



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**INFLUENCIA DE LAS NANOPARTÍCULAS DE DIÓXIDO
DE TITANIO EN UN ALGINATO EXPERIMENTAL.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

DIANA PATRICIA VALENCIA KURI

TUTOR: Mtro. CARLOS ALBERTO MORALES ZAVALA

**ASESORES: Dr. FEDERICO HUMBERTO BARCELÓ SANTANA
C.D. TERESA BAEZA KINGSTON**

MÉXICO, D.F.

2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por darme la fortaleza necesaria y no dejarme derrotar en los momentos más difíciles y que aunque tengas tropiezos y caídas debes levantarte y cada vez con más fuerza.

Al Dr. Carlos Morales por su apoyo y dedicación al proyecto y por la paciencia durante el tiempo de la elaboración de los experimentos y por creer en mí para realizarlos.

Al Dr. Barceló porque sin su ayuda no hubiéramos podido realizar el proyecto y por estar siempre atento en los avances, apoyándonos si algo se nos atoraba y por su asesoría en todo momento.

A la Dra. Tere por su apoyo durante el proceso experimental, por su paciencia durante los procesos fallidos hasta lograr el producto final y estar conmigo de principio a fin.

Al Dr. Carlos Álvarez Gayoso por su apoyo y su asesoría durante el proceso experimental y por ser parte esencial del equipo de profesores del laboratorio y también parte importante para nosotros como estudiantes.

Al proyecto PAPIIT-227411-3

DEDICATORIAS

A mis papás pero en específico a mi mamá que estuvo conmigo en toda mi formación académica, no me dejó darme por vencida, ni rendirme, me enseñó a luchar por lo quiero y no dejar nada a medias, por muy largo que sea el camino siempre hay que terminarlo, por sus atenciones, desvelos y apoyo por fin he llegado a culminar esta pequeña parte de mi camino profesional.

A mi hermana que por de vez en cuando prestarse a atenderse conmigo aunque apenas empezaba.

A mis amigos del gremio a Juan García por su carácter aguerrido, luchón y comprensivo, a Roberto Frank por ser uno de los pocos q me brindó apoyo de principio a fin, a César por estar en los momentos más difíciles e importantes, a Claudia Salinas por su lucha constante, a Jessica por su amistad y apoyo, a Diego, Anita, Sandra, Michelle y Gaby con quienes hicimos muy buen equipo de trabajo y buenos amigos.

Al grupo No me toques ando chida: integrado por Gastón, Carlos, Fernando o Papo, Jorge, Yoshika, Pavel, Caro, Gaby y Fer Molina hemos formado una gran familia durante muchos años y quienes han estado a mi lado en las buenas y en las malas y que a pesar del tiempo y la distancia seguimos juntos y en comunicación y que cada uno va logrando sus metas poco a poco a pesar de las adversidades que cada uno hemos tenido gracias chicos.

A Silvia por todo el apoyo que me dio en muchos aspectos durante mi formación académica.

A los profesores que con su dedicación nos preparan día a día para ser capaces y buenos profesionistas.

Y a quienes dijeron una vez no puedes pues si pude.

A Nancy por ser una buena amiga y mi mejor apoyo.

ÍNDICE	PÁGINA
I RESUMEN	7
II INTRODUCCIÓN.....	10
III MARCO TEÓRICO.....	13
A. COLOIDE.....	13
B. ALGINATO.....	13
HISTORIA.....	13
COMPOSICIÓN.....	14
ESTRUCTURA.....	14
FORMULA TIPO PROMEDIO.....	15
CAMBIOS DIMENSIONALES.....	16
USOS DE LOS ALGINATOS.....	16
PROPIEDADES DE LOS ALGINATOS.....	17
DISTORSIÓN.....	17
VENTAJAS DE LOS ALGINATOS.....	18
MANIPULACIÓN.....	18
MATERIAL UTILIZADO PARA LA MANIPULACIÓN DEL ALGINATO.....	19
RELACIÓN AGUA POLVO.....	20
TIEMPO DE ESPATULADO.....	20
TIEMPO DE GELACIÓN.....	20
ALGIANTOS SILICONADOS.....	21
VARIEDADES DE LOS ALGINATOS.....	21
NANOPARTÍCULA.....	21
APLICACIONES POTENCIALES DE LA NANOTECNOLOGIA EN ODONTOLOGÍA.....	22

NANODIAGNÓSTICO.....	23
MATERIALES DENTALES QUE CONTIENEN NANOPARTÍCULA.....	24
a) 1998: Prime & Bond NT.....	24
b) Materiales de impresión	25
c) Prótesis dental.....	25
d) Cementos.....	25
e) Ortodoncia.....	26
f) Hidroxiapatita.....	26
DIÓXIDO DE TITANIO.....	27
PROPIEDADES.....	28
OBJETIVO GENERAL.....	29
OBJETIVOS PARTICULARES.....	29
MATERIALES Y METODOS.....	29
a) MATERIALES.....	29
b) METODOLOGÍA.....	34
1.1 b) Requerimientos.....	34
1.2 b) Compatibilidad con yeso.....	34
Figura 1 y Figura 2.....	34
1.3 b) Tensión a la compresión.....	34
1.4b) Condiciones de las pruebas estándar.....	35

1.5b) Compatibilidad con el yeso y reproducción de detalle.....	35
Figura 3, Figura 4, Figura 5, Figura 6, Figura7.....	36
Figura8, Figura9, Figura10, Figura11, Figura12.....	37
Figura13 y Figura14.....	38
1.6b) Tiempo total de trabajo	39
Figura 15, Figura16, Figura17.....	39
Figura18, Figura19.....	40
1.7b) Propiedades en compresión.....	40
1.7.1b) Preparación de la muestra 01.....	40
Figura 20, Figura 21.....	40
Figura 22, Figura 23, Figura 24, Figura 25.....	41
1.8b) Condiciones de la prueba.....	41
1.8.1b) Deformación por compresión.....	42
Figura 26 y Figura 27.....	42
1.8.2b) Otros aparatos.....	42
1.8.3b) Procedimiento operatorio.....	43
Figura 28 y Figura 29.....	44
1.9b) Resistencia a la compresión.....	44
Figura 30.....	45
Resultados.....	45
Tabla1.....	47
Tabla1.....	48
Tabla2.....	49

Tabla3.....	50
Gráfica1.....	50
Tabla4.....	51
Gráfica2.....	51
Tabla5.....	52
Gráfica.....	52
Análisis estadístico anexo 1, 2, 3.....	58
Discusión.....	53
Conclusiones.....	54
Bibliografía.....	55

INFLUENCIA DE LA NANOPARTICULA DE DIOXIDO DE TITANIO EN UN ALGINATO EXPERIMENTAL

RESUMEN

El alginato es un hidrocoloide irreversible que se usa en odontología para obtener réplicas de cavidad oral y de tejidos blandos; el problema con el material es que se desgarran muy fácilmente al retirarlo de los espacios pequeños, afectando su reproducción de detalle.

Con el antecedente de haber fabricado ⁽¹⁾ un alginato experimental, al que se le agregaron nanopartículas de dióxido de titanio (TiO_2) para disminuir el posible desgarre del alginato y buscar mejorar su reproducción de detalle, se realizaron pruebas físicas a un alginato experimental, al que se le agregó dióxido de titanio, buscando mejorar la resistencia al desgarre y su reproducción de detalle, realizando otras pruebas como compatibilidad con yeso, tiempo de gelificado y resistencia a la compresión, en el Laboratorio de Materiales Dentales de la División de Estudios Superiores de Posgrado e Investigación (DEPI) de la Facultad de Odontología (FO) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en donde se cuenta con la infraestructura adecuada para la realización de dichas pruebas.

Se realizaron pruebas de reproducción de detalle, resistencia a la compresión, deformación por compresión, compatibilidad con el yeso y tiempo de gelificado a un alginato experimental con nano partículas de dióxido de titanio al 5% (25 gramos en un total de 500g), 7%(35 gramos en un total de 500g) y al 9% (45g en

un total de 500g), a un alginato experimental solo, a un alginato comercial Max Print y a un alginato comercial Kromopan.

De 6 alginatos se realizaron un total de 300 muestras tomando impresiones a un bloque para reproducción de detalle, de acuerdo a la norma #18 de la A.D.A.

Se obtuvo un alginato con mejor reproducción de detalle pero en la prueba de desgarre se debe seguir mejorando la formulación.

INTRODUCCIÓN

En Odontología el alginato es un material de impresión que permite la reproducción en negativo de los tejidos duros y blandos de la cavidad oral, para la obtención de modelos de estudio, antagonistas y algunos modelos de trabajo en la práctica odontológica debido a sus cualidades como fácil manipulación, bajo costo y mínimo equipo necesario para su manejo.

Es un material con buenos resultados clínicos, en el que la obtención de sus máximas propiedades físicas, depende del cuidadoso control en la proporción agua/polvo y la temperatura del agua, ya que no respetar éstas deteriora sus características físicas. Para evaluar las propiedades de los alginatos se realizan pruebas como reproducción de detalle, compatibilidad con el yeso, tiempo de gelificado, tiempo de trabajo, deformación permanente, resistencia a la compresión, tensión en compresión y deterioro, en base a la Norma No. 18 de la Asociación Dental Americana (ADA), la cual determina los requisitos mínimos y máximos que deben de cumplir dichos materiales para ofrecer buenos resultados durante su aplicación clínica.

Los dos principales factores que afectan el tiempo de vida de los alginatos y por lo tanto deterioran sus propiedades físicas, son la temperatura de almacenamiento y la contaminación por humedad del aire ambiental.

Los alginatos son sensibles al calor, por lo tanto, materiales almacenados durante un mes a 65°C son inadecuados para uso dental, ya que el tiempo de fraguado se acorta o fracasa, por lo que se recomienda almacenar el alginato en paquetes o envases cerrados a temperatura ambiente y libre de humedad para evitar que se

contaminen¹, además de no usar el material si éste ha sido almacenado por más de dos años.

La tierra de diatomeas presente en los alginatos, despiden partículas nanométricas, que son dañinas para la salud, actualmente alginatos libres de polución se ofertan como una medida para reducir este riesgo.²

Estudios reportan que al sumergir dichos materiales en agua o desinfectantes sufren cambios dimensionales, por lo que se recomienda la desinfección con spray o más recientemente utilizar alginatos con antisépticos integrados.³ Los alginatos cromáticos contienen indicadores como la fenolftaleína y presentan diferentes tonalidades de color basados en el cambio del pH.^{4,5} Ésta es una propiedad que nos facilita su uso en el consultorio dental, debido a que nos precisan los tiempos de espatulado, trabajo y gelificado, los cuales son necesarios respetar para lograr un mayor control del tiempo durante la manipulación de estos materiales.⁶

En México existen en el mercado diversos alginatos y la Facultad de Odontología de la UNAM ha valorado estos materiales mediante pruebas físicas, con equipos especiales diseñados para este fin de acuerdo a normas internacionales, tanto de la Organización Internacional de Estándares (ISO) como de la ADA, que determinan qué parámetros se deben seguir y cumplir para que un producto nos dé los mejores resultados en su uso clínico.^{7,8,9} La presencia de alginatos cromáticos en el mercado odontológico, ha influido en la elección de éstos aprovechando la orientación clínica que nos ofrecen en base a los cambios de color que presentan, como es tener un color durante el tiempo de espatulado, variar el tiempo en que se requiere llevarlo a la cucharilla o porta impresión y finalmente otro color que nos indica el momento de llevarlo a la boca del paciente,

perdurando este color hasta su utilización final, es decir que presentan tres colores diferentes en su manipulación y uso clínico. Dentro de las líneas de investigación que se vienen desarrollando en el laboratorio de materiales dentales, la innovación tecnológica ha permitido desarrollar alginatos y al mismo tiempo ofrecer otras propuestas al desarrollar alginatos experimentales.

