



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Comparación de dos pigmentos intrínsecos en la
estabilidad del color en silicón para prótesis maxilofacial

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

ESPECIALISTA EN PRÓTESIS MAXILOFACIAL

P R E S E N T A:

AMPARO STEFANNY ROMERO OYUELA

TUTOR: Mtro. OSMAR CHANES CUEVAS

ASESOR: Dr. JORGE GUERRERO IBARRA
Esp. VICENTE ERNESTO GONZÁLEZ CARDÍN
Esp. RENÉ JIMÉNEZ CASTILLO

Comparación de dos pigmentos intrínsecos en la estabilidad del color en silicón para prótesis maxilofacial

ROMERO-OYUELA A. STEFANNY*, CHANES-CUEVAS OSMAR †, GUERRERO-IBARRA JORGE §, GONZALES VICENTE*, JIMENEZ-CASTILLO RENE**,

RESUMEN

Introducción: Una prótesis maxilofacial busca reproducir de manera detallada las estructuras faciales ausentes derivada de un trauma y/o enfermedad; sin embargo, la decoloración gradual es una de las mayores limitantes en este tipo de rehabilitación protésica.

Materiales y Métodos: Se realizó una comparación entre dos tipos de pigmentación intrínseca (fibras flock y pigmentos factor II) para evaluar la estabilidad del color tras la irradiación con luz de xenón en cinco tiempos de exposición, la medición se realizó mediante un espectrofotómetro (Chinespec® HPG-2132, China), obteniendo los valores del sistema CIE L^*a^*b .

Resultados: El ΔE^* del grupo de factor II fue de 0.56 a 1.38 durante los cinco ciclos de irradiación con luz de xenón, mientras que el ΔE^* para el grupo de fibras flock fue de 1.03 a 2.48.

Conclusión: La pigmentación por factor II presentó mayor estabilidad de color en comparación con las fibras flock tras su irradiación con luz de xenón, no obstante se debe realizar más estudios para poder comprender mejor las variables que afecten la estabilidad de color.

PALABRAS CLAVES: Prótesis maxilofacial, estabilidad de color, pigmentación intrínseca.

*Residente Prótesis Maxilofacial, DEPeI, FO, UNAM.

†Laboratorio de Bioingeniería de Tejidos, DEPeI, FO, UNAM

§Laboratorio de Biomateriales Dentales, DEPeI, FO, UNAM

*Jefe del Servicio de Prótesis Maxilofacial, INCAN.

**Coordinador Prótesis Maxilofacial, DEPeI, FO, UNAM.

INTRODUCCION

En la actualidad diversas patologías, accidentes y/o enfermedades congénitas ocasionan la pérdida o mal formación de estructuras faciales. Una adecuada prótesis maxilofacial tiene como propósito reproducir de manera similar detalles como: color, forma, textura y translucidez, así como propiedades físicas y mecánicas de aquellos tejidos que serán reemplazados mejorando la apariencia y calidad de vida del paciente (1) (2).

Las coloraciones intrínseca y extrínseca implican un papel importante en el éxito de una prótesis maxilofacial, en la práctica clínica ambas coloraciones se utilizan para hacer coincidir la prótesis con el tono de piel del paciente. A diferencia de la coloración extrínseca, la coloración intrínseca establece el color básico y la translucidez de una prótesis maxilofacial y es menos vulnerable a las condiciones ambientales (3). Estudios recientes han reportado que la coloración intrínseca se realiza frecuentemente a través de pigmentos intrínsecos de la marca factor II, fibras flock de rayón y pigmentos derivados de minerales (4) (5), No obstante, el principal problema clínico que presentan dichas prótesis es su decoloración gradual. (6)

