

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA**



**TESIS**

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD DIMENSIONAL DE  
MODELOS DEFINITIVOS VACIADOS CON SILICONA PARA  
MODELOS Y YESO TIPO IV”**

**Para optar por el Título Profesional de Cirujano Dentista**

**Presentado por: Arnold Omar, Huilca Puma**

**Asesor: C.D. Luis Humberto, Fernández García**

**TACNA – PERÚ**

**2019**

## *DEDICATORIA*

*Este trabajo de investigación se lo dedico a Dios por haberme dado la oportunidad de vivir y guiarme siempre en el buen camino.*

*A mi madre por todo su amor, cariño, ejemplo, consejo y apoyo incondicional durante todos los momentos de mi vida dándome las fuerzas para no darme por vencido.*

*A mi padre gracias, que con su ejemplo su apoyo y cariño pude culminar mi carrera profesional y así trazarme nuevas metas en lo personal como profesional en el tiempo que me queda por vivir.*

*A mi hermana por toda la fuerza y el aliento que me dio y a cada día que viva y viviré, para esforzarme más y su vez corresponderle.*

*A mis amigos por todo el apoyo que me dieron para seguir adelante y terminar con todas las metas que hasta el momento he cumplido.*

*AGRADECIMIENTOS:*

*A Dios ya que sin él no sería capaz de nada, por saber que nunca me abandonó en cada momento de mi vida haciendo de mí una persona más fuerte por darme un día más de vida y poder disfrutar de todas las personas que quiero en esta vida.*

*A mis padres Wilber y Marina por darme la oportunidad de vivir y gracias a su ejemplo consejo y amor pude estudiar esta hermosa carrera que me ha dado muchas satisfacciones, sobre todo por nunca dejar de confiar en mí.*

*A mi hermana Naylú ya que gracias a ella tuve la motivación y el aliento en todo el tiempo que estuve en la universidad.*

*A mí enamorada Alejandra que siempre estuvo a mi lado en los momentos que necesité su apoyo, aliento y cariño para poder culminar con toda mi etapa universitaria.*

*A mi asesor del proyecto de tesis C.D. Luis Humberto Fernández García por la paciencia que tuvo y el aliento que me brindo para terminar este proyecto.*

*A mis amigos, en especial a Enrique Espinoza Allain por todos los momentos vividos en mi etapa universitaria por su apoyo incondicional.*

## RESUMEN

**Objetivo:** Este estudio tuvo como objetivo determinar el nivel de estabilidad dimensional de modelos definitivos vaciados con silicona para modelos y yeso tipo IV.

**Materiales y método:** Se trabajó con un muestreo por conveniencia se tomó en cuenta un troquel maestro donde se realizó las medidas de las dos bases cilíndricas, base 1 (parte superior) y base 2 (parte inferior). La comparación se realizó con la obtención de 15 modelos definitivos vaciados con silicona para modelos Mach-2® y 15 modelos definitivos vaciados con Yeso tipo IV GC FUJIROCK® EP. Las mismas que fueron copia de un troquel maestro para la elaboración de dicho registro, el cual fue medido con un micrómetro digital.

**Resultados:** El promedio de la estabilidad dimensional en la base superior en el material de silicona para modelos a los 2 minutos fue  $-0,0002 \mu$ , a los 30 minutos fue  $0,0005 \mu$  y a 60 minutos fue  $0,0004 \mu$ . En el material de yeso tipo IV el promedio a los 2 minutos fue de  $-0.054 \mu$ , a los 30 minutos  $-0.013 \mu$  y a 60 minutos fue  $-0.022 \mu$ . En la base inferior, en el material de silicona, hubo una contracción de  $-0.007 \mu$  a los 2 minutos, se mantuvo estable hasta los 30 minutos y de  $-0.016 \mu$  a los 60 minutos. En el material de yeso Tipo IV, hubo contracción a los 2 minutos de  $-0.004$ , a los 30 minutos  $-0.013 \mu$  y a los 60 minutos de  $-0.026 \mu$ .

**Conclusión:** La silicona Mach-2 presentó mejores medidas de estabilidad dimensional que el yeso tipo IV GC FUJIROCK® EP respecto a la observación en el punto cero, principalmente en la base superior donde la silicona obtuvo menor diferencia y significativa comparado al yeso tipo IV que mostró mayor variabilidad ( $p < 0,05$ ).

*Palabras clave: Silicona para modelos, yeso tipo IV, estabilidad dimensional.*

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to determine the level of dimensional stability of definitive models emptied with silicone for models and type IV plaster.

**Materials and method:** We worked with a convenience sampling, taking into account a master punch where the measurements of the two cylindrical bases, base 1 (upper part) and base 2 (lower part) were made. The comparison was made with the obtaining of 15 definitive models emptied with silicone for Mach-2® models and 15 definitive models emptied with type IV Gypsum GC FUJIROCK® EP. The same ones that were copy of a master die for the elaboration of said record, which was measured with a micrometer.

**Resultados:** El promedio de la estabilidad dimensional en la base superior en el material de silicona para modelos a los 2 minutos fue de  $-0,0002 \mu$ , a los 30 minutos fue de  $0,0005 \mu$  y a 60 minutos fue de  $0,0004 \mu$ . En el material de yeso tipo IV el promedio a los 2 minutos fue de  $-0.054 \mu$ , a los 30 minutos  $-0.013 \mu$  y a 60 minutos fue  $-0.022 \mu$ . En la base inferior, en el material de silicona, hubo una contracción de  $-0.007 \mu$  a los 2 minutos, se mantiene estable hasta los 30 minutos y de  $-0.016 \mu$  a los 60 minutos. En el material de yeso Tipo IV, hubo contracción a los 2 minutos de  $-0.004$ , a los 30 minutos  $-0.013 \mu$  y a los 60 minutos de  $-0.026 \mu$ .

**Conclusión:** La silicona Mach-2 presentó mejores medidas de estabilidad dimensional que el yeso tipo IV GC FUJIROCK® EP respecto a la observación en el punto cero, principalmente en la base superior donde la silicona tiene una menor diferencia y una buena relación con el yeso tipo IV que Se mostró mayor variabilidad ( $p < 0,05$ ).

**Key words:** *Silicone for models, gypsum type IV, dimensional stability*

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	8
CAPÍTULO I.....	9
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	9
1.2 Formulación del Problema .....	11
1.3 Objetivos de la Investigación .....	12
1.3.1 Objetivo General .....	12
1.3.2 Objetivos Específicos.....	12
1.4 Justificación.....	13
1.5 Definición de términos.....	15
CAPÍTULO II .....	16
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. ....	16
2.1 Antecedentes de la investigación .....	17
2.2 Marco Teórico.....	20
2.2.1. La Estabilidad Dimensional .....	20
2.2.2. Los Yesos Dentales .....	22
2.2.3. Las Siliconas .....	37
CAPÍTULO III.....	40
HIPÓTESIS, VARIABLES Y DEFINICIONES OPERACIONALES.....	40
3.1 Hipótesis.....	41
3.1.1 Hipótesis general.....	41

3.1.2 Hipótesis específicas .....	41
3.2 Variables .....	41
3.3 Operacionalización de las variables .....	42
CAPÍTULO IV .....	43
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	43
4.1 Tipo de investigación .....	44
4.2 Diseño y Nivel de investigación. ....	44
4.3 Población y muestra. ....	44
4.2 Instrumentos de Recolección de datos. ....	46
4.2.1 Técnica .....	46
4.2.2 Instrumento para la recolección de datos .....	46
4.2.3 Procedimiento de recolección de datos .....	46
CAPÍTULO V .....	47
PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	47
RESULTADOS.....	51
DISCUSIÓN .....	61
CONCLUSIONES .....	64
RECOMENDACIONES .....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS .....	57

## INTRODUCCIÓN

Es frecuente ver en los trabajos odontológicos realizar procedimientos usando modelos definitivos a base de yeso dental, al momento de obtener un molde donde se realizará la Rehabilitación Oral.

Pero surge un problema, ya que estos productos sufren cambios en su estabilidad dimensional, que podrían afectar el trabajo y tratamiento de lo que se desea restaurar, esos cambios dimensionales se deberían a diversos factores, como una mala manipulación del material por parte del profesional, no seguir las indicaciones del fabricante o por las mismas propiedades y características del producto. Sin embargo, en la actualidad, existen materiales como la silicona para modelos que poseen una mejor estabilidad dimensional, y mejoras en otras características propias al momento de querer obtener un modelo definitivo.

Con este trabajo se pretende dar a conocer la comparación de la estabilidad dimensional del yeso tipo IV y silicona para modelos, además de identificar que material ofrece una mayor garantía al momento de ser utilizado.

Los resultados de este estudio, van a contribuir significativamente al campo odontológico de Rehabilitación Oral, dado que las conclusiones y recomendaciones se enfocarán para proponer una alternativa distinta respecto a la estabilidad dimensional y mayor fidelidad, lo cual permitirá tomar decisiones orientadas a brindar una mejor calidad de atención y satisfacción por parte del profesional.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

## 1.1 Fundamentación del Problema

El problema principal para el odontólogo de hoy es en cuanto a las opciones de materiales que existen en el mercado para poder realizar la obtención de un modelo definitivo, y es que hoy en día existe materiales flexibles como es el caso de las siliconas, observamos que, frente a lo tradicional como el uso del yeso dental, estos materiales de igual manera estarían sufriendo cambios dimensionales como es la expansión y contracción dimensional.

La contracción dimensional es la disminución del tamaño métrico o pérdida de volumen que sufre una pieza cuando se enfría y se obtiene la transformación del material para duplicar el modelo deseado (1). Mientras que la expansión dimensional es la variación de la estabilidad dimensional por aumento de tamaño del material.

Cada uno de esos materiales se ofrece en el mercado como la mejor opción para determinados trabajos odontológicos. El desconocimiento, aunado a las diversas propiedades de los materiales podría posibilitar el fracaso en la rehabilitación protésica, desde la realización de un buen diagnóstico hasta su cementación definitiva.

El registro y la obtención de un modelo definitivo brindarán los datos desde el examen clínico hasta su elaboración en el laboratorio. Si esta transferencia no se concreta de una manera fiel, se hace casi imposible realizar una rehabilitación protésica que cumpla con las características que garanticen su longevidad, en armonía con la estética, periodonto, pulpa y demás componentes del sistema masticatorio. (2)

Es por eso que un problema fundamental del yeso tipo IV es durante la mezcla (de polvo y agua) para la obtención de una correcta consistencia, siendo este un factor que podría alterar la contracción dimensional del producto. Los descriptores en ciencias de la salud definen que la adaptación

marginal es el grado de proximidad y encadenamiento de los Materiales de relleno a la pared de la cavidad de un diente. (3)

Es evidente la necesidad de obtener modelos definitivos que sean fieles y precisos en sus dimensiones y formas, que garantice el éxito en una rehabilitación oral.(4,5).

Si bien muchos de los materiales en odontología disponibles proporcionan excelentes resultados, hoy en día se considera un problema el hecho que no exista un material que sea capaz de satisfacer totalmente los requisitos requeridos, pero sí podemos evaluar en ellos las ventajas y desventajas, que estos productos presentan.(6)

Es debido a estas consideraciones, que el presente estudio tendrá como finalidad determinar la estabilidad dimensional de dos materiales (Silicona Para Modelos y Yeso Tipo IV) y poder evaluar su capacidad para ser usado en el vaciado de modelos definitivos.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cuál es la comparación de la estabilidad dimensional de los modelos definitivos vaciados con silicona para modelos y yeso tipo IV?

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1 Objetivo General**

- Comparar la estabilidad dimensional de los modelos definitivos vaciados con silicona para modelos y el yeso tipo IV.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar la precisión dimensional de los modelos definitivos vaciados con silicona para modelos y yeso tipo IV comparado con el modelo maestro.
- Identificar en promedio la estabilidad dimensional de modelos definitivos vaciados con silicona para modelos y yeso tipo IV según grupos de estudio en 03 tiempos de observación.
- Determinar la estabilidad dimensional de los modelos definitivos vaciados con silicona para modelos y yeso tipo IV.

## 1.4 Justificación

Este trabajo tiene relevancia práctica y teórica, realizamos un estudio comparativo para evaluar y destacar al producto que nos brinde la mayor posibilidad de trabajo, el menor número de errores posibles y una garantía de que las condiciones por el material auguren éxito en los tratamientos que se requiera. El aporte teórico también se considera relevante, porque en la literatura encontramos información distinta a lo que el fabricante menciona, y eso provocaría en los profesionales, dudas sobre qué es lo más recomendable, por ejemplo, algunos fabricantes mencionan que el material debe usarse en forma inmediata, mientras que otros mencionan que se debería esperar algunos minutos u horas más tarde.

Este trabajo es original ya que el enfoque de la evaluación será detallado por las ventajas o desventajas que los productos muestren a la hora de ser manipulados, para poder evaluar la estabilidad dimensional de los materiales al momento de querer obtener un modelo definitivo, ya que si esto no es controlado va a alterar nuestro objetivo dándonos un modelo falso, siendo esta una base fundamental para evitar el fracaso en la Rehabilitación Oral.

La investigación tiene una legítima relevancia en el campo de la Rehabilitación Oral por los beneficios que ha de lograr concerniente al mejoramiento en la rehabilitación odontológica, lo que implica a su vez una relevancia práctica-clínica por el carácter aplicativo de la investigación.