MARCO TEÓRICO:

Coloide

Un coloide es una suspensión de diminutas partículas o una fase dispersa en un medio dispersante. Estas partículas son tan pequeñas, que se mantienen en suspensión sin verse afectadas por la gravedad, pero si se centrifugan, al aumentar la gravedad pueden decantar. Cuando la fase dispersante es agua, se habla de un hidrocoloide y se usa en clínicas y laboratorios.

Las partículas que forman los sistemas coloidales tienen un tamaño comprendido entre 50 y 2.000 Å. En los coloides siempre encontramos una fase dispersa en un medio dispersante. ⁽¹⁰⁾

Alginato

HISTORIA

Los materiales de impresión son utilizados para producir moldes o réplicas, los cuales tienen información de las estructuras dentales del paciente. Dentro de estos materiales, se encuentra el alginato de sodio o potasio; hecho a base de ácido algínico y tierra de diatomeas. El ácido algínico es extraído de algas, por tratamiento en medio alcalino, que al combinarlo con metales ligeros como Na, K, Mg o Fe (ferroso), forman sales solubles en agua, dando así, alta viscosidad, por lo que pueden ser usados como emulsionantes. Fue estudiado por primera vez a finales del siglo XIX, por el químico E.C. Stanford, que lo llamó "algin". Este término todavía se utiliza en algunos casos en el comercio para designar al alginato sódico. La producción comercial de alginato se inició en los Estados Unidos en la década de 1920. ⁽¹¹⁾.

COMPOSICIÓN

Para comprender la reacción química en los alginatos es necesario saber que la estructura química del ácido algínico es la de un polímero lineal del ácido anhidrobetamanurónico. Como el alginato se obtiene de algas marinas (de ahí su nombre) es comprensible que no sea soluble en agua, pero sus sales de sodio, potasio y trietanolamina (TEA) sí lo son; las que se usan en la formulación de los alginatos dentales, se forman por la reacción del componente carboxílico COOH que atrapa por quelación iones metálicos de sodio, potasio o TEA, creando un alginato soluble. ⁽⁷⁾

Por tanto, para que se produzca la gelación es necesario que se forme nuevamente un alginato insoluble a partir de un alginato de sodio (éste es el más utilizado), potasio o TEA, que son solubles. ⁽⁷⁾

Si se mezcla con agua con un compuesto rico en sales metálicas más reactivo, como es el calcio, se forma nuevamente un hidrocóide insoluble. La presencia de fosfato de sodio permite por selectividad con el calcio controlar el tiempo de gelificado. ⁽⁷⁾

PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS

Acelerador o formador del hidrocóide insoluble: El compuesto que más se usa para obtener esta reacción, en la cual se forma un alginato de calcio insoluble, es el sulfato de calcio. ⁽⁷⁾

Retardadores de la reacción: Para controlar la velocidad de reacción y lograr los tiempos de trabajo y gelificado final para su aplicación clínica es necesario agregar una sal (“retardador”) que reaccione con mayor afinidad con el sulfato de calcio; para tal fin se usa fosfato de sodio o potasio, oxalatos o carbonatos, que permiten un tiempo práctico de gelificación del producto final. ⁽⁷⁾

Material de carga: Un hidrocoloide con estos tres componentes no tendría la consistencia ni la resistencia suficiente para ser usado en la práctica clínica, por lo que es necesario un material de “carga o relleno” capaz de proveerle dichas características; para tal efecto se utiliza la tierra de diatomeas finamente pulverizada, que no es otra cosa que valvas silicosas de la pared celular de las algas diatomeas (diatomita). ⁽⁷⁾

Aditivos: El óxido de Zinc actúa como material de relleno y tiene, además, cierto efecto acelerador de la reacción; los fluoruros se agregan para asegurar una superficie tersa y compacte del modelo de yeso. ⁽⁷⁾

Como el hidrocoloide es un compuesto donde el agua participa como dispersante, por diferencia de presión osmótica y temperatura en relación con el tiempo, inevitablemente se presenta en ellos sinéresis o imbibición (pérdida o ganancia de agua), cualquiera de los cuales produce un cambio de volumen. ⁽⁷⁾

Es necesario eliminar los restos de material que queden atrapados entre los dientes, para evitar irritación mecánica en la zona. ⁽⁷⁾

Debido a que la tierra de diatomeas, componente de los alginatos dentales, es a base de sílice, el polvo que se genera al destapar los botes después de

homogenizar, o en la fabricación del producto, puede producir, si es inhalado, silicosis pulmonar, por lo que actualmente los fabricantes ofrecen alginatos libres de polvo al destaparlos.⁽¹¹⁾

Como medida para evitar contaminación cruzada es conveniente desinfectar la impresión con alguna solución antiséptica, de preferencia aplicada en forma de aerosol, pues si se sumerge en las soluciones antisépticas puede cambiar sus dimensiones por el fenómeno de imbibición y afecta a la superficie y volumen del molde de yeso.⁽¹¹⁾

Para conferirles características antisépticas a ciertos alginatos, se les han agregado antisépticos, como la clorhexidina.⁽¹¹⁾

ESTRUCTURA

Las micelas son espacios que contienen aire, las partículas con carga que se encuentran alrededor de estas micelas son la que presentan una velocidad de desplazamiento, es variable y depende de la carga (+ o -) y de la resistencia que le opone la fase dispersante.⁽¹²⁾

Las micelas, (figura1) debido a su enorme superficie, adsorben algunos iones existentes en el medio dispersante, lo que, al unirse a la partícula coloidal le comunican su carga en cuyo caso los iones de signo opuesto que quedan en exceso, rodean a las micelas formando de este modo una doble capa electrónica.

(12)

Algunas micelas, se disocian separando un ión de carga positiva o negativa, mientras el resto queda cargado de electricidad y convertido en un electrolito coloidal. ⁽¹²⁾

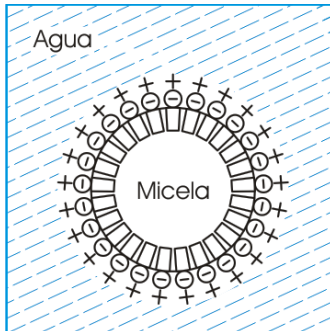


Figura 1

Fórmula Tipo promedio ⁽¹³⁾

- Alginato de Potasio 15 % Coloide soluble
- Sulfato de calcio 16 % Forma el hidocoloide insoluble
- Fosfato de sodio 2% Retarda la reacción
- Tierra de diatomeas 60% Provee consistencia y resistencia
- Óxido de Zinc 4% Provee plasticidad y resistencia
- Fluoruros 3% Permite compatibilidad con el yeso

El alginato es un hidocoloide irreversible, su estado físico cambia de sol a gel, la mayor parte de su volumen es agua. Si disminuye la cantidad de agua el volúmen se contraerá y si aumenta éste aumentará. El gel puede perder agua por evaporación o por sinéresis y ganarla por imbibición o ambíbis. ⁽¹⁰⁾

CAMBIOS DIMENSIONALES

La sinéresis se da porque durante la gelificación del alginato se producen tensiones en la estructura atómica del gel que finalizan reconfigurando su estructura tridimensional y exudando el agua excedente, lo que implica cambios dimensionales en la geometría de su masa. ⁽¹⁴⁾

La imbibición o ambíbis se produce con mayor razón cuando se guarda la impresión en agua. El alginato la absorberá aumentando su volumen. ⁽¹⁰⁾

Con el tiempo, el agua que contiene el gel de alginato se va evaporando de manera proporcional al tiempo transcurrido y a la temperatura del medio ambiente disminuyendo su volumen, provocando alteraciones dimensionales. ⁽¹⁰⁾

USOS DE LOS ALGINATOS

Se usan para impresiones totales de pacientes total o parcialmente edéntulos para la confección de prótesis parcial removible, por sus propiedades elásticas se recomiendan en impresiones de ángulos muertos, en la elaboración de modelos de estudio, modelos para montar en articulador, modelos de trabajo en ortodoncia y en impresiones en infantes. ⁽⁶⁾

PROPIEDADES DE LOS ALGINATOS

- La reproducción de detalle es 25% menor que la de los elastómeros. ⁽⁶⁾
- Resistencia a la compresión: la A.D.A dice que la resistencia compresiva debe ser como mínimo de 3.500 gr/cm². (Esto porque después el yeso puede deformar la impresión) y de 350 - 600 gr/cm² de resistencia al desgarramiento. ⁽¹⁵⁾

- Factores que alteran resistencia:
 - Mala manipulación. ⁽¹⁵⁾
 - Relación agua polvo. ⁽¹⁵⁾
- Tiempo de espatulado largo, lo que rompe las micelas que se van formando; si disminuye el espatulado, no todo el polvo va a ser mojado por agua, lo que disminuye hasta la mitad la resistencia del material. ⁽¹⁵⁾
- El óxido de Zinc aumenta resistencia. ⁽¹⁵⁾

DISTORSIÓN

Pueden presentar distorsiones por:

Movimientos del material que se encuentra en el porta impresión o cubeta parcialmente gelificado. ⁽⁶⁾

Retiro prematuro del porta impresiones o cubeta de la cavidad bucal. ⁽⁶⁾

Movimientos lentos en el retirado de la impresión que pueden producir desgarros indeseados. ⁽⁶⁾

Mal espatulado del material que puede provocar geles con propiedades indeseadas. ⁽⁶⁾

VENTAJAS DE LOS ALGINATOS

Económicos, fáciles de manipular, buena vida útil, propiedades hidrófilas. ⁽⁶⁾

DESVENTAJAS DE LOS ALGINATOS

Cambios dimensionales, poca fidelidad de detalles, recuperación elástica. ⁽⁶⁾

MANIPULACIÓN

Se coloca en la taza primero el polvo y después el agua con la taza en la palma de una mano; se toma la espátula con la otra mano y se presiona el material contra las paredes de la taza, con movimientos revolventes en dirección de las manecillas del reloj mientras que se gira la taza en sentido contrario. Esto es para obtener una mezcla con las propiedades físicas ideales; se deben respetar las indicaciones del fabricante en cuanto a la cantidad de polvo y agua. ⁽⁷⁾

El tiempo de mezclado no debe ser mayor a un minuto para cualquier producto, pero siempre debe respetarse el tiempo que indique el fabricante. ⁽⁷⁾

Una vez terminada la mezcla hay que llenar el porta impresiones con la mezcla, llevando a la boca y presionando contra los tejidos que se van a reproducir para que el material fluya correctamente. El tiempo que transcurre entre el inicio de la mezcla y este momento se llama *tiempo de trabajo*. ⁽⁸⁾

Es recomendable esperar dos minutos, después de este tiempo se retira el material de la cavidad bucal con un movimiento firme. ⁽⁸⁾

MATERIAL UTILIZADO PARA LA MANIPULACIÓN DEL ALGINATO



Taza de hule flexible, espátula metálica y alginato



Cucharillas pueden ser totales o parciales



Medida de agua y de alginato dadas por el fabricante



Se agrega el alginato, el agua y se mezcla vigorosamente por las paredes de la taza de hule



Se coloca en la cucharilla



Se coloca en la cavidad bucal del paciente y se espera a que gelifique



Se retira de la cavidad bucal y se enjuaga para retirar restos de saliva o biológicos



Se vacía en yeso tipo III y se espera a que el yeso esté fraguado



Se retira el modelo de yeso y se recorta para poder utilizarlo.