La decoloración de estas prótesis es causada por factores internos y externos; los factores internos implica una degradación del silicón incoloro, por lo general este desvanecimiento se debe a varias condiciones fisicoquímicas; mientras que los factores externos son principalmente: la luz solar (rayos UV), humedad y temperatura, las cuales afectan principalmente a la pigmentación intrínseca de la prótesis. La capacidad de resistir al cambio de color cuando se exponen a la luz solar durante un período prolongado, continúa siendo una de las características de rendimiento más deseable. (7)

Independientemente del tipo de silicón utilizado en la fabricación de una prótesis, su vida media generalmente varía de 6 meses a 1 año. (8)

Por otra parte se han realizado estudios que evalúan el cambio de color de pigmentaciones intrínsecas utilizándolos de manera individual (9) (10) (11) (12), esta evaluación la realizaron mediante el sistema CIE $L^* a^* b^*$ (Commission Internationale d'Eclairage), el cual describe las tres coordenadas del color (x, y, z) en 3 valores de referencia de L^* , a^* y b^* , ayudando cuantificar numéricamente las diferencias de color (13).

El objetivo de este estudio fue evaluar dos tipos de pigmentación intrínseca (fibras flock de rayón y pigmentos intrínsecos de la marca factor II) en la estabilidad del color después de haber sido expuestos a diferentes tiempos con irradiación de luz de xenón.

MATERIALES Y METODOS

2.1 Elaboración de muestras

2.1.1 Muestras hechas con fibras flock de rayón

Se mezclaron manualmente tres pigmentos de fibras flock de rayón; ocre (180 mg), café (56 mg), rojo (1 mg) y 850 mg de opacador (talco mennen) en 20 gr de un silicón tipo RTV hasta alcanzar una mezcla homogénea; posteriormente dicha mezcla fue colocada en una mufla de acero previamente moldeada en su interior con yeso tipo III teniendo las siguientes dimensiones: 17.5 mm largo x 15 mm ancho, 2 mm grosor y llevada a una prensa hidráulica;

la mufla se prensó a 10 psi durante 10 minutos y enseguida, la mufla fue colocada en una campana con ausencia de luz por 24 h para alcanzar la polimerización completa del silicón.

2.1.2 Muestras hechas con factor II

Mediante el KT-399: functional intrinsic II Kit (*Factor II Incorporated*) se utilizaron los colores "Burnt Sienna", "Red" y "Tan". Se agregaron sobre 20 gr de un silicón tipo RTV 8 gotas del color Burnt Sienna, 7 gotas del color Tan, 1 gota del color Red y 850 mg de un opacador (talco Mennen), se mezcló manualmente hasta alcanzar una mezcla homogénea; posteriormente esta mezcla fue colocada en una mufla de acero previamente moldeada en su interior con yeso tipo III teniendo las siguientes dimensiones: 17.5 mm largo x 15 mm ancho, 2 mm grosor y llevada a una prensa hidráulica; la mufla se prensó a 10 psi durante 10 minutos y enseguida, la mufla fue colocada en una campana con ausencia de luz por 24 h para alcanzar la polimerización completa del silicón.

2.1.3 Corte de muestras

Finalmente transcurrido las 24 h, las láminas de ambos grupos fueron retiradas de la mufla y con un suaje circular se obtuvieron las muestras en forma de disco (10 mm de diámetro, 2 mm de espesor); las muestras fueron almacenadas nuevamente en una campana con ausencia de luz hasta el inicio de la prueba de irradiación con luz de xenón.

2.2 Irradiación con luz de Xenón y medición de color

La lámpara de luz xenón que se utilizó fue de acuerdo a la norma ISO 7491, donde establece que dicha lámpara de xenón oscila con un color de temperatura entre 5000 K a 7000 K y con una iluminación a la muestra de 150 000 lux. Los dos grupos de estudio fueron expuestos a 5 tiempos de irradiaciones con luz de xenón dentro de una campana oscura, la cual se llevó a cabo durante 24 h continuas, cumpliendo periodos de tiempo de 24, 48, 72, 96 y 120 horas. La medición de color fue realizada antes y después de cada ciclo de irradiación con luz de xenón utilizando un espectrofotómetro (Chinespec® HPG-2132, China), obteniendo los valores del sistema CIE L*a*b*. Para calcular el cambio de color (ΔE) se empleó la siguiente formula: $\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$ donde:

ΔL^* = diferencia en luminosidad, Δa^* = diferencia en el valor a* (eje verde/rojo), Δb^* = diferencia en el valor b* (eje azul/amarillo)

Ya que no existen reportes sobre la percepción mínima en el cambio de color en prótesis faciales, para este estudio se eligió un ΔE^* de 1.0 como valor para determinar la percepción mínima en el cambio de color. (10)

$\Delta E^* \leq 1$ la diferencia de color no es apreciable.

$\Delta E^* > 1$ la diferencia de color si es apreciable.

RESULTADOS

Se calculó la media y desviación estándar de los valores L^* , a^* , b^* y ΔE^* obtenidos del espectrómetro (Chinespec® HPG-2132, China). Los valores L^* , a^* , b^* y la diferencia de color (ΔE^*) de los dos grupos de estudio fueron sometidos a una prueba de normalidad shapiro-wilk, y a una prueba de análisis de varianza (ANOVA) a dos vías. Las medias fueron comparadas mediante la prueba post hoc Tukey con un nivel de significancia <0.05 .

La tabla 1 muestra las medias y desviación estándar de los valores L^* , a^* , b^* y ΔE^* de los dos pigmentos intrínsecos utilizados (fibras flock y factor II) antes y después de haber sido expuestos a la irradiación con luz de Xenón en diferentes tiempos (inicial, 24, 48, 72, 96 y 120 horas).

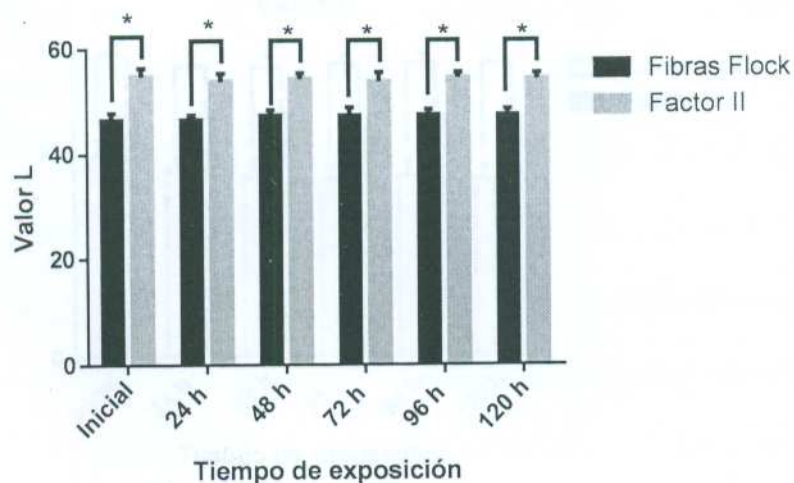
Tabla1.- Media y desviación estándar de los valores L, a, b, y ΔE^* de los dos pigmentos intrínsecos en diferentes tiempos de exposición con luz de xenón.

	L	a	b	ΔE^*
Fibras Flock				
Inicial	46.53 (1.28)	0.45 (.88)	9.86 (.70)	-----
24 h	46.50 (.92)	0.6 (.78)	9.16 (.59)	1.033 (.477)
48 h	47.25 (1.09)	0.56 (.84)	8.80 (.81)	1.461 (.588)
72 h	47.21 (1.55)	0.74 (.80)	8.65 (.63)	1.690 (.552)
96 h	47.36 (.99)	0.62 (.81)	8.81 (.80)	1.934 (.524)
120 h	47.33 (1.13)	0.59 (.82)	8.59 (.68)	2.488 (.642)
Pigmentos Factor II				
Inicial	54.81 (1.52)	5.62 (.88)	11.81 (.70)	-----
24 h	53.79 (1.54)	5.43 (1.29)	11.88 (.54)	0.564 (.220)
48 h	54.26 (.98)	5.58 (.92)	11.84 (.65)	0.717 (.273)
72 h	53.73 (1.70)	5.66 (.99)	11.46 (.69)	0.969 (.300)
96 h	54.35 (.97)	5.71 (.90)	11.71 (.71)	1.160 (.314)
120 h	54.14 (1.16)	5.72 (.93)	11.6 (.77)	1.387 (.337)

