.0	3.5	4.0	4.0	3.0	3.5	3.5	4.0	4.0	3.5
<b>M2</b>	1.5	2.5	2.0	2.0	1.5	2.0	3.0	2.5	2.5	2.0
<b>M3</b>	0.5	1.5	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	2.5	1.5

**Fuente:** Ficha de Observación elaborado por la investigadora



- **INTERPRETACIÓN:**

Las Tablas 7 y 13 y la Figura 7 (Anexo 13) muestran la comparación de la mineralización antes de la remineralización (M1) y después de la aplicación de la pasta "Mi Paste" a los 3 días (M2) y a los 7 días (M3). Las piezas 6 y 10, que representan el 20%, muestran un patrón similar: pasan de una "mala" mineralización inicial a una "moderada" a los 3 días, y finalmente a una "buena" mineralización a los 7 días. Las piezas 2, 4 y 8 siguen una tendencia similar, aunque con algunas variaciones. La pieza 4 comienza con una medición inicial de 4, 0.5 más alta que las demás, y presenta un valor de 2.5 a los 3 días, con una disminución a 1 al finalizar el período. La pieza 2 muestra una mejora desde una "mala" mineralización inicial a "buena" al final de los 7 días. La pieza 8, por otro lado, experimenta una disminución más pronunciada, bajando de 4 a 2.5 y finalmente a 1. Las piezas 3 y 9 evolucionan de una "mala" mineralización a "moderada", que se mantiene durante ambos períodos de evaluación. La pieza 5 comienza con "mala" mineralización, mejora a "buena" a los 3 días y se mantiene así. La pieza 1 muestra una reducción notable, pasando de 4 a 1.5 a los 3 días y logrando un valor final de 0.5 a los 7 días. Finalmente, la pieza 7 inicia con una "mala" mineralización de 3.5, que mejora a 3 a los 3 días y alcanza una "buena" mineralización a los 7 días. El análisis de los valores de remineralización en el grupo positivo a los 3 y 7 días de aplicación de Mi Paste revela una disminución significativa en los valores de remineralización con el tiempo. Inicialmente, los valores son altos (mediana de 3.0), pero disminuyen a 1.5 a los 3 días y a 0.5 a los 7 días. Esta tendencia indica que Mi paste tiene un fuerte efecto inicial de remineralización, pero su eficacia disminuye considerablemente con el tiempo.

El análisis de los valores de remineralización en el grupo positivo tras la aplicación de Mi Paste a los 3 y 7 días muestra una disminución notable con el tiempo. Los valores, que inicialmente son altos (mediana de 3.0), bajan a 1.5 a los 3 días y a 0.5 a los 7 días, indicando que, aunque Mi Paste tiene un efecto inicial fuerte, su eficacia disminuye con el tiempo. La prueba ANOVA confirma diferencias significativas entre los tiempos de medición ( $p=9.13e-11$  y  $F=61.32$ ), y las comparaciones post-hoc con la prueba de Bonferroni revelan diferencias significativas entre las mediciones iniciales y las realizadas a los 3 días ( $p=1.1e-07$ ) y a los 7 días ( $p=8.3e-11$ ), así como una diferencia leve entre los valores a los 3 y 7 días ( $p=0.011$ ).

#### 4.1.4. Comparando la remineralización de la arcilla “Chaco” con el grupo control positivo (pasta Mi paste) a los 3 y 7 días de aplicación sobre las lesiones incipientes de esmalte en las piezas de en Puno, 2024.

**Tabla 8**

*Comparación de la mineralizador de la arcilla “Chaco” con el grupo control positivo (pasta Mi paste) a los 3 y 7 días de aplicación*

		PZA 1	PZA 2	PZA 3	PZA 4	PZA 5	PZA 6	PZA 7	PZA 8	PZA 9	PZA 10
<b>GE</b>	<b>M1</b>	4.5	3.5	4.5	4.5	2.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	<b>M2</b>	2.0	1.0	3.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.0	2.5
	<b>M3</b>	2.0	1.0	2.0	1.0	1.5	1.5	2.0	1.5	1.5	2.0
<b>GP</b>	<b>M1</b>	4.0	3.5	4.0	4.0	3.0	3.5	3.5	4.0	4.0	3.5
	<b>M2</b>	1.5	2.5	2.0	2.0	1.5	2.0	3.0	2.5	2.5	2.0
	<b>M3</b>	0.5	1.5	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	2.5	1.5

**Fuente:** Ficha de Observación elaborado por la investigadora



- **INTERPRETACIÓN:**

La tabla 8, la tabla 14 y la figura 8 (Anexo 14) muestran la comparación entre el grupo experimental y el grupo control positivo a los 3 y 7 días de aplicación. Antes de la remineralización, la mayoría de las mediciones se clasificaban como "malas". El 30% de las piezas (1, 3 y 4) en el grupo experimental tuvieron un valor inicial de 4.5, mientras que en el grupo control positivo fue de 4. En las piezas 6, 7 y 10, el grupo experimental tuvo un valor inicial de 4, y el control positivo de 3.5. El 30% de las piezas (2, 8 y 9) mostraron medidas iniciales iguales en ambos grupos. La pieza 5 del grupo experimental tuvo una medida inicial de 2.5 (moderada), mientras que el grupo control positivo tuvo una medida catalogada como "mala".

Después de 3 días de aplicación (M2), todos los valores disminuyeron. En las piezas 1 y 5, el grupo experimental tuvo un valor de 2 y el control positivo de 1.5. En la pieza 10, el grupo experimental tuvo un valor de 2.5 y el control positivo de 2. En la pieza 3, el grupo experimental tuvo un valor de 3 y el control positivo de 2. El 40% de las piezas mostraron mejores valores en el grupo control positivo. Las piezas 8 y 6 tuvieron mediciones iguales en ambos grupos a los 3 días. Sin embargo, las piezas 2, 4 y 7 mostraron una mayor mejora en el grupo experimental.

A los 7 días (M3), la pieza 1 no mostró variación en el grupo experimental, pero sí en el control positivo, con una diferencia de 3 valores. En la pieza 2, aunque los valores del grupo experimental se mantuvieron y los del control positivo disminuyeron, la remineralización fue mayor en el grupo experimental. Esto también ocurrió en las piezas 4 y 9. En la pieza 3, ambos grupos terminaron con



valores iguales. En las piezas 5 y 6, ambos grupos mostraron una remineralización "buena", aunque el grupo control positivo no tuvo variación en la pieza 5 y el grupo experimental mostró una disminución en la pieza 6. Las piezas 7, 8 y 10 mostraron una mejor remineralización en el grupo control positivo, con notables disminuciones en los valores. En resumen, a los 7 días, el grupo control positivo mostró una mejor remineralización en el 40% de las piezas, el 30% mostró valores iguales para ambos grupos y el 30% mostró mejor remineralización en el grupo experimental. El análisis de los valores de remineralización del grupo experimental y positivo muestra medianas de 4 en M1, 2 en M2, y 1.5 en M3, indicando una disminución significativa con el tiempo.

El grupo experimental presentó valores mayores, posiblemente debido a un mayor tiempo de exposición al material desmineralizador. La prueba de ANOVA reveló diferencias altamente significativas en la remineralización entre los períodos de medición ( $F = 111.453$ ,  $p < 2e-16$ ), pero no entre los tratamientos con arcilla "Chaco" y pasta Mi paste ( $F = 0.262$ ,  $p = 0.611$ ), ni una interacción significativa entre grupo y tiempo ( $F=0.802$ ,  $p = 0.454$ ). Las comparaciones Post-Hoc con la prueba de Bonferroni mostraron diferencias altamente significativas en los períodos Experimental.M2, Experimental.M3 y Positivo.M3 ( $p < 0.001$ ), y diferencias significativas en Experimental.M1 y Positivo.M1, así como entre Experimental.M2 y Experimental.M3 ( $p < 0.01$ ).

#### **4.1.5. Comparando la remineralización de la arcilla "Chaco" con el grupo control negativo a los 3 y 7 días de aplicación en Puno, 2024.**

**Tabla 9**

*Comparación de la arcilla “Chaco” con el grupo control negativo a los 3 y 7 días de aplicación.*

		PZA 1	PZA 2	PZA 3	PZA 4	PZA 5	PZA 6	PZA 7	PZA 8	PZA 9	PZA 10
<b>GE</b>	<b>M1</b>	4.5	3.5	4.5	4.5	2.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	<b>M2</b>	2.0	1.0	3.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.0	2.5
	<b>M3</b>	2.0	1.0	2.0	1.0	1.5	1.5	2.0	1.5	1.5	2.0
<b>GN</b>	<b>M1</b>	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0
	<b>M2</b>	0.5	0.5	0.0	0.0	0.5	1.0	0.5	0.0	0.5	0.0
	<b>M3</b>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	0.5	0.0	0.5	0.5

**Fuente:** Ficha de Observación elaborado por la investigadora

Las Tablas 9 y 15 y la Figura 9 (Anexo 15) muestran la comparación de los valores de remineralización entre el grupo experimental y el grupo control negativo a los 3 y 7 días de aplicación. En la medición inicial (M1), el 90% de las piezas del grupo control negativo tienen valores de 0 y el 10% restante tiene un valor de 0.5, clasificándose como “buenas”. En contraste, el grupo experimental presenta valores más altos, entre 2.5 y 4.5, catalogados como “malos” debido a que el grupo control negativo no fue expuesto a la desmineralización con ácido fosfórico al 37%.

En la medición a los 3 días (M2), los valores del grupo negativo permanecen bajos, aunque se observa un ligero aumento: el 40% de las piezas aumentan a 0.5, una pieza sube a 1, mientras que las piezas 3, 4, 8 y 10 se mantienen en 0 y la pieza 1 se mantiene en 0.5 que, comparado con el grupo experimental, estos valores siguen siendo muy bajos. Finalmente, en la medición a los 7 días (M3), el 80% de las piezas del grupo negativo tienen valores de 0.5,



el 10% aumenta a 1 y el 10% restante se mantiene en 0. Esto sugiere que con cada medición usando azul de metileno, las piezas pueden mancharse involuntariamente, lo que podría causar variaciones en los valores del grupo experimental dependiendo del grado de coloración permanente, indicando mejores resultados para el estudio.

El análisis de los valores de remineralización entre el grupo experimental y el grupo negativo muestra diferencias significativas. En el tiempo M1, el grupo experimental tiene una mediana de 3.95 frente a 0.25 del grupo negativo. En M2, el grupo experimental tiene una media de 2.0 y el grupo negativo 0.35, y en M3, el grupo experimental tiene una mediana de 1.60 comparado con 0.50 del grupo negativo. La prueba de ANOVA revela diferencias altamente significativas en todos los factores evaluados: grupo ( $F = 347.49$ ,  $p < 2e-16$ ), tiempo ( $F = 32.97$ ,  $p = 4.39e-10$ ) e interacción grupo-tiempo ( $F = 47.05$ ,  $p = 1.48e-12$ ), indicando que la arcilla "Chaco" y el tiempo de aplicación influyen significativamente en la remineralización del esmalte. Las comparaciones Post-Hoc con la prueba de Bonferroni muestran diferencias altamente significativas entre los grupos en todos los períodos ( $p < 2e-16$ ), sugiriendo que el tratamiento con arcilla "Chaco" tiene un efecto positivo en la remineralización en comparación con el control negativo, aunque no hay diferencias significativas dentro del grupo experimental entre M2 y M3 ( $p = 0.75$ ), ni dentro del grupo negativo entre los períodos evaluados ( $p = 1.00$ ).