RELACION AGUA - POLVO: en peso, 50 cc de agua por 15 gr. de polvo. Los fabricantes proporcionan dosificadores en volumen que son muy exactos; si se altera esta relación se altera la consistencia, el tiempo de trabajo, tiempo de gelación, la resistencia, o sea, todo. Lo más dañino es ocupar menos agua. ⁽¹⁰⁾

- ✓ Al colocar más agua disminuye la resistencia y aumenta el tiempo de gelación
- ✓ Al colocar menos agua se disminuye resistencia y acorta tiempo de gelación.

TIEMPO DE ESPATULADO: de 45 – 60 segundos. (Lo ideal es un minuto; algunos alginatos rápidos requieren 45). Cualquier variación en el tiempo disminuye la resistencia final del material. ⁽¹⁰⁾

TIEMPO DE GELACIÓN: se mide clínicamente cuando no se pega a los dedos. Es el tiempo desde que se comienza a espatular la mezcla hasta que ha gelificado. Según la ADA no debe ser menor a 2 minutos ni mayor a 7. Existen alginatos de gelación rápida y otros de gelación normal. Los rápidos fluctúan entre 2 a 4.5 minutos; los normales de 3.5 a 7 minutos. Luego que se ha visto que el material gelificó, se debe esperar 1 a 2 minutos, tiempo en que se hace más resistente al desgarro. ⁽¹⁰⁾ Toda impresión necesita ser lavada para eliminar restos de sangre y saliva ya que aparte de ser contaminantes son retardadores del endurecimiento del yeso ⁽⁶⁾ Los alginatos se presentan comercialmente en latas, sobres, en polvo para mezclar con agua, actualmente se presentan también en pasta y pasta, siliconizados para mejorar la reproducción de detalles y la resistencia al desgarro. ⁽⁶⁾

ALGINATOS SILICONADOS

Son alginatos a los que se agregó este componente con la finalidad de mejorar la reproducción de detalle y atenuar un poco los cambios dimensionales que experimenta el material. ⁽¹⁶⁾

1.- Contiene: alginato, sal de calcio, silicona, fluoruro de titanio y potasio, tierra de diatomeas, pirofosfato tetra sódico, sabores artificiales. ⁽¹⁷⁾

2.- El alginato de potasio se encuentra en una cantidad de 9% al 12%. ⁽¹⁷⁾

3.- Sulfato de calcio se encuentra en una cantidad de 15% al 25%. ⁽¹⁷⁾

4.- La silicona está en una cantidad de 0.5% al 20%. ⁽¹⁷⁾

Variedades de los Alginatos

Alginatos Convencionales: fueron los primeros que aparecieron. Son materiales elásticos para impresiones basados en, sales solubles del ácido algínico, obtenidas de algas marinas llamadas Alginas. ⁽¹⁶⁾

Alginatos con aditivos: se les agregaron aditivos otorgando propiedades espesantes, emulsionantes (aceite-agua), estabilizantes, coloides protectores y texturizantes, en odontología se mejora la superficie del alginato. ⁽¹⁶⁾

Alginatos Cromáticos: son alginatos a los que se agregaron indicadores de pH con la finalidad de avisar por cambios de coloración al odontólogo cuando debe introducir el porta impresiones en la cavidad bucal y cuando lo debe retirar. ⁽¹⁶⁾

Alginatos libres de polvo ambiental. Son alginatos a base de trietanolaminas y glicol estos componentes pueden ser usados como agente emulsionante para preparar emulsiones estables con un pH aproximado de 8, para neutralizar

polímeros en la formación de geles acuosos permiten que sean solubles en el agua en conjunto con la sal de sodio o potasio ya que también liberan sales y al combinarse disminuye el polvo que produce el alginato. ⁽¹⁶⁾

Alginatos con sustancias antisépticas: son a los que se agregaron sustancias como la clorhexidina con la finalidad de evitar infecciones cruzadas. ⁽¹⁶⁾

NANO PARTÍCULA:

Es una partícula microscópica con por lo menos una dimensión menor a 100 nm. Poseen características propias. Actualmente las nano partículas son un área de intensa investigación científica, debido a una amplia variedad de aplicaciones potenciales en los campos biomédicos, ópticos, y electrónicos. ^(18,19). La palabra "nanotecnología" es usada extensivamente para definir las ciencias y técnicas que se aplican al nivel de nano escala, esto es, medidas que permiten trabajar y manipular las estructuras moleculares y sus átomos. ^(1,2). La nanotecnología molecular, permite producir materiales funcionales y estructuras entre el rango de 0.1-100 nanómetros, mediante técnicas químicas y físicas. ^(1,3). Otro de los beneficios potenciales de la nanotecnología es su capacidad para explotar las propiedades atómicas o moleculares de los materiales, permitiendo el desarrollo de nuevos materiales con mejores propiedades. ^(1,4)

APLICACIONES POTENCIALES DE LA NANOTECNOLOGIA EN ODONTOLOGÍA:

El desarrollo futuro de la nanotecnología en odontología incluye: reconstrucción tridimensional de imágenes con adquisición de datos fisiológicos, diseño de instrumentos flexibles capaces de desarrollar suturas craneales y faciales,

ablación de tumores orales sin necesidad de incisión quirúrgica y producción de “microchips” e implantes magnéticos con control remoto. ^(1,5) La nano-odontología hace referencia al uso de la miniaturización de la robótica en odontología. En un artículo reciente escrito por Robert Freitas ^(1,5) se expone la utilidad potencial de la nanorobótica y los nanocomputadores en odontología. ^(1, 5)

NANODIAGNÓSTICO

Es la utilización de nano dispositivos para la identificación precoz de las enfermedades o su predisposición a nivel celular y molecular. En el diagnóstico in vitro, la nanotecnología podría aumentar la eficiencia y la sensibilidad de los métodos de diagnóstico utilizando fluidos como la saliva o muestras de tejidos donde nano dispositivos selectivos realicen múltiples análisis a escala subcelular, a fin de determinar la presencia temprana de una enfermedad, identificando y cuantificando moléculas tóxicas, células tumorales, o patologías infecciosas, etc. ⁽²⁰⁾ Otro de los beneficios potenciales de la nanotecnología es su capacidad para explotar las propiedades atómicas o moleculares de los materiales, permitiendo el desarrollo de nuevos materiales con mejores propiedades. Por ejemplo, la nanotecnología ha mejorado las propiedades de diversos tipos de fibras. Nano fibras de polímero con un diámetro en el rango nano métrico, poseen una mayor superficie por unidad de masa, lo que permite una fácil adición de funcionalidades en comparación con la superficie de los polímeros de microfibras. Materiales poliméricos de nano fibras han sido estudiados como sistemas de liberación controlada, representando un verdadero soporte estructural para la ingeniería de tejidos y filtros. Fibras de carbono con dimensiones nanométricas muestran un

aumento selectivo en la adhesión de osteoblastos necesarios para el éxito de ortopedia y aplicaciones de implantes dentales, debido a un alto grado de rugosidad superficial nano métrica. ⁽²⁰⁾

MATERIALES DENTALES QUE CONTIENEN NANOPARTÍCULA

Con ayuda de la nanotecnología se ha desarrollado una nueva generación de resinas compuestas, que se caracterizan por tener en su composición la presencia de nano partículas que presentan una dimensión de aproximadamente 25 nm y los 'nanoclusters' de aproximadamente 75 nm. ^(18,19) Los 'nanoclusters' están formados por partículas de zirconia/sílica o nano sílica. ^(18,19) Los 'clusters' son tratados con silano para lograr entrelazarse con la resina. ^(18, 19) En materiales dentales, el relleno se añade a los composites o compómeros para aumentar su resistencia. Para los adhesivos actuales, las nanopartículas pueden ofrecer el mismo beneficio. Refuerzan el adhesivo con diminutas partículas, pero manteniendo las propiedades esenciales de adhesión de alto rendimiento. ⁽²¹⁾

El relleno de composites modernos o compómeros tiene un tamaño de 1 micra. En contraste, el nanorelleno es más de 100 veces más pequeño que el relleno tradicional. ⁽²¹⁾ No debemos dejar de señalar que el hecho de presentar un menor tamaño de las partículas produce una menor contracción de polimerización, generando sobre las paredes del diente una menor flexión cuspídea, cambios de color, penetración bacteriana y posible sensibilidad post-operatoria. ⁽²²⁾

En 1998 se introdujo al mercado un primer con Tecnología de partículas nanométricas en odontología adhesiva. ⁽²³⁾

En materiales dentales, el relleno se añade a los composites o compómeros para aumentar su resistencia. Para los adhesivos actuales, las nanopartículas pueden ofrecer el mismo beneficio. ⁽²³⁾El éxito en la adhesión depende de la situación de la dentina, húmeda o seca. La Nano-Tecnología aumenta los niveles de seguridad técnica al ser más independiente de la técnica aplicada. ⁽²³⁾

Materiales de impresión

Las nanopartículas de plata agregadas al alginato y algunas siliconas tienen diferentes aplicaciones biomédicas por su alto efecto antimicrobiano, además de no ser tóxico en tejidos humanos al utilizarse en bajas concentraciones, por lo que son ampliamente utilizadas en el área médica como cubierta de materiales, apósitos en heridas, cementos óseos, así como en algunos materiales dentales. ⁽¹⁴⁾

Prótesis dental

Se presenta la síntesis y caracterización de poli (metil metacrilato) [PMMA] con nanopartículas de dióxido de titanio, así como la síntesis y caracterización de nanopartículas de plata para su incorporación en la formulación del PMMA para aplicación en prótesis dentales. Se reportan los resultados de la prueba de adherencia de *Cándida Albicans* sobre PMMA adicionado con nanopartículas de plata y la comparación con Nature Cryl una resina acrílica disponible comercialmente. ⁽²⁴⁾

Cementos

Algunos cementos dentales contienen este nano compuesto o nanopartículas a base de fosfato de calcio, que regenera los minerales de los dientes, es un componente antibacteriano que posee una capa de amonio cuaternario y nanopartículas de plata junto con un pH alto. Con el pH alcalino restringe la producción de ácido por las bacterias que se encuentran en boca. ⁽²⁵⁾

ORTODONCIA

Nanopartículas para reforzar los brackets transparentes en ortodoncia. Investigadores de la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) colaboran con la empresa Ceosa-Euro ortodoncia en el desarrollo de una nueva generación de brackets de plástico transparente con nanopartículas que aumentan la resistencia y mejoran las propiedades del material. ⁽²⁶⁾