Se decidió utilizar el yeso tipo IV para comparar sus propiedades como material rígido y de fraguado no muy rápido, que en ocasiones nos conducía a repetir el trabajo debido a la presencia de burbujas o fracturas de este material, con productos de actualidad como son la Silicona para modelos que ofrece mejorar varios aspectos (tiempo y mejor manipulación) en comparación con el yeso tipo IV, el cual hoy en día es el más comercial y de

acuerdo al fabricante ofrece una opción de trabajo de calidad. Siendo la silicona para modelos, un material que no sufre de fracturas, posee mejor fluidez y un mejor tiempo a la hora de obtener el modelo deseado.

Se ha demostrado muchas veces que el tiempo es un factor muy indispensable tanto para el paciente como para el profesional a la hora de realizar una rehabilitación ya sea con incrustaciones indirectas, carillas de composite rápidas o provisionales y otros tratamientos que comprometan al paciente a recurrir a una segunda cita o hasta una tercera cita, es por eso que este trabajo busca conocer el problema y contribuir con la mejor alternativa por el bien del paciente y profesional en la ciudad de Tacna, así mismo nos permitirá brindar en nuestra primera cita tratamientos de calidad en restauraciones indirectas, brindando la seguridad tanto para el paciente y el profesional de conseguir un trabajo ideal al momento de realizar una Rehabilitación Oral.

### 1.5 Definición de términos.

- **Silicona para modelos:** Es una silicona de moldes que le brinda modelos de trabajo en tan solo unos minutos, para incrustaciones indirectas de composite, carillas de composite rápidas o provisionales. Tiene una flexibilidad muy ligera. Por lo tanto, las incrustaciones de composite pueden ser liberadas con facilidad, incluso por debajo de pequeñas retenciones, para el presente estudio se utilizará la marca Mach-2. (7)
- **El Yeso tipo IV:** Es un producto que se usa en la impresión para vaciados en modelos de prótesis fija y removible. Entre sus características promueve mínima expansión, mayor resistencia, dureza, mínimo tiempo de fraguado y mayor resistencia a la abrasión, para el presente estudio se utilizará la marca Fujirock. (8)
- **Estabilidad Dimensional:** Propiedad que tienen ciertos materiales que al ser sometidos a cambios de temperatura y humedad no pierden su forma y mantiene sus dimensiones originales. (9)
- **Contracción Dimensional:** Es el cambio de volumen que sufre una pieza cuando se enfría una vez transformado el material. (9)
- **Precisión Dimensional:** Capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones o de dar el resultado deseado con exactitud. (9)

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

## 2.1 Antecedentes de la investigación.

La Silicona para modelos está compuesta principalmente de polivinil siloxano, este trabajo considerará en sus antecedentes los trabajos que se hayan hecho con este material.

### A) Internacionales

**DÍAZ DÍAZ P. y Cols “ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE MANIPULACIÓN Y EXPANSIÓN DE FRAGUADO DE LOS PRODUCTOS DERIVADOS DEL YESO USADOS EN ODONTOLOGÍA” Universidad Complutense de Madrid. ;(272):186-203. 2015. ESPAÑA (10)**

Se trata de un estudio que busca conocer los factores de manipulación que influyen en el resultado del trabajo protésico y es que las variables fueron la forma del mezclado la mecánica al vacío y la manual, sobre la expansión de fraguado del modelo. Y si el tipo de agua a emplear (agua corriente vs la destilada) se encuentra asociada a la expansión del yeso. Y si los datos de expansión corresponden a las que menciona el fabricante y la norma internacional ISO 6873 Pero se encontró que la mezcla mecánica al vacío se reduce en casi el 50% la expansión del fraguado pero la dureza no lo es tanto. El tipo de agua empleada no muestra diferencia alguna y un 25.8 % de los yesos analizados cumple la Norma ISO 6873 en lo relativo a expansión y un 58% en cuanto a la resistencia a la compresión.

## **B) Nacionales**

**RAMÍREZ, DM. “COMPARACIÓN IN VITRO DE LA ALTERACIÓN DIMENSIONAL DEL MODELO DEFINITIVO SEGÚN EL TIEMPO DE VACIADO DE LA SILICONA POR CONDENSACIÓN” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2014 PERÚ (11).**

Realiza la comparación in vitro de la alteración dimensional del modelo definitivo según tres tiempos de vaciado de la silicona por condensación de marca zermack tipo zeta plus oranwash en modelo maestro. Se trabajó con 36 impresiones tomados de un solo modelo maestro de acero se formaron tres 3 grupos por el tiempo de vaciado al momento, a la media hora y a las 72 hrs. Se comparó realizando mediciones en 8 lugares del modelo con una máquina especializada, encontrando diferencias estadísticamente significativas 6 de las 8 localizaciones: A, C, D, E, F y G; siendo mayor la alteración dimensional en los modelos definitivos vaciados al momento y a las 72 horas. Por lo que el autor concluye que los modelos definitivos de siliconas por condensación a la media hora de impresión presentan menor alteración dimensional y que cuanto más tiempo de vaciado se ha empleado mayor será la alteración dimensional. Pero aclara también que no se recomienda usar inmediatamente después de la impresión debido a que la recuperación elástica aún no ha concluido necesitando estabilizarse.

**VEGA RUIZ. “COMPARACIÓN IN VITRO DE LOS CAMBIOS DIMENSIONALES DE MODELOS CON YESO TIPO IV EN RELACIÓN A LA PROPORCIÓN DE POLVO-LÍQUIDO PARA LA PREPARACIÓN DEL ALGINATO”Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2014.PERÚ (12)**

Realiza la impresión dental de un modelo definitivo óptimo. Con el fin de evaluar la alteración dimensional en modelos de yeso tipo IV a base de impresiones de alginato, para lo que empleó diferentes proporciones de agua respecto a lo que el fabricante refiere. (alginato Tropicalgin de Zhermack®). Se empleó un modelo maestro a base de acero. Para el trabajo formó 3 grupos. Grupo 1, Grupo control (Indicaciones del fabricante), grupo 2: (13.5 ml de agua) y grupo 3: (24 ml de agua) Se realizaron 15 impresiones por cada grupo que fueron vaciadas en yeso tipo IV Elite Rock de Zhermack®. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas para las localizaciones diámetro de la base del pilar 1 (F) diámetro de la cima del pilar (G) y diámetro de la base del pilar 2 (H) que corresponden a las medidas de las cimas y bases de los pilares los tres grupos muestran diferencias.

## 2.2 Marco teórico.

- **2.2.1 Estabilidad Dimensional**

Se entiende por estabilidad dimensional a la propiedad que tienen ciertos materiales que al ser sometidos a cambios de temperatura y humedad no pierden su forma y mantienen sus dimensiones originales. Entonces, para reproducir fielmente las estructuras dentales y alveolares de la cavidad oral, se necesita de un material que reúna estas características y que sea de fácil manipulación. (13)

Para muchos de estos estudios, se calibra un modelo en acero inoxidable, midiendo la altura y el diámetro de los dientes pilares como, por ejemplo, de los caninos, primeros molares, la distancia interpilar entre caninos, canino a primer molar y la variación en las dimensiones de los pilares, tanto en altura como en diámetro. De esta manera, se analiza si existe o no una alteración dimensional en los modelos definitivos de trabajo. Esta variación en las dimensiones se recomienda medirlas por sólo un mismo operador para reducir el margen de error. (14)

La medición puede hacerse a través de diferentes aparatos como: un estereoscopio, modelo C-P-s 160; un medidor Vernier proyector de perfiles o una máquina de medición por coordenadas, pero sobre todo uno que nos permita medir un rango menor a 100 micras. De acuerdo con las especificaciones de la Asociación Dental Americana (ADA), un material tiene que ser capaz de reproducir detalles de 20  $\mu\text{m}$  o menos para ser considerado aceptable. En el medio existen diferentes tipos de materiales para la toma de impresiones de modelos; para las restauraciones indirectas, los más indicados son los elastómeros, debido a su estabilidad dimensional y su capacidad de recuperación a la deformación. Dentro de ellos encontramos polisulfuros, los cuales aparecieron en la década de los 50, los poliéteres que empezaron a

utilizarse en las décadas de 1960-1970 y por último las siliconas, de adición y de condensación en 1970. Sin embargo, el más usado es este último, pues además de copiar con excelente exactitud los dientes y las estructuras adyacentes de la cavidad oral, tiene un costo muy accesible y excelentes propiedades. (15)

- **2.2.1.1 Contracción Dimensional**

Según Shrinkage la contracción dimensional es el cambio de volumen que sufre una pieza luego que se enfría el material una vez transformado, mientras que deformación o distorsión es el cambio de forma de una pieza cuando se enfría una vez transformada (16)

Tanto yeso como siliconas presentan un porcentaje de contracción, y esto es perjudicial al momento del trabajo del profesional así veamos las posibles consecuencias.

Así mismo las medidas serán reflejadas en micras (Unidad de medida en el sistema métrico).

La contracción se debería a diversos parámetros que influyen, como es la dilatación térmica, el contener o no algunos aditivos especiales (17)

En todo caso las características que interviene son las siguientes:

- Solidificación/Cristalización del polímero
- Velocidad de enfriamiento.
- Temperatura del molde.
- Tensiones internas.
- Restricciones del molde.
- Termodinámica del proceso.

### **2.2.1.2 Expansión Dimensional**

Es importante durante el proceso de fraguado del yeso. Se necesita una mayor expansión en el yeso piedra utilizado para el modelo que compense la contracción de solidificación de la aleación. Siguiendo este mismo principio, se puede mejorar el ajuste de las prótesis procesadas en resina acrílica que tienen una alta contracción térmica al emplear este tipo de yesos. (18)

Así mismo la expansión dimensional es la variación de la estabilidad dimensional de un material por aumento de tamaño.

- **2.2.2. Los Yesos Dentales**

- a) **Los Yesos:**

- El yeso es un material de característica rígida, se trata de un mineral muy común y que a partir de ese material para el trabajo odontológico se crearon subproductos, los cuales contienen otros materiales de combinación, como es el caso del sulfato de calcio dihidratado.(19)

- El yeso gracias a los trabajos de innovación en odontología se puede trabajar con diversas técnicas para diferentes usos, y en el plano de la odontología se ha usado frecuentemente para:

- Preparación de modelos de estudio.
    - Como un material auxiliar en la elaboración de prótesis dentales.
    - En un principio se usó como material para impresiones.
    - Para la elaboración de modelos y troqueles.
    - En el trabajo para articular modelos.

- En el moldeado de polímeros dentales.

O como agentes para unir revestimientos y que usan como aglutinante el yeso.

Al mezclado del yeso con otros rellenos como es el caso de la sílice, se le llama revestimiento de yeso dental. Generalmente se usa para formar moldes para el colado de restauraciones de los dientes con metal fundido.

Como principal componente de los yesos dentales se encuentra el sulfato de calcio hemihidratado. Y es allí donde podemos ver una clasificación de los yesos, donde por la técnica de calcinación, se logra diversas formas de hemihidrato  $\alpha$  a los que se ha denominado hemihidrato  $\alpha$  (yeso tipo III), hemihidrato  $\alpha$ -modificado (yeso tipo IV) y hemihidrato  $\beta$  (yeso tipo II).(19)

Los yesos para el trabajo en el campo de la odontología deben de cumplir con los siguientes requisitos:

- Menor tiempo de fraguado, pero siempre dando el espacio de tiempo para su manipulación.
- Reproducir exactamente los detalles del negativo de la impresión.
- Tener la resistencia adecuada para los trabajos a los cuales están destinados
- Clasificación de los yesos dentales según la ADA (especificación No. 25 de la A.D.A.). (17)

Además se puede encontrar de acuerdo al fabricante diversas presentaciones, como por ejemplo algunos agregan aditivos, los que pueden servir para acelerar el tiempo de fraguado, o retardadores, para lograr un mayor tiempo de manipulación del material y para la reducción de la expansión del fraguado y reducción de la resistencia del material, el yeso suele sufrir de contracción volumétrica del 7%.(20)

## b) Clasificación de los Yesos en Odontología

De acuerdo a su preparación química se puede encontrar 5 tipos (Ver Cuadro 1).

Yeso	Comp.	Mineral de yeso	Agua/polvo	Resistencia
<b>Tipo I</b>	Sulfato de calcio hemihidratado	Escayola para impresión	0,45	12,5
<b>Tipo II</b>	Sulfato de calcio hemihidratado beta	Escayola para modelos	0,50	11,0
			0,55	9,0
<b>Tipo III</b>	Sulfato de calcio hemihidratado alpha	Cemento piedra o coecal	0,27	31
			0,30	20,5
			0,50	10,5
<b>Tipo IV</b>	Hemidrato con menor cantidad de agua	Cemento piedra de gran resistencia	0,24	38
<b>Tipo V</b>	Hemidrato, sales menor cantidad de agua y hervido al 30%	Cemento piedra de gran resistencia/expansión	0,30	21,5
			0,50	10,5

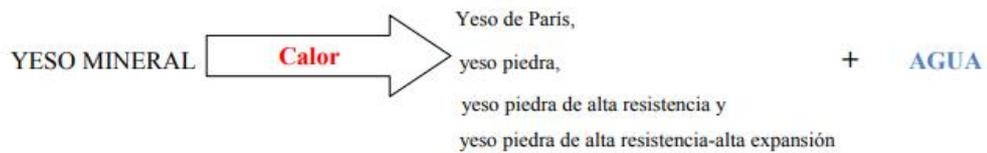
*Cuadro 1. clasificación de los yesos para uso odontológico(18).*

En la actualidad, bajo el término de “productos del yeso” se hace referencia a varias formas de sulfato cálcico fabricadas por calcinación del sulfato cálcico di-hidratado. Esta calcinación puede ser controlada para producir una parcial o completa deshidratación. También pueden obtenerse productos del yeso por calcinación sintética o química (a partir de subproductos del ácido fosfórico). (21)

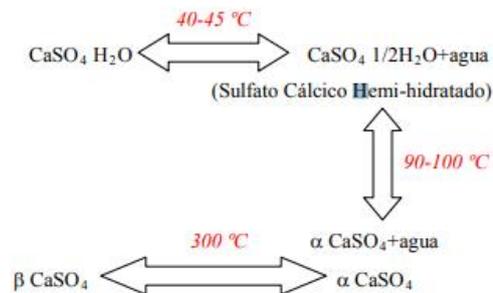
El producto así presentado permite añadirle el agua que se había eliminado previamente, revirtiendo de este modo el proceso anterior y

concediéndonos numerosas aplicaciones en odontología, utilizándose tanto en la clínica como en el laboratorio de prótesis. De hecho, representan el grupo de materiales de mayores aplicaciones utilizado en nuestro campo.