#### **4.1.6. Evaluando el efecto remineralizador de la arcilla "Chaco" mediante la técnica de la colorimetría después de someter a las muestras a la remineralización a los 3 y 7 días de aplicación.**

**Tabla 10**

*Mineralización del esmalte mediante la técnica de la colorimetría después de someter a las muestras a la remineralización a los 3 y 7 días de aplicación.*

		pZA 1	PZA 2	PZA 3	PZA 4	PZA 5	PZA 6	PZA 7	PZA 8	PZA 9	PZA 10
<b>GE</b>	M1	4.5	3.5	4.5	4.5	2.5	4	4	4	4	4
	M2	2	1	3	1	2	2	2	2.5	2	2.5
	M3	2	1	2	1	1.5	1.5	2	1.5	1.5	2
<b>GP</b>	M1	4	3.5	4	4	3	3.5	3.5	4	4	3.5
	M2	1.5	2.5	2	2	1.5	2	3	2.5	2.5	2
	M3	0.5	1.5	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1	2.5	1.5
<b>GN</b>	M1	0.5	0	0	0	0.5	1	0.5	0	0	0
	M2	0.5	0.5	0	0	0.5	1	0.5	0	0.5	0
	M3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0	0.5	0.5

**Fuente:** Ficha de Observación elaborado por la investigadora

- **INTERPRETACIÓN:**

De acuerdo con la información de la Tabla 10, Tabla 16 y Figura 10 (Anexo 16), se puede interpretar lo siguiente:

Para el grupo experimental (GE), las mediciones a 3 días (M2) y 7 días (M3) muestran que, en M2, el 50% de las muestras tiene un valor de 2, el 20% tiene un valor de 2.5, clasificándose como "moderada" mineralización, mientras que 2 piezas dentarias presentan un valor de 1, indicando "buena" mineralización, y solo una pieza tiene un valor de 3, considerada "mala" mineralización. En M3, el 40% de las muestras tiene un valor de 2, clasificado como "moderado", el 40% muestra un valor de 1.5 y el 20% restante tiene un valor de 1, lo que indica "buena" mineralización. Esto en comparación con la medición antes de la remineralización (M1), existe una mejora significativa determinando que existe una mejora en el efecto remineralizador entre M1, M2 y M3, indicando que existe un efecto de mineralización "bueno" que es exponencial en los tres primeros días y se estabiliza aritméticamente con el tiempo.



En el grupo control positivo, M2 muestra que el 40% de las muestras tiene un valor de 2, el 30% tiene un valor de 2.5 (clasificadas como "moderada"), el 20% tiene un valor de 1.5 ("buena") y solo una muestra tiene un valor de 3 ("mala"). En M3, el 60% de las muestras tiene un valor de 1.5, una pieza tiene un valor de 1, y el 10% restante tiene un valor de 0.5, indicando "buena" mineralización. Además, una pieza representa el 10% con un valor de 2 y otra con un valor de 2.5, clasificándose como "moderada". Estos en contraste a la M1 se identifica de igual manera un "buen" efecto remineralizador de la pasta "Mi Paste" que a diferencia del "Chaco" tiene un mejor efecto a los 7 días de aplicación

Para el grupo control negativo, en M2, el 50% de las muestras tiene un valor de 0.5, el 40% tiene un valor de 0 y solo una pieza tiene un valor de 1, todas catalogadas como "buena" mineralización. En M3, el 80% tiene un valor de 0.5, el 10% tiene un valor de 1, y la muestra restante tiene un valor de 0, lo que indica una "buena" mineralización en general, con una tendencia de mejora a diferencia de los grupos GE y GP. Este resultado en contraste con la M1 involucra una tinción involuntaria de las muestras relacionadas a número de exposiciones al azul de metileno, que conlleva a que los grupos experimentales y de control positivo tienen efectos remineralizadores mucho más óptimos.

Después de someter las muestras a la remineralización, observamos que el grupo experimental muestra una mejora progresiva en la mineralización del esmalte, con medias que pasan de 3.95 (mala) inicialmente, a 2.00 (moderada) a los 3 días y 1.60 (moderada) a los 7 días. El grupo positivo también presenta una mejora, con medias que pasan de 3.70 (mala) inicialmente, a 2.15 (moderada) a los 3 días y 1.50 (moderada) a los 7 días. En contraste, el grupo negativo mantiene una excelente mineralización, con medias de 0.25 (buena) inicialmente, 0.35



(buena) a los 3 días y 0.50 (buena) a los 7 días, sugiriendo que el esmalte en este grupo no presenta deterioro significativo.

## 4.2. DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto remineralizador de la arcilla "*Chaco*" al 100% de concentración, sobre lesiones cariosas incipientes en esmalte inducidas con ácido fosfórico al 37%. Utilizando la técnica de medición de la colorimetría con azul de metileno al 2% (GRIMEP), se analizaron los cambios en la mineralización del esmalte a los 3 y 7 días de aplicación. Se comparó la arcilla "*Chaco*" con la pasta "*Mi Paste*" y un control negativo con agua destilada. La metodología incluyó una preparación cuidadosa de las muestras, inducción controlada de las lesiones y análisis estadísticos detallados. Los resultados mostraron que la arcilla "*Chaco*" tiene un efecto remineralizador "bueno", aunque no tan fuerte como se había anticipado.

Respecto a la mineralización antes de los procedimientos de remineralización en su investigación, Thierens et al. (7), efectúa este proceso con un preparado con un pH de 4.4 durante 96 horas buscando una profundidad de lesión de 150 a 200  $\mu\text{m}$  medido con una microradiografía transversal, logrando su propósito. Zhang et al. (40), utilizó ácido láctico ajustando su pH a 4.6, mientras que Prado et al. (75), utilizó ácido acético con un pH de 4.4 sometiendo a una exposición por 96 horas. Así mismo, Cobos et al. (59) utilizó ácido fosfórico al 37% durante 20 segundos, similar a la presente investigación ya por antecedentes se conoce que tiene un pH de 0.91, lo que nos lleva a determinar que la propiedad de los agentes desmineralizadores es el pH ácido.

Respecto a la comparación respecto a los días 3 y 7 días de aplicación de la arcilla "*Chaco*" no se tiene antecedentes, sin embargo, si se cuenta con estudios sobre la aplicación de la pasta "*Mi Paste*" en diferentes tiempos, Vieira et al. (20) en su



investigación realizaron mediciones a los 3 minutos, 3 horas y 7 horas, sin encontrar diferencias significativas en el uso prolongado del Recaldent. Estos resultados coinciden con los obtenidos en la presente investigación, donde las mediciones a los 3 días de aplicación no mostraron una mejora significativa en comparación con las realizadas a los 7 días de aplicación.

Por otro lado, la investigación de Thierens et al. (7) indujo lesiones cariosas más profundas y se extendió por un período de aplicación más prolongado, las mediciones se realizaron a las 6 y 12 semanas, encontrando un mayor aumento del contenido mineral después de las 12 semanas. Este estudio sugiere que para observar efectos significativos en la remineralización dental, puede ser necesario un período de aplicación más prolongado a diferencia del evaluado por Vieira et al. (20).

Sin embargo, Romero et al. (3), realizaron un estudio comparando el barniz de flúor al 5% y la nano-hidroxiapatita, donde después de 30 días, no se encontraron diferencias significativas en su aplicación individual, pero sí en la combinación de ambos, sugiriendo que una combinación de agentes remineralizadores puede ofrecer beneficios adicionales.

Por último, respecto al tiempo de aplicación de los agentes remineralizantes en la investigación de Alarcón et al. (24) evaluaron la tasa de remineralización de diferentes pastas dentales utilizando el colorímetro de azul de metileno (GRIMEP). Se realizaron mediciones a las 96 y 120 horas de aplicación. Los resultados demostraron que el contenido de flúor en las pastas dentales de las marcas Colgate y Dento disminuía con el paso del tiempo.

Concerniente a la comparación del grupo experimental (Arcilla “Chaco”) con el grupo de control positivo (pasta “Mi Paste”), no existen antecedentes, sin embargo se



encontró similares, en la investigación de Sandomierski et al. (12), se incorporó montmorillonita como relleno en una resina metacrílica y analizaron mediante técnicas como Microscopía Electrónica de Barrido, Espectroscopia de Energía Dispersiva, Microscopía Electrónica de Transmisión, mediciones de adsorción/desorción de nitrógeno y Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier. Donde los resultados confirmaron la efectiva incorporación de calcio y la mineralización superficial, indicando un potencial remineralizante de la montmorillonita. Estos hallazgos son consistentes con nuestra investigación, donde la arcilla "Chaco" mostró mejoras remineralizantes al ser evaluada con el colorímetro GRIMEP.

Se tiene escasos antecedentes de estudio, sin embargo, se estudió a la arcilla "Chaco" en el ámbito de la odontología como lo refleja el estudio realizado por Sanca et al. (23) que encontró que, la arcilla "Chaco" obtenida del yacimiento de Asillo posee propiedades inhibitorias sobre el *Streptococcus Mutans*, una bacteria estrechamente relacionada con la caries dental. Este resultado se alinea con los hallazgos de Huacasi (76) quien investigó los efectos de la arcilla "Chaco" sobre la *Porphyromonas gingivalis*, una bacteria implicada en la periodontitis. En su estudio, Huacasi utilizó arcillas provenientes de los yacimientos de Acora y Azángaro, encontrando que la arcilla de Acora mostró un efecto inhibitorio más pronunciado.

Respecto a la comparación de la remineralización de arcilla "Chaco" con el grupo control negativo, se observa que las autoras Alarcón et al. (24) y Gispert et al. (46) utilizaron el método de colorimetría sin encontrar variaciones en sus mediciones. Esto contrasta con los resultados del presente estudio, que evidenció tinciones involuntarias a mayor aplicación de azul de metileno al 2%.



Finalmente, referente a la mineralización después de los procedimientos de la remineralización con la arcilla “*Chaco*”, en su investigación, Sandomierski et al. (12) usa la montmorillonita, que es el componente activo de la arcilla mencionada, asociado a una resina compuesta, demuestran que sus propiedades como intercambiador catiónico, adsorbente y su pH alcalino le confieren notables capacidades remineralizantes, lo cual coincide con los resultados obtenidos en esta investigación. Determinando que tiene mayor eficacia en los tres primeros días de aplicación para posteriormente estabilizarse, resultado que concuerda con Viera et al. (20) y Alarcón et al. (24) quienes determinaron que no había diferencias significativas con el uso prolongado de diferentes agentes remineralizantes.