Hidroxiapatita

La aplicación tópica de nanopartículas de hidroxiapatita, al ser un elemento natural del diente, su alta integración con el esmalte dental y sus características nano, remineraliza la superficie de la dentina y en los túbulos dentinarios reduciendo progresivamente el número de túbulos permeables. Se integran y restauran la densidad mineral de la superficie del esmalte desmineralizado, proporcionando una superficie más lisa y brillante y, en consecuencia, dientes más blancos. Las nanopartículas de hidroxiapatita resultan muy eficaces en el tratamiento de la hipersensibilidad dentinaria y el blanqueamiento dental. ⁽²⁷⁾

La innovadora DENTAID® technology nanorepair se basa en las propiedades de las nanopartículas de hidroxiapatita incorporadas en diversas formulaciones. Los principales beneficios de su aplicación son la eliminación de la hipersensibilidad dentinaria y el blanqueamiento del esmalte dental, devolviendo el blanco natural. ⁽²⁷⁾ Las superficies de algunos implantes son tratadas con Nanopartículas de hidroxiapatita para mejorar la osteointegración ⁽²⁷⁾

DIÓXIDO DE TITANIO

Dióxido de titanio es un compuesto químico cuya fórmula es TiO_2 . Entre otras cosas, es utilizado en procesos de oxidación avanzada fotocatalizada. Además se usa como pigmento blanco. ⁽⁹⁾

Este producto es uno de los más blancos, tiene gran importancia por sus propiedades de dispersión, su estabilidad química y su inocuidad. Es el pigmento inorgánico más importante en términos de producción mundial. ⁽¹⁹⁾

El mayor atributo del TiO_2 es su alto índice de refracción, lo cual le da el potencial de producir mayor opacidad y un poder cubriente mayor que cualquier otro pigmento blanco. ⁽¹⁹⁾

El dióxido de titanio se utiliza mucho como un pigmento blanco en pinturas exteriores por ser químicamente inerte, por su gran poder de recubrimiento, su opacidad al daño por la luz UV y su capacidad de auto limpieza. El dióxido también se ha empleado como agente blanqueador y opacador en esmaltes de porcelana, dando un acabado final de gran brillo, dureza y resistencia al ácido. ⁽¹⁵⁾

Las aplicaciones del Dióxido de Titanio son múltiples, pero la principal es ser pigmento para pinturas, plásticos, tintas de impresión, cosméticos, productos

textiles y alimentarios. También es utilizado como catalizador y en la elaboración de cerámicos. ⁽⁹⁾

Otras áreas donde se utiliza el Dióxido de Titanio es en la elaboración del cemento blanco y también como absorbente de rayos UV en bloqueadores solares y jabones. ⁽⁹⁾

PROPIEDADES

Refleja casi toda la radiación visible y mantiene su color.

Tiene un alto índice de refracción (2.4 como la del diamante).

Es Anfótero.

Es un semiconductor sensible a la luz, absorbe radiación electromagnética cerca de la región UV.

Se disuelve en ácido sulfúrico concentrado y en ácido hidrofúrico.

OBJETIVO GENERAL

Agregar nanopartículas de dióxido de titanio al 5%, 7% y 9% en un alginato experimental para determinar si se puede mejorar la reproducción de detalle a 25 micras, además de pruebas de tiempo de gelificado, compatibilidad con yesos, recuperación de la deformación y resistencia a la compresión encontradas en norma número 18 de la ADA y la ISO número 1563-1990 y compararlo con alginatos existentes en el mercado como son Max Print y Kromopan además de compararlo con un alginato experimental libre de nano partículas.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- Agregar nanopartículas de dióxido de titanio al 5% al alginato experimental y realizar las pruebas de fidelidad de detalle, compatibilidad con el yeso, tiempo de gelificado, resistencia a la compresión y deformación por compresión.
- Agregar nanopartículas de dióxido de titanio al 7 % al alginato experimental y realizar pruebas de fidelidad de detalle, compatibilidad con el yeso, tiempo de gelificado, resistencia a la compresión y deformación por compresión.
- Agregar nanopartículas de dióxido de titanio al 9% experimental al alginato y realizar pruebas de fidelidad de detalle, compatibilidad con el yeso, tiempo de gelificado, resistencia a la compresión y deformación por compresión.
- Comparar cada muestra con alginatos comerciales como son el Kromopan y Max Print para observar la reproducción de detalle, compatibilidad con el

yeso, tiempo de gelificado, resistencia a la compresión y deformación por compresión entre cada uno.

- El alginato experimental debe cumplir con las pruebas de la norma número 18 de la A.D.A.
- Lograr que el alginato con nanopartículas reproduzca 25 micras del bloque de reproducción de detalle.
- Ver qué resultados se obtienen en el alginato con nanopartículas con respecto a su resistencia y lograr disminuir el desgarre comparado con los alginatos comerciales.

MATERIALES Y METODOS

MATERIALES:

Tierra de diatomeas

Alginato de Sodio

Fluoruro de titanio y potasio

Sulfato de calcio

Pirofosfato tetra sódico

Dióxido de Titanio (TiO₂)

Óxido de Zinc

Espátula para polvos

Espátula de metal para alginatos

Taza de hule flexible pequeña

Una medida para agua

Cuchara para alginatos de plástico para medir el polvo

Agua

Anillo de metal de 3 cm de diámetro interno y 16 mm de longitud

Bloque de reproducción de detalle cuadrado

Bloque de vidrio

Varilla de pulido de poli metil metacrilato, de 6 mm de diámetro interno y 10 cm de longitud

Vibrador

Báscula

1kg de yeso

Botes de rollos de fotografía cortados

Taza de hule flexible pequeña

Espátula de metal para yesos de 18+-1mm de largo.

Espátula de metal para alginato

Una pesa de un Kg

Cámara de humedad a una temperatura de 37°C

Guantes

Cubre bocas

Vasos de precipitado

Botes para alginato

Etiquetas

Un marcador indeleble

Campo limpio de trabajo

Un bloque de vidrio pequeño forrado con cinta transparente

Aceite de silicón

Cronómetro

Anillo de metal pequeño de 12.7 mm de diámetro interno, 25.4 mm de diámetro externo y 19 mm de altura

5 Kilogramos de balines

Pesas de 125g

Soporte universal

Anillos para soporte universal

Un embudo grande de metal con un peso de 540g

Una vara metálica con un peso de 25g

2 losetas de vidrio de 2 cm de espesor

Papel bond

Recipientes para los balines

Un micrómetro

Lámpara cuello de ganso

Prensa en forma de C

2 losetas de cristal de 3 cm de espesor forrados con cinta transparente

Loseta de cristal

Metodología

Requerimientos

Compatibilidad con yeso. El material de impresión deberá impartir una superficie lisa y separarse limpiamente de un molde de yeso formado por partículas de sulfato de calcio alfa hemi-hidratadas. Deberá reproducir la línea de 0,075 mm de ancho (Fig. 1). El yeso debe ser capaz de reproducir la línea de 0.050 mm de ancho cuando se deja endurecer contra el bloque (Fig. 1)



Figura 1

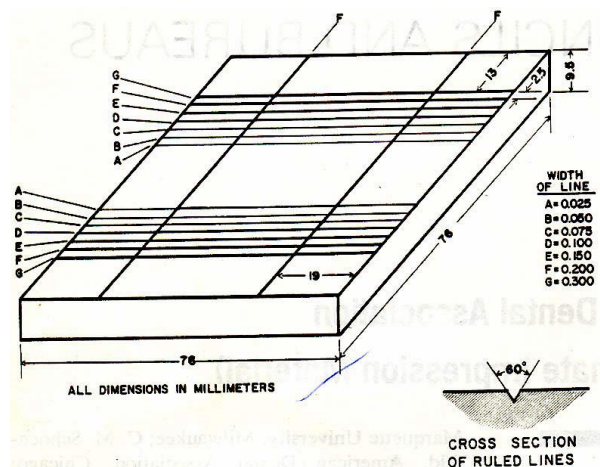


Figura 2

Recuperación de la deformación: la recuperación de la deformación debe ser de 3,500 g/cm².

Condiciones de las pruebas estándar todas las pruebas físicas deberán hacerse de manera uniforme en condiciones ambientales de 23+-2 °C y 50+-10% de

humedad relativa. El equipo y el material deben ser acondicionados en el cuarto de pruebas no menos de 10 horas antes de las pruebas

Compatibilidad con el yeso y reproducción de detalle: El tipo de yeso empleado en esta prueba para compatibilidad debe ser sulfato de calcio hemihidratado, el cual debe tener para ajustar el tiempo de 10 +/- 3 minutos.

Aproximadamente 100g de polvo deben ser agregados gradualmente durante 15 segundos a 30 ml de agua destilada en un tazón flexible. (Fig. 3, 4, 5)

Después permitir que el polvo se remoje en el agua durante 15 segundos el mezclado debe ser espatulado a mano por un minuto con una espátula flexible de metal de 18+/-1mm de largo. (Fig. 6) El resultado deberá ser inmediatamente colocado en un molde cilíndrico de 25 mm de diámetro y 25 mm de alto. El yeso cuando este directamente contra el bloque deberá reproducir la línea de 0.050mm a lo largo y continuo.



Figura 3

Figura 4

Figura 5

Figura 6

El anillo (Fig. 7) deberá estar posicionado en el bloque de prueba de acero inoxidable similar al de la (Fig. 1) así que la intersección de la línea que cruza y la

de 0.025mm de longitud es la línea que cruza al centro del anillo (Fig. 10) (El bloque de prueba de acero inoxidable si está muy brillante deberá ser espolvoreada con un poco de talco y retirar el exceso) El anillo debe estar brillante para sobrellenarlo con alginato (Fig. 7 y 11). Una loseta pequeña plana de vidrio debe ser colocada sobre la superficie y el exceso del material debe ser expulsado de la loseta y del bloque de prueba (Fig. 11). La impresión debe ser agitada a mano para remover el exceso de material. (Fig. 9)



Figura 7

Anillo metálico de 3 cm de diámetro interno y 16 mm de alto



Figura 8

Se utilizaron 25 ml de agua pesados en báscula granataria QC-5. Primero se pesa el recipiente, se tara y se coloca el material a pesar



Figura9

Se vierte el agua al alginato y se mezcla durante 45 segundos con cronómetro en mano, espatulando con vigor en las paredes de la taza para incorporar bien el material

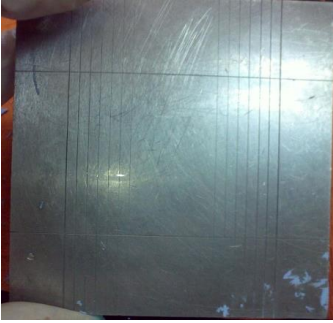


Figura 10

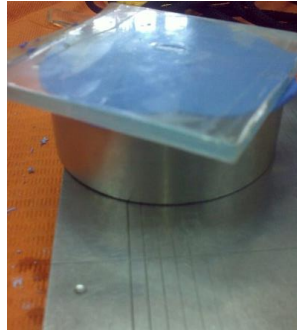


Figura 11

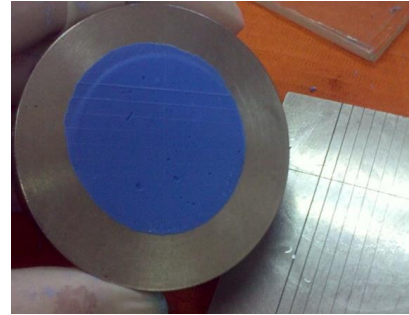


Figura 12

El yeso líquido preparado descrito anteriormente debe ser sometido a una ligera vibración y debe ser vertido sobre la impresión dentro de los 2 minutos del tiempo de impresión (2 minutos para el alginato Tipo 1 o rápido y de 2.5 minutos a 4 minutos para el alginato Tipo 2 o normal) es separado del bloque de prueba. La impresión vertida debe ser colocada en un baño de agua a $23 \pm 2^\circ\text{C}$ y al 100% de humedad relativa por 30 minutos. El yeso debe ser removido y examinado sin magnificación bajo un ángulo de iluminación con una lámpara de microscopio (Fig. 13 y 14). La reproducción de la línea de 0.075 mm debe ser satisfactoria si ésta es continua a lo largo de todo el anillo.