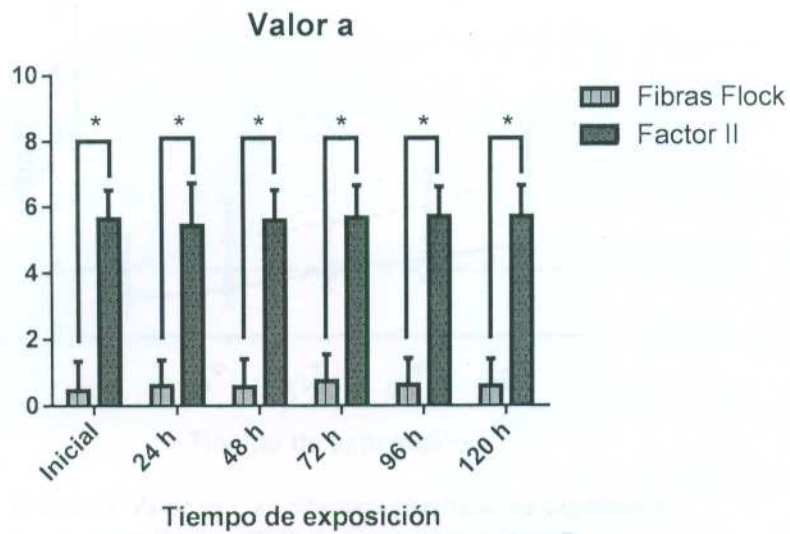
Los valores marcados en negritas son las muestras que fueron estables al cambio de color ($\Delta E^ \leq 1$)*

El ΔE^* de las muestras pigmentadas con fibras flock de rayón (gráfica 4) fue mayor al valor aceptable elegido desde el primer tiempo de irradiación con luz de xenón (24h), mientras que el ΔE^* de las muestra pigmentadas con factor II fue estable hasta las 72 h, posterior a ese tiempo el cambio de color superó el valor aceptable elegido.

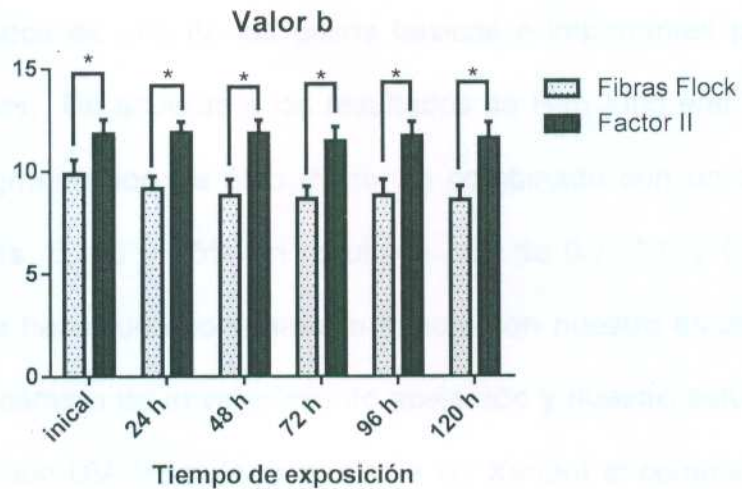
La prueba estadística ANOVA a dos vías mostró diferencias significativas entre los ΔE^* de las muestras pigmentadas con fibras flock de rayón y factor II ($p < 0.0001$). Posteriormente se aplicó una prueba post hoc Tukey ($\alpha = 0.05$) para comparar las medias de los ΔE^* de ambas pigmentaciones, observándose diferencias entre los ΔE^* durante todos los tiempos de exposición con luz de xenón. Las gráficas 1-3 muestran el comportamiento de los valores L^* , a^* y b^* en los diferentes tiempos de exposición, sus medias y desviación estándar se muestran en la tabla 1.