## V. CONCLUSIONES

- PRIMERO:** La mineralización del esmalte antes de someter a las muestras a la remineralización es “Malo” en el grupo Experimental y en grupo de control Positivo mientras que el grupo de control negativo es “Bueno”, determinando que el proceso de desmineralización fue efectivo.
- SEGUNDO:** A los 3 y 7 días de aplicación, la arcilla "Chaco" muestra una diferencia significativa en comparación con el día inicial, lo que sugiere un efecto remineralizador notable dentro de los primeros 3 días, que luego se estabiliza.
- TERCERO:** A los 3 días y 7 días de aplicación de la pasta "Mi Paste" también presenta una diferencia significativa en los mismos periodos, indicando un efecto remineralizador considerable en los primeros 3 días, con una progresión continua hasta los 7 días.
- CUARTO:** Tanto la arcilla "Chaco" como la pasta "Mi paste" demostraron efectos remineralizadores significativos dentro de los primeros 3 días, con la arcilla "Chaco" estabilizándose y la pasta "Mi paste" continuando su progresión hasta los 7 días.
- QUINTO:** El tratamiento con arcilla "Chaco" tiene un efecto significativamente mayor en la remineralización del esmalte en comparación con el control negativo, especialmente a lo largo de diferentes períodos de tiempo. El control negativo dio cuenta que las piezas dentarias después de varias mediciones pueden adquirir el color del azul de metileno, esto genera variaciones en las mediciones posteriores.



**SEXTO:** Después de la remineralización, se concluye que ambos tratamientos remineralizadores son efectivos, con una notable mejora en la mineralización del esmalte. En el grupo experimental, la mejora es más significativa en los primeros 3 días, mientras que en el grupo control positivo se observa una mayor mejora a los 7 días, pasando de una clasificación inicial de "Mala" a "Buena". El grupo control negativo confirma estos resultados, sugiriendo que el azul de metileno puede causar tinción involuntaria relacionada con el número de exposiciones.

**SÉPTIMO:** La arcilla "*Chaco*" tiene un efecto remineralizador significativo sobre las lesiones cariosas incipientes de esmalte, medido mediante la técnica de colorimetría. Muestra una eficacia creciente en la remineralización, teniendo un mayor impacto los 3 primeros días de aplicación y después estabilizándose, pasando de "Mala", a "Moderada" y luego a "Buena" con el tiempo.



## VI. RECOMENDACIONES

**PRIMERO:** Explorar otros métodos para la desmineralización del esmalte, ya que esto puede proporcionar enfoques adicionales para comprender y prevenir el deterioro dental. Métodos alternativos como el uso de ácidos suaves, soluciones salinas, o incluso técnicas electroquímicas, pueden ofrecer una mayor precisión y control en el estudio de los procesos de desmineralización.

**SEGUNDO:** Ampliar el estudio de la remineralización con la arcilla "Chaco" abarcando una variedad de intervalos de tiempo de aplicación, con el fin de evaluar su efectividad a corto, mediano y largo plazo. Esto permitirá comprender mejor el comportamiento remineralizador de la arcilla en distintas fases del tratamiento, optimizando así su uso en la prevención y tratamiento de las lesiones incipientes del esmalte.

**TERCERO:** Se recomienda realizar una evaluación exhaustiva de otros agentes remineralizantes con el fin de incluirlos como controles positivos en futuras investigaciones o para llevar a cabo estudios comparativos con la arcilla "Chaco".

**CUARTO:** Para futuras investigaciones, se sugiere llevar a cabo comparaciones detalladas de la arcilla "Chaco" con otros agentes remineralizantes, evaluando su efectividad en distintos intervalos de tiempo de aplicación. Este enfoque permitirá identificar no solo la rapidez y durabilidad del efecto remineralizador de cada agente, sino también comprender mejor las condiciones bajo las cuales cada uno es más efectivo.



**QUINTO:** Se recomienda llevar a cabo estudios adicionales utilizando métodos de medición más avanzados y precisos para evaluar el efecto remineralizador de la arcilla "Chaco". Estas técnicas proporcionan información detallada sobre la estructura mineral y composicional del esmalte dental, permitiendo una evaluación más exhaustiva de los cambios inducidos por la remineralización.

**SEXTO:** Realizar estudios in vivo para evaluar la efectividad de la arcilla "Chaco" en la remineralización del esmalte dental. Los estudios in vivo proporcionarán datos más relevantes y aplicables sobre la interacción de la arcilla con el esmalte dental en condiciones biológicas reales, asegurando que los resultados del laboratorio se traduzcan en beneficios clínicos tangibles.

**SÉPTIMO:** Incluir el estudio de la arcilla "Chaco" con otras presentaciones, como enjuagues bucales, dentríficos y parte de biomateriales, ya que probar la arcilla "Chaco" en diversas aplicaciones prácticas permitirá evaluar su efectividad en condiciones de uso real, facilitando su incorporación en productos comerciales y tratamientos odontológicos innovadores



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tanner ACR, Kressirer CA, Rothmiller S, Johansson I, Chalmers NI. The Caries Microbiome: Implications for Reversing Dysbiosis. *Adv Dent Res.* 2018;29(1):78–85.
2. Gutiérrez Mosquera B. Actualización en odontología mínimamente invasiva: remineralización e infiltración de lesiones incipientes de caries. *Cient dent.* 2010;7(3):183–91.
3. Romero González MA, Aguilar Gálvez DPC. Comparación de tres agentes remineralizantes utilizados en lesiones de manchas blancas en Premolares medidos con fluorescencia láser: un estudio in vitro. *Rev Cient Odontol.* 2019;7(1):66–77.
4. Lazo Meneses GA. Problemática Actual En Salud Bucal En El Perú. *Postgrado Sci.* 2017;3(2):55–8.
5. Soares-Yoshikawa AL, Varanda T, Iwamoto AS, Kantovitz KR, Puppim-Rontani RM, Pascon FM. Fluoride release and remineralizing potential of varnishes in early caries lesions in primary teeth. *Microsc Res Tech.* 2021;84(5):1012–21.
6. Mascarenhas AK. Is fluoride varnish safe?: Validating the safety of fluoride varnish. *J Am Dent Assoc [Internet].* 2021;152(5):364–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2021.01.013>
7. Thierens LAM, Moerman S, Van Elst C, Vercruyssen C, Maes P, Temmerman L, et al. The in vitro remineralizing effect of CPP-ACP and CPP-ACPF after 6 and 12 weeks on initial caries lesion. *J Appl Oral Sci.* 2019;27:1–9.
8. Juárez López MLA, Gómez Rivas YC, Murrieta Pruneda F. Fosfopéptido de caseína-fosfato de calcio amorfo más cepillado con un dentífrico fluorurado en la remineralización de caries incipiente. *Acta Pediátrica México.* 2021;42(6):272.
9. Castellanos JE, Gallón LMM, Úsuga Vacca MV, Castiblanco Rubio GA, Martignon Biermann S. La remineralización del esmalte bajo el entendimiento actual de la caries dental. *Univ Odontol [Internet].* 2013;32(69):49–59. Available



from: <http://www.javeriana.edu.co/universitasodontologica>

10. MIDIS. Reporte Regional de Indicadores Sociales del Departamento de Puno. 2023. p. 65–9.
11. Copa Gisbert VJ, Ramirez Alanoca GF. Phasa: todo sobre la arcilla comestible. *Rev Cient Cienc Medica*. 2020;23(2):240–6.
12. Sandomierski M, Buchwald Z, Voelkel A. Calcium montmorillonite and montmorillonite with hydroxyapatite layer as fillers in dental composites with remineralizing potential. *Appl Clay Sci* [Internet]. 2020;198(February):105822. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105822>
13. Largo Castro DP, Villamarin Coral KM. Caracterización y activación química de Arcilla Tipo Bentonita para su evaluación en la efectividad de remoción de fenoles presentes en aguas residuales. Universidad Tecnología de Pereira; 2013.
14. Wilma T, Blanco M, Saúl C. Caracterización Química Mineralógica Estructural De Dos Arcillas Bolivianas. *Rev Boliv Quim*. 2006;23(1):71–6.
15. Roque Almanza L. Caracterización físico – química y grado de conocimiento de los consumidores y comercializadores de las arcillas comestibles (chá'qo) de la región de Puno. Universidad Nacional del Altiplano; 2017.
16. Ministerio de Salud. Prevalencia nacional de caries dental, fluorosis del esmalte y urgencia de tratamiento en población escolar de 6 a 8, 10, 12 y 15 años, Perú. 2001 - 2002 [Internet]. Vol. 7, *Boletín Epidemiológico*. 2005. p. 1–19. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/269107473\\_What\\_is\\_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/CivilWars\\_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625](https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/CivilWars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625)
17. Vignolo J, Vacarezza M, Alvarez C, Sosa A. Niveles de atención, de prevención y atención primaria de la salud. *Arch Med Interna*. 2011;33(1):11–4.
18. Choquenaira C. Caracterización fisicoquímica y liberación de aluminio, in vitro - in vivo, de la arcilla (chaco) – 2015. Repos CONCYTEC [Internet]. 2016; Available from: <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2163>



19. Castillo Contreras O, Frisancho Velarde O. El “chaco”: arcilla medicinal comestible del altiplano peruano y sus propiedades en la patología digestiva. *Rev Gastroenterol Peru*. 2015;35(1):97–9.
20. Vieira AEDM, Danelon M, Da Camara DM, Rosselli ER, Stock SR, Cannon ML, et al. In vitro effect of amorphous calcium phosphate paste applied for extended periods of time on enamel remineralization. *J Appl Oral Sci*. 2017;25(6):596–603.
21. Alcantara Cachi EM, Hernandez Suarez LE. Eficacia Remineralizadora de recaldent vs barniz fluorado en lesiones de mancha blanca en esmalte. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo; 2017.
22. Vargas Cutipa KP. Efectividad de tres agentes fluorados para la remineralización in situ de superficies de esmalte desmineralizadas in vitro, Arequipa -2017 [Internet]. Repositorio Institucional - UAP. 2017. Available from: [http://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/uap/6109/1/T059\\_\\_47317510\\_T.pdf%0A](http://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/uap/6109/1/T059__47317510_T.pdf%0A) <http://repositorio.uap.edu.pe/handle/uap/6109>
23. Sanca Apaza TM, Huarachi Ito HR. Evaluación in vitro de la Arcilla de Hidralgiritita (Chaqo) y del aceite esencial de timol en la inhibición de crecimiento de *Streptococcus mutans*, Puno 2021 [Internet]. Universidad Nacional del Altiplano; 2021. Available from: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza\\_Mamani\\_Joel\\_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza_Mamani_Joel_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
24. Alarcón Ticona G, Churata Ramos A. Efecto de la concentración de fluór en pastas dentales sometidas a temperatura ambiente en la remineralización del esmalte dental en cobayos a 3825 msnm Juliaca 2017. Tesis. Universidad Nacional del Altiplano Puno; 2017.
25. Cerón Bastidas XA. El sistema ICDAS como método complementario para el diagnóstico de caries dental. *Rev CES Odontol*. 2015;28(2):100–9.
26. Cedillo Valencia J de J. Uso de los derivados de la caseína en los procedimientos de remineralización. *Rev ADM*. 2012;LXIX(4):191–9.
27. Pitts NB, Twetman S, Fisher J, Marsh PD. Understanding dental caries as a non-communicable disease. *Br Dent J*. 2021;231(12):749–53.