Figura 13



Figura 14

Tiempo total de trabajo: El anillo de metal de 3 cm de diámetro interno y 16 mm de alto debe ser colocado en una loseta plana y recubrir con el material de impresión (Fig. 15 y 16). El exceso del material debe ser golpeado hasta el nivel más alto del anillo con la espátula usada para la mezcla del material (Fig. 17). Inmediatamente a partir de entonces el extremo plano de una varilla de de poli metil metacrilato, de punta redondeada y pulida, de 6 mm de diámetro interno y 10 cm de longitud, debe estar en contacto con la superficie expuesta del material de impresión e inmediatamente retirarlo (Fig. 18 y 19). Este contacto debe

repetirse durante 100 segundos por intervalos hasta que el final de la barra esté limpio del material de impresión.

El tiempo de colocación, debe tener el número de minutos y segundos desde el comienzo de la mezcla, hasta el tiempo cuando el material de impresión no se adhiere a final de la barra. Los promedios de estas dos pruebas deberán ser reportadas la más cercana a 10 segundos.

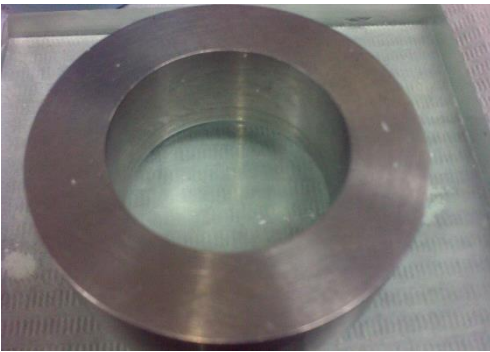


Figura 15

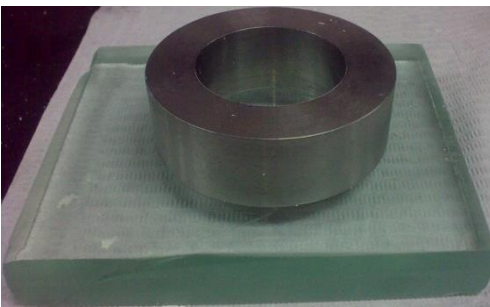


Figura 16



Figura 17



Figura 18



Figura 19

Propiedades en compresión

Preparación de la muestra 01 La muestra a prueba deberá estar colocada en un anillo de 3 cm de diámetro interno y 16 mm de alto en una placa plana de vidrio o en una placa de metal plana, el relleno del anillo debe estar ligeramente más de un medio completo con el alginato mezclado de acuerdo con las instrucciones del fabricante (Fig. 20 y 21). Un anillo de metal de 12.7 mm de diámetro interno, 25.4 mm de diámetro externo y 19 mm de altura deben ser colocados inmediatamente dentro del anillo y deberán ser forzados hacia adentro del material hasta que el molde toque la placa y el material salga por la parte más alta del molde y remover el exceso del material (Fig. 22). Dos minutos después de empezar la mezcla, el molde y el acompañamiento de las placas debe ser colocada en un baño de agua manteniendo una temperatura de $37 \pm 1^\circ\text{C}$. Cinco minutos y 30 segundos después de empezar la mezcla deben ser removidos del baño de agua.



Figura 20



Figura 21

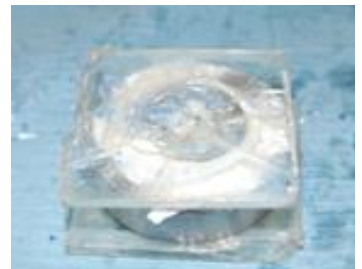


Figura 22



Figura 23



Figura 24



Figura 25

Treinta segundos después de terminar el mezclado, se coloca el molde y sus placas acompañantes, fijadas con la grapa tipo C en el baño de agua manteniendo una temperatura de $36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. (Fig. 23).

Al concluir el tiempo de gelificado establecido, se saca la armadura del baño de agua. Después remover. (Fig. 24) Se coloca la muestra sobre la mesa del aparato de deformación. (Fig.25)

Condiciones de la prueba Las muestras deberán realizarse a una temperatura de $23^{\circ}\pm 2$. Las muestras de la prueba deben ser protegidas, apenas cubiertos por una gasa o un paño humedecido para prevenir el exceso de pérdida de humedad.

Recuperación de la deformación

Aparato de compresión que posea un indicador de esfera, graduado en intervalos de 0.01mm y una fuerza de medida de $0.6\text{N} \pm 0.1 \text{N}$ El aparato será capaz de aplicar la fuerza requerida para el ensayo (Fig. 26 y 27).



Figura 26



Figura 27

Otros aparatos

Molde hendido con anillo de fijación hecho de acero inoxidable o aleación de bronce.

Dos placas de vidrio pulido, de aproximadamente 50mm x 50mm y de al menos 3mm de espesor.

Placa plana de vidrio de aproximadamente 15mm x15mm y 2 mm de espesor.

Baño de agua manteniendo una temperatura de 35°C +- 1°C.

Grapa tipo c con una capacidad de garganta de al menos 30 mm.

Aparato de deformación que posea una fuerza suficiente para deformar la altura de la muestra en un 20% y que sea capaz de medirla con una exactitud de 0.01mm sin que la muestra sea desplazada. La fuerza ejercida por el vástago de medición del indicador de esfera será de 0.6N +- 1N.

Procedimiento operatorio Se realizan los ensayos de acuerdo con los tiempos programados siguientes (donde t es el tiempo de gelificado establecido por el fabricante).

- a) t + 60 segundos: Se coloca la muestra sobre la mesa del aparato de compresión y se sujeta a una carga de 125g+-10g de tal manera que produzca un esfuerzo aproximado de 0.01 N/mm². (Fig. 28).
- b) t + 90 segundos: Se lee el indicador de esfera y se anota el valor obtenido como lectura A.
- c) t + 120 segundos: Se aumenta la carga a 1 kilogramo 250 gramos +- 10 gramos en 10 segundos de tal modo que produzca un esfuerzo total de 0.1 N/mm² (Fig. 29).
- d) t + 150 segundos: Se lee el indicador de esfera y se anota el valor obtenido como lectura b.

Fórmula $100(a-b) / 20$

20 es la longitud del molde en milímetros



Figura 28



Figura 29

Resistencia a la compresión Ocho minutos de empezada la mezcla, la muestra debe ser colocada en una máquina adecuada, exacto con 50g para la prueba de resistencia a la compresión. Una pieza de papel bond debe ser colocada por debajo y por encima de la muestra en la máquina. La muestra debe cargarse continuamente con uniformidad lo más posible que se pueda para dar una tasa promedio de 10+- 2Kg/min hasta la fractura. La carga máxima de fractura debe ser con una precisión de 50g. La carga máxima divide por la sección cruzada del área del molde y reportarla en g por cm^2 .El promedio de la resistencia de cada 3 muestras se toma como resultado. (Fig. 30).



Figura 30

Resultados

Se caracterizó una cantidad de 2 kg de alginato experimental el cual se dividió en 4 partes de 500g cada uno con los componentes que contiene el alginato más un porcentaje de nanopartícula de dióxido de titanio (TiO_2). En un contenedor se agregó 500g de alginato experimental, en otro contenedor se colocaron 500gramos de alginato experimental más 5% (25 gramos) de nanopartícula de dióxido de titanio, en otro contenedor se agregó 500g de alginato experimental más 7%(35 gramos) de nanopartículas de dióxido de titanio y en el último contenedor se le agregaron 500g de alginato experimental más 9% de nanopartícula de dióxido de titanio (45gramos) además se compararon con alginatos comerciales max print y kromopan.

En la tabla 1 compatibilidad con el yeso se reportaron los resultados obtenidos en la compatibilidad con yeso, cuando se compararon los alginatos con nanopartículas de dióxido de titanio el que mejores resultados obtuvo al ser observado bajo la lámpara cuello de ganso fue el de 9%, teniendo una consistencia más cremosa, un poco más fluida, con una mejor constancia en la reproducción de detalle al reproducir la línea de 25 micras, aún con la presencia de micro burbujas en algunos casos y con mayor adhesión al anillo que se utilizó para realizar la prueba, por lo mismo se utilizó un poco de aceite de silicón alrededor del diámetro interno del anillo de metal para poder sacar mejor el material. No se desgarró tan fácilmente al sacarlo del molde, pero deja una superficie como perlada en la superficie del yeso, y eso a la luz de la lámpara brilla.

Tabla1 Compatibilidad con el yeso

Tiempo de Trabajo 45 segundos, 15ml de agua por 7g de polvo, 23+-2°C, 50%+-10% humedad

Compatibilidad con el yeso					
Alginato Max print	Alginato Kromopan	Alginato Experimental al 0%	Alginato experimental al 5%	Alginato experimental al 7%	Alginato experimental al 9%
Solo se observa la línea de 50 micras sin interrupción, poca presencia de burbujas, no sobre las líneas	Se observan de forma clara las líneas de 25 y 50 micras, presentando una superficie sin burbujas y opaca	Se observan bien las líneas de 25 y 50 micras, sin interrupción, presentando una superficie opaca, presenta pocas burbujas, no interfiere con las líneas de reproducción	Se observa la línea de 25 micras interrumpida. Se observa la línea de 50 y 75 micras continuas. la superficie presenta burbujas pequeñas y superficie opaca	Se observan bien las líneas de 25 y 50 micras, sin interrupción, presentando una superficie opaca, presenta pocas burbujas pero no interfiere con las líneas de reproducción	Se observan bien las líneas de 25 y 50 micras, sin interrupción, presentando una superficie opaca y sin burbujas
Se observan muy bien las líneas, desde 25micras a 3 micras no hay burbujas, superficie lisa, corrida y opaca	Se observan de forma clara las líneas de 25 y 50 micras sin interrupción, presentando una superficie lisa y opaca	Se observan bien las líneas de 25 y 50 micras, sin interrupción, presentando una superficie opaca con burbujas pequeñas pero no interfiere con las líneas de reproducción de detalle	No se observa la línea de 25 micras, solo se observa la línea de 50 micras, presentando pequeñas burbujas en la superficie y opaca.	Se observan bien las líneas de 25 y 50 micras, sin interrupción, presentando una superficie opaca con burbujas pequeñas pero no interfiere con las líneas de reproducción de detalle	Se observan claro y continuo las líneas de 25 y 50 micras, presentando una superficie con un poco de brillo y sin burbujas
Se observan muy bien las líneas de 25 y 50 micras sin burbujas, superficie lisa y opaca	Se observan de manera continua las líneas de 25 y 50 micras, presentando una superficie lisa y opaca sin sombra	No se alcanza a observar muy clara la línea de 25 micras, la línea de 50 micras se ve de corrido tiene burbujas grandes y tiene una superficie opaca	Se observan bien las líneas de 25 y 50 micras, sin interrupción, presentando una superficie opaca con burbujas pequeñas pero no interfiere con las líneas de reproducción de detalle	No se observa la línea de 25 micras y la línea de 50 micras se observa entrecortada, presenta una superficie con burbujas y opaca	Se observan perfectamente bien las líneas de 25 y 50 micras, sin interrupciones, tiene una superficie con pocas burbujas y con poco brillo