En el procesamiento industrial del mineral, el yeso se muele y somete a temperaturas de entre 20 y 300 °C aproximadamente para eliminar parte del agua de cristalización. Yeso de París, YESO MINERAL yeso piedra, + AGUA yeso piedra de alta resistencia y yeso piedra de alta resistencia-alta expansión A medida que aumenta la temperatura, el resto de agua de cristalización se elimina y los productos se forman según la reacción esquematizada en la siguiente figura. (22)



A medida que aumenta la temperatura, el resto de agua de cristalización se elimina y los productos se forman según la reacción esquematizada en la Figura 1.



Formulaciones químicas del yeso durante el incremento de temperatura (Tomado de Toledano Pérez M y cols).

No es posible establecer unos rangos inequívocos de temperaturas a los cuales se van produciendo las sucesivas transformaciones. El sulfato cálcico hemi-hidratado (en adelante y para simplificar, hemi-hidrato) es una forma estable de sulfato cálcico, sólo en aproximadamente un rango de temperatura entre 45 y 90 °C. A temperatura ambiente y en

condiciones de sequedad, se halla en fase meta-estable. La hidratación puede ocurrir si las partículas son expuestas a una atmósfera en la que existe una presión alta de vapor de agua. La segunda transformación en sulfato cálcico hexagonal alfa ocurre entre los 75-105 °C, siendo inestable por Calor debajo de los 75 °C, donde rápidamente se rehidrata. La tercera transformación de hexagonal a ortorrómbica ocurre por encima de los 300 °C y es una forma deshidratada estable. (21, 22)

Así pues, según sea la técnica de calcinación se obtienen diferentes formas de hemi-hidrato que reciben el nombre de hemi-hidrato  $\alpha$ , hemi-hidrato  $\alpha$ -modificado y hemi-hidrato  $\beta$ . Estas denominaciones,  $\alpha$  y  $\beta$ , se siguen utilizando por tradición o por conveniencia. Pero no debe deducirse que exista alguna diferencia mineralógica entre ellas. La única diferencia entre ellos es morfológica, es decir, tamaño de los cristales, superficie y grado de perfección de la red. (23)

Al mezclar el yeso con agua para su uso, comienza una reacción química basada en la diferencia de solubilidad. De este modo, la naturaleza nos proporciona un material único, pues aunque tiene una solubilidad relativamente baja en agua, existe una diferencia marcada entre la mayor solubilidad del hemi-hidrato (6.5 g/L a 20° C) con respecto al di-hidrato (2.5 g/L a 20°C). Esta característica hace que, cuando se mezcla con agua en la proporción adecuada, se forme una suspensión líquida y manejable, disolviéndose hasta formar una solución saturada, la cual, progresivamente, se va sobresaturando hasta que el di-hidrato precipita en torno a núcleos de cristalización en la suspensión, que pueden ser impurezas o partículas de yeso añadidas para acelerar el proceso, hasta que la reacción se extingue. (21) Se puede concluir pues, que la reacción de fraguado no es más que la inversión del proceso de fabricación:



El producto de esta reacción será el yeso más la liberación de calor, que se usó en su síntesis. Se ha estudiado, con la ayuda de un modelo cinético, el efecto que tienen las variables de manipulación y las partículas químicas que actúan como centros de cristalización, sobre el fraguado. Existe un tiempo de inducción y una constante de reacción para el crecimiento de los cristales. Debido a esta singularidad, ligeras modificaciones en la composición química y/o manipulación inducen cambios importantes en sus propiedades físicas y mecánicas. (21)

En relación con las variables de manipulación, se ha demostrado que dos de ellas, la Proporción Polvo/Agua (P/A) y el Tiempo de Mezclado (TM) permiten controlar el Tiempo de Trabajo (TT), algo esencial en las diferentes aplicaciones del material. Se define como el tiempo disponible para usar la mezcla eficazmente y generalmente está en torno a los tres minutos. (23)

En la actualidad sabemos que la reacción precisa para iniciarse 1 gmol de hemi-hidrato con 1,5 gmol de agua obteniéndose 1 gmol de yeso. En otras palabras, 145,15 g de hemi-hidrato necesitan 27,02 g de agua para reaccionar y formar 172,17 g de yeso. Por consiguiente, 100 g de hemi-hidrato se combinan con 18.61 ml de agua (agua de calibración) para formar sulfato de calcio di-hidratado. Sin embargo, en la práctica no se puede obtener una masa adecuada para trabajar mezclando el yeso con una cantidad tan pequeña de agua. Debemos aumentarla para obtener un TT razonable, por lo que cuando se completa la reacción hay siempre un exceso de agua que no reacciona y que permanece en la masa hasta que fragua, dejando entonces cierta porosidad y produciendo un aumento de su volumen externo (expansión de fraguado). Sin embargo, este excedente de agua es necesario para humedecer las partículas de polvo durante la mezcla. Proporción de Dihidrato Directa Tamaño de Partículas Inversa Sulfato Potásico Directa Cloruro Sódico 20% Inversa

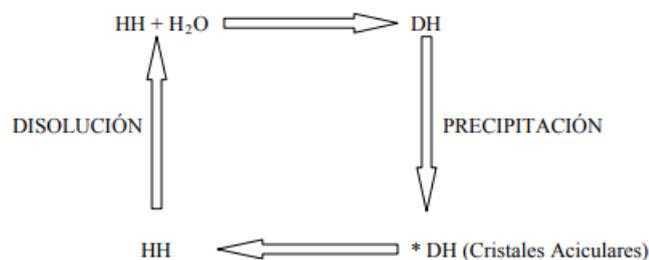
Sulfato Sódico 12% Inversa Bórax Inversa Relación A/P Inversa  
Tiempo de Mezcla Directa Temperatura Nula. (23)

Por consiguiente, podemos afirmar que la cantidad mínima de agua para que se produzca el fraguado es de 18 ml y que el material resultante es espeso y viscoso, difícil de manipular. Al disminuir la Proporción Polvo/Agua (g/ml) se mejora el manejo del material, pero se debilita la masa, aumentando, como hemos expuesto la porosidad, y la expansión de fraguado. Este indeseable fenómeno es mayor en el yeso París que en el yeso piedra, por lo que éste es más resistente. Además, la relación P/A también influye de forma importante en la velocidad de fraguado, y consiguientemente en el tiempo de trabajo; así, una mezcla con una alta relación como el yeso piedra endurecerá más rápidamente porque los núcleos de cristalización disponibles están más concentrados en un pequeño volumen. (21, 22)

Por ello, deben considerarse todas las teorías que explican la reacción de fraguado del sulfato cálcico hemi-hidratado al mezclarlo con agua, obteniéndose sulfato cálcico di-hidratado y desprendiéndose calor:

- La Teoría Coloidal propone que, al mezclarlo con agua, el yeso entra en un estado coloidal mediante un mecanismo sol-gel. En estado de sol, las partículas de hemihidrato se hidratan formando di-hidrato, entrando así en un estado activo. Conforme se va consumiendo el agua, la masa se convierte en un gel sólido. La Teoría de la Hidratación sugiere que las partículas de yeso re-hidratadas se unen, mediante uniones de hidrógeno, a los grupos sulfato para formar el material fraguado.
- Sin embargo, el mecanismo más aceptado se conoce como Teoría de la Disolución Precipitación (también conocida como Teoría de Le Châtelier y Van't Hoff). Fue propuesta en 1887 por Henry Louis Le

Châtelier, un químico francés; más tarde, en 1907 recibió el pleno apoyo de Jacobus Hendricus Van't Hoff, un químico holandés. Según Van't Hoff, el fraguado de estos materiales se debe a la diferencia entre la solubilidad del sulfato de calcio di-hidratado y la del hemi-hidratado, como anteriormente hemos expuesto. El sulfato de calcio disuelto precipita en forma de sulfato de calcio di-hidratado debido a que éste es menos soluble que el hemi-hidratado. (23)



Teoría de Le Châtelier y Van't Hoff. HH: hemi-hidrato; DH: di-hidrato

Por su parte, el TM se define como el tiempo que transcurre desde la adicción del polvo al agua hasta que se termina la mezcla. En general, cuando aumenta, se reduce el Tiempo de Trabajo y el Tiempo de Fraguado (TF), definido como el tiempo que transcurre desde el inicio de la mezcla hasta que el material es lo suficientemente resistente como para poder trabajar sobre él (técnicamente, el material fraguado puede considerarse listo para usar cuando la resistencia a la compresión es de, al menos, el 80% de la que se alcanzaría a la hora).

El TM se reduce cuando se utilizan aparatos de mezcla. La explicación es la siguiente: resulta obvio que al echar el polvo al agua se pone en marcha la reacción química y se forma algo de sulfato de calcio di-hidratado. Éste, durante la mezcla, se disgrega en cristales más pequeños que constituyen nuevos núcleos, alrededor de los cuales puede precipitar el sulfato de calcio dihidratado. Dado que al aumentar la velocidad de mezcla se forman más núcleos, se requiere menos

tiempo para la conversión del sulfato de calcio hemi-hidratado en di-hidratado. (21)

Por último, también las modificaciones de la composición química de los yesos producen cambios importantes en las propiedades físicas y mecánicas. Así, las impurezas o sales que se le añaden a estos productos para reducir su expansión, actúan simultáneamente como núcleos de cristalización, acortando el TT. Por ejemplo, el yeso tipo IV se diferencia del tipo V en que contiene otras sales que reducen su expansión de fraguado.<sup>5-9</sup>

Exponemos a continuación la composición química completa de estos materiales:

- Hemi-hidrato: Sulfato de calcio hemi-hidratado.
- Tierra Alba (1%): Sulfato de calcio di-hidratado. Cumple una función importante en el proceso de cristalización y fraguado, como ya hemos expuesto.
- Sulfato Potásico ( $\text{SO}_4\text{K}_2$ ), 2%: disminuye la expansión de fraguado al disminuir el tiempo de fraguado (centro de cristalización). Contrarresta el efecto del ácido algínico. (21)
- Sales Orgánicas: Cloruro sódico al 2% y Sulfato Sódico al 3.4%: disminuyen el tiempo de fraguado, pero aumentan la expansión.
- Bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ): Compensa el efecto del sulfato potásico aumentando el tiempo de fraguado. En una solución acuosa al 2% es el retardador más usado y eficaz, aunque otros compuestos como Citratos y Acetatos también cumplen la misma función.
- Pigmentos: Función coloración. Para diferenciar el yeso piedra del yeso París los fabricantes añaden algún tipo de color al primero, mientras que el segundo suele ser blanco.

Con una mezcla de óxido de calcio (0,1%) y goma arábiga (1%) se puede reducir la cantidad de agua necesaria para mezclar el yeso, lo que permite mejorar sus propiedades. (21)

De todo lo anteriormente expuesto se deduce que cualquier modificación en la manipulación (relación P/A y TM) de los productos derivados del yeso, influye directamente sobre dos propiedades fundamentales para la adecuada elaboración de prótesis dentales:

- 1) Estabilidad Dimensional. La fiabilidad del modelo resulta primordial para asegurar la precisión del producto final. Esto es, se debe reducir al máximo la expansión de fraguado.
- 2) Resistencia mecánica. El yeso debe permitir su manipulación sin sufrir daño alguno. O lo que es lo mismo, debe conseguir valores elevados de Dureza/Resistencia a la Compresión.

Ambas dependen de la porosidad del material fraguado, la que a su vez está en función, básicamente, de la relación P/A. Si ésta es alta (100 g/18-20 ml), la porosidad será menor y por lo tanto el material tendrá una expansión menor y será más resistente. Debemos añadir que no todos los tipos de yeso demandan la misma cantidad de agua. Es la densidad aparente del polvo la responsable de los diferentes requerimientos de agua del yeso.