Gráfica 1. Valor de "L" en diferentes tiempos de exposición para las muestras de fibras flock y factor II

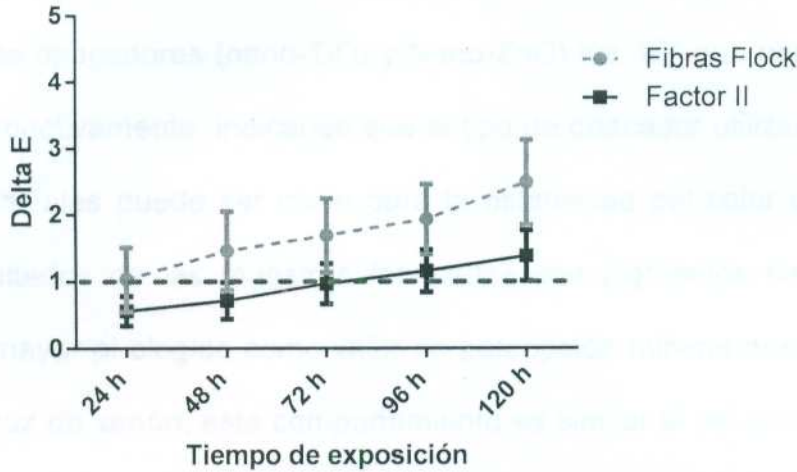


Gráfica 2. Valor de "a" en diferentes tiempos de exposición para las muestras de fibras flock y factor II



Gráfica 3. Valor de "b" en diferentes tiempos de exposición para las muestras de fibras flock y factor II

Pigmentaciones Intrínsecas



Gráfica 4. Valor de L en diferentes tiempos de exposición para las muestras de fibras flock y factor II

DISCUSIÓN

La coloración intrínseca es uno de los pasos básicos e importantes para la fabricación de prótesis maxilofaciales. De acuerdo a los resultados de Han Ying *etal* (12) donde obtuvo en sus muestras de pigmentación de óleo (factor II) combinado con un opacador de caolín a diferentes porcentajes: 5, 10 y 15% un resultado ΔE^* de 0.7, 1.0 y 0.7 respectivamente; y aunque no se puede hacer una comparación directa con nuestro estudio debido a que Han Ying *etal* utilizó una cámara de envejecimiento acelerado y nuestro estudio solo se evaluó un factor externo (radiación UV estimulado mediante luz Xenón) el comportamiento es similar al observado de nuestras muestras pigmentadas con factor II pues presentan una estabilidad del color hasta el tercer tiempo de exposición (72 h), esta estabilidad se puede deberse a que el contenido de aceite de los pigmentos factor II proporciona un grado adecuado de plasticidad y

produce un tipo de película de aceite que protege al pigmento (10). No obstante el mismo autor Han Ying et al (9) en otro estudio utilizando nuevamente pigmentos de factor II pero cambiando el tipo de opacadores (nano-TiO₂ y Nano-ZnO) los ΔE^* que obtuvo en ese estudio fue de 1.5 y 2.1 respectivamente, indicando que el tipo de opacador utilizado en la fabricación de prótesis maxilofaciales puede ser clave para la estabilidad del color de las mismas. Por otra parte los resultados de las muestras fabricadas con pigmentos fibras flock de rayón mostraron un ΔE^* mayor al elegido como valor de percepción mínima desde el primer tiempo de exposición a la luz de xenón, este comportamiento es similar al del estudio de Haug Steve P. et al (11) donde sus resultados muestran que el ΔE^* de sus muestra hechas con pigmentos fibras flock de rayón fueron superiores a 4.0, esta escasa estabilidad de color puede deberse a que las fibras flock se comportan como un pigmento tipo orgánico, los cuales al estar hechos de átomos de carbono e hidrogeno son más reactivos y menos estables al cambio de color (11) (10)