Se observa la línea de 25 micras entrecortada se observa bien y de corrido la línea de 50 micras, con una superficie lisa y opaca	Se observan muy bien las líneas de 25 y 50 micras sin interrupción de lado a lado, presentando una superficie lisa y opaca	No se observa muy clara la línea de 25 micras, la línea de 50 micras se presenta muy clara, sin interrupción, presentando una superficie con burbujas no sobre las líneas de reproducción y superficie opaca	No se observa continua la línea de 25 micras sin embargo, la línea de 50 micras se observa muy bien, presentando una superficie con burbujas pequeñas	Se observan claro y continuo las líneas de 25 y 50 micras de corrido, presentando una superficie opaca y sin burbujas	Se observan bien las líneas de 25 y 50 micras, sin interrupción, presentando una superficie con un poco de brillo y con burbujas pequeñas
Se observan muy bien las líneas de 24 micras y 50 micras hasta la línea de 3 micras no hay burbujas, superficie	Se observa entrecortada la línea de 25 micras, la línea de 50 micras se observa continua, presentando una superficie lisa y opaca	Se observan perfectamente bien todas las líneas desde la de 25 micras hasta la de 3cm, presentando una superficie lisa, opaca y sin	Se observan bien las líneas de 25 y 50 micras, sin interrupción, presentando pequeñas burbujas y una superficie opaca	Se observan entrecortadas la líneas de 25 y 50 micras, presentando una superficie sin burbujas pero un poco brillante se observa mejor en el	Se observan claras las líneas de 25 y 50 micras pero presenta mucha microburbujas y presenta una superficie más brillante q opaca
Se observa entrecortada la línea de 25 micras pero si se observa muy clara la línea de 50 micras, tiene una superficie lisa sin burbujas y opaca	Las líneas de 25 y 50 micras no se observan claras se ven interrumpidas, presentando pocas burbujas y una superficie opaca	Se observan las líneas de 25 y 50 micras, presenta algunas burbujas, no interfiere con la reproducción de detalle y tiene una superficie opaca	Solo se observa la línea de 50 micras clara y continua la línea de 25 micras no se observa bien, presenta una superficie con pequeñas burbujas y un poco brillante	Se observan bien las líneas de 25 y 50 micras, sin interrupción, presentando pequeñas burbujas y una superficie un poco brillante	Se ven entrecortadas las líneas de 25 y 50 micras con microburbujas y con una superficie brillante.

La línea de 25 micras se observa entrecortada y la de 50 micras no muy clara, con burbujas que interrumpen la línea de 75 micras, tiene la superficie opaca	La línea de 25 micras se observa entrecortada. La línea de 50 micras se observa continua sin burbujas y con una superficie opaca.	Se observan las líneas de 25 y 50 micras, presenta una superficie lisa, sin burbujas y opaca.	Se observan con dificultad las líneas de 25 y 50 micras solo las últimas tres líneas, presentando una superficie con pequeñas burbujas y con un poco de brillo	Se observa muy poquito la línea de 25 micras si continua, está más marcada la línea de 50 micras se ve clara y continua con pocas burbujas y superficie brillante	Se observan entrecortadas la líneas de 25 y 50 micras tiene una superficie brillante y con pocas microburbujas
Se observan muy bien todas las líneas desde la de 25 micras hasta 3 micras solo presenta una burbuja grande no interfiere con las líneas y presenta superficie opaca	La línea de 25 micras se observa entrecortada. La línea de 50 micras se observa clara y sin interrupciones, superficie con un poco de burbujas y opaca	No se observa muy clara la línea de 25 micras pero la línea de 50 micras se ve clara y de corrido con pocas burbujas y una superficie opaca	Se observa clara y continua la línea de 50 micras y se ve entrecortada la línea de 25 micras, presentando una superficie opaca y con un poco de burbujas	Se observan las líneas de 25 y 50 micras sin interrupciones de lado a lado, presentando una superficie con pequeñas burbujas y una superficie brillante	Se observan muy bien y claro las líneas de 25 y 50 micras presenta en su superficie microburbujas y está un poco brillante
La línea de 25 micras se observa entrecortada hasta el final, la línea de 50 micras se observa bien en una superficie	Se observan las líneas de 25 y 50 micras sin interrupciones en cada extremo, presentando una superficie lisa y opaca	No se observan las líneas de 25 y 50 micras, presenta burbujas, una superficie rugosa y con brillo	No se observan las líneas de 25 y 50 micras, se ven entrecortadas y con burbujas pequeñas y superficie brillante	Se observan las líneas de 25 y 50 micras, presenta algunas burbujas que no interfieren con las líneas de reproducción y presenta una superficie	Se observan las líneas de 25 y 50 micras, presenta microburbujas y una superficie con un poco de brillo
Se observan perfectamente bien desde la línea de 25 micras hasta la de 3 micras	Se observan las líneas de 25 y 50 micras sin interrupciones en cada extremo, presentando una superficie lisa y opaca	Se observan las líneas de 25 y 50 micras, presenta algunas burbujas que no interfieren con las líneas de reproducción y presenta una superficie opaca	Se observan muy bien, claras y continuas las líneas de 25 y 50 micras, presentando una superficie con pequeñas burbujas y opaca.	Se observa con dificultad la línea de 25 micras si continua, está más clara la línea de 50 micras se observa continua con pocas burbujas y superficie brillante	Se observan perfectamente bien las líneas de 25 y 50 micras, presentando una superficie con pocas burbujas y con un poco de brillo

En la **tabla 2 reproducción de detalle** se registró cuantas veces se reprodujo las líneas de 50 y 25 micras del bloque de reproducción de detalle sobre el alginato, comparando los alginatos comerciales Max Print y Kromopan con los alginatos con agregado de nanopartículas. El resultado que se obtuvo sobre el alginato que mejor reprodujo estas líneas fue el alginato con nanopartículas de dióxido de titanio al 9%, fue el que más veces repitió la reproducción del bloque de detalle.

Tabla 2

Tiempo de Trabajo 45 segundos, 15ml de agua por 7g de polvo, 23+-2°C, 50%+-10% humedad

Reproducción de Detalle (sobre el alginato)		
Max print	Kromopan	Alginato experimental
Si reproduce la línea mas pequeña 25 micras	Reproduce 25 micras	Reproduce 50 micras
Reproduce 50 micras sin burbujas	Reproduce 25 micras	Reproduce 25 micras
Si reproduce la línea mas pequeña 25 micras	Reproduce 50 micras	Reproduce 25 micras
Reproduce 50 micras sin burbujas	Reproduce 50 micras	Reproduce 50 micras
Si reproduce la línea mas pequeña 25 micras	Reproduce 25 micras	Reproduce 50 micras
Si reproduce la línea mas pequeña 25 micras	Reproduce 25 micras	Reproduce 50 micras
Si reproduce la línea mas pequeña 25 micras	Reproduce 25 micras	Reproduce 25 micras
Si reproduce la línea mas pequeña 25 micras	Reproduce 50 micras	Reproduce 25 micras
Si reproduce la línea mas pequeña 25 micras	Reproduce 50 micras	Reproduce 25 micras
Si reproduce la línea mas pequeña 25 micras	Reproduce 25 micras	Reproduce 50 micras
Buena consistencia y tersa siempre sin burbujas, buena reproducción	Buena consistencia, terso un poco más fluido que Max Print	Buena consistencia no tan terso, presenta a veces pocas burbujas pequeñas

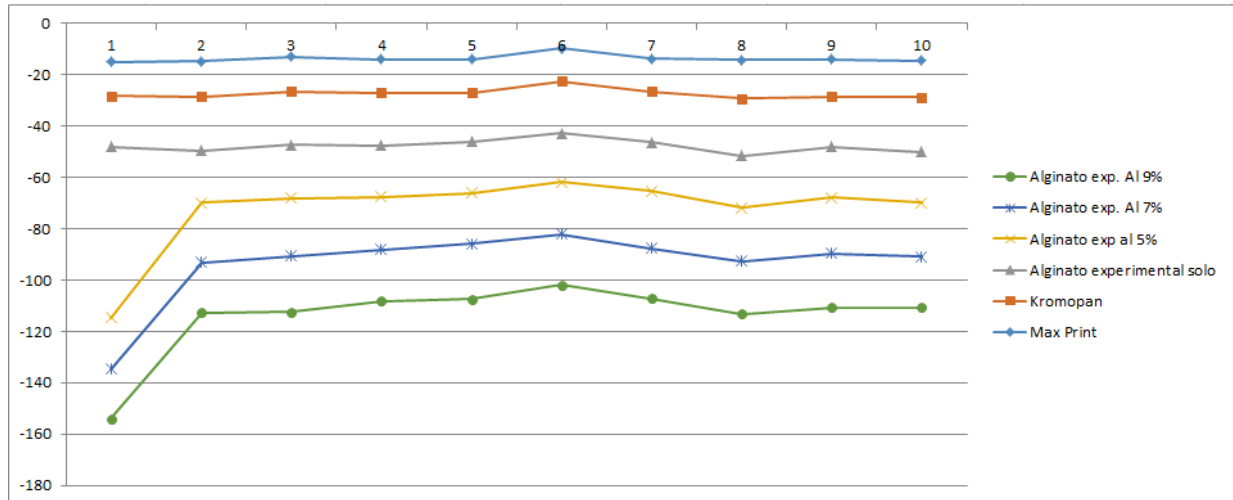
Alginato experimental al 5%	Alginato experimental al 7%	Alginato experimental al 9%	15ml de agua por 7g de polvo 23+-2°C, 50%+-10% humedad
Reproduce 25 micras con burbujas	Reproduce 25 micras sin burbujas	Reproduce 25 micras sin burbujas	
Reproduce 50 micras	Reproduce 50 micras sin burbujas	Reproduce 25 micras sin burbujas	
Reproduce 50 micras	Reproduce 25 micras sin burbujas	Reproduce 25 micras sin burbujas	
Reproduce 25 micras con burbujas	Reproduce 50 micras sin burbujas	Reproduce 50 micras sin burbujas	
Reproduce 50 micras	Reproduce 25 micras sin burbujas	Reproduce 25 micras sin burbujas	
Reproduce 25 micras con burbujas	Reproduce 25 micras sin burbujas	Reproduce 25 micras sin burbujas	
Reproduce 25 micras con burbujas	Reproduce 25 micras sin burbujas	Reproduce 25 micras sin burbujas	
Reproduce 25 micras con burbujas	Reproduce 25 micras sin burbujas	Reproduce 50 micras sin burbujas	
Reproduce 50 micras	Reproduce 25 micras sin burbujas	Reproduce 25 micras sin burbujas	
Reproduce 25 micras con burbujas	Reproduce 50 micras sin burbujas	Reproduce 25 micras sin burbujas	
Mejor consistencia que el anterior y menos burbujas que el anterior un poco más terso	Mejor consistencia que el anterior un poco más terso, más lento, y un poco mayor adhesión al anillo, menos burbujas	Consistencia parecida al fabricado un poco más terso, menor presencia de burbujas, un poco más lento, mayor adhesión al anillo	

En la tabla 3 recuperación de la deformación se muestran los resultados que se obtuvieron al realizar las pruebas de deformación por compresión, en donde el alginato que menos se deforma es kromopan y de los alginatos con nano relleno el que menos se deforma es el alginato al 9%.