También hay que saber que la resistencia a la tracción se afecta menos que la resistencia a la compresión por las variaciones en la relación polvo/agua. Por eso, la resistencia de los productos derivados del yeso se expresa, por lo general, en términos de resistencia a la compresión (en adelante, resistencia), a pesar de que se debe tener en cuenta también la resistencia a la tracción para asegurar una guía satisfactoria hacia las características globales de resistencia. (22)

Por último, los materiales de impresión no deben sumergirse en ningún líquido inmediatamente posterior a la impresión, pues el yeso durante su fraguado absorbe cualquier elemento depositado sobre él, pudiendo retrasar la reacción y aumentar la expansión. (22)

Resumiendo, el yeso manipulado adecuadamente sigue siendo a día de hoy el material que presenta mejores propiedades físicas para realizar un modelo fiable sobre el que confeccionar una prótesis buco-dental

correctamente adaptada al paciente, superando a los modelos de resina epóxica, poliuretano e incluso a los modelos virtuales o digitalizados mediante software. (21)

Para su clasificación, en 1983, la Organización Internacional de Estandarización (ISO) se basó en la estructura cristalina del sulfato de calcio hemi-hidratado, obteniendo cuatro tipos:

TIPO I: yesos de impresión

TIPO II: escayola

TIPO III: yeso piedra

TIPO IV: yeso piedra de alta resistencia o mejorado

TIPO V: en 1989 la ANSI/ADA (American National Standards Institute /American Dental Association) añadió el yeso piedra de alta resistencia/expansión o TIPO V en su especificación No. 25 (ISO 6873). (21)

Los dos primeros están basados en el conocido como yeso París, que se produce, como ya se ha referido, mediante un proceso de calcinación del mineral molido, pero en condiciones de sequedad, calentándolo a una temperatura entre 120-300 °C en un contenedor abierto (cazuela, olla). Este procesado deja canales paralelos en las partículas, que serán porosas e irregulares, con una densidad aparentemente baja, un área de superficie relativamente alta y pobre capacidad para ser comprimido; se trata de partículas  $\beta$  hemi-hidratadas. Por su parte, el yeso piedra se puede producir por:

- Calcinación en autoclave (a una presión de 117 KPa y una temperatura de 123 °C durante 5-7 horas), donde se obtienen partículas menos porosas y más regulares, también conocidas como partículas  $\alpha$  hemi-hidratadas. Aquí, la suficiente cantidad de agua presente permite una recristalización, produciéndose cristales prismáticos densos de sulfato cálcico hexagonal. La conversión secundaria, cuando se enfría, no puede ser acompañada de recristalización, por lo que las partículas de polvo finales son

pseudomórficas, tomando una estructura cristalina monoclinica de hemi-hidrato, pero reteniendo cristales hexagonales de su precursor anhidrótico (anhidrita hexagonal). Los polvos de hemi-hidrato producidos por la calcinación húmeda tienen una densidad aparentemente alta, un área de superficie relativamente pequeña y una mejora en la capacidad para ser comprimido.

- Hirviendo el yeso en una solución salina al 30 % de cloruro cálcico y cloruro magnésico, después de lo cual se eliminan los cloruros con agua caliente (100 °C) y se muele el producto hasta obtener el tamaño de partículas deseado. El sulfato de calcio hemi- - 20 - hidratado en presencia de agua a 100 °C no reacciona formando sulfato de calcio dihidratado, ya que a esta temperatura ambos tienen la misma solubilidad. El polvo obtenido con este proceso es el más denso de los cuatro. Generalmente, este material recibe el nombre de yeso piedra de alta resistencia. También se obtiene en autoclave, en presencia de una pequeña cantidad de succinato sódico, obteniéndose así partículas menos porosas que con el procedimiento anterior. (21, 23)

Describimos a continuación brevemente estos cinco tipos de yeso:

- 1) **Yeso TIPO I o yeso de impresión:** está compuesto por yeso de París al que se han agregado modificadores para regular el tiempo y la expansión de fraguado. Prácticamente ya no se utiliza para tomar impresiones dentales porque ha sido sustituido por materiales menos rígidos, como los hidrocoloides y elastómeros. En la actualidad se suele utilizar como impresión final para la fabricación de prótesis completas en el laboratorio o para las prótesis sobre implantes, pues la reacción exotérmica de fraguado parece no afectar a la interfase implante-hueso. (23)

- 2) **Yeso TIPO II o yeso para modelos:** se utiliza en la actualidad principalmente para rellenar una mufla en la construcción de prótesis, cuando la expansión de fraguado no es crítica y la resistencia es adecuada (está dentro de los límites marcados en la norma). Es relativamente débil, lo que evidencia una resistencia de tan sólo 9 MPa. (21)
  
- 3) **Yeso TIPO III o yeso piedra:** tiene una resistencia mínima a la hora de 20.7 MPa (3000 psi), pero no supera los 34.5 MPa (5000 psi). Los materiales de los modelos deben ser muy duros y resistentes, ya que sus márgenes son sometidos a un gran desgaste durante el modelado de los patrones de cera y a que, durante las pruebas y los ajustes, se inducen tensiones muy elevadas. Además, puede aceptarse una ligera expansión de fraguado en los modelos que reproducen tejidos blandos, pero no cuando se incluye un diente.<sup>19</sup> Así pues, los requisitos principales que debe reunir un yeso piedra para modelos son: resistencia a la compresión, dureza (resistencia a la abrasión) y mínima expansión de fraguado. (21)
  
- 4) **Yeso TIPO IV o yeso piedra de alta resistencia:** se denomina hemi-hidrato  $\alpha$  del tipo  $\langle \rangle$  y cumple mejor estas exigencias. Sus partículas tienen forma cuboidal y su menor área superficial permite obtener esas propiedades sin que se espese excesivamente la mezcla. No obstante, el requisito indispensable debe ser una adecuada reproducción del detalle superficial, que en muchas ocasiones no es compatible con todos los materiales de impresión. (21)
  
- 5) **Yeso TIPO V o yeso piedra dental de alta resistencia y expansión:** muestra una resistencia incluso mayor que el tipo IV. Esto se consigue aumentando la proporción P/A más

aún que en el tipo IV. Además, la expansión de fraguado se incrementa desde un máximo del 0.10 al 0.30 %. La razón lógica para este incremento en los límites de la expansión de fraguado es que algunas nuevas aleaciones tienen una mayor contracción de colado que las aleaciones de metales nobles tradicionales. Por eso, se necesita una mayor expansión en el yeso piedra utilizado para el modelo que compense la contracción de solidificación de la aleación. Siguiendo este mismo principio, se puede mejorar el ajuste de las prótesis procesadas en resina acrílica que tienen una alta contracción térmica al emplear este tipo de yesos en lugar del tipo III para su confección. (21)

Por último, existe la posibilidad de elaborar hemi-hidratos  $\alpha$  y  $\beta$  a partir de subproductos o productos de deshecho de la producción de ácido fosfórico (yeso sintético). Cuando su fabricación es correcta, sus propiedades son iguales, o incluso mejores, que las del natural. Pero son muchos los problemas durante el procesado y pocos llegan al final con éxito. En lo que nos concierne, la fuente del hemi-hidrato no es tan importante como la naturaleza y uso del producto final, que en esencia es el mismo, independientemente de su origen. (21, 23)

## **b) Manipulación de los yesos**

El trabajo de preparación de los yesos es de suma importancia, ya que de la relación de las correctas proporciones de agua y polvo de yeso, dependerá la calidad de la mezcla (ver fig. 2) y un importante agente de fidelidad, una vez que se mezcla agua y polvo se procede a realizar el espatulado a una fuerza aproximada de 180 rpm, la mezcla se debe vibrar golpeando suavemente el contenedor a fin de desprender la burbujas que pudieran existir, este trabajo suele hacerse en forma mecánica o de modo manual, y se sigue con el espatulado hasta lograr una mezcla cremosa y homogénea en

un tiempo no mayor a un minuto, si se trata de un yeso alfa se irá vaciando poco a poco y vibrando en el porta impresiones, luego de una hora el yeso estará listo para retirarse de la impresión (24).

**c) El fraguado**

Desde el momento en que se mezcló el hemidrato con el agua empieza la reacción química continua de aumento de temperatura conocida como inducción. Entonces el tiempo de fraguado corre desde el inicio de la mezcla hasta el endurecimiento del material este lapso no debe excederse de un minuto para tener un tiempo de trabajo de 3 minutos aproximadamente, debido a que se continúa en el proceso de reacción (pérdida de brillo) tiempo en la que el yeso ya no es manejable y perderá consistencia compresiva y no podrá ser utilizado.(25)

**e) Propiedades de los Yesos Dentales**

**1) Expansión de Fraguado**

- Varía de 0,07-0,5. A mayor cantidad de agua, disminuye.
- A mayor espatulado, aumenta la expansión.
- Las sustancias químicas como el sulfato de K, Bórax o Citrato de K, aumentan la expansión, pero hacen que endurezca más rápido.
- Expansión higroscópica: suele ser el doble de la expansión normal de fraguado. Es el crecimiento hacia afuera de los cristales de dihidrato. Esto es útil porque en la superficie de contacto entre el yeso y alginato hay expansión higroscópica.

**2) Contracción de fraguado**

Al endurecer el yeso, las moléculas se acercan al pasar las uniones primarias a secundarias, pero hay repulsión por los cristales de forma

desordenada; la expansión supera a la contracción, pero al principio hubo contracción. (25)

### **3) Resistencia Compresiva**

Puede ser húmeda o seca. La húmeda se refiere a inmediatamente cuando se tiene el fraguado final, es la mitad de la compresiva seca; para una mufla, a la resistencia seca se llega a los 7 días. (25)

### **4) Resistencia a la Abrasión**

En general es baja. El que tiene resistencia aceptable es el velmix. Existen barnices endurecedores. (25)

### **5) Resistencia Traccional**

Hay una húmeda y otra seca. La húmeda es la mitad de la seca.

### **6) Dureza Superficial**

Es aceptable en yeso III y IV.

## **2.2.3. La Silicona para modelos Mach-2**

La línea silicona MACH son materiales de gran rapidez y un fluido bajo ultra viscoso, y de alta precisión. El material de fraguado será duro pero ligeramente flexible. Los materiales de MACH se clasifican como reacción de adición también conocidas como A-Siliconas, polivinil siloxanos, PVS, polisiloxanos vinílicos o VPS. Se empaquetan en cartuchos divididos de doble barril que utilizan la pistola dispensadora DS-50 (1: 1, 2: 1). Los materiales de MACH son ideales para fabricar matrices y modelos resistentes y extremadamente precisos para la fabricación de restauraciones dentales, como resina indirecta. Incrustaciones, onlays y carillas, férulas reforzadas con fibra, restauraciones provisionales y bandejas de blanqueo

(26, 27). Los modelos también se pueden usar para fabricar y reparar prótesis removibles y aparatos de ortodoncia. Las impresiones resultantes tendrán excepcional precisión con excelente resistencia al desgarro la recomendación Recomendamos que MACH se utilice con materiales de bandeja o base con un tiempo de configuración corto de 2 minutos o menos. La marca recomienda siempre esperar por el más lento material que debe establecerse antes de tirar un modelo o una impresión.(28, 29)

### **Técnicas de impresión sugeridas para los materiales de Mach**

- a) Método de paso único / cuerpo dual (húmedo-húmedo o simultáneo), se coloca la jeringa de mach sobre sobre los dientes no ajustando. Los materiales establecidos simultáneamente. (30)
- b) Método de doble paso / doble cuerpo (método de lavado en húmedo o en bandeja), donde se utiliza una bandeja prefabricada o personalizada llena de VPS de cuerpo medio o pesado para hacer una impresión primaria en los dientes y permitir que se establezca completamente. Una vez completada la preparación, el material de impresión inicial se alivia, se limpia, se seca y se realiza una segunda impresión en la primera, utilizando el MACH como lavado para reproducir con precisión los detalles. (30)
- c) **Técnica de impresión de flujo laminar, en la que el material MACH** Se inyecta en una impresión preliminar previamente tomada, con ventilación adecuada y boca cerrada. Hecho de un VPS rígido como Parkell's Blu-Mousse. Las impresiones resultantes son fuertes y extremadamente precisas, con una excelente reproducción de la Mordida del paciente. (30)

#### **2.2.3.1 Estabilidad Dimensional de las siliconas**

El principal problema de los materiales de impresión elastoméricos no acuosos como las siliconas de condensación, es que experimentan los mayores cambios dimensionales en aproximadamente un -0.6% en comparación de las siliconas de

adición en un -0.15%, los poliéteres en -0.2% y los polisulfuros en un -0.4%. La contracción se debe a la evaporación de subproductos volátiles y a la reorganización de los enlaces químicos como resultado de la polimerización. La velocidad de contracción de estos materiales no es uniforme en las primeras 24 horas posteriores a la extracción de la boca. En general, la mitad de la contracción que se detecta en las 24 horas se produce en la primera hora tras la impresión. (31, 32)

### **CAPÍTULO III**

#### **HIPÓTESIS, VARIABLES Y DEFINICIONES OPERACIONALES**

### **3.1 Hipótesis**

H<sub>0</sub>: la silicona para modelos no muestra mejor estabilidad dimensional que el yeso tipo IV

H<sub>a</sub>: la silicona para modelos muestra mejor estabilidad dimensional que el yeso tipo IV

### **3.2 Variables:**

#### **a) V1: Estabilidad dimensional:**

Propiedad que tienen ciertos materiales que al ser sometidos a cambios de temperatura y humedad no pierden su forma y mantiene sus dimensiones originales.

#### **b) V2: Material del Modelo definitivo**

Material odontológico empleado para elaborar modelos y características de fábrica y manipulación: yeso tipo IV GC FUJIROCK® EP y silicona para modelos Mach-2®.

### 3.3 Operacionalización de las variables.

<b>Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicador</b>	<b>Resultado Final</b>	<b>Escala de Medición</b>
Estabilidad Dimensional	Cambios dimensionales	Medidas de precisión (minuto 0)	Medidas en micras	Escala
		Medida a los 2 minutos	Medidas en micras	
		Medida a los 30 minutos	Medidas en micras	
		Medida a los 60 minutos	Medidas en micras	
Material de modelo definitivo	Grupos de estudio	Material de vaciado	Silicona para modelos Mach-2® - Yeso tipo IV GC FUJIROCK® EP	Nominal

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### 4.1 Diseño

El diseño del trabajo fue de método **cuasi experimental** (33), comparativo in vitro, porque se propone el empleo de dos sustancias diferentes: grupo I conformado por troqueles de yeso tipo IV GC FUJIROCK® EP y grupo II con troqueles de silicona para modelos Mach-2®; buscando conocer cuál de los grupos de estudio demuestran menor cambio volumétrico por contracción. (34)

**Cuantitativa**, porque analiza los datos basado en procedimientos de medición; es **Prospectivo**, porque los datos fueron obtenidos durante el momento del experimento.