28. MacHiulskiene V, Campus G, Carvalho JC, Dige I, Ekstrand KR, Jablonski-Momeni A, et al. Terminology of Dental Caries and Dental Caries Management: Consensus Report of a Workshop Organized by ORCA and Cariology Research Group of IADR. *Caries Res.* 2020;54(1):7–14.
29. Simón-Soro A, Mira A. Solving the etiology of dental caries. *Trends Microbiol.* 2015;23(2):76–82.
30. Carrillo Sánchez C. Desmineralización y remineralización. *Rev ADM.* 2010;67(1):30–2.
31. Espinosa R, Bayardo R, Mercado A, Ceja I, Igarashi C, Alcalá J. Efecto de los sistemas fluorados en la remineralización de las lesiones cariosas incipientes del esmalte, estudio in situ. *Rev Oper Dent y Biomater [Internet].* 2014;3:14–21. Available from: <http://rodyb.com/efecto-de-los-sistemas-fluorados-en-la-remineralizacion>
32. Maldonado Ramirez MA, Issassi Hernandez H, Trejo TEjada S, Mahe Cortes K. Remineralizacion de caries mancha blanca no cavitada: estudio in vitro. *Oral.* 2019;20(64):1766–70.
33. Monterde Coronel ME, Delgado Ruiz J, Martínez Rico IM, Guzmán Félix C, Espejel Mejía M. Desmineralización-remineralización del esmalte dental. *Rev la Asoc Dent Mex.* 2002;59(6):220–2.
34. Philip Sapp J, Eversole LR, Wysocki GP. *Patología oral y maxilofacial contemporánea.* 2nd ed. España: Elsevier; 2004.
35. Juárez-López MLA, Hemández-Palacios RD, Hernández-Guerrero JC, Jiménez-Faréan D, Molina-Frechero N. Efecto preventivo y de remineralización de caries incipientes del fosfopéptido de caseína fosfato de calcio amorfo. *Rev Investig Clin.* 2014;66(2):144–51.
36. Garchitorena Fereira MI. Materiales bioactivos en la remineralización dentinaria. *Odontoestomatología.* 2016;18(28):11–9.
37. Arias Pacheco D. *Desmineralización del esmalte y dentina frente a productos blanqueadores de venta libre.* 2020.



38. Arifa MK, Ephraim R, Rajamani T. Recent Advances in Dental Hard Tissue Remineralization: A Review of Literature. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2019;12(2):139–44.
39. Rosas Jiménez MI. Biomateriales que inducen la remineralización del esmalte dental y dentina. *Rev la Asoc Dent Mex*. 2021;78(4):195–204.
40. Zhang J, Boyes V, Festy F, Lynch RJM, Watson TF, Banerjee A. In-vitro subsurface remineralisation of artificial enamel white spot lesions pre-treated with chitosan. *Dent Mater [Internet]*. 2018;34(8):1154–67. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.04.010>
41. Bossù M, Saccucci M, Salucci A, Di Giorgio G, Bruni E, Uccelletti D, et al. Enamel remineralization and repair results of Biomimetic Hydroxyapatite toothpaste on deciduous teeth: An effective option to fluoride toothpaste. *J Nanobiotechnology [Internet]*. 2019;17(1):1–13. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12951-019-0454-6>
42. Sturdevant C, Roberson T, Heymann H, Sturdevanta J. *Arte y Ciencia. Operatoria Dental*. 3rd ed. España; 1996.
43. Roche Martinez A, Nasco Hidalgo N, Gispert Abreu E de los A, Jimenez Echemendia T, Ventura Hernandez MI. Lesiones incipientes de caries dental y su relacion con la higiene bucal en niños venezolanos. *Rev Cubana Estomatol*. 2009;46(4):69–78.
44. Mukrimaa SS, Nurdyansyah, Fahyuni EF, YULIA CITRA A, Schulz ND, غسان د, et al. Comparison of Different methods for the diagnosis of fissure caries whitout cavitation. *J Penelit Pendidik Guru Sekol Dasar*. 1993;27(5):9–16.
45. Zarta OL, Zuluaga AL, Huerta MC, Lara JS, Quintero I, Téllez M, et al. Penetración de tres adhesivos en lesiones interproximales de caries de mancha blanca: estudio in vitro. *Rev Fac Odontol Univ Antioquia*. 2012;24(1):84–95.
46. Gispert Abreu E de los A, Cantillo Estrada E, Rivero López A, Cruz Rodríguez M. Remineralización in vivo del esmalte desmineralizado artificialmente. *Rev Cubana Estomatol*. 2001;38(1):5–9.



47. Paredes Quintana CM, Álvarez Velasco PDL. Microdureza del esmalte remineralizado mediante el uso de barnices fluorados en premolares desmineralizados con ácido láctico, estudio in vitro. *Odontol (Habana)* [Internet]. 2021;23(1):1–9. Available from: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/odontologia/article/view/3277>
48. Liang K, Wang S, Tao S, Xiao S, Zhou H, Wang P, et al. Dental remineralization via poly(amido amine) and restorative materials containing calcium phosphate nanoparticles. *Int J Oral Sci* [Internet]. 2019;11(2). Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41368-019-0048-z>
49. Poole DFG, Silverstone LM. Remineralization of Enamel. In: *Hard Tissue Growth*. 1973. p. 35–56.
50. Liang K, Xiao S, Wu J, Li J, Weir MD, Cheng L, et al. Long-term dentin remineralization by poly(amido amine) and rechargeable calcium phosphate nanocomposite after fluid challenges. *Dent Mater* [Internet]. 2018;34(4):607–18. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2018.01.001>
51. Coceska E, Gjorgievska E, Coleman NJ, Gabric D, Slipper IJ, Stevanovic M, et al. Enamel alteration following tooth bleaching and remineralization. *J Microsc*. 2016;262(3):232–44.
52. Daneshpoor N, Pischevar L. Comparative evaluation of bioactive cements on biomimetic remineralization of dentin. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(3):e291–9.
53. ElSayad I, Sakr A, Badr Y. Combining casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate with fluoride: synergistic remineralization potential of artificially demineralized enamel or not? *J Biomed Opt*. 2009;14(4):044039.
54. Creme T, Calcium W, For D, Indications USE. *GC MI Paste Plus*. :10–1.
55. GC Europe N.V. *Mi paste Plus*. 2009.
56. Moule CA, Angelis F, Kim GH, Le S, Malipatil S, Foo MS, et al. Resin bonding using an all-etch or self-etch adhesive to enamel after carbamide peroxide and/or CPP-ACP treatment. *Aust Dent J*. 2007;52(2):133–7.
57. Wefel JS. NovaMin: likely clinical success. *Adv Dent Res*. 2009;21(1):40–3.



58. Söderling EM. Xylitol, mutans streptococci, and dental plaque. *Adv Dent Res.* 2009;21(1):74–8.
59. Cobos Ortega C, Valenzuela Espinoza E, Ángel Araiza M. Influencia de un enjuague a base de fluoruro y xilitol en la remineralización in vitro del esmalte en dientes temporales. *Rev Odontológica Mex.* 2013;17(4):204–9.
60. Santamaria García RA, Mendoza Ibañez AJ, Maldonado Avelar EC, Escobar de González WY, Carranza Mendoza I, Rivera Ventura JO, et al. Comparación de la efectividad de dos marcas de flúor barniz al 5 % usando dos protocolos de aplicación para la remineralización de la lesión inicial de caries dental. *Rev Multidiscip la Univ El Salvador.* 2022;5(3):57–68.
61. Foros P, Oikonomou E, Koletsi D, Rahiotis C, Rahiotis C. Detection Methods for Early Caries Diagnosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Caries Res.* 2021;55(4):247–59.
62. Cancapa Sencia VA. Análisis comparativo del efecto citoprotector y terapéutico de la monoterapia y tratamiento combinado con ch'ao (Silicato de Aluminio Hidratado) y sangre de grado (Croton Lechleri), en unidades experimentales inducidas a gastritis aguda, Arequipa, 2016 [Internet]. Vol. 1, Universidad Nacional de San Agustín. 2017. Available from: [http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2418/TP\\_AGRO\\_00662\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2418/TP_AGRO_00662_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
63. Cai J, Shen B, Li Z, Chen J, He C. Removal of elemental mercury by clays impregnated with KI and KBr. *Chem Eng J* [Internet]. 2014;241(March 2005):19–27. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2013.11.072>
64. Morrison KD, Williams SN, Williams LB. The anatomy of an antibacterial clay deposit: A new economic geology. *Econ Geol.* 2017;112(7):1551–70.
65. De Almeida Do Rosário J. Obtenção de material antimicrobiano a partir de bentonita nacional tratada com prata. Universidade Federal de Santa Catarina; 2010.
66. Wang X, Dong H, Zeng Q, Xia Q, Zhang L, Zhou Z. Reduced Iron-Containing Clay Minerals as Antibacterial Agents. *Environ Sci Technol.* 2017;51(13):7639–



- 47.
67. Morrison KD, Misra R, Williams LB. Unearthing the Antibacterial Mechanism of Medicinal Clay: A Geochemical Approach to Combating Antibiotic Resistance. *Sci Rep.* 2016;6(December 2015):1–13.
68. Williams LB, Metge DW, Eberl DD, Harvey RW, Turner AG, Prapaipong P, et al. What Makes a Natural Clay Antibacterial? *Institutes Heal Natl* [Internet]. 2011;45(8):3768–73. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3624763/pdf/nihms412728.pdf>
69. Rodríguez-Cruz MS, Sánchez-Martín MJ, Andrades MS, Sánchez-Camazano M. Modification of clay barriers with a cationic surfactant to improve the retention of pesticides in soils. *J Hazard Mater.* 2007;139(2):363–72.
70. Callo Mamani AR. Remoción de arsénico con arcillas naturales “Chacco” de ecosistemas contminados. Universidad Católica de Santa María; 2013.
71. Turpo Flores SV. Efecto de la Arcilla de Chaco en el crecimiento del *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356. Arequipa-2018. 2018.
72. Salahuddin N, Shehata M. Polymethylmethacrylate-montmorillonite composites: Preparation, characterization and properties. *Polymer (Guildf).* 2001;42(20):8379–85.
73. Nikolaidis AK, Koulaouzidou EA, Gogos C, Achilias DS. Synthesis and characterization of dental nanocomposite resins filled with different clay nanoparticles. *Polymers (Basel).* 2019;11(4).
74. Huacasi G. Efecto de la arcilla de Hidralgiritita y de la Clorhexidina en el crecimiento de *Porphyromona gingivalis*, e Identificación Molecular en pacientes con Periodontitis Crónica de la Especialidad de Periodoncia e Implantología UCSM. Arequipa, 2016. 2016;1–103. Available from: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/5785/2O.0290.SE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
75. Prado Rosas SG, Araiza Téllez MÁ, Valenzuela Espinoza E. Eficiencia in vitro de compuestos fluorados en la remineralización de lesiones cariosas del esmalte



bajo condiciones cíclicas de pH. Rev Odontológica Mex. 2014;18(2):96–104.