CONCLUSIÓN

Una de las limitantes más importantes de las prótesis maxilofaciales es el corto periodo de estabilidad del color, esto debido a la exposición constantemente de diferentes factores externos como temperatura, humedad pero principalmente a la luz solar (radiación UV), los cuales aceleran el proceso de degradación de la pigmentación en el silicón. Dentro de las limitantes de este estudio se puede concluir que tanto las pigmentaciones fibras flock de rayón como de factor II funcionan para realizar la pigmentación intrínseca de una prótesis maxilofacial, sin embargo debido a la naturaleza de los pigmentos de la marca factor II éstos

presentan mejor estabilidad del color que las fibras flock de rayón; No obstante se debe continuar con investigaciones que involucren otras variables que permitan comprender mejor la estabilidad del color para que con ello se pueda prolongar la vida media de las prótesis maxilofaciales.

Referencias

1. Kiat-amnuay S, Beerbower M, Powers J. Influence of pigments and opacifiers on color stability of silicone maxillofacial elastomer. *Journal of Dentistry*. 2009; 37(1): p. 45-50.
2. Craig R, Koran A, Yu R. Elastomers for maxillofacial applications. *Biomaterials*. 1980; 1: p. 112-117.
3. Hu X, Pan X, Johnston M. Effects of pigments on dynamic mechanical properties of a maxillofacial prosthetic elastomer. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2014; 112(5): p. 1298-1303.
4. Montgomery P, Kiat-Amnuay S. Survey of currently used materials for fabrication of extraoral maxillofacial prostheses in North America, Europe, Asia and Australia. *J Prosthodont*. 2010; 19: p. 1163-1168.
5. Hungerford E, Beatty M. Coverage error of comercial skin pigments as compared to human skin tones. *J Dent*. 2013; 41: p. 986-91.
6. Hatamleh M, Watts D. Effect of extraoral aging conditions on color stability of maxillofacial silicone elastomer. *J Prosthodont*. 2010; 19(7): p. 536-543.
7. Haddad MF, Goiato MC, dos Santos DM. Color stability of maxillofacial silicone with nanoparticle pigment and opacifier submitted to disinfection and artificial aging. *Journal Biomedical Optics*. 2011; 16(9): p. 095004-1.
8. Polyzois GL. Color stability of facial silicone prosthetic polymers after outdoor weathering. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1999; 82(4).
9. Ying H, YiMin Z. Color stability of pigmented maxillofacial silicone elastomer: Effects of nano-oxides as opacifiers. *J of Dentistry*. 2010; 38: p. 100-105.
10. Kiat-amnuay S, Mekayarajjananonth T, Powers JM, Chambers MS, Lemon JC. Interactions of pigments and opacifiers on color stability of MDX4-4210/type A maxillofacial elastomers subjected to artificial aging. *J*

Prosthet Dent. 2006; 95: p. 249-57.

11. Haug SP, Andres CJ. Color Stability and Colorant effect on maxillofacial elastomers Part III: Weathering effect on color. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1999; 81: p. 431-438.
12. Han Y, Powers JM, Kiat-amnuay S. Effect of opacifiers and UV absorbers on pigmented maxillofacial silicone elastomer, Part I: color stability after artificial aging. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2013; 109(6): p. 397-401.
13. Al-Harbi FA, Ayad NM, Saber MA, ArRejaie AS, Morgano SM. Mechanical behavior and color change of facial prosthetic elastomers after outdoor weathering in a hot and humid climate. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2015; 113(2): p. 146-151.