**Longitudinal**. Porque reúnen datos en dos o más momentos.

**Comparativo**. Porque se compara la estabilidad dimensional de dos grupos de experimentación.

#### 4.2 Ámbito de estudio

El Gabinete de trabajo se realizó en las instalaciones del Consultorio Odontológico “Sonrisas” ubicado en Calle Bolívar N° 704, con las condiciones físicas y ambientales adecuadas, ubicada entre las coordenadas 18°00’20.75” latitud Sur y 70°13’31.95” longitud Oeste, a una altitud aproximada de 560 m.s.n.m. El clima es templado subtropical y desértico, con una temperatura media de 18,6°C, con una máxima de 33°C y una mínima de 8°C.

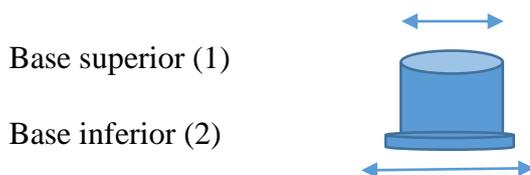
#### 4.3 Población y muestra.

El tipo de muestreo para el presente estudio fue por conveniencia de la investigación, para lo cual se tomó en cuenta un troquel maestro donde se realizó las medidas de las dos bases cilíndricas, base 1 y base 2. La comparación se realizó con la obtención de 15 modelos definitivos vaciados con silicona para modelos Mach-2® y 15 modelos definitivos vaciados con Yeso tipo IV GC FUJIROCK® EP.

Se trabajó con un total de 30 unidades de estudio, agrupadas de la siguiente manera: Grupo 1: 15 troqueles de silicona para modelos Mach-2® y Grupo 2: 15 troqueles de yeso tipo IV GC FUJIROCK® EP. La elección de estos grupos de troqueles de experimentación se basó en el trabajo de investigación de Gomes M., Título de Doctor “Estudio in vitro de la estabilidad dimensional de silicona de adición y poliéter en función de la técnica de impresión y el tiempo de vaciado empleados, España 2010” (35).

Las mismas que fueron copia de un troquel maestro, para la elaboración de dicho registro, fueron medidos los diámetros de la base cilíndrica superior (base 1) y base inferior (base 2) con el uso de un micrómetro digital marca Mitutoyo dándonos las medidas a comparar.

Ilustración de las mediciones:



Tanto para la silicona como para el yeso la dimensión del troquel maestro base 1 fue de 5.226  $\mu$ .

La dimensión del troquel maestro de la base 2 fue en ambos casos 7.259  $\mu$ .

#### **4.3.1 Criterios de Inclusión.**

- Troqueles visiblemente íntegros.

#### **4.3.2 Criterios de Exclusión**

- Todas las variables que no se utilicen en el método propuesto en la obtención de los troqueles de silicona para modelos y yeso tipo IV.

#### **4.4 Instrumentos de Recolección de datos.**

##### **4.4.1 Técnica de recolección de datos**

Se utilizó la técnica de observación directa, todos los procedimientos fueron realizados por el investigador capacitado para este fin, los datos fueron recolectados del primero hasta el 15vo troquel de silicona para modelos Mach-2® y de yeso tipo IV GC FUJIROCK® EP, usando un Micrómetro con lectura digital Mitutoyo modelo IP65 de precisión desde 0-25 mm a 0.001 mm, cuya medición primero fue del diámetro de la base superior y después del diámetro de la base inferior.

Una vez seleccionado el diámetro a medir, se colocó el micrómetro de forma que las plataformas queden perpendiculares a él. Se manipula la rueda de ajuste macrométrico hasta que las superficies se aproximan a las paredes del cilindro, y se pasa a utilizar la ruleta de ajuste micrométrico. En el momento en que ambas plataformas entran en contacto con el cilindro se procede a la lectura del marcador digital.

#### **4.5. Instrumento para la recolección de datos**

Se realizó una ficha de recolección de datos, donde se evaluó 15 troqueles definitivos vaciados con silicona para modelos Mach-2® y 15 troqueles definitivos vaciados con Yeso Tipo IV GC FUJIROCK® EP donde fue medido el diámetro de la base superior (base 1) e inferior (base 2) del troquel maestro y en unidades de medida en el sistema métrico (Micras) de la siguiente manera y en 4 distintos tiempos:

Medidas al minuto 0, medidas al minuto 2, medidas al minuto 30 y medidas a los 60 minutos (anexos).

## **CAPÍTULO V**

### **PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS.**

La información contenida en la ficha de datos será volcada a una base de datos para lo que se utilizará el paquete estadístico SPSS versión 21, se presentará el análisis aplicando una estadística descriptiva y analítica, mediante tablas simples y complejas, para conocer la tendencia o comportamiento del grupo se muestran también los gráficos de barras de error y para demostrar la variación numérica significativa se aplicará la prueba estadística U de Mann-Whitney, que generalmente se usa cuando se tiene una población pequeña.

- Se Realizó la evaluación de los troqueles.
- Se elaboró la ficha de recolección de datos.
- Se Analizó e interpretó la información.

**a) Procedimientos de recojo de datos**

Una vez realizado cada medición de los diámetros del troquel maestro, así como de los troqueles de yeso tipo IV GC FUJIROCK® EP y de los troqueles de silicona para modelos Mach-2®, los datos fueron recogidos en una ficha estructurada con tiempos de observación tanto para la base inferior y para la base superior a intervalos de tiempo de 2, 30 y 60 minutos, precisando los valores numéricos en micras, luego se realizó el control de calidad de cada registro en la ficha indicada.

**b) Análisis de datos**

La información contenida en la ficha de recojo de datos fue volcada a una base de datos para lo que se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 21, Se hizo una evaluación de la distribución de los datos para cada grupo de comparación, utilizándose la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk por tener un número de observaciones menor a 50.

**TABLA 1. EVALUACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS DATOS CON PRUEBA DE NORMALIDAD.**

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Precisión al minuto 0 (Base 1)	0,899	30	0,008
Precisión al minuto 0 (Base 2)	0,939	30	0,083
A los 2 minutos (Base 1)	0,609	30	0,000
A los 2 minutos (Base 2)	0,932	30	0,054
A los 30 minutos (Base 1)	0,900	30	0,008
A los 30 minutos (Base 2)	0,906	30	0,012
A los 60 minutos (Base 1)	0,902	30	0,009
A los 60 minutos (Base 2)	0,921	30	0,028

Fuente: Ficha de registro de datos de elaboración propia

En la evaluación de la distribución de datos mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, se determina que las mediciones de los troqueles en tiempo cero y a los 2 minutos se aproxima a una distribución normal, ya que el valor de

significancia es menor a  $p > 0.05$ , luego en las demás mediciones de los grupos no tienen distribución normal, cuyo valor de significancia es menor a  $p < 0,05$ .

Se hizo un análisis descriptivo para conocer los grupos de estudio, en el cual se utilizó medidas de tendencia central (media aritmética) y de dispersión (Rango y Desviación típica).

Dado que las mediciones de los grupos comparables a los 2, 30 y 60 minutos tienen distribución normal, se realizó un análisis de comparación de promedios y para demostrar la variación numérica significativa se utilizó la prueba estadística U de Mann-Whitney, considerando un p-valor  $< 0,05$ , que generalmente se usa cuando se tiene una población pequeña.

La presentación de los datos se realizó mediante tablas simples y complejas, para conocer la tendencia o comportamiento del grupo se muestran también los gráficos de barras de error.

## RESULTADOS

### a) Informe de la estabilidad dimensional

**TABLA 2. PROMEDIOS DE CAMBIOS DIMENSIONAL SEGÚN MATERIAL (SILICONA PARA MODELOS MACH-2 Y YESO TIPO IV GC FUJIROCK® EP) EN LA BASE SUPERIOR**

BASE SUPERIOR	Grupo	
	Silicona para modelos (Mach-2 Parkell)	Yeso tipo IV GC FUJIROCK® EP
	Media ( $\mu$ )	Media ( $\mu$ )
Precisión al minuto 0 (Base 1)	5.094	5.018
A los 2 minutos (Base 1)	5.091	5.072
A los 30 minutos (Base 1)	5.094	5.005
A los 60 minutos (Base 1)	5.094	4.996

Fuente: Ficha de registro de datos de elaboración propia.

En la tabla 2 podemos observar los promedios de cambios dimensional mostrados por ambos modelos en la base superior según tiempo de observación.

En el material de silicona el promedio de cambio dimensional alcanzado al minuto cero fue de 5.094  $\mu$ , a los 2 minutos de 5.091  $\mu$  a los 30 minutos de 5.094  $\mu$  y a los 60 minutos de 5.094  $\mu$ .

Para el material de yeso la precisión al minuto cero fue de 5.018  $\mu$ , a los 2 minutos 5.072  $\mu$ , a los 30 minutos de 5.005  $\mu$  y a los 60 minutos de 4.996  $\mu$ .

**TABLA 3. PROMEDIO DE CAMBIO DIMENSIONAL SEGÚN SILICONA PARA MODELOS MACH-2 Y YESO TIPO IV GC FUJIROCK® EP EN LA BASE INFERIOR**

BASE INFERIOR	Grupo	
	Silicona para modelos (Mach-2 Parkell)	Yeso tipo IV GC FUJIROCK® EP
	Media ( $\mu$ )	Media ( $\mu$ )
Precisión al minuto 0 (Base 2)	7.148	7.123
A los 2 minutos (Base 2)	7.141	7.119
A los 30 minutos (Base 2)	7.142	7.110
A los 60 minutos (Base 2)	7.133	7.098

Fuente: Ficha de registro de datos de elaboración propia.

Podemos observar promedios muy similares cuando se comparan los dos materiales Respecto a los tiempos de observación.

Tal es así que en el minuto cero el promedio alcanzada por la silicona fue de 7.148  $\mu$  y el promedio alcanzado por el yeso tipo IV fue de 7.123  $\mu$ .

En la observación a los 2 minutos el promedio alcanzado por silicona fue de 7.141  $\mu$ . y el del yeso tipo 4 fue de 7.119  $\mu$ .

A los 30 minutos el promedio en silicona fue de 7.142  $\mu$  y en el de Yeso fue 7.110  $\mu$ .

Los promedios a los 60 minutos fueron de 7.133  $\mu$  para silicona y de 7.098  $\mu$  para yeso tipo IV.

Las medias obtenidas fueron muy similares en la base inferior Al medir la contracción dimensional

b) Tiempos de observación

**TABLA 4. DIFERENCIA AL MINUTO CERO EN LA BASE SUPERIOR RESPECTO AL MAESTRO**

BASE SUPERIOR	Grupo							
	Silicona para modelos (Mach-2 Parkell)				Yeso tipo IV GC FUJIROCK® EP			
	Media ( $\mu$ )	Máximo	Mínimo	Desv. típica	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Diferencia al minuto 0 (Base 1)	0,13	0,35	0,04	0,10	0,21	0,34	0,09	0,08

Fuente: Ficha de registro de datos de elaboración propia.

En la tabla 4 se puede observar que el promedio alcanzado de los cambios dimensionales de la silicona respecto al maestro fue de 0.13  $\mu$  con un valor máximo de 0.35  $\mu$  y un valor mínimo alcanzado de 0.04  $\mu$ .

En el material de yeso tipo IV el promedio alcanzado fue de 0.21  $\mu$  con un valor máximo de 0.34  $\mu$  y un valor mínimo de 0.09  $\mu$ .

Podemos observar que el cambio dimensional fue más semejante al modelo maestro en la silicona.

**TABLA 5. DIFERENCIA SEGÚN LA SILICONA Y YESO TIPO IV EN LA BASE INFERIOR RESPECTO AL MAESTRO EN EL MINUTO CERO**

Base inferior	Grupo							
	Silicona para modelos (Mach-2 Parkell)				Yeso tipo IV GC FUJIROCK® EP			
	Media (μ)	Máximo	Mínimo	Desv. típica	Media (μ)	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
<b>Diferencia al minuto 0 (Base 2)</b>	0,11	0,22	0,03	0,06	0,14	0,23	0,09	0,05

Fuente: Ficha de registro de datos de elaboración propia.

En la tabla 5 podemos observar el promedio alcanzado por la silicona respecto al maestro en la base inferior en el minuto cero alcanzando un promedio de 0.11 μ con un valor máximo de 0.22 μ y un valor mínimo de 0.03 μ.