76. Huacasi Supo GV. Efecto Inhibitorio de la arcilla Chacco en el Crecimiento de *Porphyromonas gingivalis*, Puno 2020 [Internet]. Universidad Nacional del Altiplano; 2022. Available from: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza\\_Mamani\\_Joel\\_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza_Mamani_Joel_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

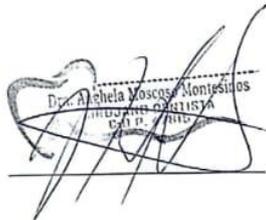
## ANEXOS

### ANEXO 1. Recolección, selección y almacenamiento de piezas dentales

#### CONSTANCIA

Yo, Angela Moscoso Montesinos con DNI N° 71004582  
cirujano dentista con COP N° 47815, en calidad de operador, doy fe de haber  
donado la cantidad de 04 premolares que fueron extraídos por motivos ortodónticos  
el(los) días 11 y 29 abril, 23 y 31 mayo y posteriormente almacenados en agua destilada  
hasta su reajo, a solicitud de la Bach. Ana Paola Quispe Venegas para ejecutar su proyecto  
de investigación (Tesis) para la obtención de su título profesional. También hago de su  
conocimiento que dichas piezas dentarias, fueron entregadas por parte del paciente bajo  
libre voluntad y disposición.

Atentamente.



Dr. Angela Moscoso Montesinos  
CIRUJANO DENTISTA  
COP N° 47815

Constancia de donación de piezas dentales

CONSTANCIA

Yo, Jose Abenta Huatta con DNI N° 71046699  
cirujano dentista con COP N° 40047, en calidad de operador, doy fe de haber  
donado la cantidad de 04 premolares que fueron extraídos por motivos ortodónticos  
el(los) días 30 marzo, 17 y 26 abril y posteriormente almacenados en agua destilada  
hasta su reajo, a solicitud de la Bach. Ana Paola Quispe Venegas para ejecutar su proyecto  
de investigación (Tesis) para la obtención de su título profesional. También hago de su  
conocimiento que dichas piezas dentarias, fueron entregadas por parte del paciente bajo  
libre voluntad y disposición.

Atentamente.



Constancia de donación de piezas dentales

CONSTANCIA

Yo, Carla Elizabeth Catacora Sardoñ con DNI N° 214162490  
cirujano dentista con COP N° 45679, en calidad de operador, doy fe de haber  
donado la cantidad de 05 premolares que fueron extraídos por motivos ortodónticos  
el(los) días 12 enero, 27 enero, 16 mayo y posteriormente almacenados en agua destilada  
hasta su reajo, a solicitud de la Bach. Ana Paola Quispe Venegas para ejecutar su proyecto  
de investigación (Tesis) para la obtención de su título profesional. También hago de su  
conocimiento que dichas piezas dentarias, fueron entregadas por parte del paciente bajo  
libre voluntad y disposición.

Atentamente.

  
  
Dra. Carla E. Catacora Sardoñ  
COP. 45679  
CIRUJANO DENTISTA

Constancia de donación de piezas dentales



Universidad Nacional del Altiplano de Puno  
Facultad de Ciencias Biológicas  
Escuela Profesional de Biología  
Programa Académico de Microbiología y Laboratorio Clínico  
Laboratorio de Virología y Biología de la Salud



Registro: 003-2024

## CONSTANCIA

**LA QUE SUSCRIBE; DOCENTE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE VIROLOGIA Y BIOLOGIA DE LA SALUD DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO –PERU.**

Que el (la) bachiller, **ANA PAOLA QUISPE VENEGAS** egresado (a) de la Escuela Profesional de Odontología de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, ha realizado parte experimental de su trabajo de investigación (tesis) **Titulado "EVALUACION POR FLUORESCENCIA DEL EFECTO REMINERALIZADOR IN VITRO DE LA ARCILLA CHACO EN LESIONES CARIOSAS INCIPIENTES DEL ESMALTE, PUNO-2024"** en el Laboratorio de Virología y Biología de la Salud del Programa de Microbiología y Laboratorio Clínico de la Escuela Profesional de Biología entre los meses de junio y julio del año 2024.

Se le expide la presente Constancia a solicitud del (a) interesado (a) para fines que se estime por conveniente.

Puno 15 julio del año 2024

**Dra. Vicky C. GONZALES ALCOS**  
Resp. Lab. De Virología y Biología de la salud  
FCCBB-UNA-PUNO

VCGA/vcga  
C.C. Decano.  
C.C. arch.

Constancia de ejecución Laboratorio de Virología y Biología de la salud de la Facultad de Ciencias Biológicas



Lavado, pulido y cortes sagitales de piezas dentales.



## ANEXO 2. Obtención y preparación del “Chaco”

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**LABORATORIO DE BIOQUÍMICA**

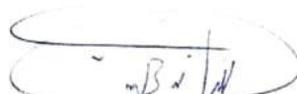
### CONSTANCIA

La que suscribe, Dra Diannett Benito López jefe del Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, otorga la presente constancia.

A la tesista Ana Paola Quispe Venegas con DNI: 70312867 de la Escuela Profesional de Odontología, que REALIZÓ EL PROCESAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DEL CHACO Y LA ELABORACIÓN DEL COLORÍMETRO DE AZUL DE METILENO (GRIMEP) en la ejecución de su proyecto de investigación titulado “EFECTO REMINERALIZADOR IN VITRO DE LA ARCILLA “CHACO” EN LESIONES INCIPIENTES DEL ESMALTE, PUNO 2024”, con código Pilar 2023-3161, en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en el mes de junio-Julio del 2024.

Se extiende la presente a petición de los interesados, para los efectos convenientes.

Puno, 16 julio del 2024.

  
M<sup>VD</sup> Dra Diannett Benito López  
Jefe de Laboratorio de Bioquímica

Constancia de ejecución de Laboratorio Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



Mapa geográfico del Distrito de Asillo- Azángaro



Balanza analítica PROBASCA



Almacenamiento de la arcilla "Chaco"

### ANEXO 3. Preparación colorímetro de azul de Metileno (GRIMEP)



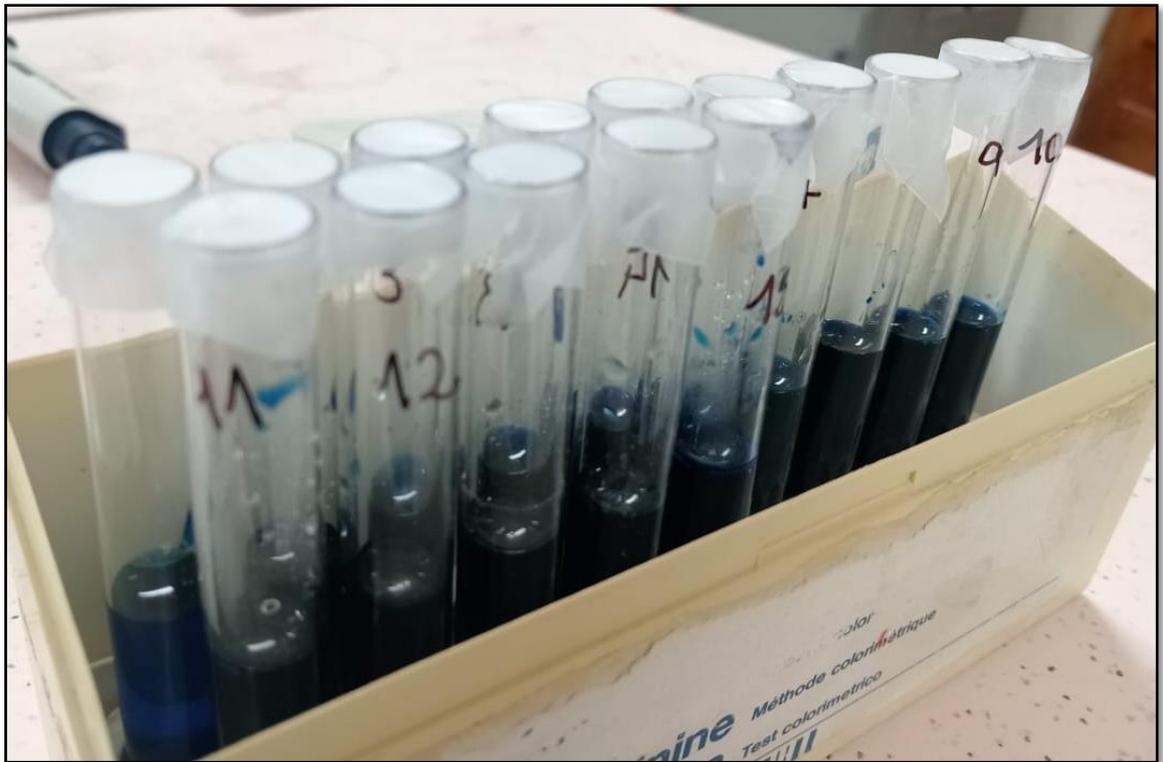
Pesado de azul de Metileno



Azul de Metileno al 2%



Pipeteado para la elaboración de colorímetro de GRIMEP



Colorímetro de Azul de Metileno (GRIMEP)

#### ANEXO 4. Preparación de las muestras (Desmineralización)

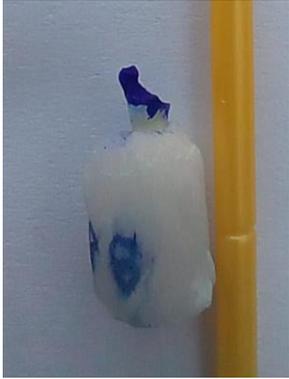


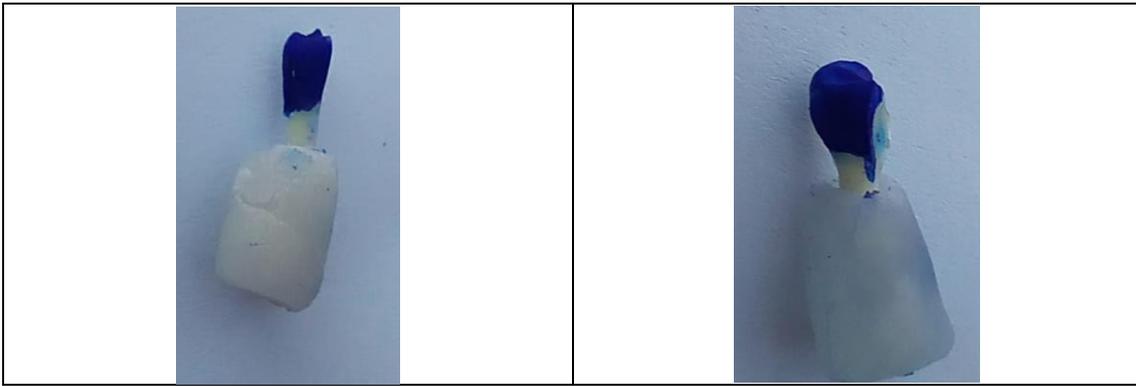
Aplicación de ácido fosfórico al 37% al grupo experimental y control positivo  
y lavado de ácido fosfórico al 37%

#### ANEXO 5. Cuantificación post-desmineralización



Primera cuantificación postdesmineralización (M1)

<p>Muestra P1</p> 	<p>Muestra P2</p> 
<p>Muestra P3</p> 	<p>Muestra P4</p> 
<p>Muestra P5</p> 	<p>Muestra P6</p> 
<p>Muestra P7</p> 	<p>Muestra P8</p> 
<p>Muestra P9</p>	<p>Muestra P10</p>



Muestras grupo control positivo post-desmineralización con azul de metileno al 2%.