Tabla 3 Tiempo de Trabajo 45 segundos, 15ml de agua por 7g de polvo, 23+-2°C, 50%+-10% humedad

Resultados de Recuperación de la deformación usando esta fórmula $a-b/20*100$							
Max Print	Kromopan	Alginato experimental solo	Alginato exp al 5%	Alginato exp. Al 7%	Alginato exp. Al 9%		
-15.05	-13.15	-19.75	-66.7	-19.95	-19.45		
-14.85	-13.7	-21.05	-20.2	-23.45	-19.5		
-13.05	-13.4	-20.8	-20.9	-22.6	-21.7		
-14	-13	-20.65	-19.9	-20.5	-20.2		
-9.85	-12.7	-19.15	-19.9	-19.75	-21.55		
-13.8	-12.6	-20.25	-19.15	-20.2	-19.85		
-14.35	-14.8	-19.95	-19.1	-22.1	-19.7		
-14	-14.5	-22.35	-20.4	-20.8	-20.45		
-14.55	-14.1	-19.45	-20	-21.65	-21.15		
		-21.35	-19.85	-21.1	-19.65		
-137.5	-134.95	-204.75	-246.1	-212.1	-203.2		

Gráfica de la prueba física de recuperación de la deformación



Para la recuperación de la deformación que se muestra en el anexo 1 se realizó el estudio estadístico anova, en donde se comprueba estadísticamente que el alginato que tiene mayor recuperación es Max Print que fue el que se tomó como control y de los alginatos experimentales con nano relleno el de mejor recuperación fue el alginato experimental al 9% .

En la **tabla 4 resistencia a la compresión** se muestra la resistencia a la compresión de cada alginato en donde el material más resistente fue el alginato comercial Max Print y de los alginatos con nano relleno el más resistente fue el

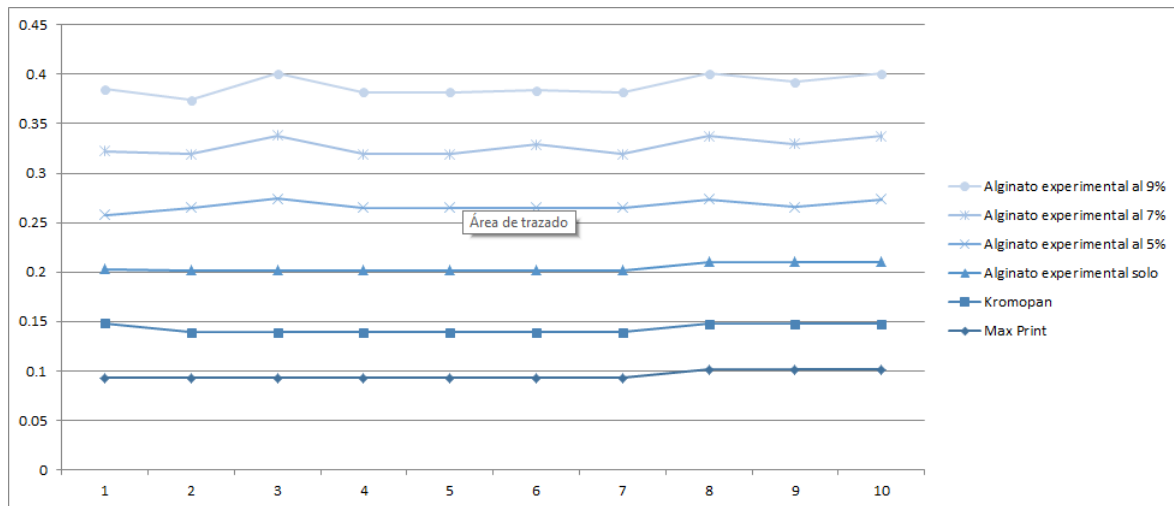
aginato al 5% y el de menor resistencia fue Kromopan. La expresión de los resultados se toma el promedio de cada tres muestras realizadas.

Tabla 4 Tiempo de Trabajo 45 segundos, 15ml de agua por 7g de polvo, 23+-2°C, 50%+-10% humedad

Resultados de resistencia a la compresión usando la fórmula $K=4(F)/\pi(d)^2$

Max Print	Kromopan	Alginato experimental solo	Alginato experimental al 5%	Alginato experimental al 7%	Alginato experimental al 9%
0.093	0.055	0.055	0.055	0.064	0.063
0.093	0.046	0.063	0.063	0.054	0.055
0.093	0.046	0.063	0.072	0.064	0.063
0.093	0.046	0.063	0.063	0.054	0.063
0.093	0.046	0.063	0.063	0.054	0.063
0.093	0.046	0.063	0.063	0.064	0.055
0.093	0.046	0.063	0.063	0.054	0.063
0.1015	0.046	0.063	0.063	0.064	0.063
0.1015	0.046	0.063	0.055	0.064	0.063
0.1015	0.046	0.063	0.063	0.064	0.063
1.0485	0.561	0.685	0.623	0.6	0.614

Gráfica de la prueba física de resistencia a la compresión



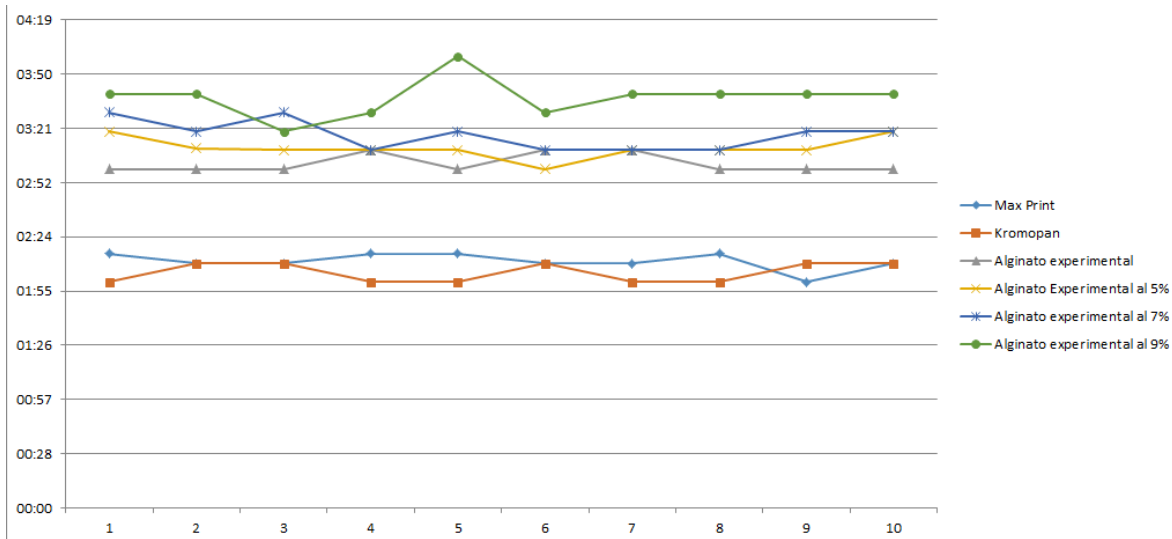
Para comprobar el resultado de la prueba de resistencia a la compresión se realizó un estudio estadístico anexo 2 en donde se demuestra lo anteriormente probado, Max Print alginato comercial y grupo control es el que obtuvo mayor resistencia y el alginato experimental de mayor resistencia fue con nano relleno al 9%.

En la **tabla 5 Tiempo de gelificado** están registrados los valores de tiempo de gelificado de cada alginato, en donde los valores para tiempo de gelificado para Tipo I es de 120 segundos y para Tipo II no debe ser mayor a 4 minutos 30 segundos; se muestra que el de menor tiempo de gelificado es Kromopan, siendo el de mayor tiempo de gelificado el alginato con nano relleno al 9%, esto es por influencia del dióxido de titanio, a mayor porcentaje mayor tiempo de gelificado, pero la consistencia mejora al igual que la adhesión al anillo de prueba.

Tabla 5 Tiempo de Trabajo 45 segundos, 15ml de agua por 7g de polvo, 23+-2°C, 50%+-10% humedad

Tiempo de gelificado		Max Print	Kromopan	Alginato experimental	Alginato Experimental al 5%	Alginato experimental al 7%	Alginato experimental al 9%
		02:15	02:00	03:00	03:20	03:30	03:40
		02:10	02:10	03:00	03:11	03:20	03:40
		02:10	02:10	03:00	03:10	03:30	03:20
		02:15	02:00	03:10	03:10	03:10	03:30
		02:15	02:00	03:00	03:10	03:20	04:00
		02:10	02:10	03:10	03:00	03:10	03:30
		02:10	02:00	03:10	03:10	03:10	03:40
		02:15	02:00	03:00	03:10	03:10	03:40
		02:00	02:10	03:00	03:10	03:20	03:40
		02:10	02:10	03:00	03:20	03:20	03:40
Promedio		02:11	02:05	03:03	03:11	03:18	03:42

Gráfica sobre el Tiempo de gelificado



Se realizó un estudio estadístico (anexo 3) para comprobar los valores obtenidos en la prueba tiempo de gelificado en donde se demuestra que a mayor porcentaje de dióxido de titanio mayor tiempo de gelificado y los alginatos experimentales con nano relleno están dentro de la norma clasificados como alginatos Tipo II.

DISCUSIÓN

Se realizaron pruebas físicas y mecánicas a seis alginatos, agregando nanopartículas de dióxido de titanio en 3 de ellos manejando un 5%, 7% y 9% siguiendo la norma número 18 de la ADA y de la ISO 1563-1990.