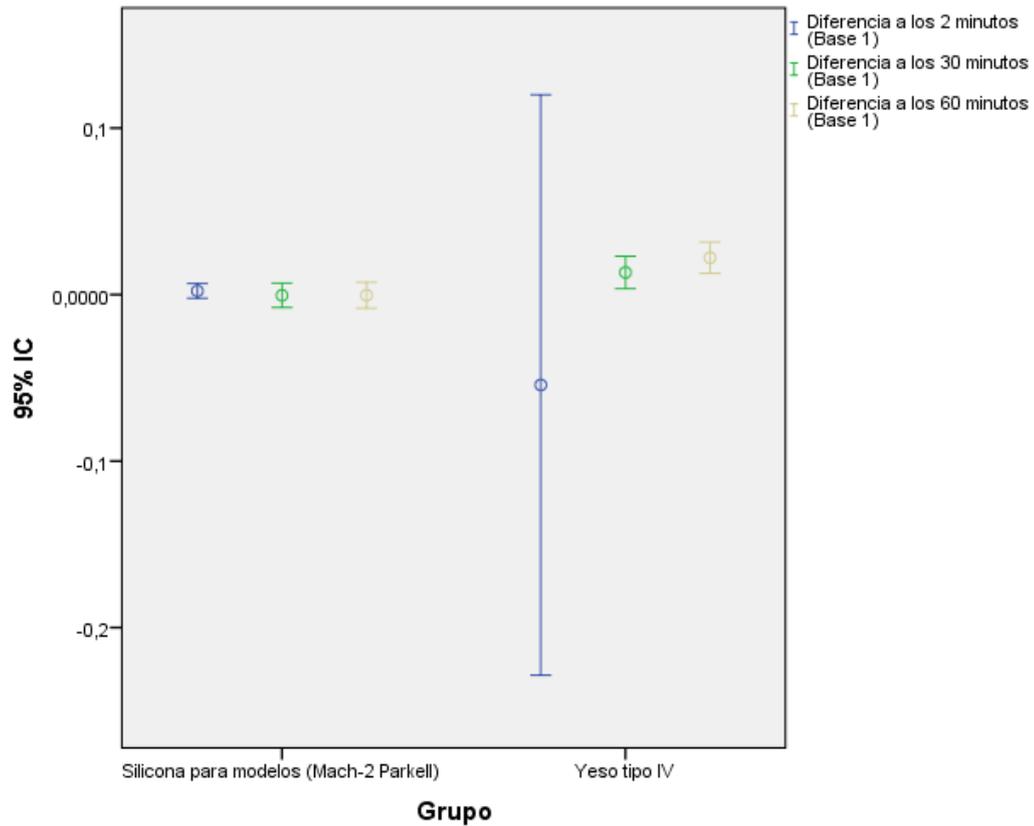
En el yeso tipo IV el promedio fue de 0.14 μ con un valor máximo de 0.23 μ y un valor mínimo de 0.09 μ.

**TABLA 6. DIFERENCIA DE ESTABILIDAD DIMENSIONAL SEGÚN  
TIPO DE MATERIAL A LOS 2, 30 Y 60 MINUTOS EN LA BASE  
SUPERIOR**

Base superior	Grupo							
	Silicona para modelos (Mach-2 Parkell)				Yeso tipo IV IV GC FUJIROCK® EP.			
	Media ( $\mu$ )	Máximo	Mínimo	D.E.	Media ( $\mu$ )	Máximo	Mínimo	D.E.
<b>Diferencia a los 2 minutos (Base 1)</b>	-0.002	0.012	-0.021	0.008	0.054	1.167	-0.207	0.0543
<b>Diferencia a los 30 minutos (Base 1)</b>	0.0005	0.035	-0.015	0.0132	-0.013	0.021	-0.047	-0.013
<b>Diferencia a los 60 minutos (Base 1)</b>	0.0004	0.039	-0.017	0.0141	-0.022	0.000	-0.062	-0.022

Fuente: Ficha de registro de datos de elaboración propia.

El promedio de la diferencia de estabilidad observado en el material de silicona (Base superior) a los 2 minutos fue  $-0,002 \mu$ , a los 30 minutos fue  $0,0005 \mu$  y a los 60 minutos fue  $0,0004 \mu$ . En el material de yeso tipo IV el promedio fue mayor a los 2 minutos fue de  $0,054 \mu$ , a los 30 minutos fue  $-0,013 \mu$  a los 60 minutos fue  $-0,022 \mu$ .



**Gráfica 1. Diferencia de estabilidad dimensional según tipo de material a los 2, 30 y 60 minutos en la base superior**

En la Gráfica 1 podemos observar la comparación y su tendencia al 95% de intervalo de confianza de las diferencias en la estabilidad dimensional según la silicona y yeso tipo IV.

Se observa claramente que la diferencia es más sostenida y regular en la silicona en los tiempos de observación en comparación al yeso tipo IV dónde la variabilidad en la estabilidad dimensional es diferente. Ya aquí podemos observar una diferencia altamente significativa entre los dos materiales donde la similitud al tiempo cero es mejor en la silicona.

c) **Comparación por material y tiempos de observación**

**TABLA 7. DIFERENCIA DE MEDIAS SEGÚN MATERIAL Y OBSERVACIÓN A LOS 2, 30 Y 60 MINUTOS EN LA BASE SUPERIOR**

<b>BASE SUPERIOR Grupo 1 y 2</b>	<b>Hipótesis nula</b>	<b>Prueba no paramétrica</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Sig.</b>	<b>Decisión</b>
<b>Diferencia a los 2 minutos (Base 1)</b>	La distribución de a los 2 minutos (Base 1) es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	59.00	0.026	Rechace la hipótesis nula.
<b>Diferencia a los 30 minutos (Base 1)</b>	La distribución de a los 30 minutos (Base 1) es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	46.00	0.005	Rechace la hipótesis nula.
<b>Diferencia a los 60 minutos (Base 1)</b>	La distribución de a los 60 minutos (Base 1) es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	40.00	0.002	Rechace la hipótesis nula.

Fuente: Ficha de registro de datos de elaboración propia.

En la tabla 7 se evidencia que a un tiempo de 2 minutos existe diferencia significativa en la comparación del material del grupo 1 (Silicona para modelos) y grupo 2 (Yeso tipo IV), dado que el p-valor  $< 0,05$ .

A un tiempo de 30 minutos existe diferencia significativa en la comparación del material del grupo 1 (Silicona para modelos) y grupo 2 (Yeso tipo IV), dado que el p-valor  $< 0,05$ .

A un tiempo de 60 minutos existe diferencia significativa en la comparación del material del grupo 1 (Silicona para modelos) y grupo 2 (Yeso tipo IV), dado que el p-valor  $< 0,05$ .

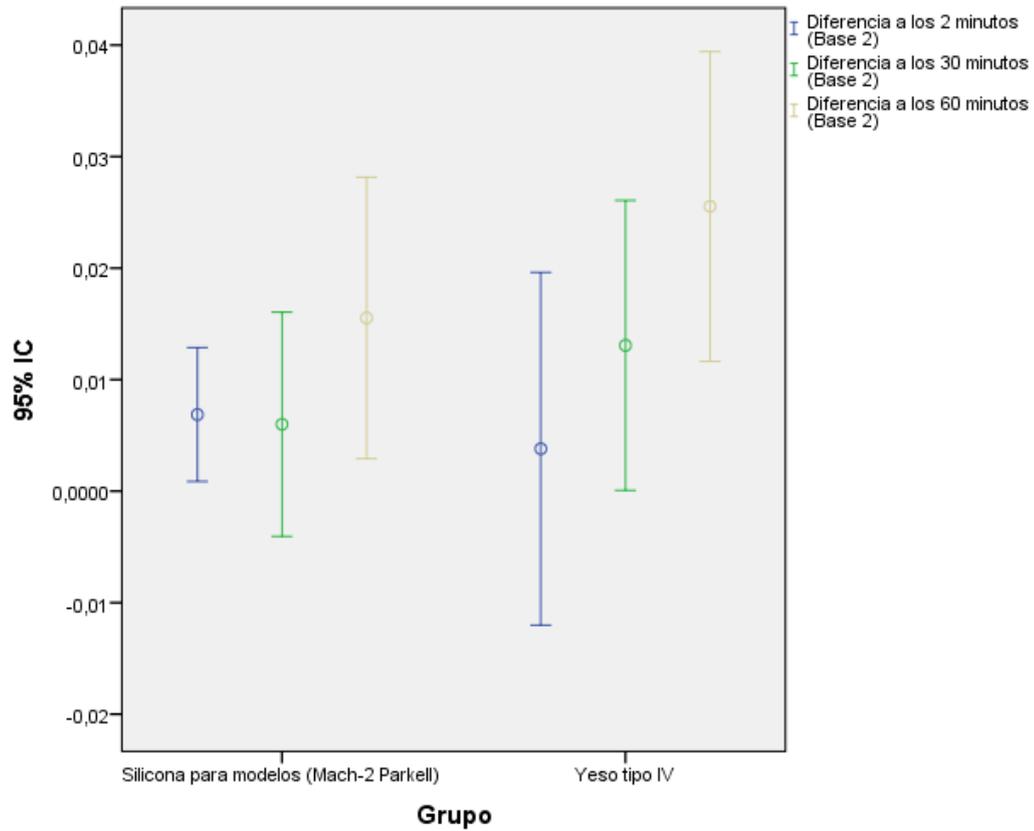
Los resultados corroboran que la silicona presenta mejores medidas de estabilidad dimensional que el yeso tipo IV respecto a la observación en el punto cero.

**TABLA 8. COMPARACIÓN DE LA ESTABILIDAD DIMENSIONAL  
SEGÚN MATERIAL DE SILICONA PARA MODELOS Y YESO TIPO IV  
RESPECTO AL PUNTO CERO A LOS 2, 30 Y 60 MINUTOS.**

Base inferior	Grupo							
	Silicona para modelos (Mach-2 Parkell)				Yeso tipo IV IV GC FUJIROCK® EP.			
	Media ( $\mu$ )	Máximo	Mínimo	D.E.	Media ( $\mu$ )	Máximo	Mínimo	D.E.
<b>Diferencia a los 2 minutos (Base 2)</b>	-0.007	0.002	-0.032	0.011	-0.004	0.061	-0.075	0.029
<b>Diferencia a los 30 minutos (Base 2)</b>	-0.006	0.026	-0.051	0.018	-0.013	0.024	-0.046	0.023
<b>Diferencia a los 60 minutos (Base 2)</b>	-0.016	0.008	-0.070	0.023	-0.026	0.013	-0.065	0.025

Fuente: Ficha de registro de datos de elaboración propia.

En la Tabla 8. Se observa que el promedio de la diferencia de estabilidad observado en el material de silicona (Base inferior) a los 2 minutos fue  $-0,007 \mu$ , a los 30 minutos fue  $0,006 \mu$  y a los 60 minutos fue  $-0,016 \mu$ . En el material de yeso tipo IV el promedio a los 2 minutos fue de  $0,004 \mu$ , a los 30 minutos fue  $-0,013 \mu$  y a los 60 minutos fue  $-0,026 \mu$ .



**Gráfica 2 Comparación de la estabilidad dimensional según tipo de material y tiempo de ensayo de la base inferior**

En la Gráfica 2 puede observar que la diferencia no es extensible entre los dos materiales en la base inferior. Las barras de error y promedios casi se superponen entre los materiales trabajados.

Podemos afirmar con un intervalo de confianza del 95%, no existe una diferencia significativa en la dimensión de la base inferior según tipo de material trabajado.

**TABLA 9. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LA DIFERENCIA DIMENSIONAL  
SEGÚN SILICONA PARA MODELOS Y YESO TIPO 4 A LOS, 2, 30 Y 60  
MINUTOS**

<b>BASE INFERIOR Grupos 1 y 2</b>	<b>Hipótesis nula</b>	<b>Prueba no paramétrica</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Sig.</b>	<b>Decisión</b>
Diferencia a los 2 minutos (Base 2)	La distribución de a los 2 minutos (Base 1) es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	73,00	0.106	Conserve la hipótesis nula.
Diferencia a los 30 minutos (Base 2)	La distribución de a los 30 minutos (Base 1) es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	73,00	0.106	Conserve la hipótesis nula.
Diferencia a los 60 minutos (Base 2)	La distribución de a los 60 minutos (Base 1) es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	76,00	0.137	Conserve la hipótesis nula.

Fuente: Ficha de registro de datos de elaboración propia.

En la tabla 9 podemos observar la comparación de medias y los valores de significancia bilateral en la comparación de ambos materiales a los 2, 30 y 60 minutos. Denotándose que todos los valores de significancia están por encima de 0,05, lo cual demuestra que no existe diferencia significativa entre la estabilidad dimensional y el tipo de material en los diferentes tiempos observados a nivel de la base inferior del troquel.

## DISCUSIÓN

El odontólogo busca que las medidas de sus modelos sean lo más exacto o fiel posible a las características dentales del paciente. Por eso es importante que el material a utilizar se mantenga estable para que los resultados sean lo más similares a estructuras reales. Para ello existen múltiples propuestas de materiales de trabajo y dependerá del odontólogo, la región de procedencia, escuela de formación y hasta del nivel socioeconómico de los pacientes, para que se utilice los diferentes recursos existentes. Además, dependerá de las características propias del material. Por ejemplo, la silicona se propone como flexible y maniobrable para el odontólogo, mientras que el yeso es duro y quebradizo, pero que aún se observa en muchas experiencias su uso. El yeso es de uso más frecuente, por lo que este trabajo comparó los cambios dimensionales poniendo en contraste el yeso tipo IV GC FUJIROCK® EP versus la silicona para modelos Mach-2 Parkell.

Para esta intención se utilizó un solo modelo maestro de acero de modo tal que garantizara que las medidas fueran más exactas. Se hicieron dos mediciones a cada troquel, una en la base superior y una segunda en la base inferior. Tanto para la silicona como para el yeso la dimensión del diámetro del troquel maestro de la base 1 fue de 5.226  $\mu$ . La dimensión del troquel maestro de la base 2 fue en ambos casos 7,259  $\mu$ . En el material de silicona para modelos el promedio de contracción alcanzado en la base superior, al minuto cero, fue de 5.094  $\mu$ . Para el material de yeso la precisión al minuto cero fue de 5,018  $\mu$ . Dichas medidas fueron luego comparadas a los 2, 30 y 60 minutos. Para la base inferior, en el minuto cero el promedio alcanzado por la silicona fue 7,148  $\mu$  y el promedio alcanzado por el yeso tipo IV fue de 7,123  $\mu$ . La silicona mostró mayor aproximación dimensional respecto al troquel maestro, en ambas bases lo que refleja una mayor fidelidad al modelo maestro. **Aalaei Sh et al.** (13) refiere que la estabilidad dimensional del material de impresión es muy importante. Evaluó la estabilidad dimensional de la impresión de silicona (Panasil® y Affinis®) en diferentes intervalos de tiempos. No encontró diferencias entre los materiales de silicona, pero no comparó con un material a base de yeso. Asimismo, en nuestro trabajo observamos que la diferencia

es más sostenida y regular en la silicona para modelos en los tiempos de observación en comparación al yeso tipo IV donde la variabilidad en la estabilidad dimensional es diferente en la base superior ( $p < 0,05$ ). Observamos una diferencia altamente significativa entre los dos materiales donde la similitud al tiempo cero es mejor en la silicona. En la base inferior no hubo diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre los materiales. **Díaz Díaz P.,**(10). Refiere que el tipo de agua (agua corriente vs la destilada) se encuentra asociada a la expansión del yeso. Concluye que el tipo de agua empleada no muestra diferencia alguna. En nuestro caso y con este antecedente el agua no fue considerada como una variable que influyera en las propiedades del yeso utilizado, siguiendo las indicaciones del fabricante para su preparación. **Ramírez, DM** (11) trabajó con 36 impresiones tomados de un solo modelo maestro de acero. Se formaron tres grupos por el tiempo de vaciado, en tiempo cero, a 30 minutos y a 72 hrs. Consideró que hay diferencias según el tiempo de trabajo. Dichas diferencias también las encontramos en nuestros resultados, especialmente en base superior. Concluye que los modelos definitivos de siliconas por condensación a la media hora de impresión presentan menor alteración dimensional y que cuanto más tiempo de vaciado se ha empleado mayor será la alteración dimensional. Pero aclara también que no se recomienda usar inmediatamente después de la impresión debido a que la recuperación elástica aún no ha concluido necesitando estabilizarse. Son estas propiedades de elasticidad que podría explicar los resultados también observados en nuestro estudio.

El trabajo con silicona demanda un mayor cuidado en los procedimientos. **Marín Guerra J.,** (14) realiza un estudio in vitro para determinar la “Exactitud y cambio de la estabilidad dimensional en impresiones realizadas con siliconas de condensación y adición” en un tiempo límite de vaciado, para ellos se usó moldes metálicos para comparar ambas siliconas, encontrando que las impresiones a base de silicona de adición es más estable que la silicona por condensación en función del tiempo, ya que los troqueles cambiaron a la hora y dos horas un promedio de 0,025 mm. En cambio las siliconas por condensación de 1 a 2 hrs variaron en promedio 0,058 mm. **Vega Ruiz** (12) encuentra, al igual que nosotros, diferencias

en las medidas de las cimas y bases de los pilares tanto para el material de silicona como para el de yeso.

La experiencia demostrada evidencia que la silicona es un material recomendable para uso inmediato y rápido por sus propiedades de flexibilidad y facilidad de trabajo, tal es así, fue corroborada en nuestra investigación, dado que se encontró una mejor estabilidad dimensional en estructuras pequeñas, lo que es de uso común en la alta demanda de pacientes que requieren restauraciones indirectas, beneficiando al usuario en la reducción del tiempo de atención sin afectar la fiabilidad y calidad del trabajo odontológico al momento de realizar la rehabilitación oral.

## CONCLUSIONES

1. Hubo diferencia significativa en la estabilidad dimensional entre silicona para modelos y yeso tipo IV en la base superior, según los diferentes tiempos observados. No hubo diferencia en la base inferior entre ambos materiales en las 3 observaciones.
2. En la base superior, para la silicona, el promedio de precisión alcanzado al minuto cero fue de 5,094  $\mu$  y para el yeso fue de 5,018  $\mu$ . En la base inferior el promedio alcanzado por silicona para modelos fue de 7,148  $\mu$  y de 7,123  $\mu$  por el yeso tipo IV.
3. El promedio de estabilidad dimensional en la base superior del material de silicona para modelos a los 2 minutos fue -0,002  $\mu$ , a los 30 minutos fue 0,0005  $\mu$  y a los 60 minutos fue 0,0004  $\mu$ . En el material de yeso tipo IV el promedio a los 2 minutos fue de -0,054  $\mu$ , a los 30 minutos -0,013  $\mu$  y a los 60 minutos -0,022  $\mu$ . En la base inferior, en el material de silicona para modelos, hubo una contracción de -0,007  $\mu$  a los 2 minutos, se mantuvo estable hasta los 30 minutos y de -0,016  $\mu$  a los 60 minutos. En el material de yeso tipo IV, hubo contracción a los 2 minutos. de -0,004  $\mu$  a los 30 minutos aumenta a -0,013  $\mu$  y a los 60 minutos a -0,026.
4. La estabilidad dimensional total en la base inferior en el tiempo observado fue de -0,009  $\mu$  para la silicona para modelos Mach2 y -0,014  $\mu$  para el Yeso tipo VI GC FUJIROCK EP. En la base superior, las diferencias son de -0,0004  $\mu$  en la silicona para modelos Mach2 y de -0,006  $\mu$  en el yeso. La variabilidad fue mayor en el yeso tipo IV.

## **RECOMENDACIONES**

1. Realizar trabajos de investigación que contraste las potencialidades de diferentes tipos de siliconas accesibles en el mercado regional.
2. Evaluar las ventajas y desventajas, además de la estabilidad dimensional, que demandaría el uso de yeso en comparación al uso de alguna silicona.
3. Evaluar en investigaciones futuras, la habilidad del operador e influencia en la diferencia encontrada entre los diferentes tipos de silicona, así como en el uso de yeso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASALE R-. Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario [Internet]. Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario. [citado 15 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=AYRHYWJ>
2. Congreso 55 años de la Facultad de Odontología: Libro de resúmenes; compilado y editado por Judith Ethel Baudo. 1ra. ed. La plata: Universidad Nacional de la Plata. Facultad de odontología, 2016. [Internet]. Disponible en: <http://www.folp.unlp.edu.ar/administradorcms/archivos/pdf/Publicacion-Congreso-FOLP-1478622340.pdf>
3. Adaptación Marginal (Odontología): clasificación, normas. [Internet]. [citado 26 de junio de 2017]. Disponible en: <http://decs.es/tecnicas-y-equipos/adaptacion-marginal-odontologia/>
4. Galarreta P. et al. Estudio comparativo de la exactitud dimensional de tres materiales de impresión elastoméricos utilizados con y sin aplicación de adhesivos en prótesis fija. *Rev Estomatológica Hered.* 28 de mayo de 2015;17(1):5.
5. Caparoso P. et al Adaptación marginal y ajuste interno en estructuras de zirconia-ytria elaboradas con los sistemas CAD/CAM Procera® y Cerec in-Lab®. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*; 186-197. 2011;22:6.
6. Zarb G, Hobkirk J. *Prosthodontic Treatment for Edentulous Patients. Complete dentures and Implant Supporte prostheses - 13th Edition* [Internet]. [citado 15 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.elsevier.com/books/prosthodontic-treatment-for-edentulous-patients/zarb/978-0-323-07844-3>.
7. Parkell. Instrucciones de uso Mach Vinyl polisiloxane Die Silicone/Dental impression Materials.
8. Donovan TE, Chee WWL. A review of contemporary impression materials and techniques. *Dent Clin North Am.* abril de 2004;48(2):vi-vii, 445-70.
9. Gonçaves J. et al. Evaluación de la alteración dimensional de modelos de yeso resultante de la desinfección de la impresión con Alginato [Internet]. [citado 17 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2012/1/art-5/>
10. Díaz P. et al. Estudio experimental sobre manipulación y expansión de fraguado de los productos derivados del yeso usados en odontología. *Gac Dent Ind Prof.* 2015;(272):186-203.

11. Ramírez N. et al. Comparación in vitro de la altercaión dimensional del modelo definitivo según el tiempo de vaciado de la silicona por condensación Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas -UPC; 2014 [cited 2018 May 14]. Available from: <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/528142/1/Tesis+Ram%C3%ADrez+Necochea.pdf>.
12. Vega M. Comparación in vitro de los cambios dimensionales de modelos con yeso tipo IV en relación a la proporción de polvo-líquido para la preparación del alginato 2014. [Tesis Para optar el título profesional de Cirujano Dentista]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/325981/Vega\\_RM.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/325981/Vega_RM.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
13. Aalaei S, et al. Dimensional staility of two polyviniyl siloxane impression material in different time intervals. JDB Journal of dental biomaterials [Internet]. 2015;2(4). Disponible en: [https://www.coltene.com/fileadmin/Data/EN/scientific/JDBio\\_2015-2\\_4\\_-155\\_\\_Aalaei\\_et\\_al\\_\\_Dimensional\\_Stability\\_of\\_Two\\_Polyvinyl\\_Siloxane\\_Impression\\_Materials\\_in\\_Different\\_Time\\_Intervals.pdf](https://www.coltene.com/fileadmin/Data/EN/scientific/JDBio_2015-2_4_-155__Aalaei_et_al__Dimensional_Stability_of_Two_Polyvinyl_Siloxane_Impression_Materials_in_Different_Time_Intervals.pdf)
14. Marin J. Exactitud y cambio de la estabilidad dimensional en impresiones realizadas con siliconas de condensación y adición, y tiempo límite en la realización del vaciado, estudio in vitro. 2015 [citado 15 de mayo de 2018]; Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5114>
15. ADA19-2004 - ANSI/ADA Standard No. 19 for Dental Elastomeric Impression Materials [Internet]. [citado 16 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://ebusiness.ada.org/productcatalog/2044/Prosthodontic->
16. Buitrago E. Use of dental impression materials in the analysis of tool marks to identify causal elements. Case Rep. 1 de julio de 2015;1(2):4-8.
17. Van Noort R. Introduction to Dental Materials - 4th Edition [Internet]. 2013 [citado 16 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.elsevier.com/books/introduction-to-dental-materials/van-noort/978-0-7234-3659-1>
18. Donovan T. A review of contemporary impression materials and techniques. Dent Clin North Am. abril de 2004;48(2):vi-vii, 445-70.
19. Casillas A. Materiales dentales. Materiales de impresion. Caracteristicas, manipulacion e indicaciones. 2011;6.
20. Solís L, et al. Manual de atención estomatológica. [Internet]. 2009 [citado 17 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.uvsfajardo.sld.cu/book/export/html/18029>.

21. Martínez J. Estudio experimental sobre manipulación y propiedades físico-mecánicas de los productos derivados del yeso usados en odontología [Tesis para optar al Grado de Doctor]. Universidad Complutense de Madrid. 2014. Facultad de Odontología. Departamento de Estomatología I.
22. Toledano M, et al. Arte y Ciencia de los Materiales Odontológicos. Ediciones Avances Médico-Dentales S.L. Madrid 2003. Págs. 220-230
23. Vega J. Materiales en odontología. Fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y físico-químicos. Ediciones Avances. Madrid 1996.
24. Díaz B, et al. Materiales y técnicas de impresión en prótesis fija dentosoportada. :12.
25. Echevarría L. Valoración de la adaptación marginal de incrustaciones inlay en resinas elaboradas con troqueles de yeso tipo IV y silicona de adición. Estudio in vitro. [Quito, Ecuador]: Univ. Central del Ecuador Fac. de odontología; 2017.
26. Odontología Virtual. Siliconas de adición: Elastómeros en Odontología [Internet]. Odontología Virtual. [citado 16 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.odontologiavirtual.com/2010/01/siliconas-de-adicion-elastomeros-en.html>
27. Alvarez H MN. Siliconas Por Adicion [Internet]. [citado 16 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/220371040/Siliconas-Por-Adicion>.
28. Barcena L. J, Dominguez A, Tolosa Sanchez J. Siliconas. Recursos educativos. Materiales dentiztas. unam. de Mexico. Telemática para la educación. Grupo académico CCADET [Internet]. [citado 17 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://dentizta.ccadet.unam.mx/MATERIALESDENTIZTA/Recursoseducativos/materialdimpresion/CONTENIDOS/SILICONAS.htm>
29. Pella AGS. Estudio in vitro de las variaciones dimensionales en modelos obtenidos a partir de dos técnicas de impresión. [Lima, Perú]: UNMSM, Fac. de odontología; 2017.
30. Pinzón J. Adaptación marginal de incrustaciones de cerómero pregrabadas con y sin ácido fluorhídrico al 9,6% comparando in vitro con el ácido cítrico al 50% vs. ácido fosfórico al 37% como granadores dentales. Univ Cent Ecuad. 2016;119.
31. Cerna J. Comparación in vitro de la estabilidad dimensional en impresiones con siliconas de condensación de diferente viscosidad [Internet]. [citado 15 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/6579>

32. Gómez M. Estudio in vitro de la estabilidad dimensional de silicona de adición y poliétes en función de la técnica de impresión y el tiempo de vaciado empleados. :2014. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/10340/1/T31520.pdf>
33. Hernández R. et al. Metodología de la Investigación. 6ta edición SAMPIERI. Metodologiaecs. Mc Graw Hill Education [Internet]. [citado 16 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://metodologiaecs.wordpress.com/2016/01/31/libro-metodologia-de-la-investigacion-6ta-edicion-sampieri-pdf/>.
34. Manterola C, Otzen T. Estudios Observacionales. Los Diseños Utilizados con Mayor Frecuencia en Investigación Clínica. International Journal of Morphology. 2014;32(2):634-45.
35. Gomes M., Título de Doctor “Estudio in vitro de la estabilidad dimensional de silicona de adición y poliéter en función de la técnica de impresión y el tiempo de vaciado empleados, España 2010”. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/10340/1/T31520.pdf>.

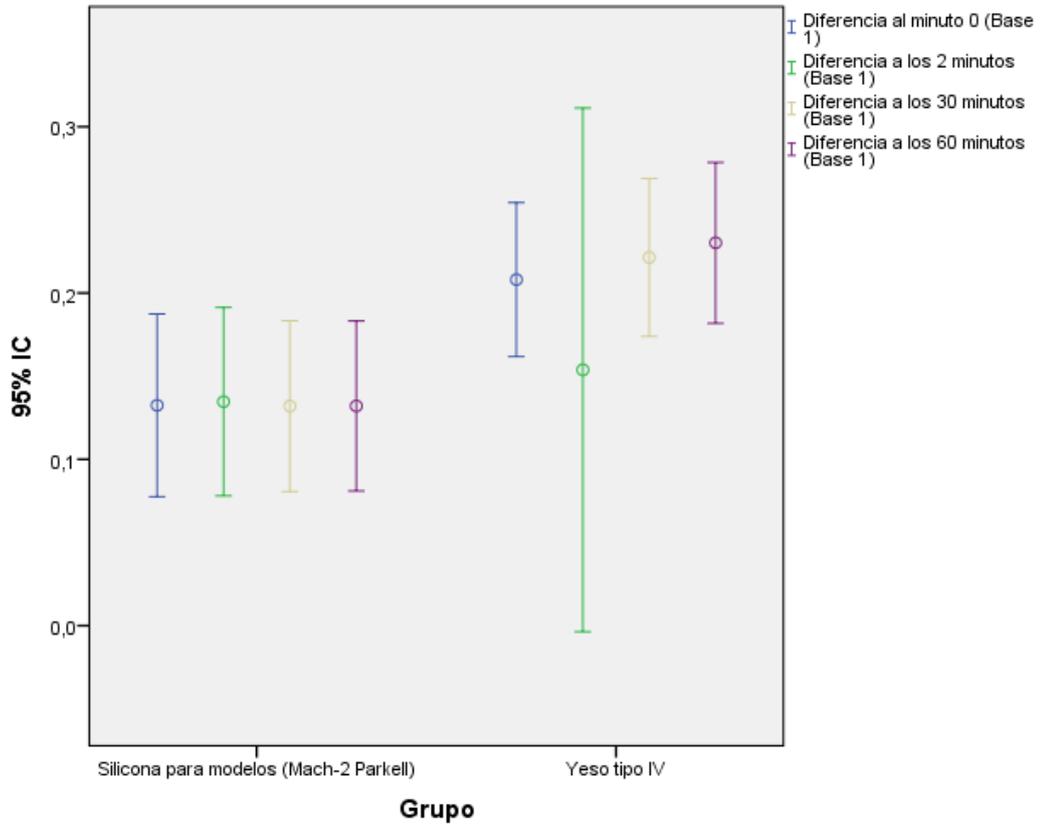
## **ANEXOS**

**Ficha estructurada de recolección de datos**

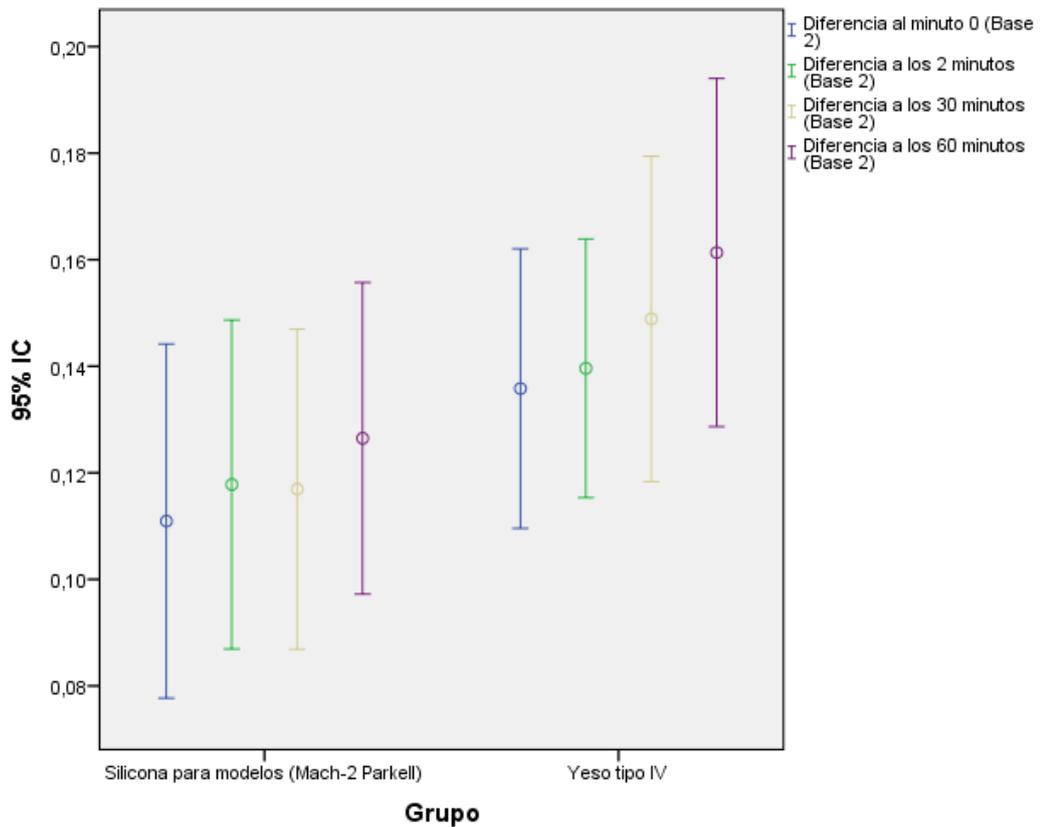
Maestro: Medida del diámetro de la : BASE 1: ..... BASE 2: .....		Tiempos de observación							
		Base superior (micras)				Base inferior (micras)			
		Precisión al minuto 0	A los 2 minutos	A los 30 minutos	A los 60 minutos	Precisión al minuto 0	A los 2 minutos	A los 30 minutos	A los 60 minutos
<b>GRUPO</b>	<b>troquel</b>								
Silicona MACH-2	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
	13								
	14								
	15								
Yeso tipo IV	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
	13								
	14								
	15								

**DIFERENCIAS CON EL MODELO MAESTRO:**

BASE SUPERIOR	Grupo							
	Silicona para modelos (Mach-2 Parkell)				Yeso tipo IV			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación típica	Media	Máximo	Mínimo	Desviación típica
<b>Diferencia al minuto 0</b>	0.13	0.35	0.04	0.10	0.21	0.34	0.09	0.08
<b>Diferencia a los 2 minutos</b>	0.13	0.37	0.04	0.10	0.15	0.32	-0.85	0.28
<b>Diferencia a los 30 minutos</b>	0.13	0.31	0.04	0.09	0.22	0.35	0.09	0.09
<b>Diferencia a los 60 minutos</b>	0.13	0.31	0.05	0.09	0.23	0.36	0.10	0.09



BASE INFERIOR	Grupo							
	Silicona para modelos (Mach-2 Parkell)				Yeso tipo IV			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación típica	Media	Máximo	Mínimo	Desviación típica
Diferencia al minuto 0	0.11	0.22	0.03	0.06	0.14	0.23	0.09	0.05
Diferencia a los 2 minutos	0.12	0.23	0.06	0.06	0.14	0.23	0.08	0.04
Diferencia a los 30 minutos	0.12	0.22	0.06	0.05	0.15	0.24	0.07	0.06
Diferencia a los 60 minutos	0.13	0.22	0.06	0.05	0.16	0.24	0.08	0.06



## MATERIALES Y MÉTODOS



Fig. 1 Materiales para elaboración del proyecto estudio

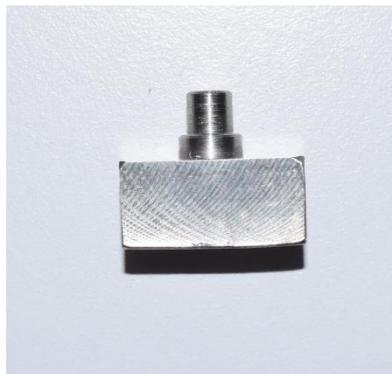


Fig. 2 Troquel Maestro de Acero



Fig. 3 Impresión inicial con silicona de adición con masa pesada y confección de rieleras  
(Impresión en dos fases)



Fig. 4 Aplicación de silicona fluida  
(Impresión en dos Fases)



Fig. 5 Segunda impresión del modelo maestro con aplicación de silicona fluida.



Fig. 6 Aplicación de silicona para Modelos Mach-2®.



Fig. 7 Calibración de peso en gramos para la proporción de Yeso tipo IV GC FUJIROCK® EP. (Según fabricante)



Fig. 8 Calibración en Mililitros Para la proporción de agua (Según fabricante)



Fig. 9 Mezcla de Polvo y Agua para obtención del yeso en proporción (Según fabricante).



Fig. 10 Obtención de 15 modelos definitivos vaciados con Yeso Tipo IV GC FUJIROCK® y 15 modelos definitivos Vaciados con Silicona para modelos Mach-2®.



Fig. 11 Medición de la base 2 del modelo definitivo vaciado con silicona para modelos Mach-2®.



Fig. 12 Medición de la base 2 del modelo definitivo vaciado con Yeso tipo IV GC FUJIROCK®.

## VALIDACION DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



### FICHA PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS DE OBSERVACIÓN DE DATOS

#### 1. REFERENCIA

1.1. EXPERTO: Maria Elena Yoharte Estrada  
1.2. DNI: 00420015  
1.3. ESPECIALIDAD: Post Grado Rehabilitación  
1.4. CARGO ACTUAL: Docente Prótesis  
1.5. GRADO ACADÉMICO: Bachiller en Odontología  
1.6. INSTITUCIÓN DONDE LABORA: UPT  
1.7. LUGAR Y FECHA: Tacna Mayo 2018

#### 2. TABLA DE VALORACIÓN POR EVIDENCIAS

N°	EVIDENCIAS	VALORACIÓN					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores		X				
2	Relación indicadores - respuestas	X					
3	Basado en la teoría	X					
4	Facilita la prueba de hipótesis (si corresponde)	X					
5	Facilita la interpretación del instrumento		X				
6	Estrategia de aplicación		X				
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología		X				
8	Suficiente para medir las variables		X				
9	Presentación			X			
	TOTAL						

Coefficiente de valoración porcentual (45=100%) C = 84 %

#### 3. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

---

---

---

#### 4. RESOLUCIÓN

Aprobado (C ≥ 75%)

Desaprobado (C ≤ 75%)

M. E. Yoharte E.  
Firma



### FICHA PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS DE OBSERVACIÓN DE DATOS

#### 1. REFERENCIA

1.1. EXPERTO: JORGE MONTTOYA PORTUGAL  
1.2. DNI: 29326128  
1.3. ESPECIALIDAD: ORTODONCIA  
1.4. CARGO ACTUAL: DOCENTE DE PROTESIS  
1.5. GRADO ACADÉMICO: BACHILLER EN ODONTOLOGÍA  
1.6. INSTITUCIÓN DONDE LABORA: UPT  
1.7. LUGAR Y FECHA: TACNA MAYO 2018

#### 2. TABLA DE VALORACIÓN POR EVIDENCIAS

N°	EVIDENCIAS	VALORACIÓN					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores		X				
2	Relación indicadores - respuestas	X					
3	Basado en la teoría		X				
4	Facilita la prueba de hipótesis (si corresponde)		X				
5	Facilita la interpretación del instrumento		X				
6	Estrategia de aplicación		X				
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología		X				
8	Suficiente para medir las variables			X			
9	Presentación			X			
	TOTAL						

Coefficiente de valoración porcentual ( $45=100\%$ ) C = 77%

#### 3. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

---

---

---

#### 4. RESOLUCIÓN

Aprobado (C  $\geq$  75%)

Desaprobado (C  $\leq$  75%)

  
Firma



### FICHA PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS DE OBSERVACIÓN DE DATOS

**1. REFERENCIA**

1.1. EXPERTO: Karina Portugal Motocamde  
1.2. DNI: 41607928  
1.3. ESPECIALIDAD: Rehabilitación Oral  
1.4. CARGO ACTUAL: Docente  
1.5. GRADO ACADÉMICO: Especialista  
1.6. INSTITUCIÓN DONDE LABORA: Universidad Privada de Tacna.  
1.7. LUGAR Y FECHA: Tacna Mayo 2018

**2. TABLA DE VALORACIÓN POR EVIDENCIAS**

N°	EVIDENCIAS	VALORACIÓN					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores		X				
2	Relación indicadores - respuestas	X					
3	Basado en la teoría	X					
4	Facilita la prueba de hipótesis (si corresponde)		X				
5	Facilita la interpretación del instrumento		X				
6	Estrategia de aplicación		X				
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	X					
8	Suficiente para medir las variables			X			
9	Presentación			X			
	TOTAL						

Coefficiente de valoración porcentual (45=100%) C = ..... 82% .....

**3. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**4. RESOLUCIÓN**

Aprobado (C ≥ 75%)   
Desaprobado (C ≤ 75%)

Karina Portugal  
Firma