<p>Muestra E1</p> 	<p>Muestra E2</p> 
<p>Muestra E3</p> 	<p>Muestra E4</p> 
<p>Muestra E5</p> 	<p>Muestra E6</p> 
<p>Muestra E7</p>	<p>Muestra E8</p>



Muestras grupo experimental post-desmineralización con azul de metileno al 2%.

FICHA DE OBSERVACIÓN



	MEDICIÓN	M1	M2	M3
<b>GRUPOS</b>	<b>FECHA</b>			
<b>Grupo Experimental (Remineralización con Chaco almacenada en agua destilada)</b>	E1	4,5	2,0	2,0
	E2	3,5	1,0	1,0
	E3	4,5	3,0	2,0
	E4	4,5	1,0	1,0
	E5	2,5	2,0	1,5
	E6	4,0	2,0	1,5
	E7	4,0	2,0	2,0
	E8	4,0	2,5	1,5
	E9	4,0	2,0	1,5
	E10	4,0	2,5	2,0
<b>Grupo Positivo (Remineralización con Mi Paste almacenada en agua destilada)</b>	P1	4,0	1,5	0,5
	P2	3,5	2,5	1,5
	P3	4,0	2,0	2,0
	P4	4,0	2,0	1,5
	P5	3,0	1,5	1,5
	P6	3,5	2,0	1,5
	P7	3,5	3,0	1,5
	P8	4,0	2,5	1,0
	P9	4,0	2,5	2,5
	P10	3,5	2,0	1,5
<b>Grupo Negativo (Sin desmineralización almacenada en agua destilada))</b>	N1	0,5	0,5	0,5
	N2	0,0	0,5	0,5
	N3	0,0	0,0	0,5
	N4	0,0	0,0	0,5
	N5	0,5	0,5	0,5
	N6	1,0	1,0	1,0
	N7	0,5	0,5	0,5
	N8	0,0	0,0	0,0
	N9	0,0	0,5	0,5
	N10	0,0	0,0	0,5

ESCALA DE COLORÍMETRO DE GRIMEP:

Buena	De 0 a 1,5
Moderada	De 2 a 2,5
Mala	Mayor o igual a 3

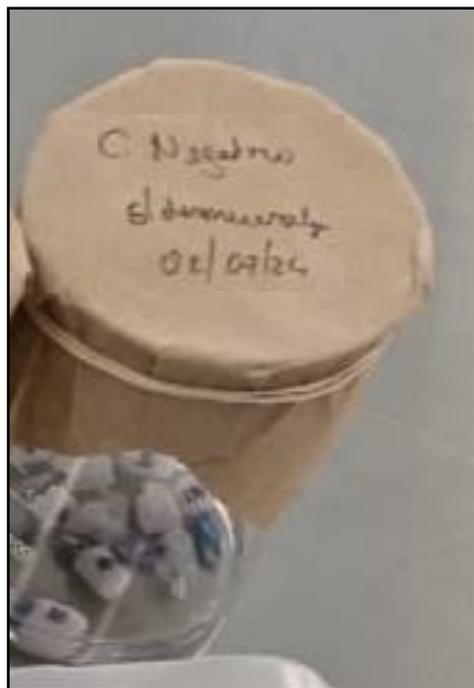
Ficha de Observación

**ANEXO 6.** Almacenamiento de las piezas durante el procedimiento.



Almacenamiento de muestras por grupos en incubadora a temperatura de 37°.

**ANEXO 7.** Remineralización grupo control negativo.



Almacenamiento de grupo control negativo

### ANEXO 8. Remineralización grupo control positivo (pasta Mi Paste).

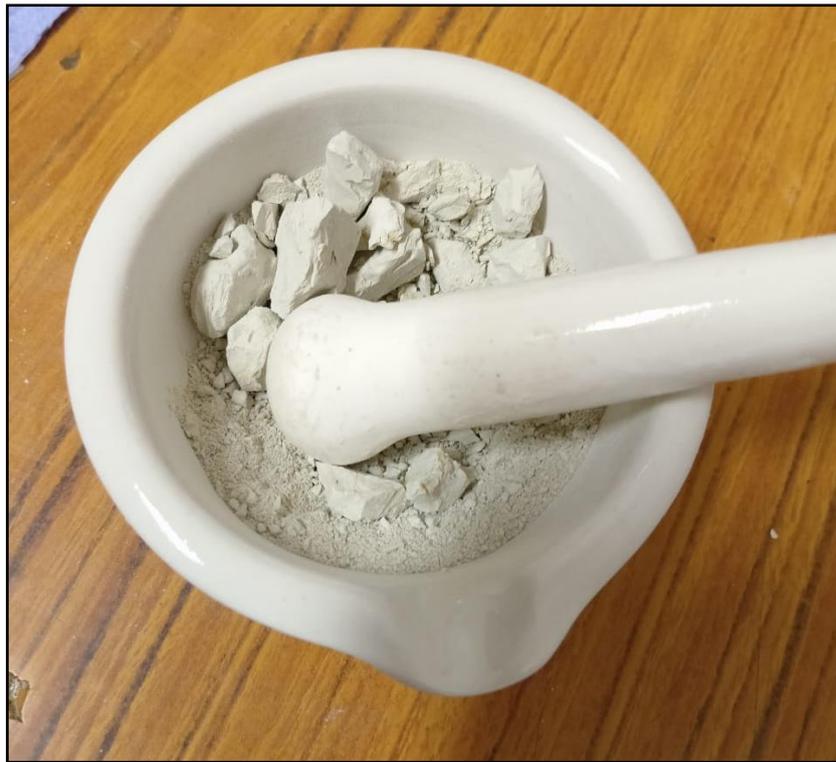


Aplicación Pasta “Mi paste” día N° 03.

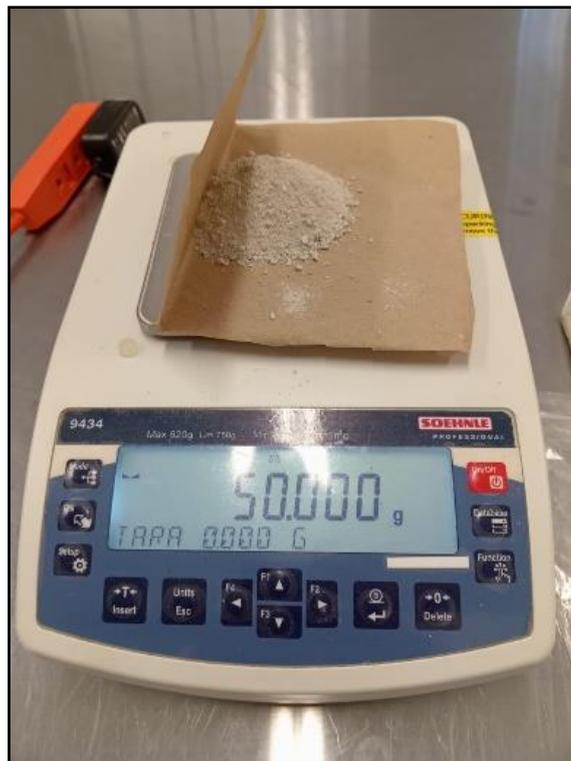


Aplicación pasta “Mi paste Día N° 07.

### ANEXO 9. Remineralización grupo experimental (Arcilla “Chaco”)



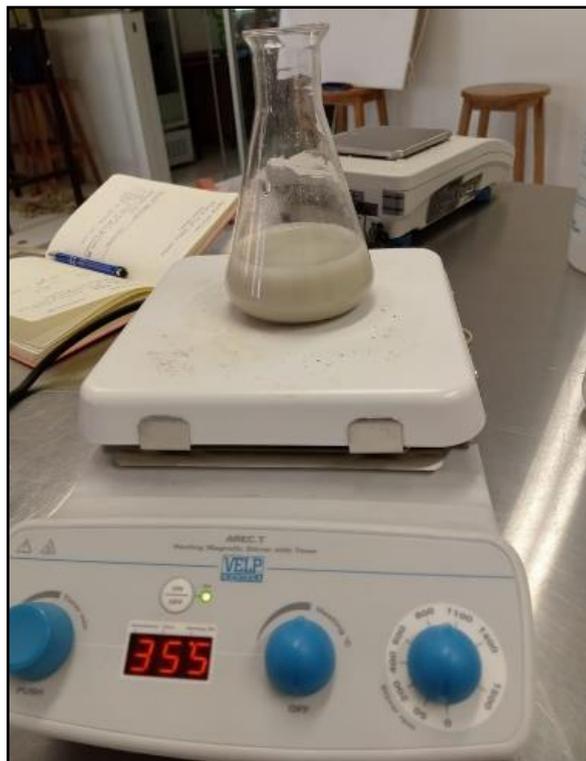
Triturado de la Arcilla “Chaco” en mortero de porcelana



Pesado de la arcilla chaco en balanza electrónica.



Dilución de arcilla Chaco en dos matraces de 250 ml.



Uso de mezcladora para la integración de la arcilla “Chaco” con el agua destilada.



Esterilización de Mezcla en el autoclave por 21 minutos a 120°.



Uso de agitadora para obtención uniforme de la mezcla.



Almacenamiento de arcilla “Chaco” en refrigeradora.