Las pruebas de fidelidad de detalle y compatibilidad con yeso tipo III realizadas en los 6 alginatos valorados superan la reproducción de la línea de 50, presentando en los alginatos comerciales Max Print y Kromopan una superficie lisa, limpia logrando reproducir la línea de 25 micras. En el caso del alginato experimental sin nanopartículas, la superficie es lisa y también limpia reproduciendo mejor la línea de 50 micras, con el agregado de nanopartículas tienen una superficie un poco brillante y con micro burbujas a las orillas de la muestra, que no interfieren con la reproducción, en este caso el mejor fue el alginato al 9%. Comparando los resultados obtenidos en otros trabajos en el artículo **“Valoración física de alginatos cromáticos. Estudio comparativo con alginatos experimentales”** ⁽²⁸⁾ los resultados en compatibilidad con el yeso y reproducción de detalle fueron muy similares, ya que se utilizó el mismo alginato comercial Kromopan y en los alginatos experimentales se utilizó la misma fórmula; Asimismo en el trabajo del Dr. H. Murata publicado en Noviembre del 2004 hace mención acerca de un nuevo alginato en pasta que comparó con otros existentes en el mercado y obteniendo mejores resultados para la presentación en pasta, valdría la pena verificar resultados en un alginato de similares características, pero con el agregado de esta nano partícula.

Donde no se cumplió con lo esperado fue en los resultados de deformación por compresión en los alginatos con agregado de nano partículas.

En cuanto a las pruebas de tiempo de gelificado, comparados con el mismo artículo los tiempos se modificaron y se demostró que entre mayor número de nano partículas mayor es el tiempo de gelificado.

En cuanto a resistencia a la compresión, todos cumplen con la norma pero el alginato experimental quedó en un nivel intermedio, mejor colocado que kromopan pero comparado con Max Print que cabe mencionar es siliconizado quedo abajo.

En el artículo “**Alginatos de sodio y potasio extraídos del alga *Macrocystis pyrifera***”⁽³⁰⁾ para usos en materiales para impresión dental, se realizaron pruebas de tiempo de gelificado y resistencia a la compresión, utilizando viscosidad media y baja de alginato de sodio y potasio en distintas concentraciones y comparando estas modificaciones con el alginato comercial Jeltrate.

En la determinación de la resistencia a la compresión, se dió una ligera tendencia al incremento de la resistencia a la compresión, cuando el porcentaje de sulfato de calcio se incrementó a 15% y 20%, y a más baja concentración de alginato y sulfato de calcio mostraron la resistencia más baja a la compresión. En cuanto a los resultados obtenidos con los alginatos realizados con nanopartícula de dióxido de titanio, el de mayor valor fue al 5% y de los alginatos comerciales fue Max Print

Los tiempos de gelificado, para los materiales de impresión dental hechas con los alginatos experimentales 1 y 2 no formaron geles, por lo tanto no se muestra ningún dato. Las formulaciones con los alginatos experimentales 3 fueron de tipo II (fraguado normal), con tiempos de gelificado entre 121 y 420 s.

Estos resultados, comparados con los resultados obtenidos en los alginatos con nanopartículas en los tiempos de gelificado, quedan en tipo II (fraguado normal) y los comerciales de fraguado rápido entre 0 y 120 s.

En el artículo **“influencia del retraso en verter sobre las propiedades hidrocoloides irreversibles”** ⁽³¹⁾ se realizaron pruebas de compatibilidad con el yeso, reproducción de detalle, resistencia a la compresión y deformación por compresión, de acuerdo a la norma número 18 de la ADA, en donde se compararon estos alginatos Cabex Cambio de Color; Hydrogum (Zhermack); Hydrogum 5 (Zhermack) e Hydro Print Premium (Coltene). El estudio que se realizó fue probando cada alginato dejándolo almacenado por 1, 2, 3, 4 y 5 días, transcurrido este tiempo se realizaron las pruebas. Los resultados con respecto a la compatibilidad con el yeso y reproducción de detalle, fueron satisfactorios y cumplieron con lo requerido con la norma al igual que los alginatos experimentales con nanopartícula de dióxido de titanio, y con respecto a resistencia a la compresión, este estudio aumenta para todos los materiales ensayados a medida que aumentaba el tiempo de almacenamiento. Cavex colorchange exhibió valores más bajos de resistencia a la compresión. Con respecto a los resultados obtenidos con los alginatos realizados con nanopartícula de dióxido de titanio, el de mayor valor fue al 5% y de los alginatos comerciales Max Print. En deformación por compresión, sólo Hydro Imprimir Premium y hydrogum 5 mostraron resultados compatibles con la norma, después de los períodos de almacenamiento en comparación con los alginatos realizados con nanopartícula de dióxido de titanio, no se obtuvieron los resultados esperados al obtener números negativos.

CONCLUSIONES

El alginato es un excelente material de impresión, económico y de fácil manipulación, mejorando su fórmula al agregar nanopartículas de dióxido de titanio, se pudo lograr una mejor reproducción de detalle y con respecto a la compatibilidad con el yeso si se obtuvo una superficie brillante que no interfirió con la reproducción, pero se obtuvieron números negativos en la prueba de deformación, es necesario seguir modificando y hacer pruebas con diferentes porcentajes hasta lograr las propiedades deseadas.

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- <http://recursostic.javeriana.edu.co/doc/nanotecnologia.pdf/2013> Consultada en febrero del 2013
- 2.- Revista Universitas Xaveriana No. 28. Agosto 2002, p. 34-35
- 3.- Rubenstein, L. A practical nanorobot for treatment of various medical problems. Eight Foresight Conference on molecular Nanotechnology.
<http://www.foresight.org/Conferences/MNT8/Papers/Rubinstein/index.html>
Fecha de consulta enero del 2013
4. http://www.euroresidentes.com/futuro/nanotecnologia/nanotecnologia_responsable/nanotecnologia_beneficios_medicina.htm/2013 Fecha de consulta marzo 2013
- 5.- <http://aprendeodonto.blogspot.mx/2009/02/nanotecnologia-odontologia.html>
- 6.- <http://www.elprisma.com/apuntes/odontologia/alginatos/2013> consulta abril 2013
- 7.- [www.idap.com.mx/.../Materiales%20Dentales/Hidrocoloides\(3\).doc/2013](http://www.idap.com.mx/.../Materiales%20Dentales/Hidrocoloides(3).doc/2013)
diciembre 2012
- 8.- <http://www.masblogs.net/odontologia/caracteristicas-generales-del-alginato/2013> Consulta marzo 2013
- 9.- www.ecured.cu/index.php/Óxido_de_titanio_IV/ 2013 Consulta de abril 2013
- 10.- <http://www.esorib.com/articulos/hidrocoloides.pdf/20013> enero 2013
- 11.- Miguel Calvo <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/alginato.html/>

2013 Febrero 2013

12.- <http://www.textoscientificos.com/quimica/electroforesis> consultada el 9/04/2013

13.- http://www.radiodent.cl/materiales_dentales/alginatos.pdf/2013 febrero 2013

14.- Síntesis y efecto antifúngico de AgNPs en materiales para impresiones dentales. C. Morales-Zavala¹, A. Acevedo-Contreras¹ G. Hernández Padrón², L.S. Acosta-Torres^{1,2*}.

15.- <http://html.rincondelvago.com/hidrocoloides.html> consultada el 9/04/2013/

16. - Orive, G., Ponce, S., Hernández, R.M., Gascón, A.R., Igartua, M., Pedraz, J.L. 2002. Biocompatibility of microcapsules for cell immobilization elaborated with different type of alginates. *Biomaterials*. 23:3825-3831.

17. - <http://www.patentesonline.com.mx/composiciones-de-alginato-siliconado-43075co.html> (28/01/2013)

18. <http://www.euroresidentes.com/futuro/nanotecnologia/diccionario/nanoparticulas.htm>/2013 Consultada en marzo del 2013

19.- Acosta-Torres LS, Bejarano EB, Mendieta-Trejo AI, Hernández-Padrón G, Castaño VM. (2011), "Efecto antifúngico de un PMMA/nanopigmentos con AgNPs". *Biomateriales en Odontología Actual*, 99 pp. 44-47.

20.- Nanodentistry: the Future of Dentistry Based on Nanotechnology Systems Mario Cantín L.*; Cristian Vilos O.** & Iván Suazo G.** Morfología, Departamento

de Ciencias Básicas y Biomédicas, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Talca, Chile.** Centro para el Desarrollo de la Nanociencia y Nanotecnología (CEDENA), Santiago, Chile. Fecha de consulta 2013

21.- Arvizu-Higuera, Hernandez-Carmona y Rodriguez-Montesinos.1997. Efecto del tipo de precipitación en el proceso de obtención de alginato de sodio Ciencias Marinas ,23(2); 195-207

22.- Diferencias de iluminación en diferentes tipos de resinas compuestas de nanopartícula Dra Isabel Ferreto, MS Dr David Lafuente, MS Dra Andrea Loría Masís, Dra Alejandra Rojas Alfaro

23.- Reyes-Tisnado, Hernandez-Carmona y Hernandez-Valenzuela. 1992. Reducción del consumo de agua dulce en el proceso de extracción de alginatos. Ciencias Marinas, 18(3); 105-124.

24.- Rodriguez G. Douglas R., Pereira S. Natalie A. Acta Odontológica Venezolana. Volumen 46 N° 3 2008

25.- Nanoparticulas en empastes dentales matan bacterias y regeneran los dientes <http://portalmedico.co/nanoparticulas-en-empaste-dentales-matan-bacterias-y-regeneran-los-dientes/>

26.- Revista digital Equipamiento médico y hospitalario Nanopartículas para reforzar los brackets transparentes de las ortodoncias (28/01/2013)

27. - Guo C, Liu H. y Katayma I. "Effect of hydroxyapatite toothpaste on vital tooth color". J Dental Res, Vol.81, Special Issue A (San Diego Abstracts), A-254, 2002.

28.- Valoración física de alginatos cromáticos. Estudio comparativo con alginatos experimentales Revista de la Asociación Dental Mexicana

Número1 Enero-Febrero 2006 Volumen 63.

29.- http://fo.odonto.unam.mx/posgrado/materiales/normas/norma_18.pdf/2013
Consultada en enero del 2013.

30.- Physical properties and compatibility with dental stones of current alginate impression materials. H. Murata, M. Kawamura, T. Hamada, H. Chimori, H. Nikawa Journal of Oral Rehabilitation Volume 31, Issue 11, pages 1115–1122, November 2004.

31.- Barceló EH. Un enfoque diferente al conocimiento de los alginatos. Separata de la Facultad de Odontología UNAM 1996; 17(12): 32-37.

García RMJ. Análisis comparativo de alginatos en base a pruebas físicas de desgarre, recuperación elástica y fuerza compresiva. Tesina Profesional. UNAM. Asesor Dr. Federico H. Barceló 1994.

32.- Gómez-Quintero T., Acosta-Torres L.S., Hernández-Padrón G., Campos P., de la Fuente, Castaño V.M. (2012) , “Nanopartículas con efecto antifúngico en prótesis dentales”, Ide@s CONCYTEG, 7 (87), 1101 – 1112 pp.

33.- <http://www.gro.cinvestav.mx/~ceramics/hibridos.htm> consultada el 9/04/2013

34.- Print version ISSN 1806-8324 Braz. oral res. vol.26 no.5 São Paulo Sept. /Oct. 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-83242012000500005>

Influence of delayed pouring on irreversible hydrocolloid properties DENTAL MATERIALS, Stéfani Becker Rodrigues; Carolina Rocha Augusto; Vicente Castelo

Branco Leitune; Susana Maria Werner Samuel; Fabrício Mezzomo Collares,
Dental Materials Laboratory, School of Dentistry, Univ Federal do Rio Grande do
Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, Brazil.