Aplicación de arcilla “Chaco” a las piezas dentarias

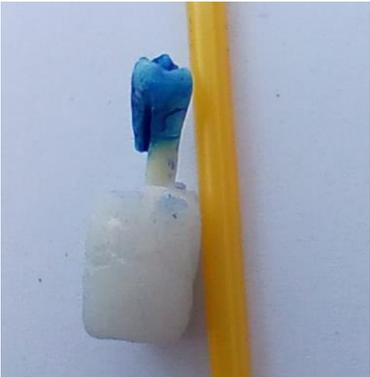
## ANEXO 10. Cuantificación post-remineralización



Aplicación de azul de metileno al 2% después de procedimientos de remineralización.

<p>Muestra N1</p> 	<p>Muestra N2</p> 
<p>Muestra N3</p> 	<p>Muestra N4</p> 
<p>Muestra N5</p>	<p>Muestra N6</p>

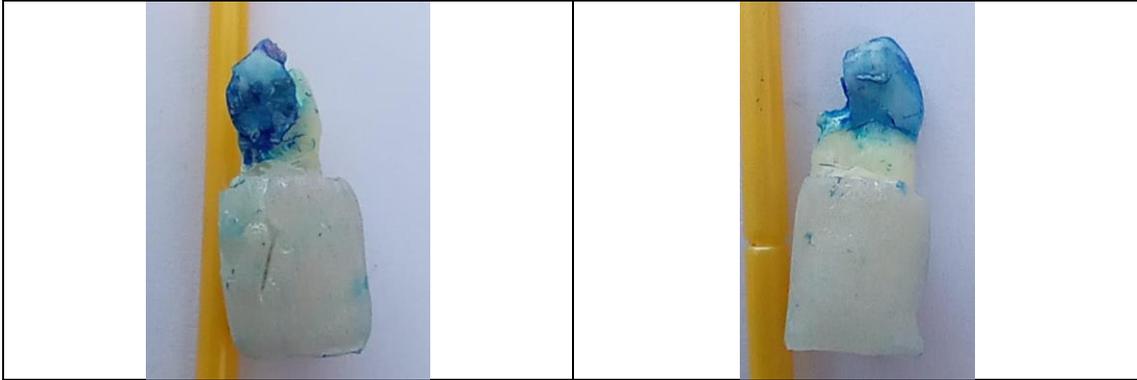
	
<p>Muestra N7</p> 	<p>Muestra N8</p> 
<p>Muestra N9</p> 	<p>Muestra N10</p> 
<p>Muestras control negativo con azul de metileno al 2%.</p>	
<p>Muestra P1</p> 	<p>Muestra P2</p> 
<p>Muestra P3</p>	<p>Muestra P4</p>

	
<p>Muestra P5</p> 	<p>Muestra P6</p> 
<p>Muestra P7</p> 	<p>Muestra P8</p> 
<p>Muestra P9</p> 	<p>Muestra P10</p> 

Muestras grupo control positivo post-reminerización con azul de metileno al 2% a los 7 días de aplicación.

Muestra E1	Muestra E2
------------	------------

	
Muestra E3	Muestra E4
	
Muestra E5	Muestra E6
	
Muestra E7	Muestra E8
	
Muestra E9	Muestra E10



Muestras grupo experimental post-rem mineralización con azul de metileno al 2% a los 7 días de aplicación.

**ANEXO 11.** Datos estadísticos y figura de la mineralización del esmalte antes de someter a las muestras a la remineralización.

**Tabla 11**

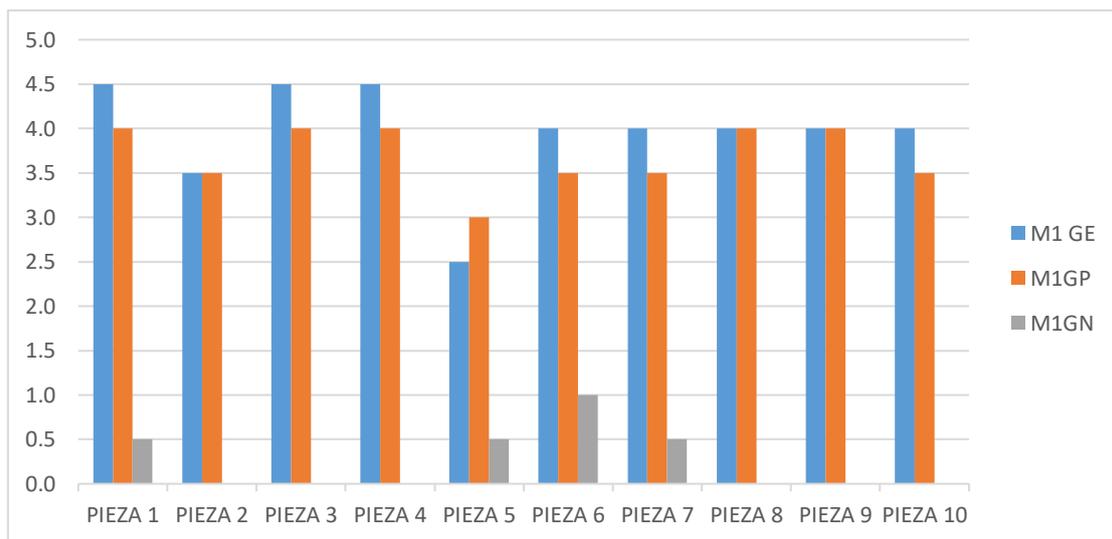
*Datos estadísticos de la mineralización del esmalte antes de someter a las muestras a la remineralización.*

TIEMPO	N	MEAN	SD	MEDIAN	MIN	MAX
<b>EXPERIMENTAL</b>	10	3.95	0.5986095	4.0	2.5	4.5
<b>NEGATIVO</b>	10	0.25	0.3535534	0.0	0.0	1.0
<b>POSITIVO</b>	10	3.70	0.3496029	3.75	3.0	4.0

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 5**

*Mineralización del esmalte antes de someter a las muestras a la remineralización.*



**Fuente:** Elaboración propia.

**ANEXO 12.** Datos estadísticos y figura del grupo experimental para la remineralización a los 3 y 7 días de aplicación de la arcilla “Chaco”.

**Tabla 12.**

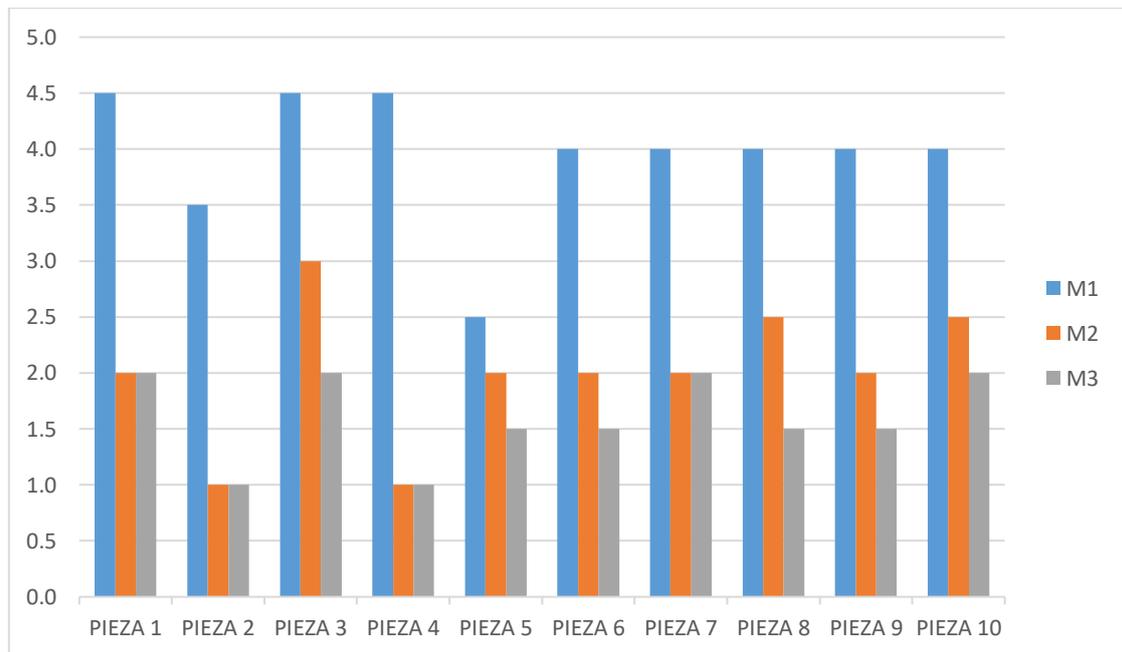
*Estadísticas descriptivas para el grupo experimental para la remineralización a los 3 y 7 días de aplicación de la arcilla “Chaco”.*

TIEMPO	N	MEAN	SD	MEDIAN	MIN	MAX
M1	10	3.95	0.5986095	4.0	2.5	4.5
M2	10	2.00	0.6236096	2.0	1.0	3.0
M3	10	1.60	0.3944053	1.5	1.0	2.0

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6.**

*Comparación a los 3 y 7 días de aplicación de la arcilla “Chaco”*



Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 13.** Datos estadísticos y figura del grupo control positivo para el efecto de remineralización a los 3 y 7 días de aplicación de la pasta “Mi Paste”.

**Tabla 13.**

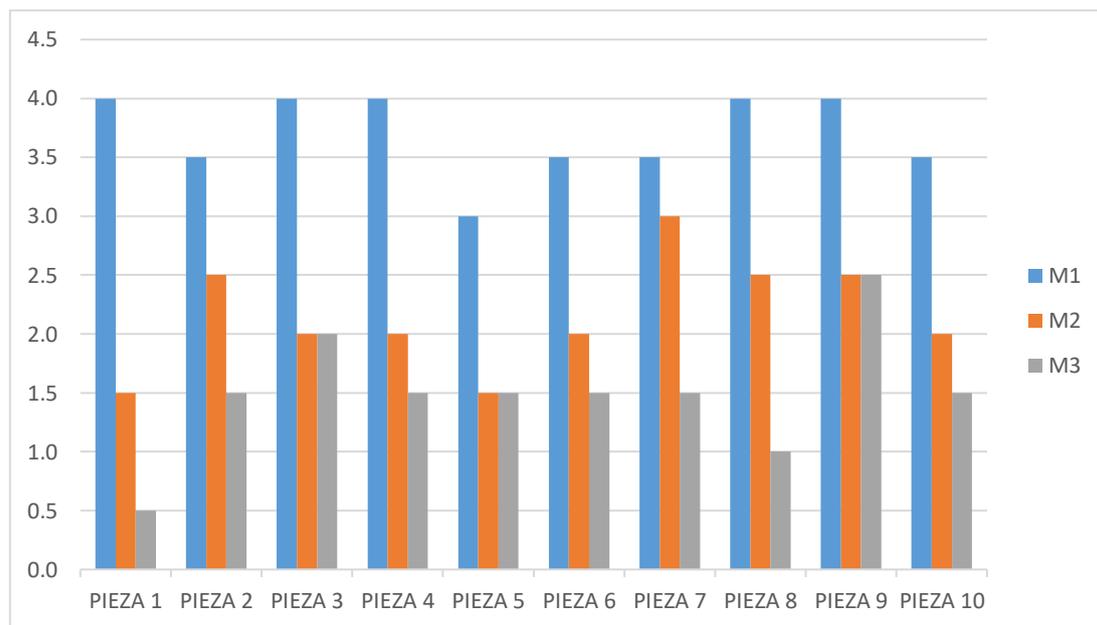
*Estadísticas descriptivas para el grupo control positivo para el efecto de remineralización a los 3 y 7 días de aplicación de la pasta “Mi Paste”.*

TIEMPO	N	MEAN	SD	MEDIAN	MIN	MAX
M1	10	3.70	0.3496029	3.0	3.0	4.0
M2	10	2.15	0.4743416	1.5	1.5	3.0
M3	10	1.50	0.5270463	0.5	0.5	2.5

Fuente: Elaboración propia

**Figura 7.**

*Comparación a los 3 y 7 días de aplicación de la pasta “Mi Paste”*



Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 14.** Datos estadísticos y figura de la remineralización de la arcilla “Chaco” con el grupo control positivo (pasta Mi paste) a los 3 y 7 días de aplicación.

**Tabla 14.**

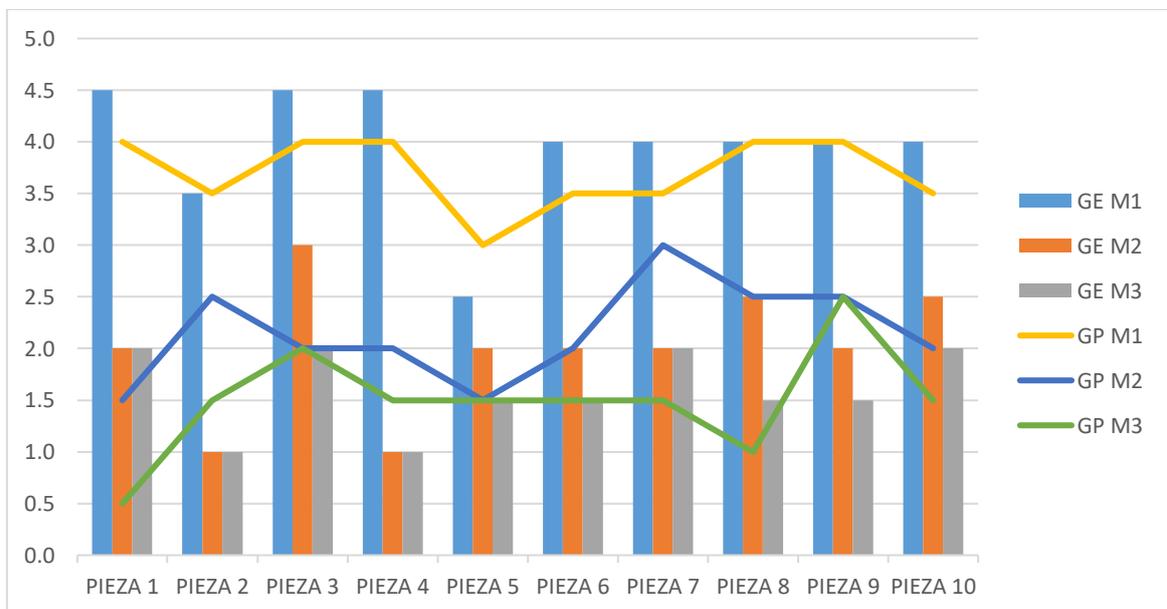
*Estadísticas descriptivas para la remineralización de la arcilla “Chaco” con el grupo control positivo (pasta Mi paste) a los 3 y 7 días de aplicación*

TIEMPO	GRUPO	N	MEAN	SD	MEDIAN	MIN	MAX
M1	Experimental	10	3.95	0.5986095	2.5	2.5	4.5
	Positivo	10	3.70	0.3496029	3.0	3.0	4.0
M2	Experimental	10	2.00	0.6236096	1.0	1.0	3.0
	Positivo	10	2.15	0.4743416	1.5	1.5	3.0
M3	Experimental	10	1.60	0.3944053	1.0	1.0	2.0
	Positivo	10	1.50	0.5270463	0.5	0.5	2.5

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 8**

Comparación de Grupo Experimental y Grupo Control Positivo a los 3 y 7 días de aplicación.



Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 15.** Datos estadísticos y figura de la remineralización de la arcilla “Chaco” con el grupo control negativo a los 3 y 7 días de aplicación.

**Tabla 15.**

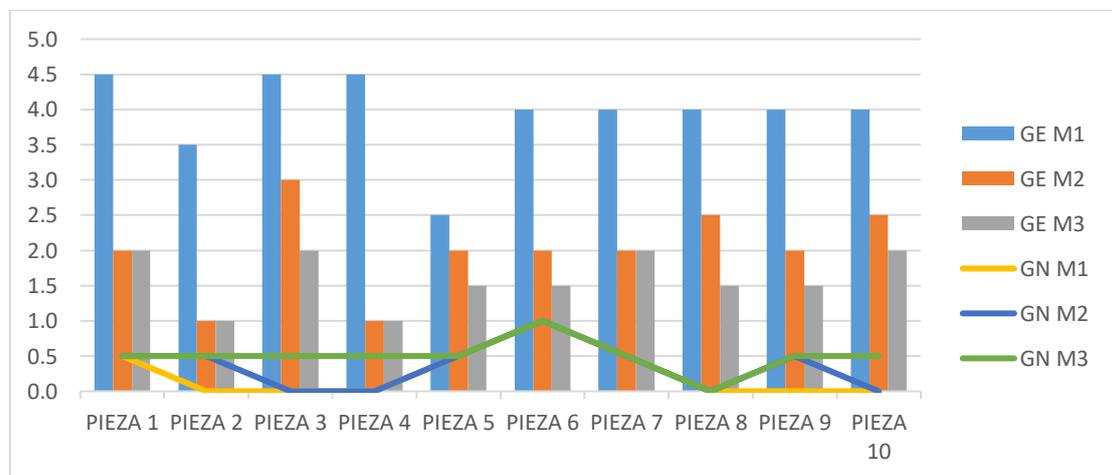
*Estadísticas descriptivas para la remineralización de la arcilla “Chaco” con el grupo control negativo a los 3 y 7 días de aplicación.*

TIEMPO	GRUPO	N	MEAN	SD	MEDIAN	MIN	MAX
<b>M1</b>	Experimental	10	3.95	0.5986095	2.5	2.5	4.5
	Negativo	10	0.25	0.3535534	0.0	3.0	1.0
<b>M2</b>	Experimental	10	2.00	0.6236096	1.0	1.0	3.0
	Negativo	10	0.35	0.3374743	0.0	1.5	1.0
<b>M3</b>	Experimental	10	1.60	0.3944053	1.0	1.0	2.0
	Negativo	10	0.50	0.2357023	0.0	0.5	1.0

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 9.**

Comparación de Grupo Experimental y Grupo Control Negativo a los 3 y 7 días de aplicación.



**Fuente:** Elaboración propia

**ANEXO 16.** Datos estadísticos y figura de la mineralización del esmalte después de someter a las muestras a la remineralización.

**Tabla 16**

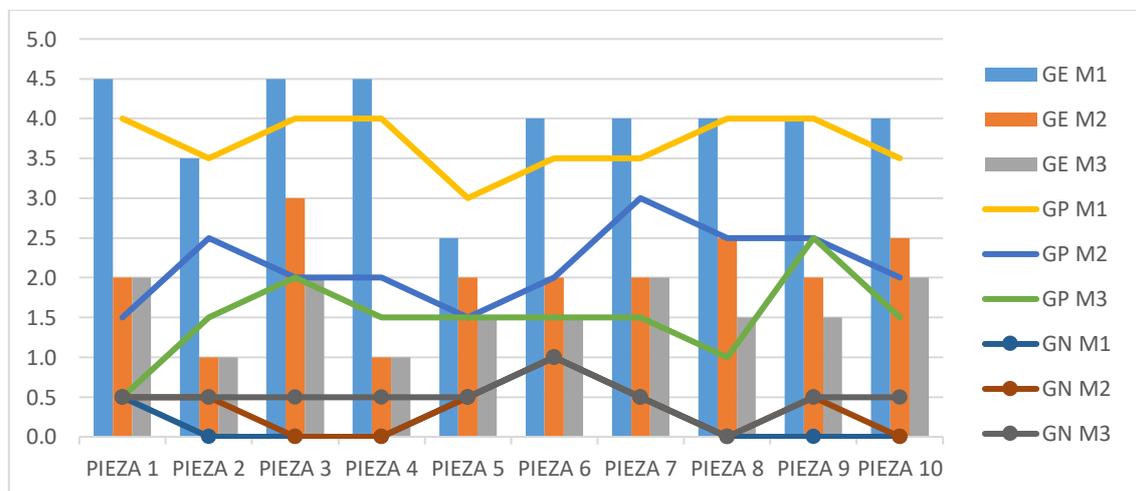
Datos estadísticos de la mineralización del esmalte después de someter a las muestras a la remineralización.

TIEMPO	GRUPO	N	MEAN	SD	MEDIAN	MIN	MAX
<b>EXPERIMENTAL</b>	M1(Inicial)	10	3.95	0.5986095	4.00	2.5	4.5
	M2(3 días)	10	2.00	0.6236096	2.00	1.0	3.0
	M3(7 días)	10	1.60	0.3944053	1.50	1.0	2.0
<b>NEGATIVO</b>	M1(Inicial)	10	0.25	0.3535534	0.00	0.0	1.0
	M2(3 días)	10	0.35	0.3374743	0.50	0.0	1.0
	M3(7 días)	10	0.50	0.2357023	0.50	0.0	1.0
<b>POSITIVO</b>	M1(Inicial)	10	3.70	0.3496029	3.75	3.0	4.0
	M2(3 días)	10	2.15	0.4743416	2.00	1.5	3.0
	M3(7 días)	10	1.50	0.5270463	1.50	0.5	2.5

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 10**

Mineralización del esmalte después de someter a las muestras a la remineralización.



Fuente: Elaboración propia.



## ANEXO 17. Declaración jurada de autenticidad de tesis.



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Ana Paola Quispe Venegas  
identificado con DNI 70312867 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

de Odontología  
informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación para la obtención de  Grado  
 Título Profesional denominado:

"Efecto remineralizadora in vitro de la arcilla "Chaco" en  
lesiones incipientes del esmalte, Puno - 2024"  
Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 21 de agosto del 2024

AP

FIRMA (obligatoria)



Huella



## ANEXO 18. Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional.



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



VRI  
Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Ana Paula Quispe Viquez  
identificado con DNI 70312967 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
de Odontología

,informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación para la obtención de  Grado

Título Profesional denominado:

"Efecto remineralizante in vitro de la arcilla "Chaco" en lesiones incipientes del esmalte, Puno - 2024"

" Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 21 de agosto del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella