

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA II



TESIS DOCTORAL

Análisis espectrofotométrico del color gingival en una población estudio y establecimiento de agrupaciones y tipologías de individuos en relación al mismo

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTORA

PRESENTADA POR

María Josefa Calvo Box

Directores

Carlos Oteo Calatayud
Jesús Oteo Calatayud

Madrid, 2015



ANALISIS ESPECTROFOTOMÉTRICO DEL COLOR GINGIVAL
EN UNA POBLACIÓN ESTUDIO Y ESTABLECIMIENTO DE
AGRUPACIONES Y TIPOLOGÍAS DE INDIVIDUOS EN
RELACIÓN AL MISMO

María Josefa Calvo Box

Madrid, 2015

AGRADECIMIENTOS

A mis directores, Carlos por su eterno cariño, su amistad y apoyo incondicional tanto en lo profesional como en lo personal y Jesús por confiar en que este proyecto saldría adelante.

A todas las personas que han hecho posible que llegue este día:

- Ricardo, por no “abandonarme” cuando pudo hacerlo.
- M^a Carmen, porque sin su ayuda y cariño nunca hubiera podido terminarlo.
- Mónica y Carlos por ayudarme a ilustrar con imágenes el arduo texto.
- A Javier y Bea por invitarme a su casa y dedicarme su tiempo y su trabajo.
- A Carlos Elorza por estar siempre dispuesto a ayudar.
- A todos los pacientes y colegas que han formado parte de la muestra colaborando desinteresadamente.

A todos los profesores que enriquecieron mi vida con su docencia.

A todos aquellos familiares y amigos que me habéis insistido, apoyado y relevado a lo largo de estos años: a Lola, a Laura, a Gisela, a mis hermanos, cuñadas y sobrinos, a “mis dentistillas” y a mis compis de la URJC y la UCM.

A mi abuelo Antonio que, además de sus grandes enseñanzas de la vida, me enseñó a amar la Odontología.

A mi padre, porque aunque se fue demasiado pronto, dejó en nosotros la indeleble huella del amor, la integridad y el gusto por el trabajo bien hecho.

A mi madre porque todo lo que soy se lo debo a ella, a su amor sin límites, a su coraje, a su esfuerzo y a su eterna paciencia conmigo. Además, es en su casa donde siempre mantuvo mi mesa para escribir estas líneas.

A Héctor, por crecer a mi lado, compartir mis inquietudes y dar sentido a mi vida desde hace más de veinte años. Tu amor, tu ayuda y tu respeto por mi trabajo me han impulsado para llegar hasta aquí.

A mis hijos: Jaime (2012) y Roberto (2014) por las horas de dedicación que os he “robado” para trabajar en este proyecto cuando más me necesitabais. Nada es comparable al calor y ternura que recibo de vosotros.

Gracias a Dios por ser tan generoso conmigo

OS QUIERO

ÍNDICE

1. JUSTIFICACION	7
2. INTRODUCCIÓN	11
2.1. El tejido gingival	13
2.2. Técnica de restauración gingival mediante encía artificial	15
2.2.1. Estratificación del color gingival	17
2.3. Teoría del color	18
2.4. Determinación del color gingival en Odontología	19
2.4.1. Dimensiones del color aplicadas en Odontología	19
2.4.2. Propiedades secundarias. Fenómenos ópticos frente a la luz	20
2.4.3. Sistema de color CIELAB	21
2.5. Medición del color en Odontología	24
2.5.1. Sistemas subjetivos de selección del color gingival: guías de color	24
2.5.2. Sistemas objetivos/tecnológicos de selección del color gingival	25
3. HIPÓTESIS	27
4. OBJETIVOS	29
5. MATERIAL Y MÉTODO	32
5.1. Selección de la muestra	33
5.1.1. Criterios de inclusión / exclusión de los sujetos seleccionados	33
5.1.2. Criterios de inclusión / exclusión de los dientes y la encía de estudio	34
5.1.3. Localizaciones	36
5.2. Obtención de datos colorimétricos / espectrofotométricos	38
5.2.1. Especificaciones técnicas del Shadepilot	39
5.2.2. Control de variables ambientales	40
5.2.3. Secuencia de captura de imágenes	40
5.2.4. Obtención datos colorimétricos desde capturas espectrofotométricas	47
5.2.5. Análisis de fiabilidad	48
5.3. Análisis estadístico	52
5.4. Estudio óptico espectrofotométrico	58

6. RESULTADOS	59
6.1.RESULTADOS DEL ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LAS VARIABLES	
COLORIMÉTRICAS L*, a*, b*	60
6.1.1. Descripción de las variables colorimétricas obtenidas	61
6.1.2. Descripción de las variables colorimétricas en relación a las características individuales principales de los pacientes	61
6.1.3. Gráficos de interacción para L*, a* y b*	64
6.1.4. Descripción de las variables colorimétricas en relación a las características secundarias estudiadas	70
6.1.5. Relación entre las variables colorimétricas L*, a*, b* y su distribución en las distintas localizaciones estudiadas	74
6.1.6. Diferencias ópticas en relación a las variables colorimétricas L*, a* y b*	80
6.1.7. Resumen de los resultados del análisis multivariante de L*, a* y b*	84
6.2. RESULTADOS DE LOS GRUPOS DE COLOR GINGIVAL OBTENIDOS	86
6.2.1. Descripción de los grupos (clusters) de color gingival obtenidos:	90
<input type="checkbox"/> Color cluster 1: color gingival G1	90
<input type="checkbox"/> Color cluster 2: color gingival G2	93
<input type="checkbox"/> Color cluster 3: color gingival G3	96
<input type="checkbox"/> Color cluster 4: color gingival G4	99
<input type="checkbox"/> Color cluster 5: color gingival G5	101
<input type="checkbox"/> Color cluster 6: color gingival G6	105
<input type="checkbox"/> Color cluster 7: color gingival G7	108
6.2.2. Tablas y gráficas en relación a las variables principales y secundarias	111
6.2.3. Tablas de significación estadística	119
6.2.4. Diferencias ópticas	123
6.2.5. Resumen de los resultados con significación estadística de las agrupaciones de color gingival obtenidas	125
6.3. RESULTADOS DE LAS TIPOLOGÍAS DE INDIVIDUOS SEGÚN EL	
COLOR GINGIVAL OBTENIDOS	129
6.3.1. Resultados generales	129
6.3.2. Descripción de las tipologías de individuos:	131
<input type="checkbox"/> Tipología 1	131
<input type="checkbox"/> Tipología 2	134
<input type="checkbox"/> Tipología 3	137

□ Tipología 4	140
6.3.3. Tablas y gráficas en relación a las variables principales y secundarias	143
6.3.4. Tablas de significación estadística	151
6.3.5. Resumen de los resultados de las agrupaciones de tipologías de individuos en base al color gingival obtenidas	154
7. DISCUSIÓN	155
7.1. Introducción	
7.1.1. Color gingival	156
7.1.2. Relación con las guías de color gingival	157
7.1.3. Sistema de color CIELAB	158
7.1.4. Delta E: perceptibilidad y aceptabilidad en las diferencias de color	159
7.2. Método	162
7.2.1. Población seleccionada	162
7.2.2. Encía y localizaciones	162
7.2.3. Sistemas de medición	164
7.2.4. Captura de la imagen	168
7.2.5. Análisis de fiabilidad	168
7.2.6. Fotografías clínicas de uso comparativo	170
7.3. Resultados	171
7.3.1. Análisis estadístico	171
7.3.2. Delta E	172
7.3.3. Interpretación de los resultados	172
- Comparación de las variables L*, a* y b* en estudios de color gingival	172
- Comparación de estudios que obtienen agrupaciones de color gingival	175
- Comparación de estudios que obtienen tipologías gingivales de individuos	177
- Comparación de variables individuales en estudios de color gingival	177
7.4. Futuras investigaciones	184
8. CONCLUSIONES	186
9. BIBLIOGRAFÍA	189
10. ANEXO	201
Aprobación del comité ético de investigación clínica del Hospital Clínico San Carlos en su <i>informe dictamen protocolo favorable</i>	202
□ Resumen en inglés	203

JUSTIFICACIÓN

El tratamiento odontológico está orientado a restablecer la salud, la forma, la función y la estética de los dientes y los tejidos circundantes.

Desde el punto de vista estético el diente unitario no se puede separar de la encía adyacente. Desafortunadamente, hay algunas situaciones restauradoras/protésicas que tienen un elevado coste biológico, originando alteraciones en los tejidos duros y/o blandos.

Así pues, en la Odontología Estética actual se valoran dos aspectos fundamentales, lo que se denomina *White Esthetics* (estética blanca): en relación a la estética dentaria, y lo que se denomina *Pink Esthetics* en relación a la estética de los tejidos blandos que rodean a los dientes. Es importante conocer que la perfecta combinación de estos dos aspectos determinan el éxito de las restauraciones: si se consigue que las restauraciones cumplan estos parámetros estarán totalmente integradas.

Dentro del análisis estético que realizan autores que son referencia en Odontología Estética un buen número de parámetros están relacionados con la Estética Rosa (*Pink Esthetics*) (Magne y Belser, 2002; Fradeani, 2007). Integrando estos parámetros se puede concluir que:

a) Cuando se trata de **estética rosa en dientes unitarios** los parámetros a analizar son:

1. Salud gingival
2. Presencia de papilas (mesial/distal)
3. Simetría del margen gingival
4. Contorno del tejido blando (cénit gingival)
5. Color gingival
6. Textura gingival (sobre todo en casos de injertos de tejido blando)

b) La estética rosa en **restauraciones de dientes múltiples** no suele ser tan crítica ya que existe una integración global. El color y la textura de la encía en estas restauraciones múltiples tiene menos importancia. Los parámetros a valorar en estos casos son:

1. Salud gingival
2. Nivel de las troneras gingivales/ Presencia de papilas
3. Contorno del tejido blando (cénit gingivales)
4. Simetría de los márgenes gingivales
5. (Biotipo: puede orientar el tratamiento en diferentes direcciones)

c) Cuando se trata de casos de **implantes** hay dos autores fundamentales que hablan del análisis estético gingival: Fürhauser (2005), que incluye siete parámetros a valorar en relación a la encía de los dientes adyacentes.

1. Presencia y forma de la papila mesial
2. Presencia y forma de la papila distal
3. Nivel del margen gingival (altura del cémit)
4. Forma/anatomía del margen gingival (contorno tejido blando)
5. Hueso alveolar (si existe déficit)
6. Color gingival
7. Textura gingival

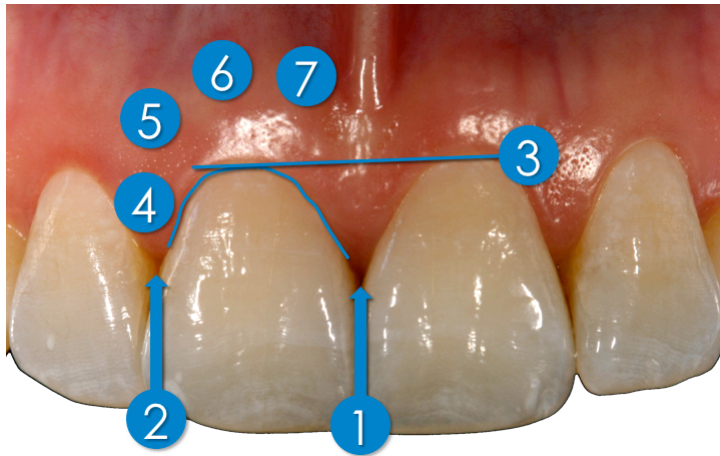


Figura 1. Parámetros del análisis estético gingival

Y Belser et al. (2004 y 2009), que lo reducen a cinco parámetros:

1. Presencia y forma de la papila mesial
2. Presencia y forma de la papila distal
3. Curvatura de la mucosa vestibular (perfil de emergencia)
4. Nivel de la mucosa vestibular (simetría)
5. Convexidad/color/textura del tejido blando

A partir de estos estudios se concluye la importancia actual de los tejidos blandos en la integración de las restauraciones estéticas. Tjan y Miller (1984) describieron que el 80% de la población muestra parte de la encía cuando sonríe, lo que sumado a la elevada demanda estética actual de los pacientes, demuestra la importancia de la estética gingival.

JUSTIFICACIÓN

No obstante a pesar de los últimos avances en cirugías regenerativas periodontales y periimplantarias, el restablecer completamente y de una forma predecible los contornos de los tejidos duros y blandos en casos de defectos tridimensionales es todavía un reto.

Se han desarrollado en los últimos 15 años múltiples procedimientos quirúrgicos y ortodóncicos para restablecer la arquitectura tridimensional alrededor de los dientes: injertos de tejidos duros y blandos, extrusiones/extracciones ortodóncicas, pero los resultados a veces son todavía impredecibles. Existen complicaciones sobre todo a nivel vertical, incluyendo la papila y los márgenes gingivales que son las áreas estéticamente más críticas de la encía (Ishikawa-Nagai et al., 2007; Ishikawa, Salama y Funato, 2010).

Por eso hay que plantear la “reconstrucción gingival protésica” (Coachman et al., 2009 y 2010) mediante el empleo de materiales restauradores de aspecto y color gingival, como una alternativa válida en los casos de poca certeza de resultados válidos con cirugías o para aquellos pacientes que no quieren someterse a múltiples cirugías regeneradoras, sobre todo en casos de implantes que son los más críticos.

Bien indicada la restauración gingival protésica puede ser más predecible que la cirugía a la hora de recuperar perfiles de emergencia y papilas en situaciones complejas y además permite restablecer la estética de los tejidos blandos de una forma sencilla, reproduciendo la forma, el color y la textura de la llamada *estética rosa*.

El problema es que, una vez descrita la importancia que los factores en relación a la encía de los dientes (sobre todo anteriores) tiene en la Odontología Estética actual, desde el punto de vista restaurador, existe un gran desconocimiento de la forma, el color y la textura de la encía que rodea a los dientes naturales. Así pues, a la hora de plantear una restauración gingival protésica, el estudio de las propiedades ópticas gingivales es un factor fundamental para poder reproducir la encía protésicamente.



Figuras 2 y 3. Caso clínico tratado con restauración gingival protésica

INTRODUCCIÓN

“El verdadero arte supone el estudio final de la naturaleza por parte del artista” (Williams, 1911).

El profesional de la Odontología Restauradora debe copiar la naturaleza hasta el más mínimo detalle. Esto determina la importancia que actualmente tienen los tejidos blandos en la integración de las restauraciones estéticas tanto dentarias (por el efecto de contraste de los tejidos adyacentes) (Wang, Lin y Gil, 2013) como gingivales (cuando existe compromiso gingival). Sin embargo, en contraste con los grandes avances prostodóncicos acontecidos para lograr la máxima integración a nivel dentario (*White Esthetics*), la estética de los tejidos blandos que rodean los dientes (*Pink Esthetics*) a nivel protésico está evolucionando mucho más lentamente (Schnitzer, Turp y Heydecke, 2004).

Un posible origen de esta lenta evolución es la falta de suficientes estudios realizados directamente sobre pacientes y que analicen las características naturales de los tejidos blandos. Heydecke, Schnitzer y Turp (2005) ya destacan que no se encuentran estudios científicos que analicen el color gingival, lo que supone que no existen guías de color gingival referenciadas en los colores naturales de los tejidos blandos intraorales en humanos.

Al revisar los escasos estudios existentes que tratan sobre el color gingival se observa que, independientemente de los problemas asociados a la medición del color, presentan métodos poco controlados, bajos niveles de evidencia científica y tamaños muestrales muy pequeños.

Clásicamente el color de la encía sana se ha clasificado por colores representativos, como rosa pálido (*pale pink*), rosa coral (*coral pink*), rosa oscura (*dark pink*) (Dummett, 1960), púrpura (*purple*) (Heydecke, Schnitzer y Turp, 2005) y marrón claro u oscuro (*light or dark brown*) (Oluwole, 2010). Otros autores y muchas casas comerciales que distribuyen porcelanas o resinas compuestas de color gingival definen también seis colores representativos: rosa pálido (*light pink*), rosa (*pink*), rojo (*red*), naranja (*orange*), púrpura claro (*light purple*) y marrón oscuro (*dark brown*) (Wang, Lin y Gil, 2013), sin que existan referencias claras de si estas definiciones tienen una correspondencia clínica en pacientes (Schnitzer, Turp y Heydecke, 2004). De hecho, autores fundamentales en la investigación del color en Odontología, como Paravina y Powers (2004), describen que parece que el rango de color en los tejidos gingivales puede ser incluso más amplio que el rango de color dentario, por lo que manejar sólo algunos colores universales de encía artificial puede ser insuficiente para reproducir los tejidos gingivales.

2.1. EL TEJIDO GINGIVAL

La **encía** es la porción de mucosa oral que rodea y está adherida al cuello de los dientes y al hueso alveolar.

Anatómicamente presenta tres zonas diferenciadas (Bartold, Walsh y Narayanan, 2000):

- La **encía adherida/insertada**: es la parte que está directamente relacionada con el hueso alveolar subyacente y el diente. Presenta una textura granulada y una altura variable de 0 a 6mm.
- La **encía marginal libre**: corresponde a la estrecha porción de mucosa que no está en relación con tejido duro subyacente y se encuentra situada coronal a la encía adherida. Se adapta al cuello del diente y es más estrecha, con una altura media de 0,5-2,5mm.
- La **encía interdental** es la parte de la encía entre dos dientes adyacentes. Está formada por la parte de papila vestibular y palatina con una depresión bajo el punto de contacto entre dos dientes: la papila interdental en dientes anteriores o col interdental en dientes posteriores.

En cuanto a su *localización*, en relación al tejido gingival que rodea a los dientes anteriores y que, en condiciones normales, puede requerir una **reconstrucción gingival protésica** destacan dos zonas diferenciadas: la **zona vestibular de la encía queratinizada (encía libre** correspondiente al margen gingival y **encía adherida)** y la **zona de las papilas interdentales**. Se excluyen por tanto las regiones correspondientes a la mucosa alveolar y la línea/unión mucogingival que, por la distancia que presentan respecto a los dientes no suelen ser restauradas artificialmente en casos de reconstrucciones gingivales protésicas salvo en casos de prótesis removible, y que suele presentar un color rojo-azulado brillante más oscuro y variable que la encía queratinizada (Zimmmerman, Pomerantz y Sanfacan, 1982).

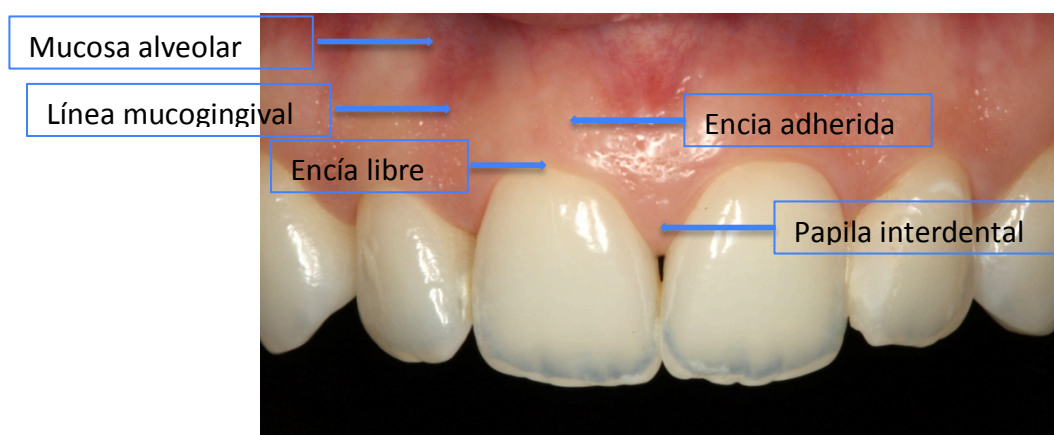


Figura 4. Anatomía de la encía maxilar anterior

La literatura científica demuestra que existe una elevada variabilidad intraindividuo e interindividuo en relación a las dimensiones tanto en anchura, en altura como en espesor a nivel de la encía vestibular (Olsson y Lindhe, 1991; Vandana y Savitha, 2005):

- La altura gingival correspondiente a la anchura de la banda de encía queratinizada, corresponde a la distancia, medida a nivel de la zona media vestibular de los dientes, entre el margen gingival y la unión mucogingival y presenta una altura aproximada de 4 a 6mm (Chou et al., 2008; De Rouck et al., 2009)

- La encía interdental es la parte de la encía entre dos dientes adyacentes. Siempre presenta encía libre y encía adherida y su forma tridimensional viene determinada por el espacio formado a nivel gingival entre los márgenes y el tipo de contacto entre dos dientes adyacentes. En los dientes anteriores, la encía interdental se denomina **papila interdental** y desde vestibular y palatino/lingual tiene forma triangular (cuña) con un único vértice, debido al estrecho contacto existente en los dientes anteriores y su altura corresponde a la distancia entre la punta más coronal de la papila y la línea que conecta los puntos más apicales del margen gingival (cénit) entre dos dientes adyacentes (Olsson, Lindhe y Marinello, 1993). En los dientes posteriores, que presentan un área de contacto más ancha, la forma que se observa desde vestibular y palatino/lingual también es triangular con un vértice, pero entre el vértice de vestibular y el vértice de palatino se forma una depresión que se denomina **col interdental**. Cuando los dientes están separados, la papila o el col disminuyen de altura o desaparecen y es frecuente observar una encía plana, sin forma triangular.

Debido a la gran variabilidad entre individuos en relación a los tejidos gingivales no existen dimensiones concretas de la altura apico-coronal de estas dos zonas descritas, sino estudios que refieren una media y una desviación estándar de estos valores. En el estudio de Chou et al. (2008) sobre 112 pacientes, se describe una media de 5,96mm (D.E: 1,18) correspondiente a la altura apico-coronal de la banda de encía queratinizada y de 6,65 (D.E: 0,81) correspondiente a la altura de la papila.

En cuanto al **color del tejido gingival** se ha descrito que depende de la intensidad de la melanogénesis, de la raza del individuo (Oluwole, 2010), de la presión sanguínea, de la posible inflamación gingival, del grado y profundidad de la epitelización del tejido, así como de la vascularización que éste presente (Dummett, 1960; Kleinheinz, Büchter y Fillies, 2005; Bayindir et al., 2009; Van Brakel, Noordmans, Frenken, 2011).

Los melanocitos se encuentran en el estrato basal del epitelio oral y producen la melanina, un pigmento caracterizado por presentar una tinción especial. Este pigmento se acumula dentro de los melanocitos en forma de pequeños gránulos denominados melanosomas. Aunque la pigmentación por melanina no suele ser muy acusada en la encía, existen variaciones del grado de pigmentación en las diferentes regiones de la mucosa oral y entre individuos y razas. Estas diferencias dependen de:

- El tamaño y grado de ramificación de los melanocitos (más que del número absoluto de estas células).
- El número y grado de dispersión de los melanosomas.
- El grado de melanización de los melanocitos.
- La tasa de degradación del pigmento.

No obstante es posible que existan otros factores intrínsecos o extrínsecos de los individuos que puedan influir sobre la coloración definitiva de los tejidos gingivales.

2.2. TÉCNICA DE RESTAURACIÓN GINGIVAL MEDIANTE ENCÍA ARTIFICIAL

La técnica odontológica para la restauración de los tejidos blandos consiste en la sustitución de la encía del paciente, ya sea por déficit o por mejora tanto en el aspecto estético, funcional (fonación) o higiénico, por materiales restauradores.

Si bien es cierto que las técnicas de restauración a nivel dentario han evolucionado enormemente a lo largo de las dos últimas décadas, las técnicas de reposición de tejidos gingivales no han evolucionado al mismo ritmo, debido a que los materiales empleados no permiten una caracterización tan individualizada del color y la textura gingival lo que en ocasiones supone que la línea de transición entre la restauración gingival y el tejido blando no se mimetice y estéticamente no se consiga una buena integración (Heydecke, Schnitzer y Turp, 2005).

Las restauraciones gingivales mediante encía artificial tienen las siguientes indicaciones (Coachman et al., 2009 y 2010):

- Restauración estética de segmentos gingivales en prótesis fija con déficit gingival y/u óseo
- Restauración estética en prótesis sobre implantes
- Recubrimiento gingival en prótesis "semifijas" (ej. coronas telescópicas)
- Caracterización de prótesis removibles

Tradicionalmente esta restauración o prótesis gingival puede hacerse con resina acrílica (prótesis parciales, prótesis completas, prótesis híbridas, sobredentaduras), cerámica, resina compuesta o con una combinación de cerámica y resina compuesta para disminuir el número de cocciones y facilitar las reparaciones en clínica.

Esta última técnica combinada de cerámica y resina compuesta de aspecto y color gingival para su empleo en prótesis fija sobre dientes y, sobre todo, sobre implantes, se denomina “**reconstrucción gingival protésica**” y ha sido descrita detalladamente por los autores Coachman, Salama y Garber (2009 y 2010). Es una alternativa válida para restablecer la estética de los tejidos blandos de una forma predecible, reproduciendo la forma, el color y la textura de la llamada *estética rosa*.

Hay que conocer las indicaciones y los procedimientos que requiere esta técnica para planificarla desde la primera visita y conseguir los máximos resultados. Las ventajas e inconvenientes que presenta son:

Ventajas:

1. Mejora la predictibilidad de las restauraciones estéticas a nivel de integración entre estética rosa/estética blanca. A veces esta técnica es la más predecible a la hora de restablecer proporciones corono-radicales, mantener los ejes dentarios en la posición correcta respecto a la arcada dentaria, recuperar perfiles de emergencia y papilas en situaciones complejas y mantener el soporte labial.
2. Reduce la necesidad de tratamientos quirúrgicos complejos, sobre todo en casos de implantes.
- 3 Mejora el confort intraoral y el sellado fonético gracias a la transición suave y uniforme entre los tejidos blandos y la encía protésica.
4. Simplifica los procedimientos clínicos, lo que disminuye el coste y el tiempo de tratamiento.
5. Permite, en algunos casos, compensar relaciones maxilo-mandibulares inadecuadas.

Inconvenientes:

1. Requiere explicarle adecuadamente el plan de tratamiento al paciente para que no compare la reconstrucción gingival protésica con una prótesis removible.
2. Requiere citas de mantenimiento individualizadas y disciplina en la higiene del paciente; aunque esta desventaja se minimiza si las cirugías de implantes, injertos y la restauración están diseñadas específicamente siguiendo esta técnica.

En relación al diseño de la restauración o prótesis gingival, Coachman, Salama y Garber (2009 y 2010) describen cómo la Odontología de implantes que en los años 1990 estuvo “bone and surgically driven” (guiada por la disponibilidad ósea), pasó en la década de los 2000 a estar “gingiva and restoratively driven” (guiada por la encía y la prótesis) y va a evolucionar a estar “*prosthetic gingiva-driven*” (guiada por la encía artificial) *en casos clínicos complejos*.

El aspecto fundamental para indicar una restauración gingival mediante encía artificial es tenerlo en consideración desde el diagnóstico y así lograr una correcta integración estética y evitar que sea una reparación de un tratamiento mal realizado.

2.2.1. Estratificación del color gingival

En la encía natural, aunque existen áreas con un tono muy homogéneo, se diferencian las zonas ya descritas con características propias de cada localización: encía adherida, encía marginal libre y encía interdental (aparte de la mucosa alveolar y la línea mucogingival).

Las restauraciones gingivales acrílicas, de resina compuesta y de porcelana deben por tanto ser estratificadas y confeccionadas de forma similar al tejido natural, estableciendo un mapa de color que reproduzca las distintas zonas de color gingival visibles.

Así pues, los sistemas restauradores gingivales más actuales del mercado se presentan en distintas masas que permiten ofrecer una secuencia de capas aproximada, similar a la estratificación de los tejidos naturales:

- Masas base o masas de cuerpo: determinan básicamente el tono-croma de la restauración.



Figura 5. Masas base color gingival

- Masas modificadoras del color para las capas intermedias, creando efectos rojizos (vetas, vasos sanguíneos), azulados, amarillentos o blanquecinos.



Figura 6. Masas modificadoras del color gingival

- Masas translúcidas, crean un efecto de translucidez y profundidad en función del grosor de capa que le aporta naturalidad a los tejidos gingivales (Bruguera, 2002).

Además de los motivos puramente anatómicos, los dientes y la encía naturales presentan una apariencia cambiante dependiendo de la luz que incide sobre ellos. Por este motivo en Odontología Restauradora es fundamental conocer cómo funciona el sistema luz-color y cuáles son las propiedades ópticas que presentan tanto la encía natural como los materiales restauradores, con el fin de realizar restauraciones que reproduzcan lo más fielmente posible a la naturaleza.

2.3. TEORIA DEL COLOR

La teoría del color se inició con Isaac Newton quien en torno al 1666 hizo pasar un haz de luz a través de un prisma de cristal y observó cómo la luz se dividía en seis colores o longitudes de onda: rojo (620-760nm), naranja (580-620 nm), amarillo (560-580 nm), verde (490-560 nm), azul (430-490 nm) y violeta (380-430 nm).

El espectro de luz visible va aproximadamente de los 380 a los 760 nm. Por debajo de los 380 nm se encuentra el rango ultravioleta y por encima de los 760 nm el rango infrarrojo, que no son perceptibles por el ojo humano.

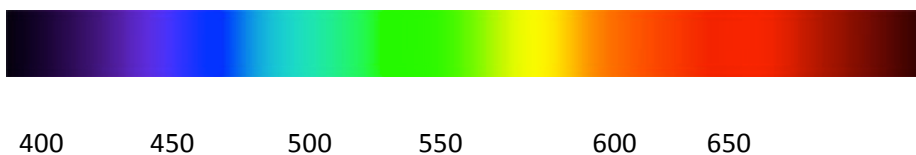


Figura 7. Espectro de luz visible

La relevancia del descubrimiento de Newton fue que la capacidad de colorear todo lo que se ve está en la luz y no en los objetos. Se requiere, por tanto, la interacción de tres elementos fundamentales para la percepción del color: un **objeto**, un **observador** (ocular o instrumental) y una **fuentes de iluminación** (Brewer, Wee y Seghi, 2004). Así, cuando un haz de luz blanca es emitido y alcanza un objeto, los pigmentos de éste pueden hacer tres cosas:

- Absorber todos los haces de luz, obteniendo el color negro, la ausencia de luz.
- Reflejar todos los haces de luz, obteniendo el color blanco, la luz es blanca.
- Absorber unos haces de color y reflejar o transmitir otros, obteniendo el color resultante de la mezcla de los haces reflejados o transmitidos.

2.4. DETERMINACIÓN DEL COLOR GINGIVAL EN ODONTOLOGÍA

Independientemente de los escasos estudios al respecto, el color gingival es difícil de determinar porque está influido por múltiples variables:

- La encía natural está formada por varios estratos y cada uno corresponde a un tejido con una estructura interna diferente.
- Cada tejido tiene un color, una saturación, un valor y una translucidez diferentes, que varía en función del espesor gingival.
- La percepción del color varía dependiendo de muchos factores que influyen en la pigmentación gingival, algunos intrínsecos (ej. sexo, edad, tipo de piel, contenido en melanina, morfología de superficie, cambios relacionados con la situación hormonal, la presión arterial o la inflamación gingival del paciente) (Heydecke, Schnitzer y Turp, 2005; Bayindir et al., 2009) y otros extrínsecos (ej. iluminación, presencia de restauraciones dentarias adyacentes, implantes) (Takeda et al., 1996).
- Las guías de color empleadas como referencia en Odontología no corresponden exactamente con los colores de la encía natural, ni de los materiales restauradores empleados para restaurarla (Hasegawa, Ikeda y Kaxaguchi, 2000).

2.4.1. Dimensiones del color aplicadas en Odontología

En 1929 el Profesor Albert H. Munsell describió un sistema para ordenar e identificar los colores basado en tres dimensiones: tinte, saturación y valor (Munsell, 1929). Estas dimensiones del color se aplican de igual modo en Odontología a partir de 1931 (Clark, 1931).



Figura 8. Sistema de color de Munsell

Tinte (*hue*)

El tinte o tonalidad cromática se refiere al “nombre” del color. Describe los pigmentos que caracterizan al diente, la encía o la restauración y se corresponde con la longitud de onda de la luz reflejada o transmitida por los objetos.

En la encía natural su tonalidad se encuentra en el intervalo del rojo-rosa-púrpura-marrón y depende del tipo de pigmento contenido en los melanocitos.

Saturación (*chroma*)

Se define como la intensidad cromática o concentración de un color y permite comparar colores del mismo tinte.

En relación a la encía natural nos permite diferenciar colores dentro del mismo tinte, por ejemplo rosa, rosa claro, rosa oscuro, y está influida por el grado de melanización de los melanocitos.

Valor (*value*)

Se define como luminosidad y es la cantidad de luz que refleja o absorbe un color, la cantidad de blanco o gris que muestra. Es la dimensión del color más perceptible por el ojo humano.

En la encía natural el valor permite diferenciar colores más pálidos o más oscuros, por ejemplo rosa pálido (*pale pink*) o rosa oscuro (*dark pink*) (Dummett, 1960) y depende fundamentalmente del grado de epitelización de los tejidos, así como de la translucidez y el espesor total del tejido gingival.

2.4.2. Propiedades secundarias. Fenómenos ópticos frente a la luz

El efecto policromático que presenta la encía natural se debe a la anatomía y vascularización de los múltiples tejidos que la conforman, que condicionan no sólo las cualidades de tinte, saturación y valor, sino también otros parámetros que actúan como efectos ópticos modificando el color gingival definitivo: la variación de translucidez, la morfología o textura de superficie y el espesor del tejido.

Translucidez

Supone el grado en que la luz visible es transmitida a través de un cuerpo, más que absorbida o reflejada. Permite el paso de luz pero la dispersa, por lo que los objetos no pueden verse

claramente a través del material. Se describe como un estado intermedio entre la completa opacidad y la transparencia.

A nivel gingival la translucidez viene determinada por la forma en que la luz es reflejada o refractada por la encía y por lo tanto depende fundamentalmente del espesor gingival. Puede estar influenciada por tanto por el biotipo gingival, el color de la raíz dentaria subyacente, la presencia o no de hueso alveolar, etc. (Takeda et al., 1996).

En Odontología, cuando el color de una restauración se combina con una adecuada translucidez del mismo, la restauración quedará más integrada con los tejidos adyacentes.

Morfología de superficie

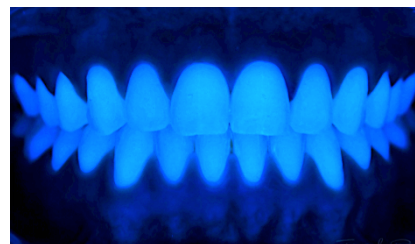
Las características de la superficie gingival y de los materiales restauradores tienen gran repercusión en la percepción del color ya que determinan los fenómenos de reflexión de la luz. Así, cuando la luz incide en una superficie lisa, los rayos reflejados son paralelos y la superficie parece más translúcida, en cambio cuando la superficie es rugosa, los rayos reflejados se dispersan y la superficie parece más opaca.

En la encía natural la morfología de superficie tiene gran repercusión en la percepción óptica del color gingival debido a la variabilidad en la textura que puede presentar, desde superficies muy lisas y brillantes a superficies muy rugosas con formas punteadas o “en piel de naranja”.

Hay otras propiedades ópticas que presentan los dientes naturales y que no se observan en la encía natural como son la fluorescencia, la opalescencia o la iridiscencia.

Se observa la ausencia de fluorescencia en la encía natural

Figura 9. Fluorescencia en tejidos orales
(Fotografía cedida por Dr. Fernando Rey)



2.4.3. Sistema de color CIELAB

B. Clark en 1931 (Clark, 1931 y 1933) introduce el sistema del color de Munsell en Odontología. El problema que presenta este sistema en su aplicación odontológica es que fue diseñado en base a superficies y cuerpos opacos, mientras que los dientes y los tejidos gingivales son translúcidos.

INTRODUCCIÓN

Los datos de color en investigación se expresan fundamentalmente de acuerdo con el Sistema de color CIELAB (CIE: *Comisión Internationale de l'Éclairage*: Comisión Internacional de Iluminación 1976, publicado en 1978) que obtiene una esfera de color en base a cálculos matemáticos sobre tres variables independientes: L^* , a^* y b^* , y permite hacer comparaciones cuantitativas de color (O'Brien, 1990). Donde:

- L^* : se refiere a la coordinada luminosidad, el valor (0 para el perfecto negro y 100 para el perfecto blanco).
- a^* : coordinada de cromaticidad en el eje rojo-verde (valores positivos indican una posición en el rango de los rojos y valores negativos en el rango de los verdes).
- b^* : coordinada de cromaticidad en el eje amarillo-azul (donde valores positivos indican una posición en el rango amarillo y valores negativos en el rango azul).

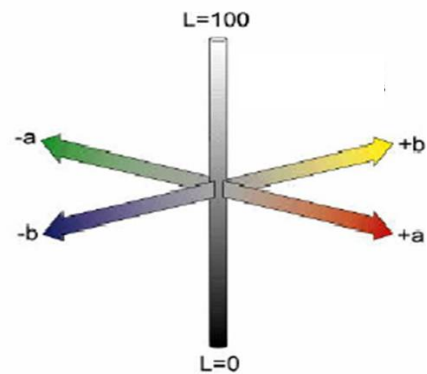


Figura 10. Sistema de color CIELAB

La visión humana es más sensible a los cambios de luminosidad (coordinada L^*) que a los cambios de cromaticidad (coordinadas a^* y b^*) (Brewer, Wee y Seghi, 2004; Lindsey y Wee, 2007; Ruppertsberg, Bloj y Hurlbert, 2008), debido a que en la retina se presentan una media de 130 millones de bastones (células receptoras de la luminosidad) frente a unos 7 millones de conos (células receptoras del color).

El *espacio cromático gingival* en este sistema se encuentra definido entre $+a$ y $+b$ (Gozalo-Díaz et al., 2007) debido a que el color que presenta la encía natural se encuentra en el intervalo del rojo, rosa, amarillento.

Está demostrado en la literatura óptica que las variables L^* , a^* y b^* permiten cuantificar de forma objetiva las propiedades colorimétricas e incluso funcionales de los tejidos, como el grado de perfusión sanguínea, de oxigenación y de cicatrización de los mismos (Van Brakel et al., 2011).

A partir de las variables colorimétricas descritas L^* , a^* y b^* , y para permitir la comparación entre colores diferentes se establece el **parámetro diferencia/cambio de color (ΔE^*)** que integra los tres parámetros de color en la siguiente fórmula (CIE 1976):

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

donde ΔL^* , Δa^* y Δb^* corresponden a las diferencias en los valores L^* , a^* , b^* entre distintos colores.

A partir de este parámetro *diferencia de color* (ΔE^*) y su correspondencia con las variaciones de color que percibe el ojo humano, se trata de establecer si las diferencias de las variables L^* , a^* y b^* son clínica y ópticamente perceptibles y relevantes.

Se considera el estándar para hacer mediciones de color porque se obtiene a partir de los tres parámetros de color: L^* , a^* , b^* , de modo que un color varía respecto a otro a cuando se modifican una o más de estas tres variables. Cuanto menor sea el valor de ΔE^* , más parecidos son los colores que se comparan (Chu, 2002).

El concepto *diferencia de color* (ΔE^*) está ampliamente contrastado y divulgado en la literatura científica, pero es un concepto muy controvertido en la literatura ya que el valor de ΔE en unidades CIELAB es un continuo, por lo que es complicado definir con exactitud a partir de qué valor las diferencias entre dos colores son o no perceptibles o aceptables.

Perceptibilidad se refiere a la simple detección de diferencias de color entre un diente y una restauración o en este caso entre el color gingival que presenta un individuo o una localización concreta respecto a otro individuo o localización.

Aceptabilidad se refiere a la diferencia de color que sería aceptable para que una restauración se integre y no requiera ser modificada, en el presente estudio, una restauración que incorpore encía artificial.

Como estándar, según los principales estudios clínicos revisados (Johnston y Kao, 1989; Douglas, Steinhauer y Wee, 2007), se describe que para dos colores que se comparan visualmente por el ojo humano *en condiciones clínicas*:

- Un ΔE entre **0-1** supone que los colores se perciben **ópticamente iguales con una correspondencia óptica excelente** (Johnston y Kao, 1989; O'Brien, Groh y Boenke, 1990, Ishikawa-Nagai et al., 2007).
- Un ΔE entre **1-2,6** (Douglas, Steinhauer y Wee, 2007)/**3,7** (Johnston y Kao, 1989) supone que los colores comparados presentan una diferencia de color ópticamente perceptible, pero son **colores similares con una correspondencia buena y aceptable**. Sobre todo si $\Delta L^* < 2$, en estos casos el valor de ΔE^* puede llegar hasta 4.00 antes que la mayor parte de las personas pueda notar la diferencia.

- Un **ΔE por encima de 5, 5** (Douglas, Steinhauer y Wee, 2007) **y de 6,8** (Johnston y Kao, 1989) supone que los **colores** comparados presentan una **diferencia de color no aceptable**.

No obstante la ausencia de literatura sobre los valores de perceptibilidad y aceptabilidad en relación al color de los tejidos blandos supone una limitación importante en todos los estudios del color gingival (Van Brakel et al., 2011).

2.5. MEDICIÓN DEL COLOR EN ODONTOLOGÍA

El proceso de reproducción del color para confeccionar una restauración estética predecible requiere una fase de selección de color, basada en la anatomía, las propiedades ópticas y la policromía del tejido gingival natural, y otra fase de duplicación del mismo.

La medición del color dental y gingival de la forma más objetiva y reproducible posible es uno de los mayores retos en Odontología Restauradora.

La solución a este problema requiere en primer lugar obtener unos valores de color exactos que puedan servir como referencia al reproducirlos en materiales restauradores. En este sentido la industria dental ha evolucionado notablemente en su aplicación sobre el color dentario, pero en cuanto al color gingival hay muy poco progreso (Gozalo-Díaz et al., 2007).

Existen dos sistemas básicos de determinación del color gingival que incorporan distintas técnicas no excluyentes, sino complementarias:

2.5.1. Sistemas subjetivos de selección del color gingival: guías de color

Son técnicas que comparan el color gingival a determinar con un patrón estándar o una referencia de un material restaurador. Son los sistemas más comúnmente empleados en Odontología, pero indudablemente no son reproducibles ni permiten obtener resultados consistentes (Culpepper, 1970; Terry, 2004). Están limitados por los factores asociados a la fuente de iluminación, al objeto y al observador que influyen en la percepción del color (Knispel, 1991; Chu, 2003).

Es importante seleccionar guías de color que se ajusten al material que se va a emplear en la restauración (resina acrílica, resina compuesta o cerámica) y que permitan valorar una estratificación por masas y espesores similares a la del tejido natural.

2.5.2. Sistemas objetivos / tecnológicos de selección del color gingival

Son técnicas desarrolladas fundamentalmente en los últimos quince años que incorporan instrumentos de medición del color que tratan de representar los colores del espectro visible de una forma numérica para obtener valores uniformes, reproducibles y precisos independientemente de las condiciones ambientales de luz y color y que minimizan, por tanto, los errores humanos de percepción (Seghi, Johnston y O'Brien 1986; Lehmann, Devigus e Igiel, 2011). Los más empleados en Odontología son:

Fotografía digital

La fotografía digital aunque es una referencia inicial muy útil para el clínico y/o el técnico de laboratorio no es un instrumento de medición del color: presenta variaciones de calibración, interpreta el color individualmente y depende de la iluminación.

Colorímetros

Son instrumentos que filtran la luz en las tres áreas del espectro visible que percibe el ojo humano: rojo, verde y azul (*red-green-blue: RGB*) para determinar el color de un objeto.

Buena parte de la investigación odontológica sobre el color de dientes naturales y materiales dentales, in vivo e in vitro, se ha desarrollado hasta el momento con colorímetros (Seghi, Hewlett y Kim, 1989). Son unos instrumentos que incorporan una fuente de luz independiente y disponen de un pequeño captador que permite registrar el color en las distintas zonas de la superficie dentaria, pero requieren un riguroso control periódico debido al posible deterioro de los filtros.

Espectrofotómetros

Miden la cantidad de luz que refleja y/o transmite un objeto frente al espectro completo de luz visible (380-720 nm), obteniendo una medición muy exacta del color.

Son los instrumentos de medición del color dentario y gingival más precisos que existen (Chu, 2002) porque pueden tener en cuenta la translucidez del objeto, pero debido a su alto coste y a la complejidad que presentan para la toma de color in vivo, se emplean fundamentalmente en la investigación de materiales dentales.

Hoy en día, están apareciendo espectrofotómetros de uso odontológico que solventan el problema de hacer mediciones sobre superficies convexas y translúcidas (los dientes, los tejidos gingivales y las restauraciones).

INTRODUCCIÓN

La tendencia actual, por tanto, para la medición del color en Odontología se dirige al desarrollo de sistemas tecnológicos que contribuirán a mejorar la fabricación de materiales cerámicos, acrílicos y de resinas compuestas gracias a facilitar la comunicación entre el clínico y el técnico de laboratorio. No obstante la valoración y determinación del color por parte de un observador, actualmente y a pesar de los avances científicos, es irremplazable en Odontología debido a la particularidad de los tejidos dentarios y gingivales que, aparte de un color base, presentan variaciones colorimétricas, de translucidez y de textura (Hassel et al., 2005).

HIPÓTESIS

HIPÓTESIS

En relación al comportamiento óptico de los tejidos blandos circundantes a los dientes naturales que depende de múltiples factores: variabilidad de tejidos, vascularización, espesor, cantidad de melanina, morfología superficial, etc. , se plantea la posibilidad de establecer una clasificación óptica y/o estadística de color gingival obtenida en una muestra de población y valorar si pueden determinarse tipologías de individuos que compartan características comunes en relación al color gingival.

Por otro lado se plantea si el color gingival de los individuos alrededor de los incisivos centrales está en relación a variables individuales de los pacientes como son la edad, el sexo, la región de la encía en la que se determine el color, el hábito tabáquico, el color base del diente alrededor del cual se mide el color y el incisivo superior estudiado.

HIPOTESIS NULA (de igualdad)

El color de la encía vestibular y de la papilas mesial y distal (en sus 5 primeros mm) en los incisivos centrales superiores presenta un color único y homogéneo en la población, sin diferencias en relación a la edad, el sexo, el hábito tabáquico, el diente seleccionado y el color base dentario del mismo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar el color gingival alrededor de los dientes anteriores en una población estudio para establecer una clasificación del color de los tejidos blandos circundantes a los dientes anteriores maxilares y a partir de las características de color gingival obtenidas, establecer unas tipologías de individuos que simplifiquen la selección del color gingival a la hora de restaurar los tejidos gingivales protésicamente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.

1.1 Realizar un estudio descriptivo de prevalencia transversal observacional y óptico (ΔE^*) del color de la encía alrededor de un incisivo central superior en una muestra de población *in vivo*, mediante el uso de un **espectrofotómetro** de aplicación en Odontología.

1.2 A partir de las **variables colorimétricas: L*** (coordinada luminosidad), **a*** (coordinada de cromaticidad en el eje rojo-verde) y **b*** (coordinada de cromaticidad en el eje amarillo-azul) obtenidas con el espectrofotómetro, realizar un **análisis multivariante** para valorar como evolucionan estas variables en relación a otras características individuales de los pacientes como son la edad, el sexo, la región de la encía en la que se determina el color, el hábito tabáquico del paciente, el color base del diente alrededor del cual se mide el color y el incisivo superior estudiado.

2.

2.1 Obtener una clasificación clínica del color gingival en función de las medias obtenidas a partir del análisis exploratorio las variables colorimétricas L*, a* y b*, creando grupos naturales (*clusters*) de color gingival con características ópticas comunes.

2.2 Relacionar la clasificación clínica del color gingival obtenida con:

- la edad
- el sexo
- la localización gingival
- el hábito tabáquico
- el diente seleccionado para realizar el estudio
- el color dentario base del diente alrededor del cual se estudia el color gingival

3.

3.1 **Determinar** si los individuos de la muestra estudiada pueden agruparse de una forma lógica por características de color gingival comunes para obtener **tipologías de individuos en relación al color gingival** y así poder simplificar clínicamente la selección del color gingival a la hora de realizar procedimientos restauradores/protésicos mediante encía artificial.

3.2 Relacionar la agrupación por tipologías de individuos de color gingival obtenida con:

- la edad de los individuos
- el sexo
- la localización gingival más frecuente
- la posible asociación con el hábito tabáquico
- el diente seleccionado para realizar el estudio
- el color dentario base del diente alrededor del cual se estudia el color gingival

MATERIAL Y MÉTODO

5.1. SELECCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra empleada para la realización de este estudio fue **la encía que se encuentra alrededor de uno de los dos dientes incisivos centrales superiores (derecho o izquierdo)** de los pacientes estudiados. Para medir el color de esta encía **se seleccionaron de forma randomizada pacientes en situación de salud general (ASA I)**, que acudían a la Clínica del Magíster en Odontología Estética o Personal Docente o de Administración y Servicios de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid (U.C.M.)



Figuras 11 y 12. Detalle muestra empleada

Los sujetos fueron ampliamente informados sobre el propósito del estudio, el diseño del mismo, el potencial riesgo/beneficio, las medidas aplicadas según la vigente Ley de Protección de datos y el derecho a rescindir su participación en cualquier momento de la investigación.

Una vez seleccionados los posibles sujetos que cumplían los criterios de inclusión en el estudio, firmaron un consentimiento informado siguiendo los preceptos éticos formulados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos (Aprobación del Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Clínico San Carlos en su Informe Dictamen Protocolo Favorable C.I. 15/048-E (adjunto en el Anexo).

A continuación se describen los criterios de inclusión y exclusión que determinaron la selección de los individuos y de los dientes de referencia de la muestra:

5.1.1. Criterios de inclusión/exclusión de los *sujetos seleccionados* (Jung et al., 2008; Huang et al., 2011)

- Mayores 18 años
- Raza blanca

- Sin patologías sistémicas relevantes (sobre todo hipertensión arterial o trastornos hormonales)
- No sujetos que estén en tratamiento con alguna medicación que presente algún efecto conocido sobre los tejidos blandos periodontales
- No mujeres embarazadas
- No sujetos que presenten discapacidad cognitiva, psiquiátrica o social que interfiera en la cooperación/consentimiento para el estudio.
- Índice de placa (Silness y Loe, 1964) bajo: menor o igual al 25% (Lang y Tonetti, 2003; Jung et al., 2008). Es un índice cuantitativo, se registra en cuatro superficies del diente la cantidad de placa (0-3)
- Índice gingival de sangrado al sondaje (Mühlemann-Son 1971) bajo: menor al 10% (Lang y Tonetti, 2003). Es un índice dicotómico (si/no), valora la presencia/ausencia de sangrado al sondaje en el surco gingival a los 30 segundos con fuerza de 0,75N.

Para determinar el índice de sangrado se empleó una sonda periodontal calibrada milimétricamente (sonda Ash Ceramicolor. Ref. 62107455. Lot. 26795, Dentsply, York EE.UU.). La ausencia de sangrado durante el sondaje en la base del surco es el actual patrón oro para la evaluación de la salud gingival en los estudios epidemiológicos actuales (Lang et al., 1990; Armitage, 1999; Huang et al., 2011)

- Sin tinciones melánicas visibles en la zona de estudio



Figuras 13, 14 y 15. Detalle exploración con sonda periodontal para comprobación índice de sangrado

5.1.2. Criterios de inclusión/exclusión de los *dientes* y la *encía de estudio*

Al ser objetivo del estudio la medición del color gingival de la encía que se localiza alrededor de uno de los dos incisivos centrales superiores: derecho (diente #1.1) o izquierdo (diente #2.1), los dientes seleccionados y la encía que los rodea, también debían cumplir unos criterios de inclusión:

MATERIAL Y MÉTODO

- Presencia de los dos dientes adyacentes al diente estudio en situación de salud (dientes naturales, permanentes, sin restauraciones previas, sin ausencias, ni planificación de exodoncias o colocación de implantes en las zonas adyacentes a la zona de estudio).
- Presencia de más de 2mm de banda de encía queratinizada vestibular.



Figuras 16, 17 y 18. Detalle localización línea mucogingival para comprobar la presencia de encía queratinizada

De los pacientes seleccionados se buscó obtener una distribución por rangos de edades y sexo homogénea para que los datos obtenidos fueran comparables. Siguiendo todos estos criterios, se obtuvieron un total de **168 pacientes** que fueron incluidos en la muestra ya que cumplían los criterios de inclusión y se encontraban en situación de salud general.

Dado que era posible que existieran otros factores intrínsecos o extrínsecos que pudieran influir sobre la coloración definitiva de los tejidos gingivales, a lo largo del presente estudio se valoraron factores como la edad, el sexo, el hábito tabáquico y el color del diente subyacente con el fin de comprobar su posible influencia en el color gingival.

La **distribución por edad** incluyó individuos desde los 18 años, hasta los 84 años que tenía la paciente de mayor edad. Se establecieron cuatro grupos arbitrarios en función del rango de edad para poder hacer comparativas a posteriori.

Los cuatro grupos de edad establecidos fueron:

- Grupo 1: 18 – 29 años
- Grupo 2: 30 – 44 años
- Grupo 3: 45 – 59 años
- Grupo 4: mayores de 60 años.

A continuación se muestra en una gráfica (figura 19) la distribución de la muestra en porcentajes en relación a los grupos de edad a los que pertenecen los individuos:

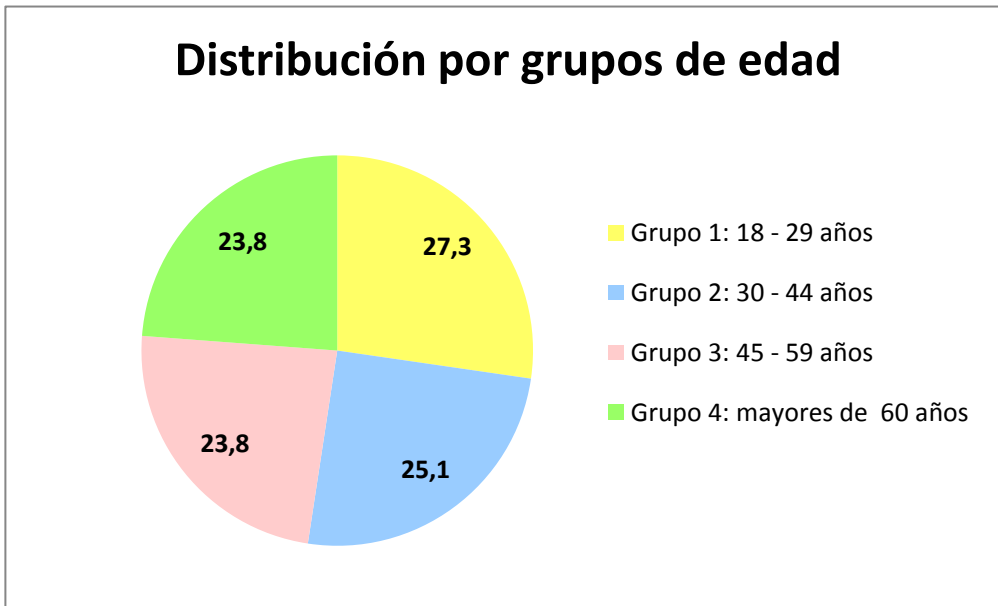


Figura 19. Gráfica de la distribución por grupos de edad en porcentajes

Como puede comprobarse la distribución por grupos de edad es homogénea, siendo ligeramente más frecuente el grupo de individuos más jóvenes (grupo 1) formado por 46 individuos. El grupo 2 (30-44 años), agrupa 42 individuos y los grupos 3 y 4, 40 individuos cada uno.

La **distribución por sexo**, incluye individuos de los dos sexos (masculino y femenino). A continuación se muestra en una gráfica (figura 20) la distribución de la muestra en relación al sexo de los individuos:



Figura 20. Gráfica de la distribución por sexo en porcentajes

La distribución por sexo es también homogénea e incluye un total de 89 mujeres y 79 varones.

La selección del **diente de referencia** en la muestra no fue aleatoria, de forma estándar se seleccionó el diente *incisivo central superior derecho (diente #1.1)*, únicamente se seleccionó el diente #2.1 en los casos en los que la anatomía dentaria o gingival era mejor. A continuación se muestra en una gráfica (figura 21) la distribución por diente de referencia de la muestra seleccionada:



Figura 21. Gráfica de la distribución por diente de referencia en porcentajes

5.1.3. Localizaciones

En relación a los valores medios y teniendo en cuenta que el objetivo del presente estudio es analizar el color gingival a nivel de los incisivos centrales maxilares para plantear una opción de restauración gingival protésica, se seleccionaron por cada diente a estudiar seis puntos de referencia que delimitaron seis áreas de referencia para realizar las mediciones correspondientes a los **5mm más coronales de la encía correspondientes a la encía queratinizada** (Park et al., 2007; Bressan et al., 2011; Happe et al., 2013) **en la zona media vestibular (cénit), en la papila mesial y en la papila distal:**

- Área de referencia 1: Papila mesial (punta): 0-2mm de altura
- Área de referencia 2: Papila mesial (base): 2 - 5mm desde la punta
- Área de referencia 3: Vestibular (cénit) 0 - 2mm correspondientes al margen gingival.
- Área de referencia 4: Vestibular (cénit) 2 - 5mm, encía adherida por encima del margen gingival.

MATERIAL Y MÉTODO

- Área de referencia 5: Papila distal (punta): 0 - 2mm de altura
- Área de referencia 6: Papila distal (base): 2 - 5mm desde la punta

Se seleccionaron los 5mm más coronales de encía en relación a las dimensiones medias de banda de encía queratinizada y de altura de papila interdental (Chou et al., 2008) y considerando que no son frecuentes los defectos gingivales que requieran una restauración gingival de más de 5mm de altura.

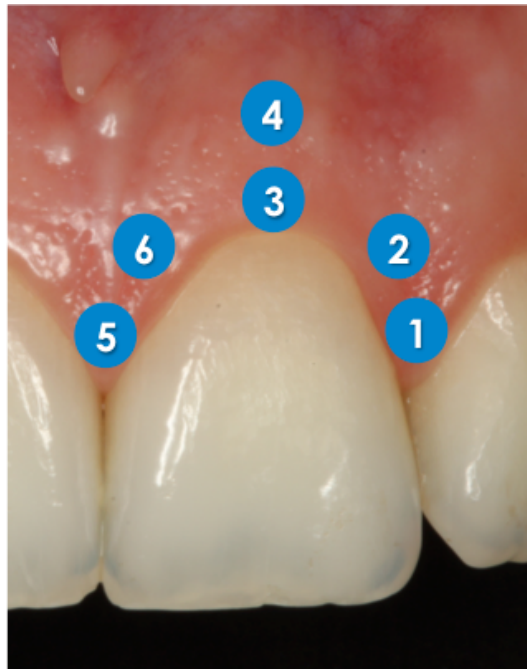


Figura 22. Detalle localizaciones seleccionadas

5.2. OBTENCIÓN DE LOS DATOS COLORIMÉTRICOS / ESPECTROFOTOMÉTRICOS

Un único observador, una odontóloga con experiencia en Odontología Restauradora realizó todas las capturas y mediciones posteriores para disminuir los sesgos.

Para realizar la medición del color, se empleó un **espectrofotómetro de uso odontológico: Shadepilot™** (MHT Optic Research, Niederhasli, Suiza), distribuido en España por DeguDent GmbH, con número de serie: DSP 2162, fabricado en el año 2007.



Figura 23. Espectrofotómetro Shadepilot™

El SpectroShade/Shadepilot es uno de los espectrofotómetros de uso odontológico más actualizados y permite obtener una imagen mediante luz polarizada del objeto que va a medir, con el fin de eliminar los brillos de superficie que puedan dispersar el color real del diente, la encía o la restauración (Chu, 2002; Vanini, 2002; Paul et al., 2002 y 2004).

5.2.1. Especificaciones técnicas del Shadepilot™

- Datos espectrales: luz emitida luz día D65 (6500K) (rendimiento lumínico) que es transformada usando una rejilla en una luz monocromática con una longitud de onda de aproximadamente 410-680 nm.
- Salida de imágenes: datos calibrados de 400-720 nm, incrementos de 10 nm
- Datos de medición:
 - Iluminación 2 x 45º, polarizada, telecéntrica, monocromática
 - Observación a 0º, polarizada, telecéntrica (45/0: ilumina a 45º para ver a 0º)
 - Resolución digital: 640 x 480 = 307.200 (número de curvas espectrales)
 - Resolución óptica: aproximadamente 0,03 x 0,03 mm para cada punto (6 millones de puntos de referencia)
- Sensor: CCD de color responsable de la generación de imagen de video coloreada y CCD en blanco y negro para la lectura de los datos espectrales.

La luz incidente es monocromática y al contactar con la superficie del objeto, la luz reflejada es escaneada espectralmente por un sensor CCD en blanco y negro y otro sensor CCD de color.

- Sistema operativo Opie™
- Software compatible con Microsoft Windows® y Macintosh®
- Estándar: Seguridad: EN 61010-1. EMC: EN 613226-1. EU Dir: 72/23/CEE + 89/335/CEE

Shadepilot™ (distribuido internacionalmente con el nombre de Spectroshade Micro por MHT Optic Research, Niederhasli, Suiza) es un sistema patentado que combina un espectrofotómetro con una fuente de iluminación LED configurada para reproducir el espectro de luz visible (luz diurna:D65, 6500K) con una cámara digital que captura la imagen y que permite obtener más de dos millones de referencias de color por imagen, en unas condiciones de luz controladas y constantes.

5.2.2. Control de las variables ambientales

Todas las capturas se realizaron en un gabinete odontológico con **iluminación ambiental calibrada** con luz fluorescente TLD 95 de Philips que proporciona una iluminación de 5000-5500°K, la temperatura de color correspondiente a un iluminante “luz día” recomendada para la correcta selección del color (Brewer, Wee y Seghi, 2004; Johnston, 2009).

5.2.3. Secuencia de captura de imágenes

Previamente a la captura de las imágenes con Shadepilot™ se requiere una calibración del instrumento que se efectuó antes de cada uso con cada uno de los pacientes.

Es absolutamente necesario que la unidad Shadepilot y el Cradle (base) de calibración tengan el mismo número de serie (*S/N: Serial Number*). Las bases no son intercambiables entre ellas ya que las plaquetas de calibración (blanca y verde) de un Cradle difieren, aún en medida infinitesimal, de las respectivas plaquetas de calibración de otro Cradle. Las imágenes tomadas por cada unidad Shadepilot están ajustadas respecto a las dos imágenes de referencia (blanca y verde) tomadas durante la calibración. Por lo tanto, y para que la referencia no cambie, los ajustes se realizan siempre respecto a la misma base.

1º Encender el espectrofotómetro

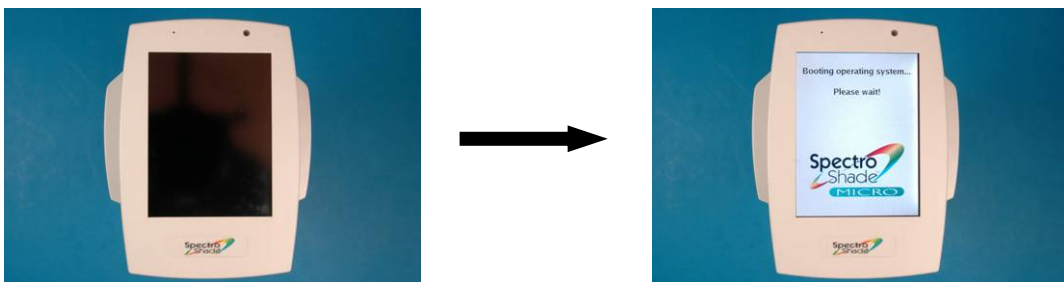


Figura 24 y 25. Secuencia de encendido del espectrofotómetro

2º Calibrar el espectrofotómetro con las referencias blanca y verde.



Figura 26, 27 y 28. Secuencia de calibrado del espectrofotómetro

3º Preparación del paciente

Se posicionó al paciente sentado y con la cabeza estabilizada.

Los tejidos blandos a estudiar debían de estar secos o con humedad relativa (no mojados), para ello se aplicó aire a una distancia de 15 centímetros con la jeringa del equipo de agua y aire sobre la encía del incisivo central a estudiar durante 3 segundos (sin deshidratar) (Huang et al., 2011). Es importante no deshidratar los tejidos, ya que la correcta captura de imágenes por parte del instrumento empleado (Shadepilot) se basa en el reflejo que produce el diente natural y la encía alrededor, por lo que no se puede eliminar totalmente el brillo a la hora de seleccionar el color.



Figura 29. Aplicación de aire con jeringa de agua y aire

Se seleccionó el diente de referencia sobre el que se iba a realizar la medición del color gingival (incisivo central superior derecho o izquierdo) y con una sonda periodontal calibrada milimétricamente y un rotulador indeleble (Staedtler Permanent Lumocolor S. Art.Nr.313-9) se señalaron en la encía del paciente las seis localizaciones descritas anteriormente:



Figura 30. Sonda periodontal calibrada Ash Ceramicolor. Ref. 62107455. Lot. 26795, Dentsply



Figura 31. Punto de referencia 1: Papila mesial (punta): 0-2mm de altura



Figura 32. Punto de referencia 2: Papila mesial (base): 2 - 5mm desde la punta



Figura 33. Punto de referencia 3: Vestibular (cénit) 0 - 2mm correspondientes al margen gingival.

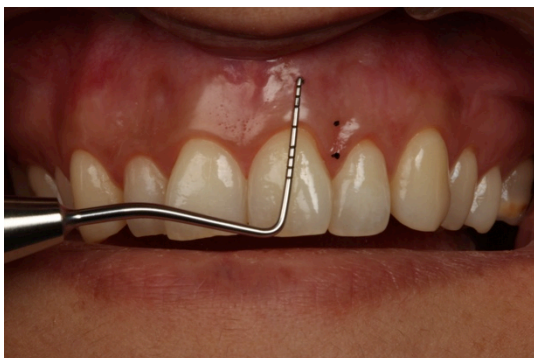


Figura 34. Punto de referencia 4: Vestibular (cénit) 2 - 5mm



Figura 35. Punto de referencia 5: Papila distal (punta): 0 - 2mm de altura



Figura 36. Punto de referencia 6: Papila distal (base): 2 - 5mm desde la punta



Figura 37. Situación final con los seis puntos de referencia marcados

4º Captura de la imagen

A pesar de que en las especificaciones técnicas del Shade Pilot se indica que las gradaciones de color pueden ser leídas en cualquier condición de luz presente (luz natural o artificial, luz fluorescente, etc.), debido al sistema de calibración del instrumento, todas las imágenes fueron capturadas en las mismas condiciones de luz. Para ello se desconectó la luz del equipo

odontológico, manteniendo únicamente la luz ambiental calibrada. Además se bloqueó el paso de luz ambiente durante la captura, colocando cinta aislante negra sobre el extremo del captador del Shadepilot y adaptándolo a la boca del paciente (Huang et al. 2011)



Figura 38. Detalle del captador bloqueado

El espectrofotómetro se posiciona perpendicularmente al proceso alveolar del paciente, retrayendo con el propio captador el labio superior (Hugo, Witzel y Klaiber, 2005; Jung et al., 2007 y 2008), colocando un apósito adhesivo de uso individual en contacto leve con la encía del paciente para permitir mantener una posición repetible durante las diversas capturas, sin ejercer ningún tipo de presión y así evitar un cambio de color debido a la presión de los vasos sanguíneos más superficiales (Gozalo-Díaz et al., 2007; Park et al., 2007). Se evitó el empleo de retractores gingivales para evitar la tracción del frenillo interincisivo que puede originar isquemia en la papila mesial.



Figuras 39 y 40. Detalle de la captación sin y con bloqueo del terminal, donde se comprueba el mejor sellado a nivel gingival que se obtiene frente a la luz ambiente

Para asegurar que la imagen captada es correcta se emplea el “Sistema de control del ángulo” con el que está equipado el espectrofotómetro Shadepilot. El sistema de control del ángulo está basado en las propiedades colorimétricas y morfológicas de la cavidad oral por lo que en cada imagen se requieren tres componentes: el rojo de la encía, el blanco del diente y el negro de la cavidad oral. Este sistema calcula automáticamente el mejor ángulo de incidencia entre el

MATERIAL Y MÉTODO

instrumento óptico y el diente de referencia, una vez que este haya sido encuadrado, y mide en tiempo real la diferencia entre dicho ángulo y el ángulo con el que el diente ha sido encuadrado, para que el usuario pueda ajustar la posición del instrumento óptico respecto al diente. Cuando el ángulo de la captura tiene una diferencia de menos de 3 grados con respecto al ángulo ideal, se observa una línea verde en el encuadre y un icono verde en la esquina inferior derecha de la imagen. Acercarse al ángulo de incidencia ideal equivale a obtener las mejores condiciones de iluminación.

Si la imagen capturada no es correcta (ángulo superior a 5 grados) la línea sobre el encuadre y el icono son rojos, y si la imagen está al límite (ángulo entre 3-5 grados con respecto al ángulo ideal), la línea y el icono serán naranjas.

Para ser incluidas en el estudio y asegurar que fueran correctas, todas las imágenes fueron seleccionadas cuando en la pantalla del dispositivo se mostraba la imagen centrada con la línea de encuadre y el icono verdes.

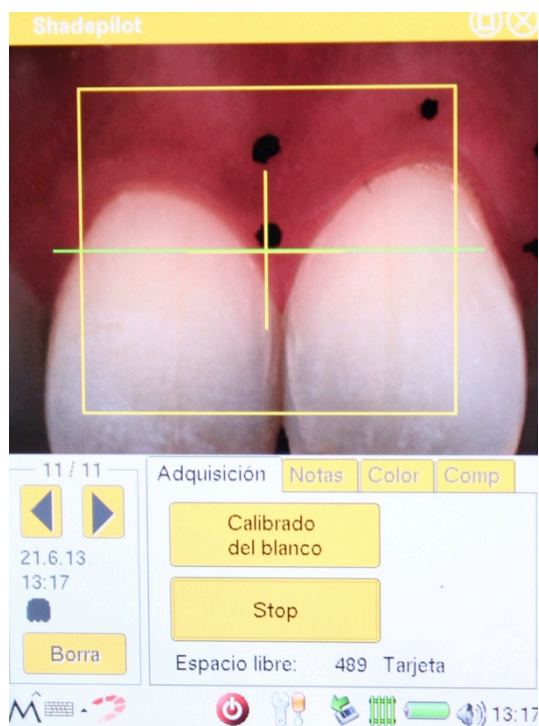


Figura 41. Detalle del encuadre con la línea verde

Se realizaron tres capturas repetidas (con la calibración del encuadre correcta) sobre cada uno de los 6 puntos seleccionados en la encía de alrededor del incisivo central para asegurar la fiabilidad de los datos (Jung et al., 2007 y 2008; Sailer et al., 2009; Huang et al., 2011).

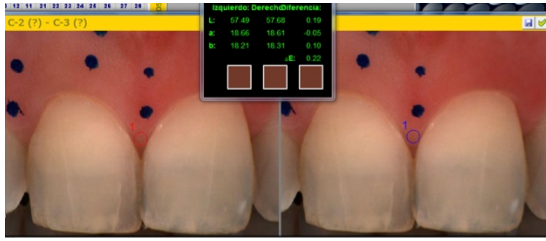


Figura 42. Captura sobre punto de referencia 1

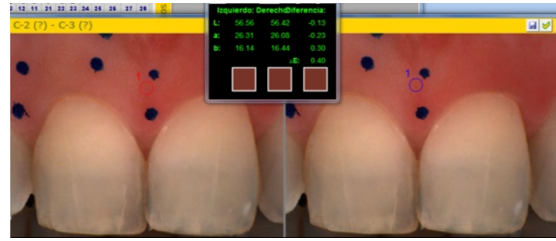


Figura 43. Captura sobre punto de referencia 2

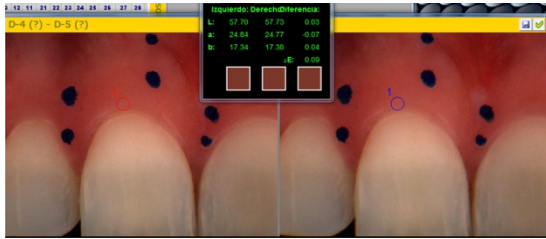


Figura 44. Captura sobre punto de referencia 3

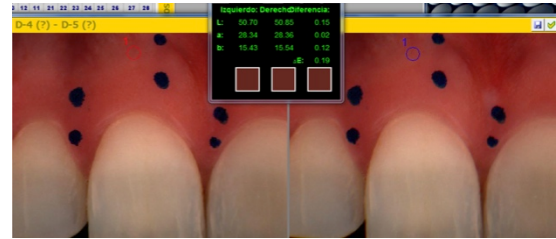


Figura 45. Captura sobre punto de referencia 4

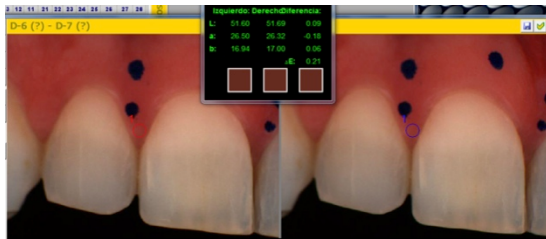


Figura 46. Captura sobre punto de referencia 5

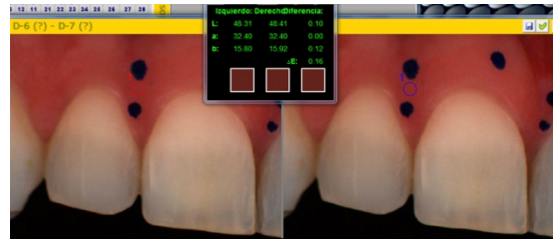


Figura 47. Captura sobre punto de referencia 6

5º Fotografías clínicas

Simultáneamente al empleo del Shadepilot se realizaron fotografías clínicas intraorales de las zonas de estudio seleccionadas sobre los pacientes para tener documentación de cada caso.

Se empleó una cámara digital Canon EOS 500D, DS 126231 con número de serie 0180105665, junto a un macro Canon EF 100mm y un flash anular: Canon Macro Ring Lite MR-14EX.

Se mantuvieron estables las condiciones de iluminación establecidas y se realizaron tres fotografías sobre cada uno de los puntos seleccionados, empleando retractores intraorales de tamaño pequeño (para evitar la posible isquemia de los tejidos), a una magnificación calibrada de 1:2 y colocando la cámara perpendicularmente al margen gingival.



Figura 48. Fotografía clínica intraoral



Figura 49. Retirar puntos marcados

Una vez verificada la validez de las imágenes obtenidas con el espectrofotómetro y con la cámara digital, se retiraron con una gasa humedecida en alcohol los puntos marcados con rotulador sobre la encía del paciente.



Figura 50. Detalle instrumental empleado

5.2.4. Obtención de datos colorimétricos a partir de las capturas espectrofotométricas

Todas las capturas y mediciones espectrofotométricas obtenidas con el instrumento Shadepilot mediante el sistema operativo Opie™, se transfirieron a un ordenador portátil HP Pavillion dv2000, con número de serie 2CE62006QD, cargado con el sistema operativo Windows XP Home Edition.

Mediante el software DeguDent Shadepilot (versión 5.01.1007) del dispositivo Shadepilot se convirtieron los resultados espectrales obtenidos por el instrumento en los valores $L^*a^*b^*$ para cada medición.

Sobre cada una de las imágenes tomadas (tres repeticiones en cada localización) se realizaron tres mediciones de color, ajustando mediante el Software del Shadepilot en la pantalla del ordenador un área de medida circular de 2mm (Jung et al., 2007). De este modo se obtuvieron un total de *nueve mediciones de las variables colorimétricas L^* , a^* y b^* para cada localización* con el fin de dotar de mayor fiabilidad a los datos.

5.2.5. Análisis de Fiabilidad

a) Comparación entre instrumentos

En las especificaciones técnicas del espectrofotómetro Shadepilot se indica que la fidelidad intrainstrumento presenta una media de $\Delta E < 0,5$ y entre instrumentos una media de $\Delta E < 1.0$.

En el presente estudio, se empleó un único instrumento. No obstante, para validar el método de medición tanto de las muestras obtenidas sobre pacientes en este estudio (in vivo) como sobre muestras in vitro (composite), se seleccionaron dos instrumentos iguales fabricados por MHT Optic Research, Niederhasli, Suiza, pero distribuidos en España por dos casas comerciales y por lo tanto con diferente número de registro: **Shadepilot™** (distribuido por DeguDent GmbH, con número de serie DSP 2162) y **SpectroShade™ Micro** (distribuido por Metalor Dental, con número de serie HDL 0312) y se efectuaron mediciones repetidas sobre las mismas muestras con el fin de comprobar las posibles diferencias interinstrumentos.

Se realizaron las mismas mediciones con los dos instrumentos seleccionados: instrumento 1 (Shadepilot) e instrumento 2 (Spectroshade).

- In vivo: sobre 10 pacientes en las mismas 6 localizaciones

- In vitro: sobre muestras de composite de color gingival Anaxdent GmbH (Stuttgart, Alemania). Color 1 (Anaxgum Light Pink) y color 2 (Anaxgum Dark Pink), para distintos espesores (1mm, 2mm y 3mm) y sobre dos fondos estándar distintos: fondo blanco ($L^*:95,5$, $a^*:-0,4$ y $b^*:2,3$) y fondo negro ($L^*: 29,9$, $a^*:-0,7$ y $b^*:-2,2$) según la Escala de Valor Neutro de Munsell (Gretag MacBeth, New Windsor, NY, EE.UU.), distribuidos y calibrados por Ceram Technology (Staffordshire, ST4 7LQ, Reino Unido).

El software DeguDent Shadepilot incorpora una función, denominada “Sincronización de dos imágenes” que permite comparar imágenes alineadas. Después de haber sincronizado las imágenes, se puede visualizar una lectura que compara las diferencias de gradación de color de las dos imágenes.

Estas comparaciones son más precisas si las imágenes alineadas presentan formas y dimensiones similares como ocurrió en este estudio.

Los resultados obtenidos al sincronizar dos imágenes aparecen en términos de L^* , a^* y b^* , además de una comparación completa mediante el índice matemático Delta E (ΔE^*).

Se capturaron tres mediciones por muestra y se realizó un análisis estadístico a partir de los datos obtenidos con los siguientes resultados:

- *La media de variabilidad entre instrumentos ΔE^* entre el instrumento 1 (Shadepilot) y el instrumento 2 (Spectroshade Micro) era de 0,69 ($DE=0,49$).*
- Analizando los datos *estadísticamente* aplicando el t test para muestras pareadas (agrupando los resultados obtenidos sobre muestras *in vivo/in vitro*) encontramos diferencias estadísticamente significativas entre el instrumento 1 (Shadepilot) y el instrumento 2 (Spectroshade) para la variable Δb^* ($Pr=0,0217$), mientras que las diferencias para las variables ΔL^* y Δa^* entre instrumentos no eran significativas (no se puede rechazar la hipótesis de igualdad). Así pues, la única variable colorimétrica que se modificaba entre instrumentos con la muestra estudiada es la b^* .
- No obstante las diferencias ópticas (parámetro Δ) entre instrumentos para las variables L^* ($\Delta L^*=0,07$, $SD=0,43$), a^* ($\Delta a^* = 0,13$, $SD=0,64$), b^* ($\Delta b^* = 0,14$, $SD=0,29$) y ΔE^* ($0,69$, $SD=0,49$), en ninguno de los casos eran *clínicamente* significativas entre instrumentos.
- En cuanto a las mediciones realizadas *in vivo / in vitro*, las diferencias de color entre los instrumentos 1 y 2 para muestras *in vivo* (entre pacientes) era $\Delta E^*=1,07$ ($SD:0,30$), mientras que para muestras *in vitro* era bastante inferior $\Delta E^*=0,38$ ($SD:0,16$). Estos datos se correspondían con las especificaciones técnicas descritas para el espectrofotómetro Shadepilot.

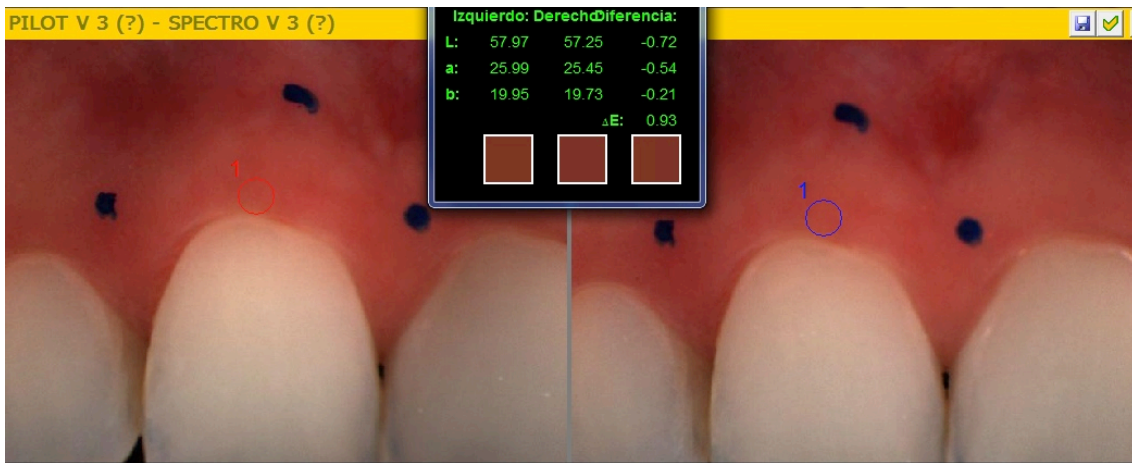


Figura 51. Ejemplo de comparación entre instrumento 1 y 2 para una misma muestra in vivo $\Delta E^*=0,93$

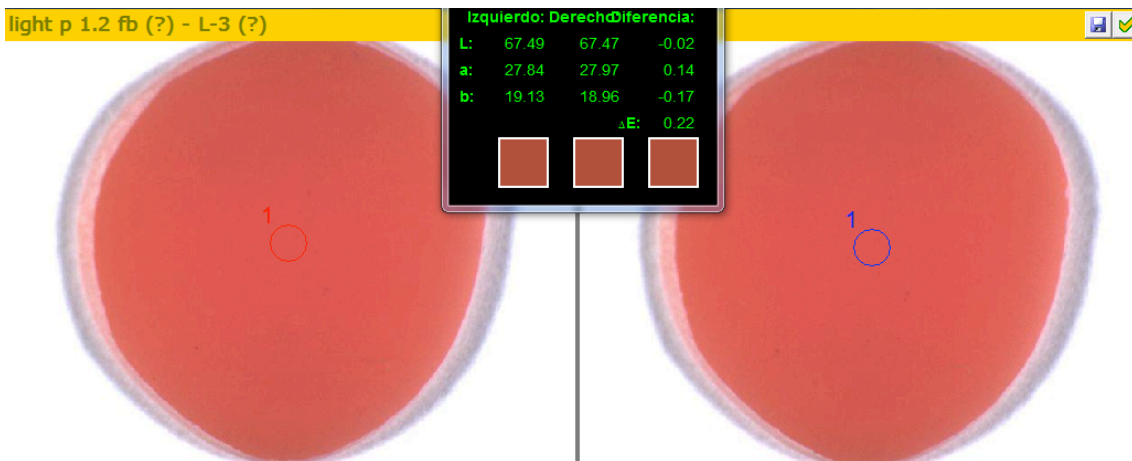


Figura 52. Ejemplo de comparación entre instrumentos 1 y 2 para una muestra in vitro sobre composite y fondo blanco $\Delta E^*=0,22$

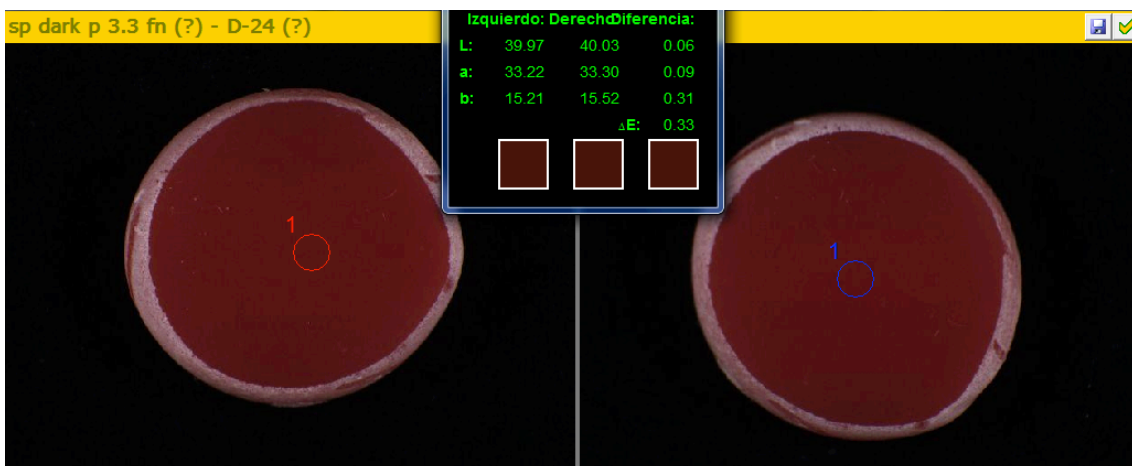


Figura 53. Ejemplo de comparación entre instrumentos 1 y 2 para una muestra in vitro sobre composite y fondo negro $\Delta E^*=0,33$

b) Comparación para un único instrumento. Coeficiente de correlación intraclase

Como se ha descrito, en este estudio se empleó un único instrumento de medición (Espectrofotómetro de uso odontológico ShadePilot™) y las mediciones las realizó un único observador, así pues para comprobar la consistencia de los datos obtenidos se realizó un estudio estadístico en base al Coeficiente de Correlación Intraclase (Intraclass Correlation Coefficient, ICC), aceptado como índice de concordancia para datos continuos en estudios realizados sobre observadores e instrumentos fijos y pacientes aleatorios (Mandeville, 2005).

Al no existir un patrón de oro en relación al estudio del color gingival, el objetivo era determinar el grado de concordancia de las observaciones realizadas y así confirmar la consistencia de los datos. Para ello se llevó a cabo un análisis estadístico de la fiabilidad de los datos obtenidos mediante las tres capturas realizadas sobre los pacientes en cada uno de los seis puntos descritos y de las tres mediciones de color obtenidas sobre cada captura a partir del software del ShadePilot (DeguDent ShadePilot, versión 5.01.1007), es decir de las nueve mediciones de las variables L*, a* y b* en cada una de las localizaciones gingivales sobre los 168 individuos del estudio.

A continuación se exponen en una tabla los datos obtenidos incluyendo el Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC), el intervalo de confianza entre los datos (si es pequeño indica que es más consistente) y el grado de concordancia de acuerdo con la escala propuesta por Landis y Koch (Kramer y Feinstein, 1981).

		Correlación intraclase (ICC)	Intervalo de confianza 95%		Grado de concordancia(1)
			Límite inferior (LCL)	Límite superior (UCL)	
Punto 1 Pm 0-2mm	L*	0,999	0,999	0,999	Casi perfecto
	a*	0,996	0,995	0,997	
	b*	0,997	0,996	0,997	
Punto 2 Pm 2-5mm	L*	0,998	0,998	0,999	Casi perfecto
	a*	0,997	0,996	0,998	
	b*	0,992	0,990	0,994	
Punto 3 Cénit 0-2mm	L*	0,998	0,998	0,999	Casi perfecto
	a*	0,989	0,986	0,991	
	b*	0,990	0,988	0,993	
Punto 4 Cénit 2-5mm	L*	0,998	0,997	0,998	Casi perfecto
	a*	0,998	0,998	0,999	
	b*	0,995	0,994	0,997	
Punto 1 Pd 0-2mm	L*	0,999	0,998	0,999	Casi perfecto
	a*	0,996	0,995	0,997	
	b*	0,995	0,993	0,996	
Punto 1 Pd 2-5mm	L*	0,998	0,998	0,999	Casi perfecto
	a*	0,987	0,984	0,990	
	b*	0,995	0,994	0,996	

(1): Grado de concordancia con la escala propuesta por Landis y Koch, 1981

Tras realizar el análisis de fiabilidad de los datos, se comprobó una elevadísima consistencia (por encima de 0.98 en todos los casos) de las medidas obtenidas en términos de concordancia entre las nueve mediciones realizadas (tres mediciones repetidas sobre tres capturas replicadas por cada localización).

5.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos con el estudio colorimétrico de las muestras de los pacientes: las nueve mediciones de las variables L^* , a^* y b^* en cada una de las localizaciones descritas (tres repeticiones de captura por tres repeticiones de medición), se transfirieron a tablas de resultados en un archivo de hoja de cálculo de Excel, a partir de las que se realizó un estudio estadístico que incluye:

3.1. A partir de las **variables colorimétricas: L^*** (coordenada luminosidad), **a^*** (coordenada de cromaticidad en el eje rojo-verde) y **b^*** (coordenada de cromaticidad en el eje amarillo-azul) obtenidas con el espectrofotómetro, se realizó un **análisis multivariante** para valorar cómo evolucionaban estas variables en relación a otras características individuales de los pacientes como son:

VARIABLES PRINCIPALES

- Edad (gráfica descriptiva distribución en Figura 19)
- Sexo (gráfica descriptiva distribución en Figura 20)
- Región de la encía en la que se determina el color (seis localizaciones determinadas)

VARIABLES SECUNDARIAS

- Hábito tabáquico del individuo (gráfica descriptiva distribución en Figura 54)
- Diente de referencia seleccionado (gráfica descriptiva distribución en página 21)
- Color base del diente de referencia seleccionado

En relación a estas variables consideradas secundarias en el presente estudio, se observa a continuación en dos gráficas la distribución de la muestra en relación al hábito tabáquico de los individuos seleccionados y en relación al color base del diente de referencia seleccionado:

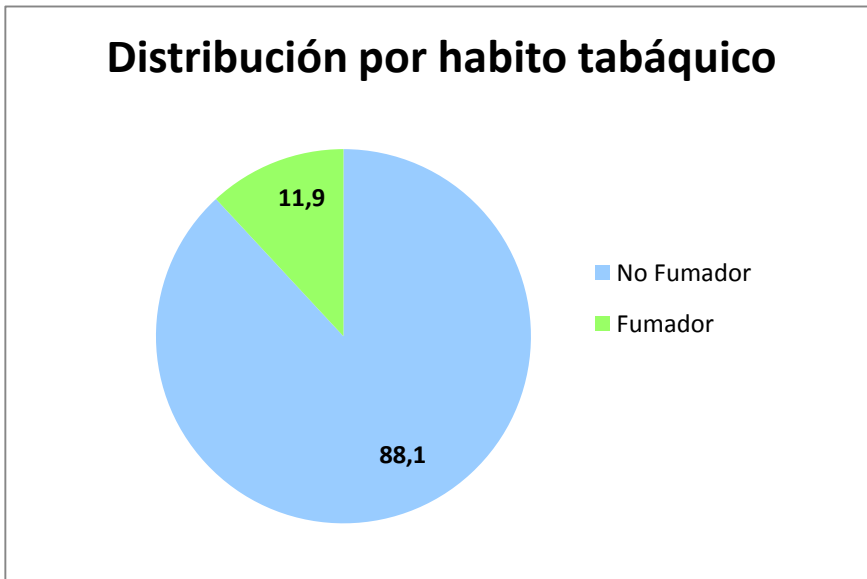


Figura 54. Gráfica de la distribución por hábito tabáquico en porcentajes

A partir de esta gráfica, se puede comprobar que en la muestra seleccionada la mayor parte eran pacientes no fumadores, lo que supone que el hábito tabáquico no es una variable con una distribución homogénea en el presente estudio y es un factor a tener en cuenta al interpretar los resultados que se obtengan.

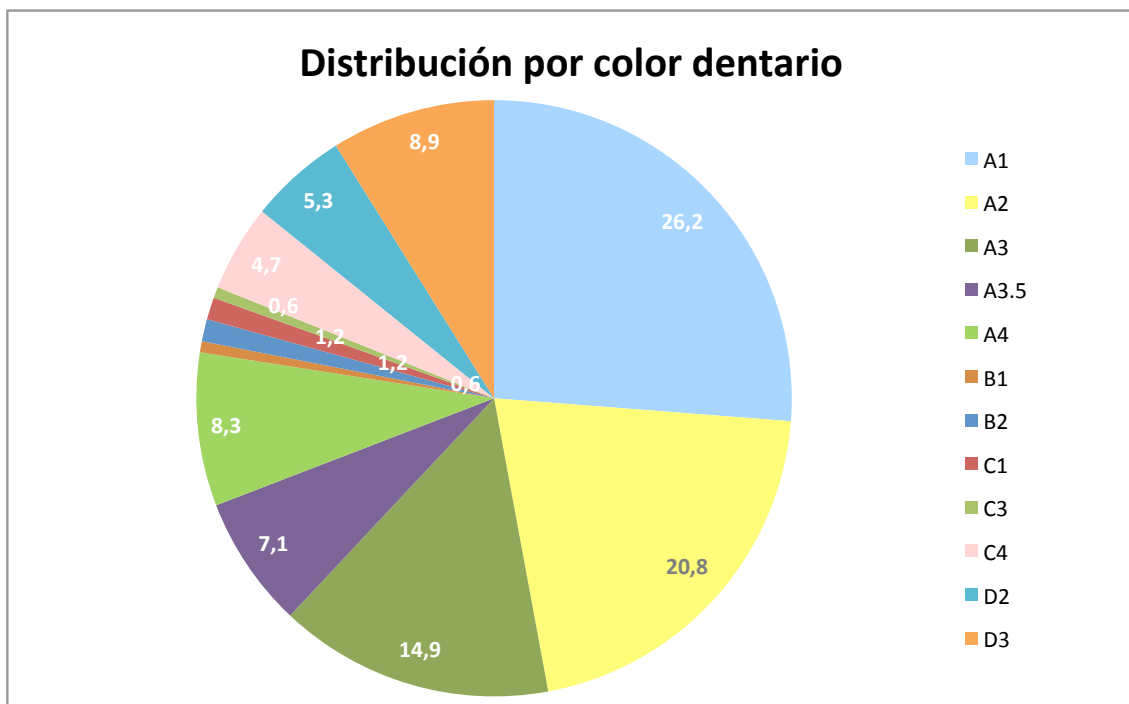


Figura 55. Gráfica de la distribución por color dentario en porcentajes

En la guía VITA se presentan 16 colores dentarios. Algunos de estos colores se encuentran totalmente ausentes en la muestra seleccionada: colores B3, B4, C2 y C4 y otros presentan un porcentaje muy bajo, correspondiente a uno o dos individuos únicamente.

Por este motivo, al analizar posteriormente los datos hubo que tener en cuenta que la distribución de esta variable secundaria en el presente estudio no era homogénea.

3.2. Se realizó una **clasificación global del color gingival** en función de las medias obtenidas a partir del análisis exploratorio previo de las variables colorimétricas L^* , a^* y b^* y **se crearon grupos naturales de color gingival** con características ópticas comunes **a partir del agrupamiento por CLUSTERS estadísticos.**

El objetivo era obtener una clasificación del color gingival con repercusión y utilidad clínica. Para ello estadísticamente se realiza un *análisis factorial de componentes principales*. Sobre las coordenadas resultantes se aplica el *algoritmo jerárquico de clusters* que transforma las variables L^* , a^* , b^* en coordenadas factoriales. A partir de las coordenadas obtenidas, se analiza la dispersión de varianzas con el "*Level Index*" para crear grupos en función de las varianzas.

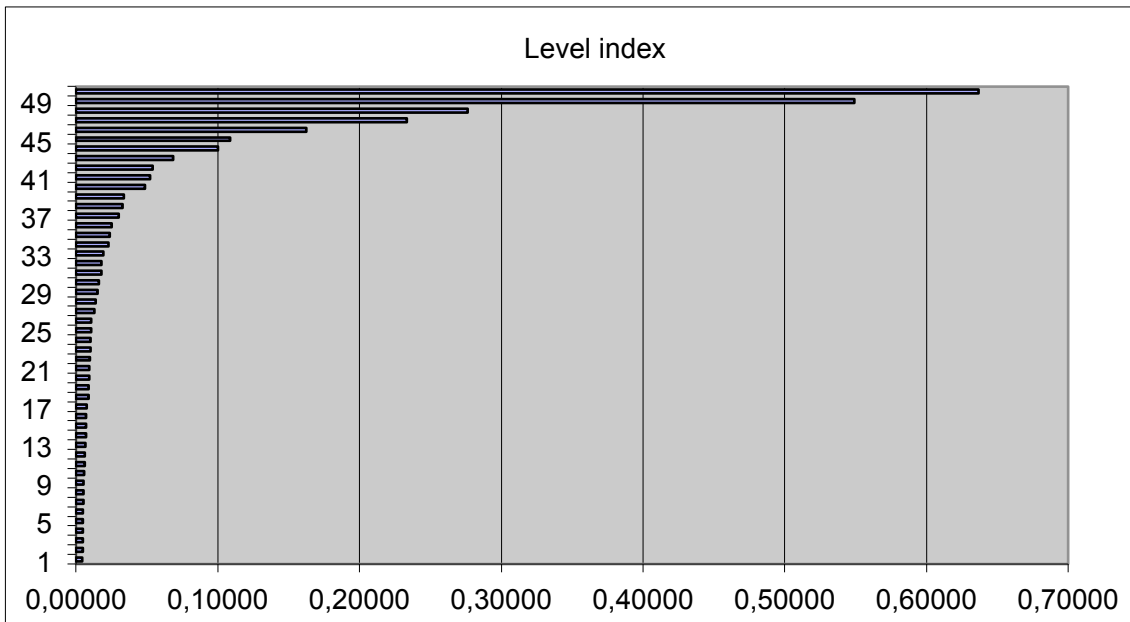


Figura 56. Level Index para el agrupamiento por clusters estadísticos

En el *Level Index* obtenido, se observan grandes diferencias entre las agrupaciones por 1-2 grupos, 2-3 grupos, 4-5 grupos, 5-6 grupos, 7-8 grupos, 8-9 grupos u 11-12 grupos. A partir de 12 grupos las diferencias entre los mismos se atenúan en la gráfica.

Para decidir en cuantos grupos se iba a dividir la muestra se valoró:

- 1: Cuántos individuos había en cada grupo
- 2: Qué grupos se habían ido formando y si las diferencias eran amplias o se parecían entre sí.

Se hizo la prueba de crear clusters entre 6 y 13 grupos en función del Level Index. Al analizar los grupos que se creaban y las diferencias entre ellos, se comprobó que muchos grupos eran muy homogéneos mientras que otros se iban subdividiendo. Es el análisis de estas divisiones lo que determinó el número total de grupos a elegir.

Las agrupaciones que más cambiaban respecto al siguiente eran que formaban 7, 9 y 11 grupos diferentes. Para decidir cuantos grupos diferenciados se obtenían se realizó una matriz de datos y se analizó en primer lugar **el número de individuos por grupo**, en segundo lugar el valor de la **variable ΔE^*** total entre los grupos creados por agrupaciones de 7, de 9 y de 11 clusters. A continuación y para tomar la decisión final se estudió el valor de la variable **L^*** (luminosidad) y de **ΔL^*** , ya que es la variable colorimétrica que es el más apreciable por la vista.

A partir de todos estos datos, se encontró que:

En la agrupación de 7 clusters:

- El ΔE^* , comparando los valores de los grupos entre sí en ningún caso era menor a 3 (ni siquiera menor a 5), por lo tanto todas las diferencias entre los grupos eran clínicamente apreciables.
- El ΔL^* , era mayor a 2 (diferencias clínicamente apreciables) en todos los grupos exceptuando tres grupos entre sí. De un total de 21 comparativas entre grupos hay 3 que tienen un ΔL^* menor a 3 (incluso menor a 2). Tasa de diferencias 21/3: 7.

En la agrupación de 9 clusters:

- EL ΔE^* , comparando los valores de los grupos entre sí en ningún caso era menor a 3, por lo tanto todas las diferencias entre los grupos eran clínicamente apreciables, aunque había varios grupos con ΔE^* entre 3 y 4 (clínicamente similares).
- El ΔL^* se encuentra por encima de 2 (por tanto apreciable clínicamente) entre menos grupos, es decir hay menos diferencias en L^* entre los grupos, son más continuos. Los valores de ΔL^* eran inferiores a 3 en la comparativa entre 9 grupos (diferencias clínicamente poco significativas). De un total de 36 comparativas entre los 9 grupos, hay 9 que tienen un ΔL^* menor a 3. Tasa de diferencias 36/9: 4.

En la agrupación de 11 clusters:

- El ΔE^* , comparando los valores de los grupos entre sí en ningún caso era menor a 3, por lo tanto todas las diferencias entre los grupos eran clínicamente apreciables, aunque había algún grupo con diferencias de ΔE^* entre 3 y 4.
- Los valores de ΔL^* eran inferiores a 3 en la comparativa entre 15 grupos (diferencias clínicamente poco apreciables). De un total de 55 comparativas entre los 11 grupos, hay 15 que tienen un valor de ΔL^* menor a 3. Tasa de diferencias 55/15: 3,6.

Es, por tanto, debido a las diferencias en ΔE^ , pero sobre todo en ΔL^* , entre los clusters obtenidos por lo que se decidió trabajar con la agrupación que más diferencias clínicas y ópticas tenía entre sus elementos y así evitar crear grupos que fueran muy parecidos entre sí: se determinó establecer **7 clusters** que van a corresponder con **7 grupos de color gingival diferenciados entre sí**.*

Una vez seleccionada la agrupación de 7 clusters, se modificó el orden inicial obtenido y se ordenó en función de la variable L^* (luminosidad).

Con todos los datos obtenidos se realizó un **análisis exploratorio del color gingival por grupos**, utilizando el test que usa el SPAD (paquete estadístico con el que se establecen los clusters) para analizar para cada cluster:

1. Número de individuos (weight/count)
2. Cuáles son las particularidades significativas de cada grupo en relación a:

a) Variables activas (son continuas) que en este estudio son:

- Las variables colorimétricas L^*, a^*, b^*
- La edad.

Se comparan a través de medias y se obtiene el "p valor" de cada cluster, para determinar si las variables son o no estadísticamente significativas.

b) Variables ilustrativas (son categóricas) que en este estudio son:

- Los grupos de edad
- El sexo de los individuos
- La zona(localización) de estudio
- El hábito tabáquico
- El diente de referencia
- El color dentario del diente de referencia.

Estas variables se comparan por prevalencia, porcentajes respecto al grupo total, no se comparan con medias porque son variables categóricas. También se obtiene el “p valor” de cada cluster, para determinar si las variables son o no estadísticamente significativas en relación a los clusters obtenidos.

3.3. Tras analizar los colores gingivales que se obtuvieron en las seis zonas de estudio en el total de individuos de la muestra (168 individuos y 1008 zonas de estudio), se decidió valorar si los individuos estudiados podían agruparse de una forma lógica por características de color gingival comunes para obtener unas **tipologías de individuos en función del color gingival que presentasen en las distintas zonas de estudio.**

Para ello, se realizó un análisis estadístico que establecía como variables activas las seis zonas de estudio que contienen los 7 perfiles de color gingival que se obtuvieron en el análisis de clusters anterior. Al ser variables categóricas, se aplicó un Análisis de Correspondencias Múltiples (MCA) para obtener de nuevo una posible agrupación lógica por clusters (lo denominamos “SUPERCLUSTERS”).

Una vez realizado el MCA, estadísticamente se obtuvieron agrupaciones claras. El sistema propuso como mejores cortes 2, 4 y 9 clusters (agrupaciones = superclusters) que se analizaron para obtener tipologías de individuos de color gingival consistentes.

Tras valorar los cortes resultantes, se decidió seleccionar el corte bien definido de 4 clusters, ya que en el de 2 contiene muchas posibilidades de colores en cada zona (deja abiertas muchas combinaciones por zona), y el de 9 clusters tiene el inconveniente de que algunos grupos quedan con muy pocos individuos para representar tipologías consistentes, así como que algunos clusters sólo vienen representados por una variable activa (una única zona), que es significativa, mientras que las restantes zonas son aleatorias. Así pues se obtuvieron 4 superclusters correspondientes a **4 tipologías de individuos** en función del color gingival que presentan en las distintas zonas de estudio analizadas.

A partir de aquí, se cruzaron los 4 clusters resultantes comparando de manera exhaustiva los datos obtenidos con la muestra global en medias, para las variables continuas de la edad, y en porcentajes, para las restantes variables analizadas que son categóricas (sexo, grupos de edad, localización, hábito tabáquico, diente seleccionado para el estudio y color base del diente) y, de este modo, encontrar si existían asociaciones con significación estadística y relevancia clínica.

***El nivel de significación aceptado para el análisis estadístico es de 0.05**

5.4. ESTUDIO ÓPTICO ESPECTROFOTOMÉTRICO

Tras el análisis estadístico, se realizó un **estudio óptico** comprobando mediante la siguiente fórmula el valor de la variable ΔE^* , **parámetro diferencia/cambio de color**, donde ΔL^* , Δa^* y Δb^* corresponden a las diferencias en los valores L^* , a^* , b^* entre las distintas muestras.

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Así se comprobó:

4.1. Si las diferencias de las variables L^* , a^* y b^* en relación a las características individuales de los pacientes eran clínica y ópticamente perceptibles y relevantes.

Para ello se determinó si los resultados estadísticos en relación a las diferencias significativas obtenidas para L^* , a^* y b^* encontradas entre los pacientes en relación a la edad, el sexo, la zona de estudio, el hábito tabáquico, el color base del diente analizado y el incisivo de referencia estudiado, tenían una correspondencia clínica al aplicar la fórmula anterior.

4.2. De igual modo, como se hizo en el análisis estadístico, a partir de las variables colorimétricas (L^* , a^* y b^*) obtenidas para cada cluster de color gingival, se estudiaron las **diferencias ópticas que se observan entre cada grupo de color gingival** (cluster estadístico), aplicando el parámetro diferencia óptica de color (ΔE^*) y se obtuvieron las diferencias clínicas al comparar los grupos de color gingival obtenidos entre sí.

RESULTADOS

Para realizar una exposición más clara de los resultados, éstos se dividieron en tres apartados, correspondientes al estudio de los tres objetivos inicialmente planteados:

1. Análisis de las variables colorimétricas L^* , a^* y b^*
2. Análisis de los grupos de color gingival determinados en el estudio (*clusters* estadísticos)
3. Análisis de las tipologías de individuos según el color gingival determinados en el estudio

6.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LAS VARIABLES COLORIMÉTRICAS L^* , a^* y b^*

Como se describió en el método a partir de los datos obtenidos con el estudio colorimétrico de las muestras de los 168 pacientes seleccionados: las nueve mediciones de las variables L^* , a^* y b^* en cada una de las localizaciones descritas (tres repeticiones de captura por tres repeticiones de medición), se pasaron a tablas de resultados a partir de las que se realizó un análisis estadístico.

La primera parte del análisis estadístico realizado consistió en el **análisis multivariante** de las **variables colorimétricas**: L^* (coordinada luminosidad), a^* (coordinada de cromaticidad en el eje rojo-verde) y b^* (coordinada de cromaticidad en el eje amarillo-azul) obtenidas a partir de las mediciones con el espectrofotómetro y de la evolución de estas variables en relación a otras características individuales de los pacientes como son:

VARIABLES PRINCIPALES

- Edad
- Sexo
- Región de la encía en la que se determina el color (seis localizaciones determinadas)

VARIABLES SECUNDARIAS

- Hábito tabáquico del individuo
- Diente de referencia seleccionado
- Color base del diente de referencia seleccionado

6.1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES COLORIMÉTRICAS OBTENIDAS

En la siguiente tabla se pueden observar los valores descriptivos de la edad media de los pacientes seleccionados y de las variables de color L*, a*, b* que se han obtuvieron para el total de la muestra estudiada (168 individuos).

Variable	N	Media	D.E.	Min	25th Pctl	50th Pctl	75th Pctl	Max
Edad	168	44,6	17,1	18,0	28,0	41,5	58,5	84,0
L*	168	53,1	4,3	39,3	50,2	53,3	56,1	66,6
a*	168	24,4	4,5	11,3	21,0	24,1	27,5	38,3
b*	168	18,1	2,8	10,4	16,3	17,9	19,8	30,3

Tabla 2. Descripción variables colorimétricas en relación a la edad

6.1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES COLORIMÉTRICAS EN RELACIÓN A LAS CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES PRINCIPALES DE LOS PACIENTES

EN RELACIÓN A LA EDAD

La edad media de la muestra, como se observa en la Tabla 2 fue de 44,6 años, con una edad mínima de 18 años y la edad máxima de 84 años.

Al establecer grupos de edad, se obtuvieron los siguientes datos en relación a L*, a* y b*

Edad	N	Variable	Media	D.E.
Grupo 1: 18-29 años	46	EDAD	25,4	2,4
		L*	54,8	3,8
		a*	24,8	4,8
		b*	19,0	2,4
Grupo 2: 30-44 años	42	EDAD	35,0	3,8
		L*	53,9	3,8
		a*	24,3	4,5
		b*	18,1	2,6
Grupo 3: 45-59 años	40	EDAD	53,3	3,6
		L*	52,9	4,1
		a*	23,5	4,2
		b*	17,8	2,9
Grupo 4: >60 años	40	EDAD	68,2	6,0
		L*	50,7	4,3
		a*	24,9	4,4
		b*	17,3	3,0

Tabla 3. Descripción variables colorimétricas en relación a los grupos de edad

Donde, valorando únicamente los datos descriptivos, al aumentar la edad:

- L*, iba disminuyendo
- a*, no seguía un patrón uniforme en relación a la edad, en líneas generales iba disminuyendo al aumentar la edad pero en el grupo de mayores de 60 años volvió a aumentar
- b*, iba disminuyendo

EN RELACIÓN AL SEXO DE LOS INDIVIDUOS

Al distinguir entre hombres y mujeres, se obtuvieron también dos grupos relativamente homogéneos: el de mujeres con 89 individuos (53% de la muestra) y el de varones con 79 individuos (47% de la muestra) . Los valores medios de edad, L*, a* y b* cuando se diferenciaban por el sexo de los individuos seleccionados para la muestra fueron los siguientes:

Sexo	N	Variable	Media	D.E.
Mujer	89	Edad	44,0	17,5
		L*	54,1	4,3
		a*	23,9	4,6
		b*	18,4	2,7
Varón	79	Edad	45,3	16,6
		L*	52,1	4,1
		a*	25,0	4,4
		b*	17,7	2,8

Tabla 4. Descripción variables colorimétricas en relación al sexo

Analizando por tanto únicamente los valores descriptivos:

- L*, fue más elevada en mujeres (presentaban una encía más luminosa).
- a*, fue más elevada en varones (presentaban por tanto un color de encía más rojizo).
- b*, fue más elevada en mujeres (presentaban por tanto un color de encía más amarillo).

EN RELACIÓN A LA LOCALIZACIÓN EN LA ENCÍA

Los valores medios de las variables de color L*, a*, b* encontrados al medir el color gingival en las distintas localizaciones del incisivo central estudiadas fueron:

Zona	N	Variable	Media	D.E.
1. Papila mesial (0-2mm)	168	L*	52,2	4,9
		a*	21,6	3,4
		b*	18,6	3,2
2. Papila mesial (2-5mm)	168	L*	54,4	4,1
		a*	25,5	5,0
		b*	17,6	2,5
3. Cénit (0-2mm)	168	L*	56,3	3,6
		a*	23,9	4,0
		b*	19,3	2,3
4. Cénit (2-5mm)	168	L*	52,4	3,7
		a*	25,1	4,6
		b*	16,3	2,5
5. Papila distal (0-2mm)	168	L*	51,6	4,2
		a*	22,4	3,1
		b*	18,9	2,6
6. Papila distal (2-5mm)	168	L*	52,1	3,2
		a*	27,9	3,8
		b*	17,6	2,4

Tabla 5. Descripción variables colorimétricas en relación a la localización en la encía

Donde, en base a los resultados descriptivos:

- L*, la zona más luminosa fue el cénit en la zona del margen gingival (zona 3), más próxima al diente, el resto de zonas presentaban valores de luminosidad similares.
- a*, presentaba valores más elevados (más rojizos) en las zonas más alejadas del margen gingival (zonas 2, 4 y 6), con mayor irrigación sanguínea.
- b*, en cambio, presentaba valores más elevados (más amarillento) en las zonas más próximas al margen gingival (zonas 1, 3 y 5).

Para analizar la interacción que presentan las variables edad/sexo/zona con las variables colorimétricas L*, a*, b* son útiles los **gráficos de interacción**:

6.1.3. GRÁFICOS DE INTERACCIÓN PARA L*, a* y b* ENTRE EDAD Y SEXO

GRAFICO DE INTERACCION PARA L

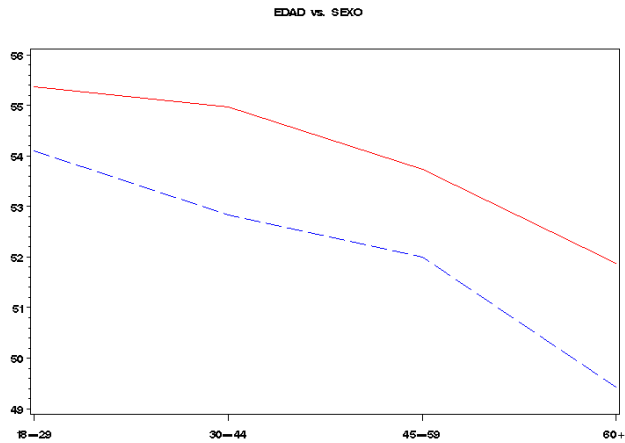


GRAFICO DE INTERACCION PARA a

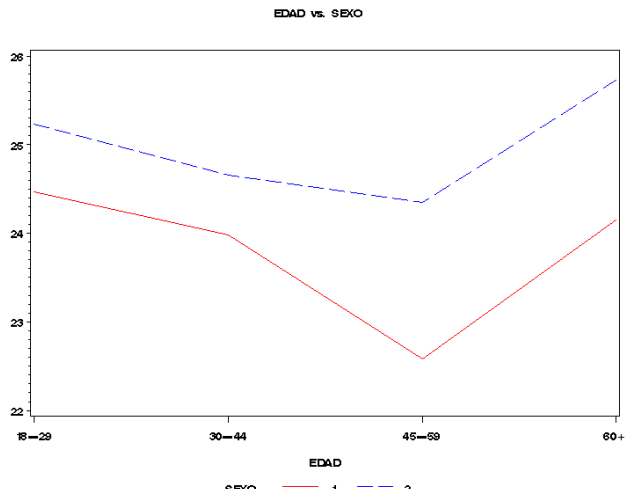
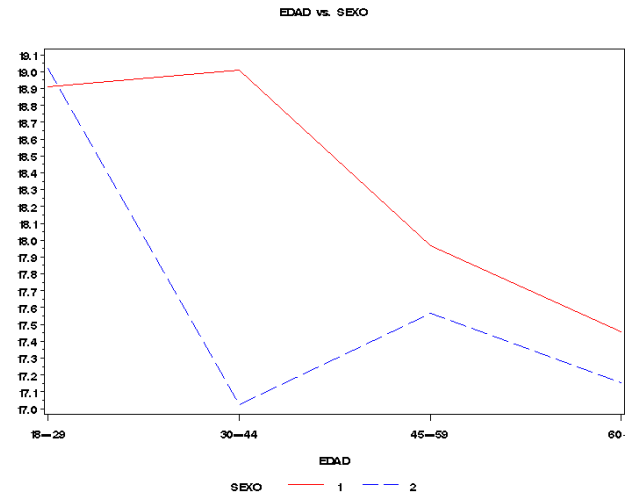


GRAFICO DE INTERACCION PARA b



Sexo 1: mujeres

Sexo 2: varones

Analizando estos gráficos se puede comprobar como se observa en la tabla de descriptiva por sexo (Tabla 4) que para las variables L^* y b^* , los valores fueron más altos en mujeres y para la variable a^* en varones.

Interacción entre edad-sexo para la variable L^*

La luminosidad (L^*) seguía una distribución uniforme entre hombres y mujeres en función de los grupos de edad, aunque como se ha descrito la luminosidad en mujeres fue más elevada.

Independientemente del sexo y también como ya se ha descrito, la luminosidad fue mayor en grupos más jóvenes (grupo 1) e iba disminuyendo con la edad.

Interacción entre edad-sexo para la variable a^*

La tendencia al rojo (a^*) también seguía una distribución bastante uniforme entre hombres y mujeres, aunque fue mayor en varones.

En cuanto a los grupos de edad, no se observaba una relación ordenada con la variable a^* : fue más elevada en los pacientes de más edad (grupo 4) y en los más jóvenes (grupo 1) y los valores más bajos fueron para el grupo de edad entre 45-59 años (grupo 3).

Interacción entre edad-sexo para la variable b^*

La tendencia al amarillo (b^*) que en general fue más elevada en mujeres, no seguía una distribución tan similar en función de los grupos de edad entre hombres y mujeres. Es la variable que más difería analizando edad y sexo.

- Entre 18-29 años (grupo 1, pacientes jóvenes): la b^* fue muy similar entre varones y mujeres.
- Entre 30-44 años (grupo 2): la b^* fue mucho más elevada en mujeres.
- A partir de los 45 años (grupos 3 y 4): la b^* también fue mayor en mujeres pero con una distribución muy similar a la de los varones.

GRÁFICOS DE INTERACCIÓN PARA L*, a* y b* ENTRE LOCALIZACIÓN GINGIVAL Y SEXO

GRAFICO DE INTERACCION PARA L

ZONA vs. SEXO

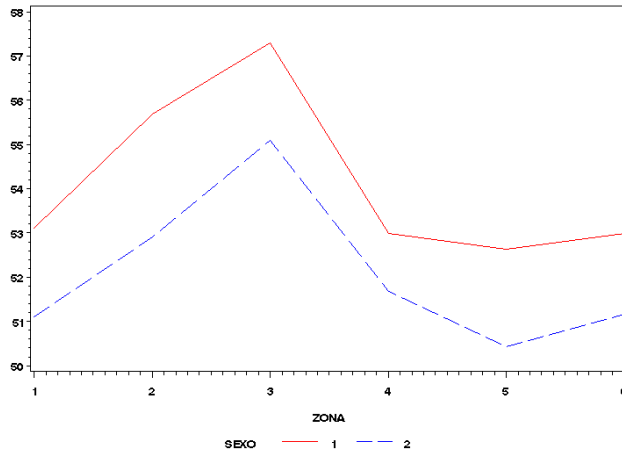


GRAFICO DE INTERACCION PARA a

ZONA vs. SEXO

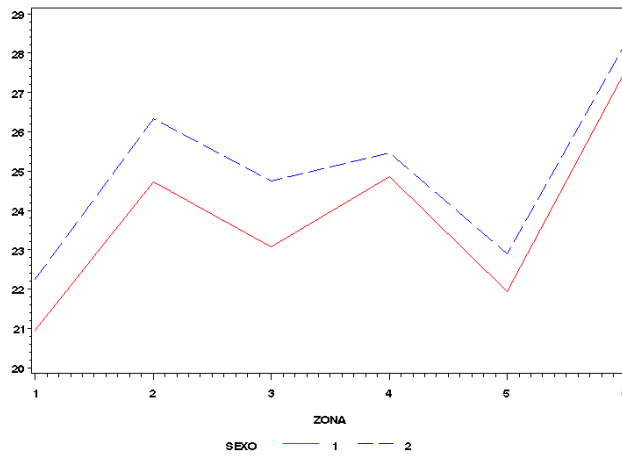
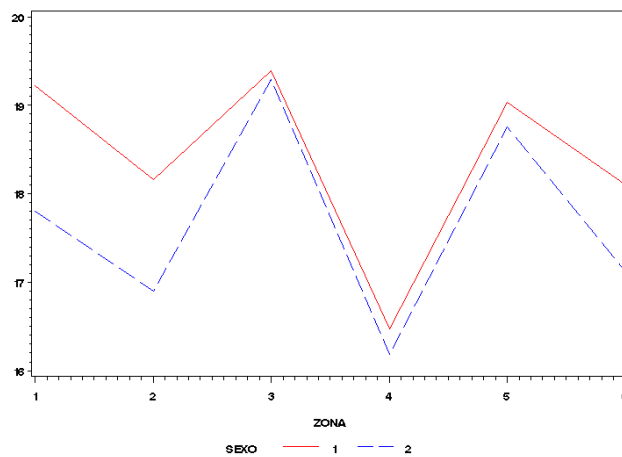


GRAFICO DE INTERACCION PARA b

ZONA vs. SEXO



Sexo 1: mujeres

Sexo 2: varones

RESULTADOS

Analizando estos gráficos se puede confirmar que en general la distribución de los valores de L^* , a^* y b^* fue muy similar entre hombres y mujeres, aunque como se vio en la tabla de descriptiva por sexo (Tabla 4), para las variables L^* y b^* los valores fueron más altos en mujeres y para la variable a^* en varones.

Interacción entre localización-sexo para la variable L^*

La distribución de los valores de luminosidad fue muy similar entre varones y mujeres en función de la localización:

- La zona más luminosa (como se comprobó en la tabla descriptiva en relación a la localización) fue el céntro a nivel del margen gingival (zona 3), con una diferencia bastante marcada respecto a las restantes zonas.
- Las zonas menos luminosas fueron las puntas de las papilas (zonas 1 y 5) y las zonas más alejadas del margen gingival.

Interacción entre localización-sexo para la variable a^*

La tendencia al rojo (a^*) también seguía una distribución bastante uniforme entre hombres y mujeres en función de la localización, aunque fue mayor en el color de la encía de los varones.

En cuanto a las zonas, la tendencia al rojo fue más elevada en las zonas más alejadas del margen gingival y más próximas a la mucosa alveolar (zonas 2, 4 y 6), sobre todo en la zona más alta de la papila distal (zona 6).

Interacción entre localización-sexo para la variable b^*

Para b^* , la distribución por zonas entre hombres y mujeres fue similar, aunque la tendencia al amarillo fue levemente más elevada en mujeres.

Como se describió anteriormente, fueron bastante más amarillentas las zonas próximas al margen gingival y puntas de las papilas (zonas 3, 1 y 5) y menos amarillentas las zonas más próximas a la mucosa (zonas 4, 2 y 6).

GRÁFICOS DE INTERACCIÓN PARA L*, a* y b* ENTRE LOCALIZACIÓN GINGIVAL Y EDAD

GRAFICO DE INTERACCION PARA L

ZONA vs. EDAD

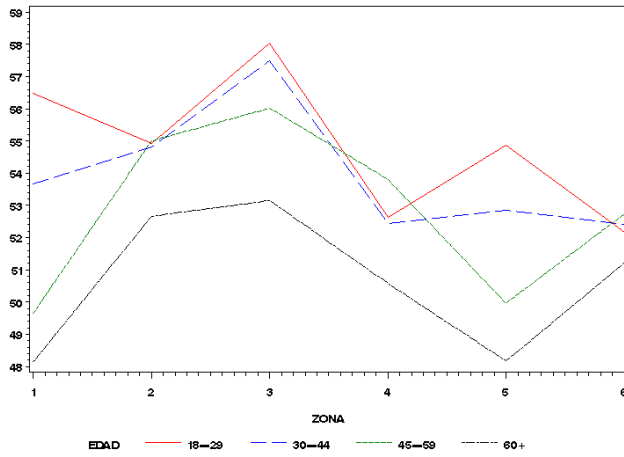


GRAFICO DE INTERACCION PARA a

ZONA vs. EDAD

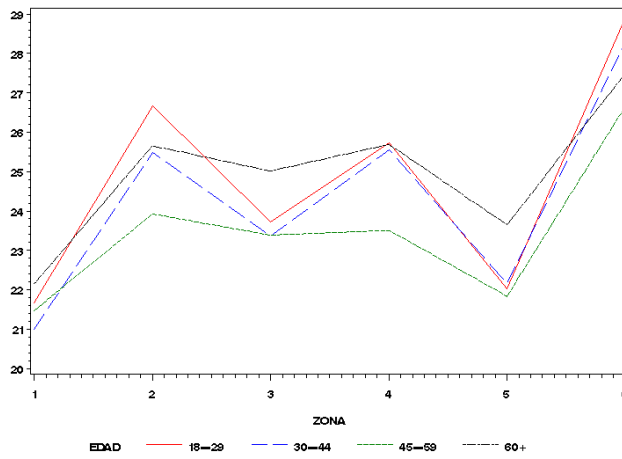
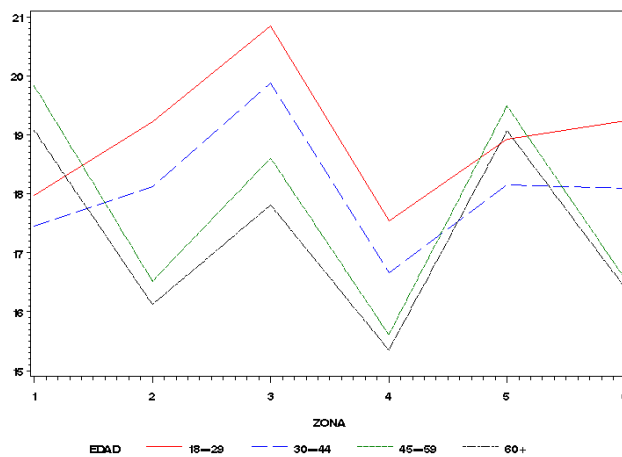


GRAFICO DE INTERACCION PARA b

ZONA vs. EDAD



RESULTADOS

Analizando estos gráficos se puede observar que la distribución de L^* , a^* y b^* cuando relacionamos las distintas localizaciones en función de los grupos de edad no fue tan uniforme como en los gráficos anteriores.

Interacción entre localización-edad para la variable L^*

En líneas generales la luminosidad (L^*) fue más elevada en los grupos más jóvenes en casi todas las localizaciones (excepto en la zona 4) e iba disminuyendo con la edad.

En cuanto a la distribución por zonas, la luminosidad para todos los grupos de edad fue más elevada en la zona del cémit (zona 3) y fue menor en general en la zona 4, posiblemente por su cercanía a la mucosa alveolar.

Sin embargo, el comportamiento de L^* en otras zonas variaba en función de la edad, ya que en los grupos más jóvenes (grupos 1 y 2), las puntas de las papilas también fueron más luminosas, mientras que no ocurría lo mismo en los grupos de edad más elevada.

Interacción entre localización-edad para la variable a^*

Se mantuvo la tendencia descrita en la que las zonas más rojizas (mayor a^*) fueron las más alejadas del margen gingival (2, 4 y 6), sobre todo en la parte más alta de la papila distal y las menos rojizas fueron las puntas de la papilas y el cémit. Sin embargo, esta diferencia fue menos marcada en los pacientes mayores de 60 años, en los que las zonas próximas al margen (zonas 1, 3 y 5) no presentaban una a^* tan baja.

Interacción entre localización-edad para la variable b^*

La distribución por zonas, demostraba que para todos los grupos de edad la zona más amarillenta fue el cémit gingival (zona 3) y eran menos amarillas las zonas próximas a la mucosa (sobre todo la zona 4).

En general la tendencia al amarillo fue mayor en los grupos más jóvenes, exceptuando la zona de las puntas de las papilas (zonas 1 y 5) donde la b^* aumentó con la edad.

6.1.4. DESCRIPCIÓN VARIABLES COLORIMÉTRICAS EN RELACIÓN A LAS CARACTERÍSTICAS SECUNDARIAS ESTUDIADAS

EN RELACIÓN AL HÁBITO TABÁQUICO DE LOS INDIVIDUOS

Hábito tabáquico	N	Variable	Media	D.E.
No fumador	148	L*	53,2	4,4
		a*	24,4	4,6
		b*	18,0	2,8
Fumador	20	L*	52,9	3,8
		a*	24,3	4,2
		b*	18,3	2,7

Tabla 6. Descripción variables colorimétricas en relación a la hábito tabáquico

Como se estableció en el método (Figura 54: Distribución por hábito tabáquico), se puede comprobar que el número de individuos no fumadores en la muestra seleccionada fue mucho mayor que el de fumadores, ya que la variable del hábito tabáquico había sido considerada una variable secundaria en este estudio.

No obstante, con los valores de L*, a* y b* obtenidos podemos comprobar que las medias de las variables de color fueron muy similares entre los pacientes fumadores y no fumadores.

EN RELACIÓN AL DIENTE ALREDEDOR DEL QUE SE MIDE EL COLOR GINGIVAL

Diente seleccionado	N	Variable	Media	D.E.
Inc Central Sup Dcho (11)	112	L*	53,6	4,2
		a*	24,3	4,5
		b*	18,1	2,7
Inc Central Sup Izq (21)	56	L*	52,2	4,3
		a*	24,6	4,5
		b*	18,0	2,8

Tabla 7. Descripción variables colorimétricas en relación al diente alrededor del que se mide el color gingival

Como se describió en el método (Figura 21: Distribución por diente) en la muestra seleccionada el número de individuos en los que se eligió para medir el color gingival el incisivo central superior derecho (diente #11) fue mayor que el de individuos en los que se seleccionó el incisivo central superior izquierdo (diente #21). El diente #11 fue a priori el diente seleccionado para estudio excepto en los casos en los que, por algún motivo, no cumplía estrictamente los criterios de inclusión y sí los cumplía el diente #21.

No obstante, con los valores de L*, a* y b* obtenidos se puede comprobar que las medias y las desviaciones estándar de las variables de color fueron muy similares entre los pacientes en los que se seleccionó el diente #11 o el #21.

EN RELACIÓN AL COLOR BASE DEL DIENTE DE REFERENCIA (Tabla 8)

Color base dentario	N	Variable	Media	D.E.
A1	44	L*	55,1	3,7
		a*	24,2	4,6
		b*	18,6	2,4
A2	35	L*	54,4	4,0
		a*	24,2	4,8
		b*	18,6	2,7
A3	25	L*	52,0	4,0
		a*	25,1	4,2
		b*	18,2	2,9
A3,5	12	L*	50,7	4,0
		a*	26,7	4,3
		b*	18,2	3,3
A4	14	L*	50,3	3,7
		a*	24,5	4,1
		b*	16,7	2,4
B1	1	L*	57,0	4,5
		a*	22,0	4,7
		b*	17,9	0,9
B2	2	L*	57,0	5,5
		a*	20,4	4,5
		b*	19,9	1,7
C1	2	L*	56,0	2,6
		a*	22,9	4,0
		b*	19,6	1,8
C3	1	L*	54,4	1,5
		a*	22,1	2,4
		b*	17,3	2,4
C4	8	L*	51,0	4,1
		a*	23,8	4,2
		b*	16,3	2,0
D2	9	L*	52,1	4,1
		a*	23,6	4,9
		b*	17,8	2,8
D3	15	L*	51,6	3,7
		a*	24,0	4,0
		b*	16,7	2,9

Analizando el color dentario de los incisivos centrales seleccionados para el estudio con el mismo espectrofotómetro con el que se realizó el estudio del color gingival, se comprobó ya en el método que en la muestra seleccionada había al menos hay un individuo en relación a casi cada color dentario de la Guía Vitapan Classica (VITA), excepto los colores B3, B4, C2 y D4 que no se observaban en ninguno de los individuos estudiados, siendo mayoritarios los colores A1, A2, A3.

Estudiando el valor de los datos obtenidos para L^* , a^* y b^* en los individuos en relación al color base dentario del incisivo central seleccionado, se observa que no existían grandes diferencias en este aspecto, no obstante destaca que:

- La L^* a nivel gingival fue más elevada (color más luminoso) alrededor de los dientes que tenían un color base también más luminoso: A1, A2, B1, B2 y C1; en cambio los valores de L^* fueron menores en los dientes con un color base menos luminoso: A3,5, A4, C4.
- La a^* (tendencia al rojo) a nivel gingival fue más elevada en dientes que presentaban un color de base dentario del grupo A, que son colores más anaranjados, sobre todo en los colores más saturados: A3,5, A3 y A4; en cambio los valores de a^* fueron menores para el grupo B (color base dentario más amarillo) y C (color base dentario más gris).
- La b^* (tendencia al amarillo) a nivel gingival fue más elevada en los dientes que presentaban un color base del grupo B, sobre todo el B2 y también en el C1. En cambio la b^* fue menor en los colores más saturados dentro de los presentes en la muestra seleccionada: C4, A4 y D3.

6.1.5. ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES COLORIMÉTRICAS L*, a*, b* A PARTIR DE LA SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA Y SU DISTRIBUCIÓN EN LAS DISTINTAS LOCALIZACIONES ESTUDIADAS ALREDEDOR DEL INCISIVO CENTRAL SUPERIOR

SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA EN RELACIÓN A LA EDAD

Para confirmar si existía una relación lineal entre el comportamiento colorimétrico de la encía (variables L*, a* y b*) y la edad del individuo (variable continua) se aplicó el **Coefficiente de Correlación de Pearson** sobre el total de las mediciones (N = 1008: 168 individuos por 6 localizaciones) y se obtuvieron los siguientes datos:

- **L***: Prob <.0001 (L*-edad = -0,34043). Por lo tanto era significativo. De modo que **al aumentar la edad disminuía la luminosidad (L*)**.

- **a***: Prob = 0,6387 (a*-edad = -0,01481). No era significativo, por lo tanto **no existía correlación** entre la edad de los pacientes y la tendencia al rojo (a*).

- **b***: Prob <.0001 (b*-edad = -0,21728). Por lo tanto era significativo. De modo que **al aumentar la edad disminuía la tendencia al amarillo (b*)**.

Al analizar la edad por zonas, aplicando el **Coefficiente de Correlación de Pearson** sobre el total de individuos (N= 168), pudimos comprobar que aunque *la edad tiene relación con las variables colorimétricas, sobre todo con L* y b**, no existía ninguna zona de las analizadas en los pacientes donde las tres variables L*, a* y b* presentaran significación estadística en relación a la edad.

	Zona 1 (Pm 0-2mm)	Zona 2 (Pm 0-2mm)	Zona 3 (Cénit 0-2mm)	Zona 4 (Cénit 2-5mm)	Zona 5 (Pd 0-2mm)	Zona 6 (Pd 2-5mm)
L*	Sign (<,0001)	Sign (0,0401)	Sign (<,0001)	NO (0,1689)	Sign (<,0001)	NO (0,4527)
a*	NO (0,3166)	NO (0,1556)	NO (0,2398)	NO (0,3342)	Sign (0,0232)	Sign (0,0193)
b*	Sign (0,0261)	Sign (<,0001)	Sign (<,0001)	Sign (<,0001)	NO (0,3381)	Sign (<,0001)

Tabla 9. Significación de L*, a* y b* en relación a la edad por zonas

SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA EN RELACIÓN AL SEXO DE LOS INDIVIDUOS

Para confirmar si las diferencias en el comportamiento colorimétrico de la encía (variables L*, a* y b*) observadas en la estadística descriptiva en relación al sexo de los individuos seleccionados para la muestra eran significativas o no desde el punto de vista estadístico se aplicó sobre los datos obtenidos el test de la t de Student (**TTest**) y a continuación el **Test de Igualdad de varianzas**. En la siguiente tabla se presentan los valores de p para determinar la significación o no estadística de L*, a* y b* en relación al sexo por zona de estudio:

	Zona 1 (Pm 0-2mm)	Zona 2 (Pm 0-2mm)	Zona 3 (Cénit 0-2mm)	Zona 4 (Cénit 2-5mm)	Zona 5 (Pd 0-2mm)	Zona 6 (Pd 2-5mm)
L*	Sign (0,0076)	Sign (<,0001)	Sign (<,0001)	Sign (0,019)	Sign (0,0005)	Sign (0,0002)
a*	Sign (0,0135)	Sign (0,0035)	Sign (0,0065)	NO (0,4015)	Sign (0,044)	NO (0,2474)
b*	Sign (0,0044)	Sign (0,0008)	NO (0,7901)	NO (0,4497)	NO (0,4855)	Sign (0,0073)

Tabla 10. Significación de L*, a* y b* en relación al sexo por zonas

- **L*** a nivel gingival en relación al sexo de los individuos estudiados fue significativa para todas las zonas, de modo que como se determinó en los datos descriptivos y en las gráficas de interacción, la L* (luminosidad) a nivel gingival fue **mayor en mujeres** y tuvo **una relación significativa estadísticamente**.
- **a*** a nivel gingival en relación al sexo de los individuos estudiados en la muestra presentó una **relación significativa** en todas las zonas (los **varones** presentan **valores más elevados** de a* a nivel gingival), excepto en las zonas 4 y 6 (las zonas más alejadas del margen a nivel vestibular y papila distal), donde aunque los valores fueron más elevados en varones que en mujeres, las diferencias fueron menores.
- **b*** a nivel gingival en relación al sexo de los individuos mostró **valores mayores en mujeres** para todas las zonas pero con una **relación significativa** estadísticamente en las zonas 1, 2 (papila mesial) y 6 (zona alta de la papila distal).

SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA EN RELACIÓN A LA LOCALIZACIÓN EN LA ENCÍA

Para confirmar si las diferencias en el comportamiento colorimétrico de la encía (variables L*, a* y b*) observadas en la estadística descriptiva en relación a las distintas zonas de estudio determinadas alrededor de un incisivo central en cada individuo eran significativas o no desde el punto de vista estadístico se aplicó sobre los datos obtenidos el test **ANOVA de Medidas Repetidas**. A continuación se presentan los valores de *p* obtenidos para determinar la significación o no estadística de L*, a* y b* en relación a esta variable:

	Significación estadística (p valor)	F valor
L*	Sign (<,0001)	7,18
a*	Sign (<,0001)	7,62
b*	Sign (<,0001)	4,97

Tabla 11. Significación de L*, a* y b* en relación a la localización en la encía

A partir de esta tabla de **significación global por zonas**, se comprobó que había **diferencias estadísticamente significativas para las tres variables colorimétricas L*, a*, b* en relación a las distintas zonas de estudio**.

Para detallar más el análisis, se aplicó el Test de **Agrupamiento de Duncan** con el fin de comprobar qué grupos (zonas) eran las que diferían entre sí:

Prueba del rango múltiple de Duncan para L*

Duncan Agrupamiento	Media	N	Zona
A	56,255	168	3. Cenit 0 - 2
B	54,376	168	2. Pm 2 - 5
C	52,374	168	4. Cenit 2 - 5
D	52,163	168	1. Pm 0 - 2
D	52,129	168	6. Pd 2 - 5
D	51,600	168	5. Pd 0 - 2

Tabla 12. *Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

RESULTADOS

A partir de este test se comprueba el comportamiento de **la variable L*** a nivel gingival en relación a las distintas zonas estudiadas :

- La luminosidad más elevada se encontraba en la zona más baja del cémit con diferencias significativas respecto a las restantes zonas.
- La luminosidad más baja se localizaba en la papila distal, aunque también fue baja en la punta de la papila mesial y la zona alta del cémit, sin existir diferencias estadísticamente significativas entre estas zonas.

Prueba del rango múltiple de Duncan para a*

Duncan Agrupamiento	Media	N	Zona
A	27,882	168	6. Pd 2 - 5
B	25,477	168	2. Pm 2 - 5
B	25,143	168	4. Cenit 2 - 5
C	23,859	168	3. Cenit 0 - 2
D	22,395	168	5. Pd 0 - 2
E	21,565	168	1. Pm 0 - 2

Tabla 13. *Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

A partir de este test se comprueba que **la variable a*** a nivel gingival presentaba diferencias significativas entre todas las zonas, excepto entre las regiones más elevadas de la papila mesial y la zona alta del cémit (zonas 2 y 4) entre las que no existían diferencias estadísticamente significativas. Además como se observaba en los datos descriptivos:

- La mayor tendencia al rojo se localizaba en la zona más alta de la papila distal (zona 6) y en las zonas altas de la papila mesial (zona 2) y del cémit (zona 4) con diferencias significativas entre estas zonas y las restantes.
- La tendencia al rojo menor se localizaba en la punta de la papila mesial (zona 1 = papila interincisiva) con diferencias estadísticamente significativas respecto a las restantes zonas. También los valores de a* fueron menores y estadísticamente significativos para las zonas bajas de la papila distal y el cémit (zonas 5 y 3).

Prueba del rango múltiple de Duncan para b*

Duncan Agrupamiento	Media	N	Zona	
	A	19,346	168	3. Cénit 0 - 2
B	A	18,900	168	5. Pd 0 - 2
B		18,550	167	1. Pm 0 - 2
	C	17,636	168	6. Pd 2 - 5
	C	17,566	168	2. Pm 2 - 5
	D	16,340	168	4. Cénit 2 - 5

Tabla 14. *Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

A partir de este test se comprueba el comportamiento de **la variable b*** a nivel gingival en relación a las distintas zonas estudiadas que ya se intuía en la estadística descriptiva:

- La tendencia al amarillo más elevada se encontró en las zonas más próximas al margen gingival, sobre todo en la zona del cémit (zona 3) y también en las puntas de la papilas distal y mesial (zonas 5 y 1). Sin diferencias estadísticamente significativas entre estas zonas, pero sí con las restantes zonas más alejadas del margen.
- La tendencia al amarillo con valores menores se encontró en la zona más alta del cémit (zona 4) con diferencias estadísticamente significativas respecto a las restantes zonas. Pero también presentaban valores más bajos las zonas altas de la papila mesial y distal (zonas 2 y 6), sin diferencias significativas entre ellas.

SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA EN RELACIÓN A LAS VARIABLES SECUNDARIAS

Tras analizar la estadística descriptiva obtenida para las variables consideradas secundarias en este estudio: el hábito tabáquico del individuo, el diente de referencia seleccionado y el color base del diente de referencia seleccionado, en los que se observaba que no existían grandes diferencias entre los grupos, se decidió no realizar el análisis estadístico de significación de estos datos por la poca relevancia clínica que presentaban.

No obstante ante la previa convicción de que el hábito tabáquico debía tener influencia clara sobre el color gingival, se decidió cruzar los datos obtenidos en relación a esta variable desde el punto de vista estadístico para confirmar o no esta hipótesis.

Significación estadística en relación al hábito tabáquico de los individuos

Para realizar este análisis estadístico y poder así confirmar la existencia o no de asociación entre el color gingival y el hecho de que el paciente fuera o no fumador, se aplicaron sobre los datos obtenidos a partir del total de la muestra el test de la **t de Student (TTest)** y el **Test de Igualdad de Varianzas**.

Estos son los datos de significación y el “*p valor*” que se obtuvieron en cada una de las zonas de estudio:

	Zona 1 (Pm 0-2mm)	Zona 2 (Pm 0-2mm)	Zona 3 (Cénit 0-2mm)	Zona 4 (Cénit 2-5mm)	Zona 5 (Pd 0-2mm)	Zona 6 (Pd 2-5mm)
L*	NO (0,9320)	NO (0,3375)	NO (0,9353)	NO (0,9773)	NO (0,9241)	NO (0,4173)
a*	NO (0,2351)	NO (0,4199)	NO (0,5183)	NO (0,9266)	NO (0,2777)	NO (0,6904)
b*	Sign (0,0365)	Sign (0,0454)	NO (0,1391)	Sign (0,0204)	NO (0,0968)	Sign (0,0480)

Tabla 15. Significación de L*, a* y b* en relación al hábito tabáquico analizado por zonas

A partir de la aplicación de estos test estadísticos se concluyó que el hábito tabáquico, en la muestra de este estudio no estaba relacionado con el color gingival en base a las variables L*, a* y b*. Únicamente la tendencia al amarillo (b*) tenía relación en algunas zonas con el hábito tabáquico, siendo más elevada en pacientes fumadores. En resumen:

- Con la muestra seleccionada no había correspondencia de ningún tipo entre L* a nivel gingival y el hábito tabáquico, de hecho, el grado de significación es bajísimo.
- No existía correspondencia entre la variación de a* a nivel gingival y el hábito tabáquico en la muestra seleccionada para el estudio.
- **La variable b* (tendencia al amarillo) a nivel gingival, si estaba relacionada con el hábito tabáquico a nivel estadístico ya que presentaba valores significativos en las zonas 1, 2, 4 y 6 (zonas alejadas del margen y la punta de la papila mesial).**

**6.1.6. DIFERENCIAS ÓPTICAS EN RELACIÓN A LAS VARIABLES COLORIMÉTRICAS
L*, a* y b* OBTENIDAS**

Como se determinó en el método, tras el análisis estadístico, se realizó un **estudio óptico** comprobando el valor de la variable ΔE^* , **parámetro diferencia/cambio de color**, aplicando la fórmula que integra las diferencias en los valores L*, a*, b* entre las distintas muestras:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Así se comprobó si las diferencias estadísticamente significativas de las variables L*, a* y b* obtenidas entre los pacientes en relación a la edad, el sexo, la zona de estudio, el hábito tabáquico, el color base del diente analizado y el incisivo estudiado eran clínica y ópticamente perceptibles y relevantes.

A partir de este **estudio óptico espectrofotométrico** se obtuvieron los siguientes resultados:

Diferencia óptica de color (ΔE) por grupos de edad

	18 - 29 años	30 - 44 años	45 - 59 años	> 60 años
Grupo 1: 18 - 29 años		1,37	2,6	4,44
Grupo 2: 30 - 44 años			1,32	3,35
Grupo 3: 45 - 59 años				2,66
Grupo 4: > 60 años				

Tabla 16. Diferencia de color óptica por grupos de edad

En relación a los grupos de edad establecidos, apenas se encontraron diferencias ópticas.

Al integrar los valores de las variables L*, a* y b*, únicamente se encontraron diferencias ópticas claras entre los grupos más jóvenes (18-29 años) y los más mayores (>60 años). Son estos últimos, los pacientes de mayor edad, los que presentaron un valor de delta E más diferenciado del resto.

Diferencia óptica de color por sexo

	Mujer	Varón	Diferencia óptica (Δ)	Diferencia óptica total (ΔE)
L*	54,1	52,1	ΔL^* : -2	2,39
a*	23,9	25	Δa^* : 1,1	
b*	18,4	17,7	Δb^* : -0,7	

Tabla 17. Diferencia de color óptica por sexo

Todos los valores de ΔE obtenidos al comparar las variables L*, a* y b* entre mujeres y varones fueron inferiores al valor de 3, por lo que **en relación al sexo de los individuos, las diferencias ópticas obtenidas fueron mínimamente perceptibles y por lo tanto sin relevancia clínica.**

Únicamente la variable colorimétrica L* (luminosidad) que presentó una diferencia $\Delta L^* = -2$, mostraba diferencias levemente perceptibles entre mujeres (con una luminosidad más elevada) y varones.

Diferencia óptica de color (ΔE) por localización

	Pm 0 - 2	Pm 2 - 5	Cénit 0 - 2	Cénit 2 - 5	Pd 0 - 2	Pd 2 - 5
Zona 1: Pm 0 - 2		4,59	4,75	4,19	1,04	6,38
Zona 2: Pm 2 - 5			3,01	2,42	4,37	3,32
Zona 3: Cénit 0 - 2				5,06	4,95	6,04
Zona 4: Cénit 2 - 5					3,83	3,1
Zona 5: Pd 0 - 2						5,67
Zona 6: Pd 2 - 5						

Tabla 18. Diferencia de color óptica por localización

Los valores de ΔE obtenidos al comparar las variables L*, a* y b* entre las distintas zonas de estudio, fueron en muchos de los casos muy próximos o incluso superiores al valor de 3 por lo que **en general se presentaban diferencias ópticamente apreciables, con relevancia clínica en función de la zona seleccionada para medir el color gingival.**

Únicamente las zonas más altas de las papilas o del cénit (zonas 2, 4 y 6) presentaron entre sí diferencias ópticamente menos perceptibles y por tanto aceptables clínicamente (con valores inferiores o muy próximos a 3).

DIFERENCIAS ÓPTICAS EN RELACIÓN A LAS VARIABLES COLORIMÉTRICAS L*, a* y b* OBTENIDAS PARA LAS CARACTERÍSTICAS SECUNDARIAS

Diferencia óptica de color por hábito tabáquico

	No fumador	Fumador	Diferencia óptica (Δ)	Diferencia óptica total (ΔE)
L*	53,2	52,9	$\Delta L^*:-0,3$	$\Delta E: 0,44$
a*	24,4	24,3	$\Delta a^*:-0,1$	
b*	18,0	18,3	$\Delta b^*: 0,3$	

Tabla 19. Diferencia de color óptica por hábito tabáquico

Todos los valores de ΔE obtenidos al comparar las variables L*, a* y b* a nivel gingival entre individuos no fumadores y fumadores fueron inferiores al valor de 0,5, por lo que **en relación al hábito tabáquico, las diferencias ópticas obtenidas fueron imperceptibles y por lo tanto sin relevancia clínica.**

Estos datos se corresponden con los obtenidos a partir de la estadística ya que el hábito tabáquico, en líneas generales en la muestra de este estudio no estaba significativamente relacionado con el color gingival en base a las variables L* y a*. Únicamente se encontraba relacionado con la variable b* en algunas localizaciones.

Diferencia óptica de color (ΔE) en relación al color base dentario

	A1	A2	A3	A3,5	A4	B1	B2	C1	C3	C4	D2	D3
A1		0,7	3,25	5,08	5,17	2,99	4,44	1,87	2,57	4,72	3,16	3,99
A2			2,59	4,48	4,53	3,48	4,78	2,29	2,47	4,12	2,51	3,39
A3				2,06	2,35	5,89	7,07	4,77	3,95	2,51	1,56	1,9
A3,5					2,69	7,87	9,07	6,67	5,97	3,48	3,42	3,22
A4						7,25	8,48	6,59	4,79	1,07	2,29	1,39
B1							2,56	2,17	2,67	6,47	5,16	5,88
B2								2,71	4,05	7,78	6,22	7,24
C1									2,91	6,06	4,35	5,38
C3										3,93	2,79	3,44
C4											1,87	0,75
D2												1,27
D3												

Tabla 20. Diferencia de color óptica por color base dentario

Los valores de ΔE obtenidos al comparar las variables L*, a* y b* del color gingival de los dientes de referencia estudiados en relación al color base dentario que presentaban, fueron en muchos

de los casos próximos o superiores al valor de 3 por lo que **se presentaban diferencias ópticamente apreciables, con relevancia clínica en función del color base dentario del diente seleccionado para medir el color gingival.**

Sin embargo entre dientes con un color dentario similar, por ejemplo A1-A2, A1-C1, A3-D2-D3 ó A4-C4-D3, las diferencias encontradas para las variables L*, a* y b* a nivel gingival, fueron en muchos casos inferiores a 1,5 y por lo tanto clínicamente poco apreciables.

Diferencia óptica de color por diente seleccionado

	Diente 11	Diente 21	Diferencia óptica (Δ)	Diferencia óptica total (ΔE)
L*	53,6	52,2	$\Delta L^*: -1,4$	ΔE: 1,44
a*	24,3	24,6	$\Delta a^*: 0,3$	
b*	18,2	18	$\Delta b^*: -0,1$	

Tabla 21. Diferencia de color óptica por diente seleccionado

Todos los valores de ΔE obtenidos al comparar las variables L*, a* y b* a nivel gingival entre distintos incisivos centrales (derecho o izquierdo) seleccionados para el estudio como diente de referencia fueron inferiores al valor de 1,5, por lo que **en relación al incisivo central superior de referencia seleccionado, las diferencias ópticas obtenidas en cuanto a color gingival fueron levemente perceptibles y por lo tanto sin relevancia clínica.**

6.1.7. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS MULTIVARIANTE

PARA LAS VARIABLES COLORIMÉTRICAS L*, a* y b*

	Edad representativa	Sexo predominante	Localización predominante	Hábito tabáquico	Diente de referencia	Color dentario relacionado
L*	Jóvenes (18 - 29)	Mujeres	Cénit 0-2 (zona 3)	N/A	N/A	A1, A2, B1, B2 y C1 (colores luminosos)
a*	N/A	Varones	Zonas alejadas del margen gingival (zonas 2, 4 y 6)	N/A	N/A	Grupo color dentario A (colores saturados: A3'5, A3 y A4)
b*	Jóvenes (18 - 29)	Mujeres	Zonas próximas al margen gingival (zonas 1, 3 y 5)	Significativo en zonas 1, 2, 4 y 6	N/A	Grupo color dentario B (B2)
Diferencia óptica ($\Delta E \geq 3$)	SI	NO	SI	NO	NO	SI

Tabla 22. Resumen de los resultados para las variables L*, a* y b*

LA VARIABLE L* (LUMINOSIDAD), presenta las siguientes características:

- Es mayor en grupos más jóvenes y va disminuyendo con la edad.
- Presenta también valores más elevados en mujeres que en varones
- La zona gingival estudiada más luminosa, con diferencias significativas en relación al resto de localizaciones, es el cémit en la zona del margen gingival (zona 3), probablemente debido a la influencia del reflejo del diente subyacente ya que el espesor gingival a ese nivel es menor.
- El color gingival es más luminoso alrededor de los dientes con un color base dentario también más luminoso: A1, A2, B1, B2 y C1.

LA VARIABLE a* (TENDENCIA AL ROJO), presenta las siguientes características:

- No sigue un patrón uniforme en relación a la edad.
- Es mayor en varones.
- Presenta valores más elevados y con significación estadística en las zonas más alejadas del margen gingival, más próximas a la mucosa (zonas 2, 4 y 6). Esta diferencia no es tan marcada en los pacientes mayores de 60 años en los que los valores de a* en las zonas más próximas al margen no son bajos, quizás debido a la dificultad en el cepillado asociado al aumento en la edad de los individuos y por tanto, al aumento en la irrigación provocado por la presencia de inflamación gingival.

- Es más elevada la tendencia al rojo a nivel gingival en dientes con un color base dentario del grupo A (colores más anaranjados), sobre todo los más saturados A3,5, A3 y A4.

LA VARIABLE b* (TENDENCIA AL AMARILLO), presenta las siguientes características:

- Es mayor en grupos más jóvenes y va disminuyendo con la edad.
- Presenta también valores más elevados en mujeres que en varones, sobre todo en el grupo de mujeres entre 30-44 años.
- Presenta valores más elevados y con significación estadística en las zonas más próximas al margen gingival (zonas 1, 3 y 5), debido probablemente a la proximidad dentaria que trasluce su color base amarillento.
- Es más elevada la tendencia al amarillo a nivel gingival en dientes con un color base dentario del grupo B (colores más amarillentos), sobre todo el B2.
- Es la única de las variables colorimétricas estudiada que se encuentra significativamente asociada al hábito tabáquico, siendo la tendencia al amarillo más elevada en pacientes fumadores.

DIFERENCIAS ÓPTICAS

Al realizar un estudio óptico espectrofotométrico en relación al parámetro ΔE (diferencia de color), se comprueba que hay diferencias a nivel gingival entre las variables L^* , a^* y b^* que son apreciables ópticamente y otras en cambio que son levemente perceptibles o inapreciables y por lo tanto clínicamente irrelevantes.

Así se observa que en relación a:

- Los grupos de edad: Son clínicamente relevante las diferencias entre el grupo 1 (más jóvenes) y el 4 (mayor edad).
- El sexo de los individuos: Las diferencias ópticas no tienen relevancia clínica. Únicamente la luminosidad es ligeramente más elevada en mujeres.
- La zona de estudio y el color base dentario en general sí presentan diferencias ópticamente apreciables y clínicamente relevantes.
- El hábito tabáquico y el diente seleccionado: Las diferencias ópticas son casi imperceptibles.

6.2. RESULTADOS DE GRUPOS DE COLOR GINGIVAL OBTENIDOS

Como se ha descrito en el método, se determinaron un total de **7 clusters o grupos de color gingival** y se **ordenaron los clusters obtenidos según su valor de luminosidad (L*)**: de mayor a menor valor. A partir de aquí se numeraron del 1 al 7 anteponiendo una G en relación al color gingival, así quedan los colores: **G1, G2, G3, G4, G5, G6 y G7**.

A partir de los valores de L*, a*, b* obtenidos como media para cada uno de los *cluster* y empleando como herramienta informática el Adobe Photoshop CS3 para Machintosh, se obtuvieron unos colores sólidos que representan los colores gingivales obtenidos a partir de la muestra de pacientes. Hay que matizar que a la hora de reproducir estos colores para plasmarlos en papel con el Adobe Photoshop CS3 a partir de las medias obtenidas sólo se pudieron reflejar valores numéricos enteros, sin decimales, con la consiguiente ligera variación que pueda producirse en los mismos.

También empleando los ajustes del Adobe Photoshop (“desaturar”), obtuvimos la reproducción de los colores en escala de grises para poder valorar la luminosidad (que se aprecia bien en escala de grises), aunque con colores sólidos y sobre papel no se aprecian bien las diferencias.

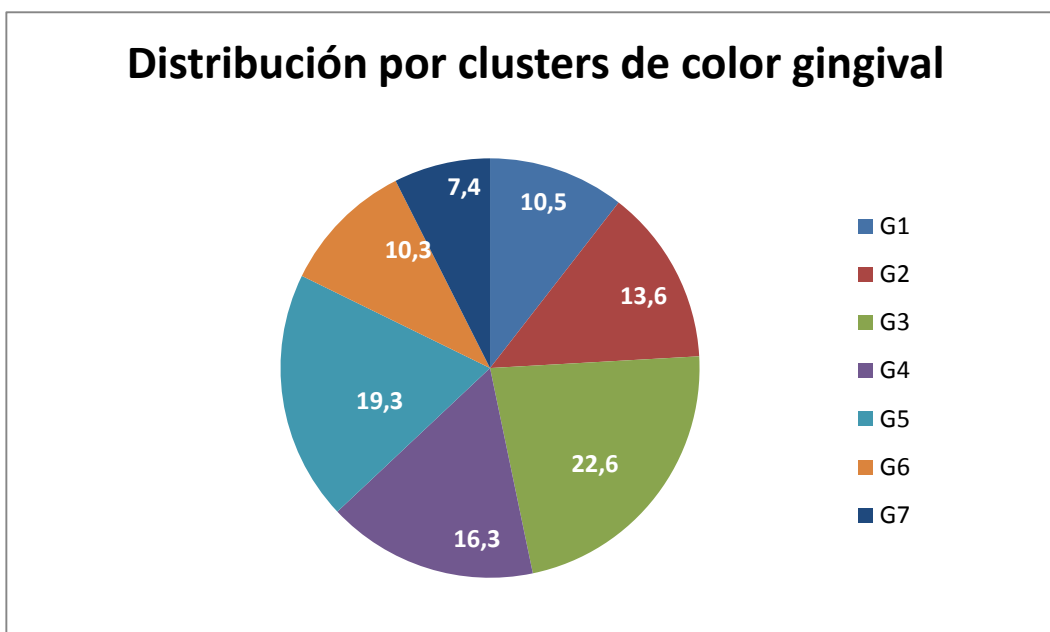
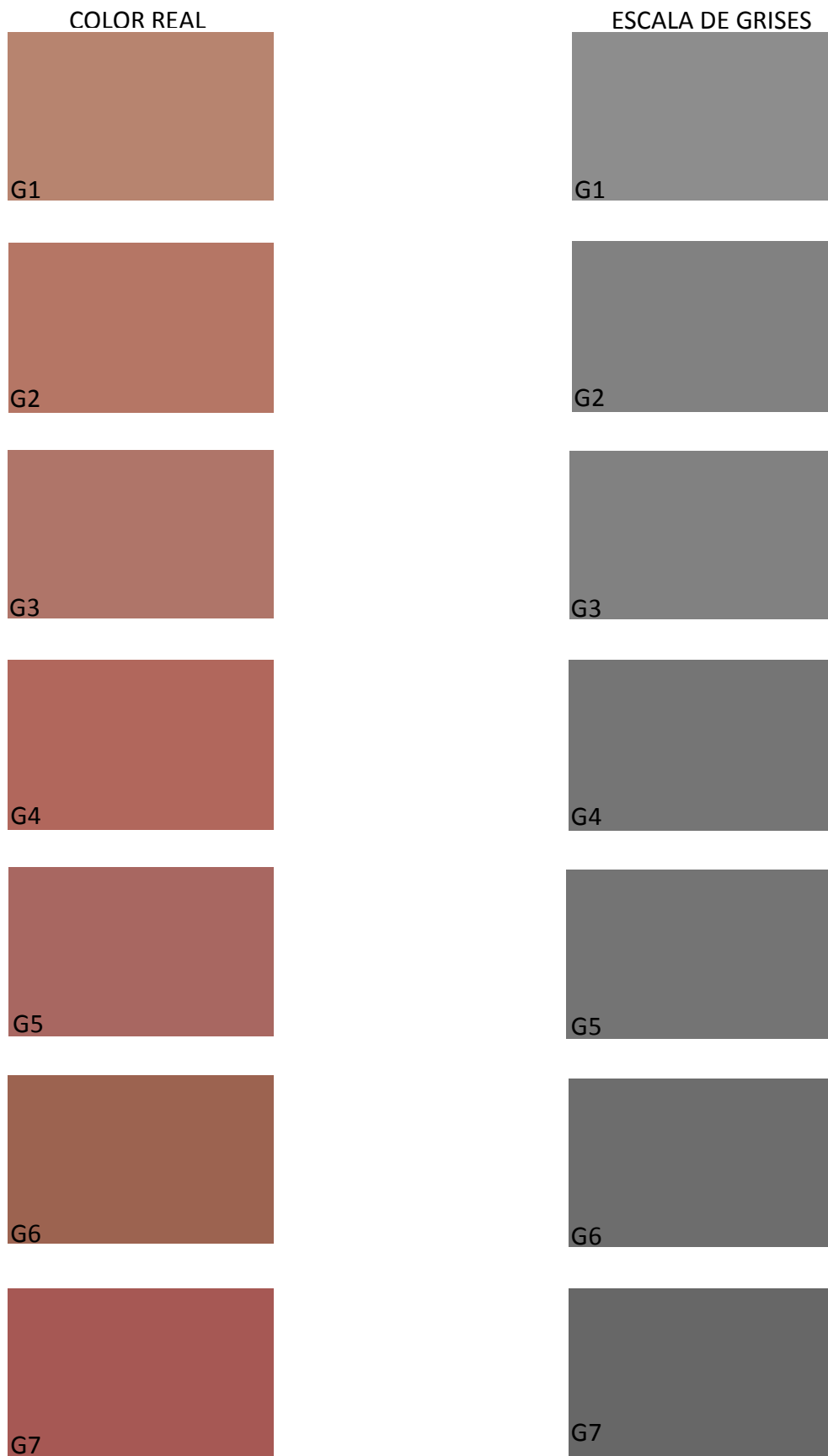


Figura 58. Distribución porcentual de los clusters obtenidos en la muestra de población estudiada

CLUSTERS DE COLOR GINGIVAL ORDENADOS POR LUMINOSIDAD (Figura 59)



VARIABLES COLORIMÉTRICAS DE LOS COLORES GINGIVALES OBTENIDOS

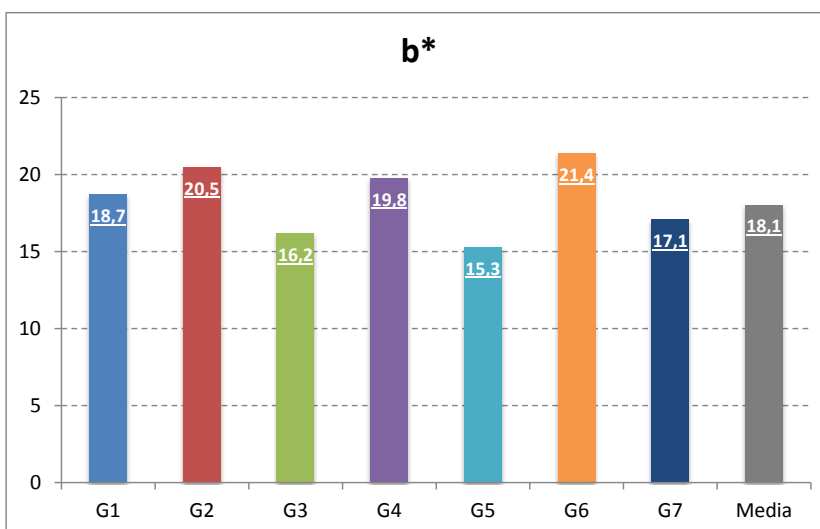
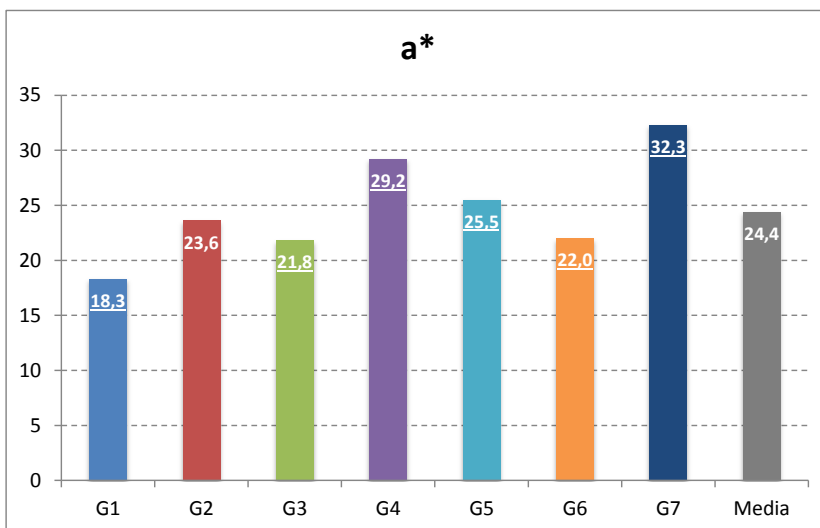
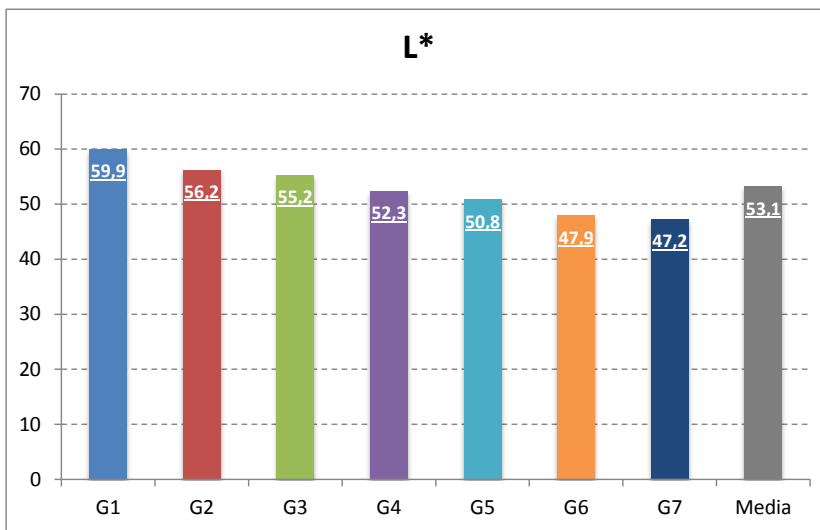
Color gingival	Variables de color		
	L* (D.E)	a* (D.E)	b* (D.E)
G1	59,9 (±2,4)	18,3 (±2,3)	18,7 (±1,7)
G2	56,2 (±2,0)	23,6 (±2,3)	20,5 (±1,7)
G3	55,2 (±1,9)	21,8 (±2,4)	16,2 (±1,5)
G4	52,3 (±2,1)	29,2 (±2,2)	19,8 (±1,6)
G5	50,8 (±2,1)	25,5 (±2,5)	15,3 (±1,5)
G6	47,9 (±2,8)	22,0 (±2,4)	21,4 (±2,4)
G7	47,2 (±2,5)	32,3 (±2,8)	17,1 (±1,9)

Tabla 23. Valores colorimétricos de los colores gingivales

***a partir de aquí se observan subrayados en las gráficas los valores significativos**

RESULTADOS

Figuras 59, 60, 61. Variables colorimétricas L*, a* y b* de los colores gingivales



6.2.1. DESCRIPCIÓN CLUSTERS DE COLOR GINGIVAL OBTENIDOS

COLOR CLUSTER 1: COLOR GINGIVAL G1

Este color gingival se encontró en un porcentaje del 10,52% de la muestra analizada, que correspondía a un total de 106 zonas de estudio.

Características de color

L*: 59,9 ($\pm 2,4$)

a*: 18,3 ($\pm 2,3$)

b*: 18,7 ($\pm 1,7$)



Figura 62. Color G1

Estas tres variables colorimétricas obtenidas al agrupar el cluster 1 fueron significativas para representar el color gingival G1. Como es lógico, al estar ordenados los clusters según la luminosidad obtenida, la variable L* para el G1 fue la más elevada del total de la muestra (con un T valor de 17,03). En cambio, la media de a* para G1 fue la menor de toda la muestra (con un T valor de -14,63). La variable b*, aunque también fue significativa para G1, no presentaba valores tan alejados de la media general.

En relación a la edad

La media de edad para G1 fue de 37,6 años, con un rango de desviación estándar intermedio en relación al total de la muestra ($\pm 13,6$). Estadísticamente para G1 la edad fue una variable significativa ya que se observaba una media menor (pacientes más jóvenes) sobre la media total de la muestra es de 44,6 años.

Valorando la edad por grupos de edad, el color gingival G1 se encontró significativamente relacionado con el grupo de edad más joven (grupo 1: 18-29 años), por su elevada prevalencia en este grupo de edad. En cambio, fue muy poco frecuente, con significación estadística, para el grupo de mayores de 60 años (grupo 4).

En relación al sexo

El color gingival G1 se encontró clínica y estadísticamente relacionado con el sexo de los individuos, ya que este color fue **significativamente** más frecuente en **mujeres** (74,53%) respecto a varones (25,47%). De hecho, de los grupos de color gingival obtenidos, fue el que mostraba mayores diferencias entre la media del total de mujeres y de varones.

En relación a la localización del color alrededor del diente

El color gingival G1 no presentó una distribución muy uniforme en todas las zonas gingivales estudiadas en la muestra seleccionada. Existían tres zonas con valores **estadísticamente significativos**: la zona del cémit más próxima al diente (**zona 3**) presentaba una elevada prevalencia del color gingival G1 con significación estadística (31,13%), mientras que era un color gingival poco frecuente (7,55%) en la región más alta del cémit (**zona 4**) y totalmente ausente en la parte alta de la papila distal (**zona 6**: 0,0%).

En general el G1 fue un color gingival que se encontraba más localizado en la zona de la papila mesial (papila interincisiva) y en el cémit del diente (zona 3). En cambio, en la muestra seleccionada, estaba totalmente ausente en la zona alta de la papila distal (zona 6).

En relación al diente seleccionado para el estudio

A pesar de que al analizar los resultados de esta variable sobre el total de la muestra se observó que en general no existía una relación entre el incisivo central superior seleccionado para el estudio (derecho/izquierdo) y el color gingival obtenido, para **el color gingival G1** sí se encontró relación estadísticamente significativa con el **incisivo central superior derecho (diente 11)**. Este resultado se debió a que en los casos con color gingival G1, el color casi siempre se midió en el diente de referencia 11 (la media de la muestra es del 66,66% y para el G1 se midió el 81,13% de las veces en el diente 11).

En relación al color dentario del diente estudiado

El color gingival G1 presentó una **relación clínica y estadística** con los siguientes colores base dentarios del diente alrededor del cual se había medido el color gingival:

- El **color dentario A1** se encontró frecuentemente relacionado con el color gingival G1. (El A1 muestra un porcentaje del 43,40% en G1 mientras que en el total de la muestra su prevalencia fue del 26,19%).

RESULTADOS

- Los colores dentarios A3,5, A4, D3 presentaron una prevalencia significativamente menor para el color gingival G1, de hecho no se observaron en la muestra casos que relacionasen dientes con color base A3,5, C3 ó D3 (además de el C2, el B3 y el B4 que no habían salido en la muestra total), con el color gingival G1.

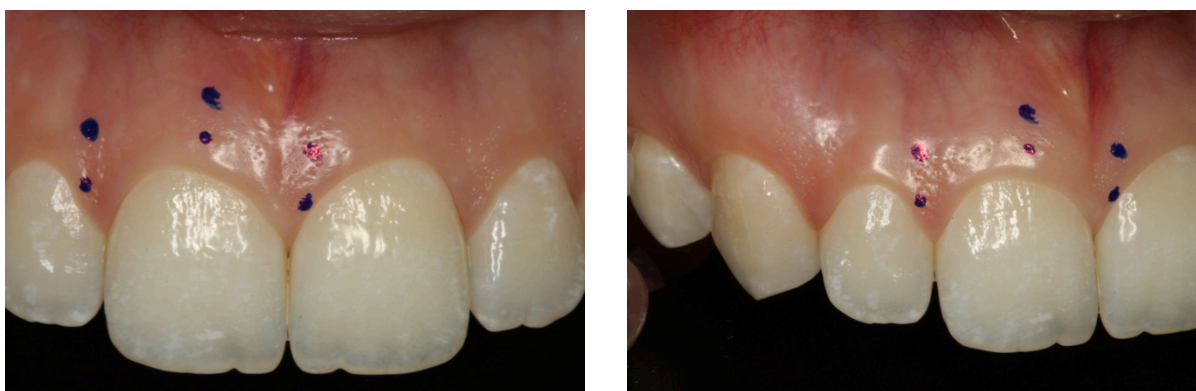
Relación óptica con los restantes colores gingivales (ΔE)

El color gingival G1 presentó unos valores de ΔE por encima de 6 al compararlo con los restantes grupos de color gingival obtenidos, por lo que las diferencias eran óptica y clínicamente perceptibles (además de estadísticamente significativas), de ahí que en el estudio se hayan identificado como colores diferentes.

El color más similar al G1 agrupando las variables colorimétricas L^* , a^* y b^* fue el **G3 ($\Delta E = 6,37$)**, aunque analizando únicamente la variable luminosidad ΔL^* el color más similar al G1 fue el G2 con una diferencia óptica de -3,7, siendo obviamente más luminoso el color G1 que el G2.

El color más diferente al G1 fue el G7, con respecto al que presentaba un $\Delta E = 18,97$, ya que mostraba grandes diferencias tanto para la variable L^* ($\Delta L^* = -12,7$) como para la variable a^* ($\Delta a^* = 14$). Es decir, el color gingival G1 fue mucho más luminoso y mucho menos rojo que el G7.

Ejemplo color gingival G1*: mujer 27 años (Figuras 63 y 64)



*no presentan el mismo color gingival en todas las zonas, es un promedio

COLOR CLUSTER 2: COLOR GINGIVAL G2

Este color gingival se encontró en un porcentaje del 13,59% de la muestra analizada, que correspondía a un total de 137 zonas de estudio.

Características de color

L*: 56,2 ($\pm 2,0$)

a*: 23,6 ($\pm 2,3$)

b*: 20,5 ($\pm 1,7$)



Figura 65. Color G2

Las variables de color para el color gingival G2 no fueron extremas, no obstante la **L*** y la **b*** fueron bastante elevadas, lo que hacía que sus valores fueran **significativos** a la hora de representar el cluster.

En relación a la edad

La media de edad para G2 fue de 34,5 años, con el rango de desviación estándar menor para el total de la muestra ($\pm 12,2$). **Estadísticamente para G2 la edad fue una variable significativa** ya que se observaba una media menor (pacientes más jóvenes) en relación a la media total de la muestra (44,6 años), de hecho fue el color gingival que se presentaba en individuos con una media de edad más joven.

Valorando la edad por grupos de edad, **el color gingival G2 se encontró significativamente relacionado con todos los grupos de edad** establecidos en el estudio. Presentando una alta prevalencia de este color G2 en los grupos de edad más joven (grupos 1 y 2: entre 18 y 44 años) y poca frecuencia en los grupos de edad más elevada (grupos 3 y 4: a partir de 45 años).

En relación al sexo

El sexo como variable categórica se encontró clínica y estadísticamente relacionado con el color gingival G2, ya que este color fue **significativamente** más frecuente en **mujeres** (64,96%) respecto a varones (35,04%).

En relación a la localización del color alrededor del diente

El color gingival G2 presentó una distribución variable en la muestra seleccionada. Existían tres zonas con valores **estadísticamente significativos**: la zona del cémit más próxima al diente (**zona 3**) que presentaba una elevada prevalencia del color gingival G2 con significación estadística (43,07%), mientras que fue un color gingival poco frecuente (3,65%) en la región más alta del cémit (**zona 4**) y de la papila distal (**zona 5**: 7,1%).

En relación al color dentario del diente estudiado

El color gingival G2 presentó una **relación clínica y estadística** con los siguientes colores dentarios del diente elegido para seleccionar el color gingival:

- Los **colores dentarios A1 y A2** se encontraron más frecuentemente relacionados con el color gingival G2. (El A1 mostraba un porcentaje del 40,15% en G2 mientras que en el total de la muestra su prevalencia era del 26,19%. El A2 mostraba un porcentaje del 31,39% en G2 y del 20,83 en el total de la muestra).
- Los colores dentarios D3, C4, A3,5 y A4, presentaron una prevalencia significativamente menor para el color gingival G2.

Relación óptica con los restantes colores gingivales (ΔE)

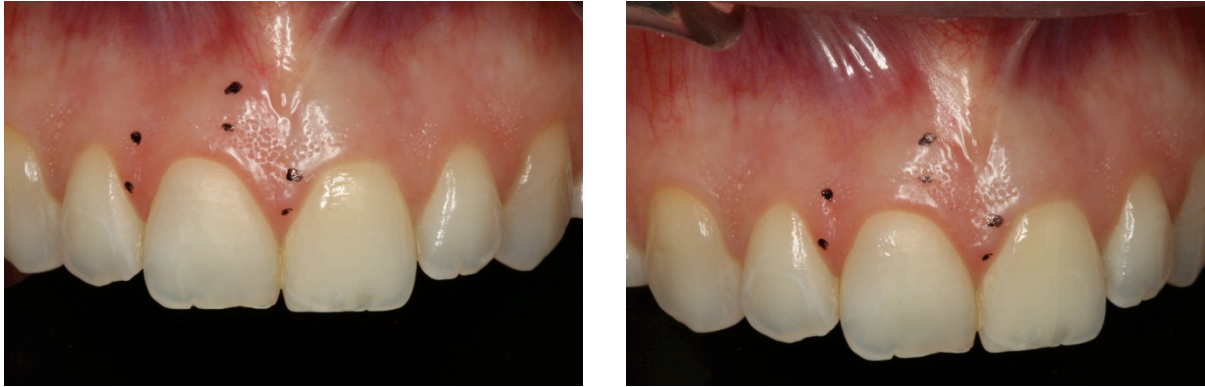
El color gingival G2 presentó unos valores de ΔE por encima de 4,7 al compararlo con los restantes grupos de color gingival obtenidos, por lo que las diferencias también eran óptica y clínicamente perceptibles (además de estadísticamente significativas), de ahí que en el estudio identificaran como colores diferentes.

El color más similar al G2 agrupando las variables colorimétricas L^* , a^* y b^* fue el **G3 ($\Delta E = 4,77$)**.

De hecho, el color G2 y el G3 tienen un $\Delta L^*=1$ y un $\Delta a^*=-1,8$, lo que haría que ópticamente fueran muy similares, pero la variable $\Delta b^*=-4,3$, lo que aumentaba las diferencias entre los dos colores, que se diferenciaban sobre todo en la tendencia al amarillo: G2 era más amarillo que G3.

El color más diferente al G2 fue también el G7, con respecto al que presentaba un $\Delta E = 12,97$, ya que mostraba grandes diferencias tanto para la variable L^* ($\Delta L^*=-9$) como para la variable a^* ($\Delta a^*=8,7$). Es decir, el color gingival G2 era mucho más luminoso y mucho menos rojo que el G7.

Figura 65. Ejemplo color gingival G2*: mujer 23 años. (Figuras 66 y 67)



*no presentan el mismo color gingival en todas las zonas, es un promedio

COLOR CLUSTER 3: COLOR GINGIVAL G3

Este color gingival se encontró en un porcentaje del 22,6% de la muestra analizada, que correspondía a un total de 228 zonas de estudio. **Fue el grupo de color más frecuente en la muestra analizada y en general presentaba valores muy próximos a la media para todas las características estudiadas.**

Características de color

L*: 55,2 ($\pm 1,9$)

a*: 21,8 ($\pm 2,4$)

b*: 16,2 ($\pm 1,5$)



Figura 68. Color G3

Estas tres variables colorimétricas obtenidas al agrupar el cluster 3, a pesar de no ser extremas, **fueron significativas** para representar el color gingival G3. La variable L* fue elevada respecto al total de la muestra (con un T valor de 8,29). En cambio, las medias de a* (T valor -9,91) y b* (T valor -11,35), fueron inferiores a la media de la muestra.

En relación a la edad

La media de edad para G3 fue de 46 años, con un rango de desviación estándar bastante amplio ($\pm 16,9$). Estadística y clínicamente la edad no estaba significativamente relacionada con color gingival G3, ya que la media obtenida para este grupo fue muy similar a la media total de la muestra que es de 44,6 años.

Valorando la edad por grupos de edad se pudo observar la alta prevalencia de este grupo de color gingival en todos los grupos de edad, debido a su mayor frecuencia en la muestra total analizada. Pero estadísticamente **el color gingival G3 únicamente se encontró significativamente relacionado con el grupo de edad de entre 45-59 años (grupo 3)**, aunque clínicamente no se alejaba mucho de los valores de la media general.

En relación al sexo

El color gingival G3 no se encontró estadísticamente relacionado con el sexo que presentaban los individuos estudiados. Clínicamente se observó una presencia mayor de este color en mujeres (56,1%) que en varones (43,9%) pero sin significación estadística.

En relación a la localización del color alrededor del diente

El color gingival G3 presentaba una presencia bastante uniforme en todas las zonas debido a su alta prevalencia en el total de la muestra, pero únicamente se encontró **significación estadística** (con un T valor de 2,47 y un porcentaje del 30,4% respecto a los otros colores en esa localización) **en la zona más alta del cémit (zona 4).**

El color gingival G3 no se encontraba clínica, ni estadísticamente relacionado con el diente seleccionado para el estudio (incisivo central superior derecho/izquierdo), ni al color dentario base del diente estudiado, ni al hábito tabáquico del paciente seleccionado.

Relación óptica con los restantes colores gingivales (ΔE)

El color gingival G3 presentó unos valores de ΔE por encima de 4,7 al compararlo con los restantes grupos de color gingival obtenidos, por lo que las diferencias también son óptica y clínicamente perceptibles (además de estadísticamente significativas), de ahí que en el estudio se identificaran como colores diferentes.

El color más similar al G3 agrupando las variables colorimétricas L^* , a^* y b^* , fue el **G2 ($\Delta E = 4,77$)**, con el que presenta sobre todo diferencias en la variable b^* : el color gingival G2 es más amarillo que G3.

El color más diferente al G3 fue también el G7, con respecto al que presentó un $\Delta E = 13,23$, ya que muestra grandes diferencias tanto para la variable L^* ($\Delta L^* = -8$) como para la variable a^* ($\Delta a^* = 10,5$). En cambio la variable b^* presentó un $\Delta b^* = 0,9$, es decir en la tendencia al amarillo no se observaron diferencias ópticamente perceptibles entre los colores gingivales G3 y G7.

Figuras 67 y 68. Ejemplo color gingival G3*: mujer 33 años. (Figuras 69 y 70)



*no presentan el mismo color de cluster en todas las zonas, es un promedio

COLOR CLUSTER 4: COLOR GINGIVAL G4

Este color gingival se encontró en un porcentaje del 16,27% de la muestra analizada, que correspondía a un total de 164 zonas de estudio.

Características de color

L*: 52,3 ($\pm 2,1$)

a*: 29,2 ($\pm 2,2$)

b*: 19,8 ($\pm 1,6$)

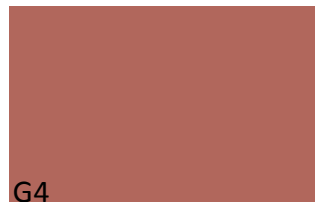


Figura 71. Color G4

Las tres variables colorimétricas obtenidas al agrupar el cluster 4 fueron significativas para representar el color gingival G4. La variable L* para el G4 fue bastante intermedia aunque se encontraba por debajo de la media del total de la muestra (con un T valor de -2,88). En cambio, la media de a* (T valor de 14,98) y de b* (T valor de 8,53) para G4 fueron bastante elevados en relación a la media general.

En relación a la edad

La media de edad para G4 fue de 38,9 años, con un rango de desviación estándar amplio en relación al total de la muestra ($\pm 16,9$). Estadísticamente para G4 la edad fue una variable significativa ya que se observaba una media menor (pacientes más jóvenes) sobre la media total de la muestra es de 44,6 años.

Valorando la edad por grupos de edad, el color gingival G4 se encontró clínicamente relacionado con los grupos de edad más jóvenes (grupos 1 y 2), con significación estadística para el grupo 1: 18-29 años, por su elevada prevalencia en este grupo de edad. En cambio, fue poco frecuente, con significación estadística, para los grupos de mayores de 45 años (grupos 3 y 4).

En relación al sexo

El color gingival G4 no se encontró estadísticamente relacionado con el sexo de los individuos, presentaba una distribución porcentual en la muestra de 54,9% de mujeres y 45,1% de varones, es decir sin relevancia clínica.

En relación a la localización del color alrededor del diente

El **color gingival G4**, aunque se observó en todas las localizaciones descritas, no presentaba una distribución muy uniforme en estas. Presentaba una **relación estadísticamente significativa** por su elevada prevalencia **en las zonas más altas de las papilas (zonas 2 y 6)**, sobre todo en la papila distal (33,9%), sin embargo las puntas de las papilas presentaban una asociación estadísticamente significativa por la baja relación que tenían con el color gingival G4 (4,8% en las puntas de las papilas).

En relación al color dentario del diente estudiado

El color gingival G4 presentaba una relación clínica con los colores del grupo A: A1, A2, A3, A3,5 y con el B2. Pero **estadísticamente sólo fue significativa** su relación con el **color A1**.

En cambio el color dentario A4 presentaba una prevalencia significativamente menor para el color gingival G4 y tampoco se observaron en la muestra casos que relacionasen dientes con color base B1 y C3 (además de el C2, el B3 y el B4 que no han salido en la muestra total), con el color gingival G4.

Relación óptica con los restantes colores gingivales (ΔE)

El color gingival G4 presentó unos valores de ΔE por encima de 6 al compararlo con los restantes grupos de color gingival obtenidos, por lo que las diferencias también fueron óptica y clínicamente perceptibles (además de estadísticamente significativas). De ahí que en el estudio se hayan identificado como colores diferentes.

El color más similar al G4 agrupando las variables colorimétricas L^* , a^* y b^* fue el **G5 ($\Delta E = 6,02$)**. De hecho, el color G4 y el G5 tenían un $\Delta L^* = -1,5$ lo que supondría que ópticamente fueran muy similares por la luminosidad que presentan; pero eran las variables $\Delta b^* = -4,5$ y $\Delta a^* = -3,7$, las que aumentaban las diferencias entre los dos colores, que se diferenciaron sobre todo en la tendencia al amarillo y al rojo: G4 era más amarillo y más rojo que G5.

RESULTADOS

El color más diferente al G4 fue el G1, con respecto al que presentaba un $\Delta E = 13,33$, ya que mostraba grandes diferencias tanto para la variable L^* ($\Delta L^* = -7,6$) como para la variable a^* ($\Delta a^* = 10,9$). En cambio la variable b^* presentaba un $\Delta b^* = 1,1$. Es decir el color G4 fue mucho menos luminoso y más rojo que el G1, pero en la tendencia al amarillo no presentaron diferencias ópticamente perceptibles.

Ejemplo color gingival G4*: varón 28 años. Figuras 72 y 73.



*no presentan el mismo color de cluster en todas las zonas, es un promedio

COLOR CLUSTER 5: COLOR GINGIVAL G5

Este color gingival se encontró en un porcentaje del 19,25% de la muestra analizada, que correspondía a un total de 194 zonas de estudio. Fue el segundo grupo más frecuente de los obtenidos al crear los grupos de color gingival.

Características de color

L*: 50,8 ($\pm 2,1$)

a*: 25,5 ($\pm 2,5$)

b*: 15,3 ($\pm 1,5$)



Figura 74. Color G5

Las tres variables colorimétricas obtenidas al agrupar el cluster 5 **fueron significativas** para representar el color gingival G5: la luminosidad (L*) para el G5 fue significativamente menor a la media (T valor de -8,52). La variable a* para G5 estuvo por encima de la media (T valor de 3,77). El valor más extremo fue el de la variable b*, que fue la menor de toda la muestra (con un T valor de -15,42).

En relación a la edad

La media de edad para G5 fue de 51 años, con un rango de desviación estándar amplio en relación al total de la muestra ($\pm 16,8$). **Estadísticamente para G5 la edad fue una variable significativa** ya que se observó una media más elevada (pacientes más mayores) sobre la media total de la muestra que fue de 44,6 años.

Valorando la edad por grupos de edad, **el color gingival G5** se mostró significativamente poco frecuente para el grupo más joven (grupo 1: 18-29 años), y fue aumentando su prevalencia con la edad de los individuos, de modo que se encontraba **significativamente relacionado con el grupo de edad más elevada (grupo 4: mayores de 60 años)**.

En relación al sexo

El color gingival G5 se encontró clínica y estadísticamente relacionado con el sexo de los individuos, ya que este color fue **significativamente** más frecuente en **varones** (65%) respecto a mujeres (35%). De hecho, el grupo de color gingival más frecuente entre los varones de la muestra fue el G5.

En relación a la localización del color alrededor del diente

El **color gingival G5** tuvo presencia en todas las localizaciones estudiadas aunque clínicamente tenía mayor presencia en las zonas más alejadas del margen gingival, sobre todo se encontró **significativamente relacionado** (35,1%) **con la zona más alta del cémit (zona 4)**. En cambio, presentó una baja prevalencia (7,1%) con significación estadística en la zona del cémit a nivel del margen gingival (zona 3).

En relación al diente seleccionado para el estudio

A pesar de que en general en la muestra no se observó una relación entre el incisivo central superior seleccionado para el estudio (derecho/izquierdo) y el color gingival obtenido, para **el color gingival G5 sí se observó una relación estadísticamente significativa con el diente 21**. Es decir, el color G5 se midió en un 41,24% de los casos en el diente 21, mientras que la media de los restantes colores medidos en el diente 21 fue del 33,33%, por eso resultó clínicamente significativo para el diente 21 (T valor 2,49).

En relación al color dentario del diente estudiado

El color gingival G5 presentó una **relación clínica y estadística** con los colores **A4** (sobre todo, con un 44,1%) y **D3** (con un 33,4%). También se observó una relación clínica en la muestra seleccionada con los colores C4, A3, A3,5, C3 y D2.

En cambio los colores dentarios A1 y A2 presentaron una prevalencia significativamente menor para el color gingival G5. Tampoco se observaron en la muestra casos que relacionen dientes con color base B2 y C1 (además de el C2, el B3 y el B4 que no han salido en la muestra total) con el color gingival G5.

Relación óptica con los restantes colores gingivales (ΔE)

El color gingival G5 presentó unos valores de ΔE por encima de 6 al compararlo con los restantes grupos de color gingival obtenidos, por lo que las diferencias también fueron óptica y clínicamente perceptibles (además de estadísticamente significativas), de ahí que en el estudio se hayan identificado como colores diferentes al crear los clusters estadísticos.

El color más similar al G5 agrupando las variables colorimétricas L^* , a^* y b^* , fue el G4 ($\Delta E = 6,02$), con el que presentaba sobre todo diferencias en las variables $\Delta b^* = -4,5$ y $\Delta a^* = -3$, el color gingival G4 era más amarillo y más rojo que el color gingival G5.

El color más diferente al G5 también fue el G1, con respecto al que presentó un $\Delta E = 12,09$. Se observaron grandes diferencias tanto para la variable L^* ($\Delta L^* = -9,1$), como para la variable a^* ($\Delta a^* = 7,2$) y, en menor medida también para la variable b^* ($\Delta b^* = -3,4$). Es decir el color G5 fue mucho menos luminoso, más rojo y menos amarillo que el G1.

Figuras 75 y 76. Ejemplo color gingival G5*: varón 57 años



*no presentan el mismo color de cluster en todas las zonas, es un promedio

COLOR CLUSTER 6: COLOR GINGIVAL G6

Este color gingival se encontró en un porcentaje del 10,32% de la muestra analizada, correspondiente a un total de 104 zonas de estudio. Fue el segundo grupo menos frecuente de los obtenidos al crear los grupos de color gingival.

Características de color

L*: 47,9 ($\pm 2,8$)

a*: 22,0 ($\pm 2,4$)

b*: 21,4 ($\pm 2,4$)



Figura 77. Color G6

Las tres variables colorimétricas obtenidas al agrupar el cluster 6 **fueron significativas** para representar el color gingival G6: la luminosidad (L*) para el G6 fue significativamente menor a la media (T valor de -13,3), ya que los clusters estaban ordenados según su luminosidad. La variable a* para G6 presentó también valores por debajo de la media (T valor de -5,6). El valor más extremo fue el de la variable b*, que era la más alta de toda la muestra (con un T valor de 12,83), lo que supuso una mayor tendencia al amarillo del color G6.

En relación a la edad

La media de edad para G6 fue de 55,1 años, con un rango de desviación estándar medio en relación al total de la muestra ($\pm 13,6$). **Estadísticamente para G6 la edad fue una variable significativa** ya que se observó una media más elevada (pacientes más mayores) sobre la media total de la muestra que fue de 44,6 años. De hecho, el color gingival G6, fue el que presentó la media de edad más alta de todos los grupos creados.

Valorando la edad por grupos de edad, **el color gingival G6 se encontró significativamente relacionado con todos los grupos de edad** establecidos en el estudio. Presentando una alta prevalencia de este color G6 en los grupos de edad más elevada (grupos 3 y 4: a partir de 45 años) y poca frecuencia en los grupos de edad más jóvenes (grupos 1 y 2: entre 18-44 años).

En relación al sexo

El color gingival G6 no se encontró estadísticamente relacionado con el sexo de los individuos, presentó una distribución porcentual en la muestra de 49% de mujeres y 51% de varones, es decir sin relevancia clínica.

En relación a la localización del color alrededor del diente

El **color gingival G6** se distribuyó muy heterogéneamente en las distintas zonas estudiadas por lo que mostró **significación estadística en todas las localizaciones**. Presentó una predominancia máxima (más del 90% del total de las zonas donde está presente) en las **puntas de las papilas** (zonas 1 y 5). En cambio, presentó una prevalencia mínima en las restantes zonas (zonas 2, 3, 4 y 6).

En relación al color dentario del diente estudiado

El color gingival G6 presentó una **relación estadísticamente significativa** con los colores **A3,5** y **D2** (con un 22,2%) pero sin una elevada repercusión clínica. También se observó relación clínica en la muestra seleccionada con el color B2, aunque no fue significativo porque este color era poco frecuente en la muestra total.

En cambio el color dentario A1, que fue el más frecuente en la muestra, no se relacionó con el color gingival G6 (con significación estadística). Tampoco se observaron en la muestra casos que relacionasen dientes con color base menos frecuente como el B1, C1 y C3 (además de el C2, el B3 y el B4 que no han salido en la muestra total), con el color gingival G6.

Relación óptica con los restantes colores gingivales (ΔE)

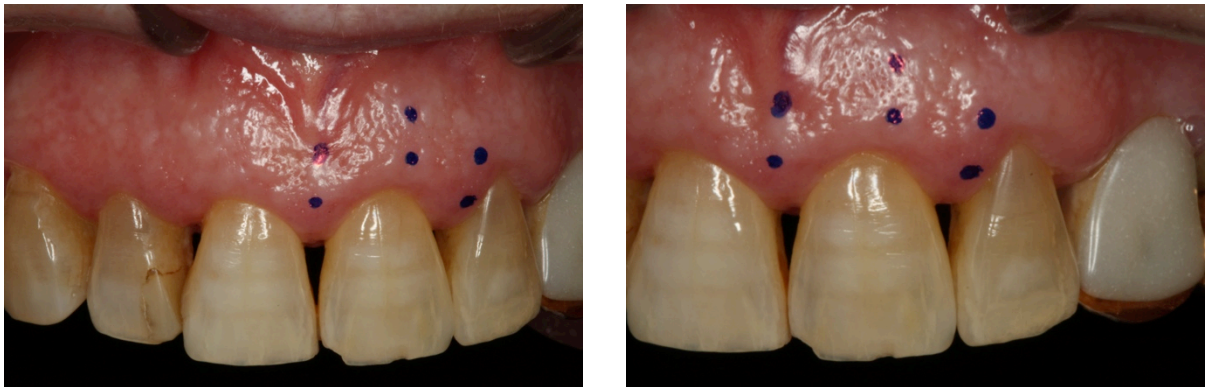
El color gingival G6 presentó unos valores de ΔE por encima de 7,5 al compararlo con los restantes grupos de color gingival obtenidos, por lo que las diferencias también fueron óptica y clínicamente perceptibles (además de estadísticamente significativas), de ahí que en el estudio se hayan identificado como colores diferentes.

El color más similar al G6 agrupando las variables colorimétricas L^* , a^* y b^* fue el **G5 ($\Delta E = 7,61$)**. Presentaban unos valores de $\Delta L^* = -2,9$, $\Delta a^* = -3,5$ y $\Delta b^* = 6,1$, lo que supone que aún siendo el G5 el color más afín al G6, mostraba diferencias ópticamente apreciables en todas las variables de color. El color G6 era claramente más amarillo, menos luminoso y menos rojo que el G5.

RESULTADOS

El color más diferente al G6 fue el G1, con un $\Delta E = 12,84$ y una gran diferencia para la variable L^* ($\Delta L^* = -12$). En cambio para las variables a^* ($\Delta a^* = 3,7$) y b^* ($\Delta b^* = 2,7$), las diferencias no fueron tan marcadas. Es decir el color G6 fue mucho menos luminoso que el G1, pero ligeramente más rojo y más amarillo que este color gingival.

Figuras 78 y 79. Ejemplo color gingival G6*: mujer 80 años



*no presentan el mismo color de cluster en todas las zonas, es un promedio

COLOR CLUSTER 7: COLOR GINGIVAL G7

Este color gingival se encontró en un porcentaje del 7,44% del total de la muestra analizada, que correspondía a un total de 75 zonas de estudio. Fue el grupo menos frecuente de los obtenidos al crear los grupos de color gingival.

Características de color

L*: 47,2 ($\pm 2,5$)

a*: 32,3 ($\pm 2,8$)

b*: 17,1 ($\pm 1,9$)



Figura 80. Color G7

Las tres variables colorimétricas obtenidas al agrupar el cluster 7 **fueron significativas** para representar el color gingival G7: la luminosidad (L*), como es lógico al estar los clusters ordenados por esta variable, fue la más baja de todos los grupos (T valor de -12,44). Por el contrario, la variable a* para G7 fue la más elevada de todos los clusters obtenidos (T valor de 15,65). La variable b* para G7 se encontraba por debajo de la media pero con un valor más intermedio (T valor de -3,0).

En relación a la edad

La media de edad para G7 fue de 50,4 años, con el rango de desviación estándar más amplio de toda la muestra ($\pm 17,7$). **Estadísticamente para G7 la edad fue una variable significativa** ya que se observó una media más elevada (pacientes más mayores) sobre la media total de la muestra que era de 44,6 años.

Valorando la edad por grupos de edad, **el color gingival G7 se encontró significativamente relacionado con el grupo de edad más avanzada (grupo 4: mayores de 60 años)**. Clínicamente se observó que el color gingival G7 era poco frecuente para los grupos de edad más jóvenes e iba aumentando su prevalencia con la edad de los individuos.

En relación al sexo

El color gingival G7 se encontró clínica y estadísticamente relacionado con el sexo de los individuos, era **significativamente** más frecuente en **varones** (61,3%) que en mujeres (38,7%).

En relación a la localización del color alrededor del diente

El **color gingival G7** presentó una distribución muy heterogénea en función de la localización de la encía alrededor del diente. Se encontró **significativamente relacionado con las zonas más altas del cénit (zona 4) y de la papila distal (zona 6) sobre todo**. Clínicamente también mostró una elevada prevalencia en la zona alta de la papila mesial. En cambio, presentaba una mínima prevalencia con significación estadística en las zona más próximas al margen gingival: cénit y punta de las papilas (zonas 1, 3 y 5).

En relación al color dentario del diente estudiado

El color gingival G7 únicamente presentó una **relación estadísticamente significativa** con el **color dentario A3,5**. No obstante también se observó una relación clínica en la muestra seleccionada con los colores A4, C4, D2 y D3.

En cambio no se observaron en la muestra casos que relacionasen dientes con color base B1, B2, C1 y C3 (además de el C2, el B3 y el B4 que no han salido en la muestra total), con el color gingival G7.

Relación óptica con los restantes colores gingivales (ΔE)

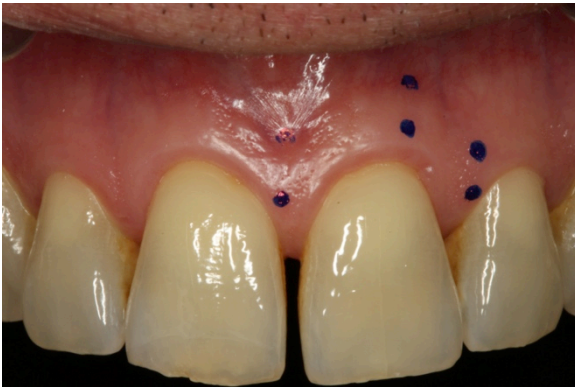
El color gingival G7 presentó unos valores de ΔE por encima de 6,5 al compararlo con los restantes grupos de color gingival obtenidos, por lo que las diferencias también eran óptica y clínicamente perceptibles (además de estadísticamente significativas), de ahí que en el estudio se hayan identificado como colores diferentes.

El color más similar al G7 agrupando las variables colorimétricas L^* , a^* y b^* fue el **G4 ($\Delta E = 6,55$)**. Presentó unos valores de $\Delta L^* = -5,1$, $\Delta a^* = 3,1$ y $\Delta b^* = -2,7$, lo que suponía que aún siendo el G4 el color más afín al G7, presentaba diferencias ópticamente apreciables en todas las variables de color, sobre todo en relación a la luminosidad. El color G7 era claramente menos luminoso que el G4 y ligeramente menos amarillo y más rojo (el G7 y el G4 fueron los dos colores más rojos de los colores gingivales obtenidos en el estudio).

RESULTADOS

El color más diferente al G7 fue el G1, con respecto al que mantenían un $\Delta E = 18,97$, ya que mostraban grandes diferencias tanto para la variable L^* ($\Delta L^* = -12,7$) como para la variable a^* ($\Delta a^* = 14$). Como ya se describió, el color gingival G1 era mucho más luminoso y mucho menos rojo que el G7.

Ejemplo color gingival G7*: varón 62 años. Figuras 81 y 82.



*no presentan el mismo color de cluster en todas las zonas, es un promedio

6.2.2. TABLAS Y GRÁFICAS EN RELACIÓN A LOS GRUPOS DE COLOR GINGIVAL OBTENIDOS

EN RELACIÓN A LA EDAD (Tabla 24)

Color gingival	Edad Media (D.E.)
G1	37,6 (\pm 13,6)
G2	34,5 (\pm 12,2)
G3	46,0 (\pm 16,9)
G4	38,9 (\pm 16,9)
G5	51,0 (\pm 16,8)
G6	55,1 (\pm 13,6)
G7	50,4 (\pm 17,7)

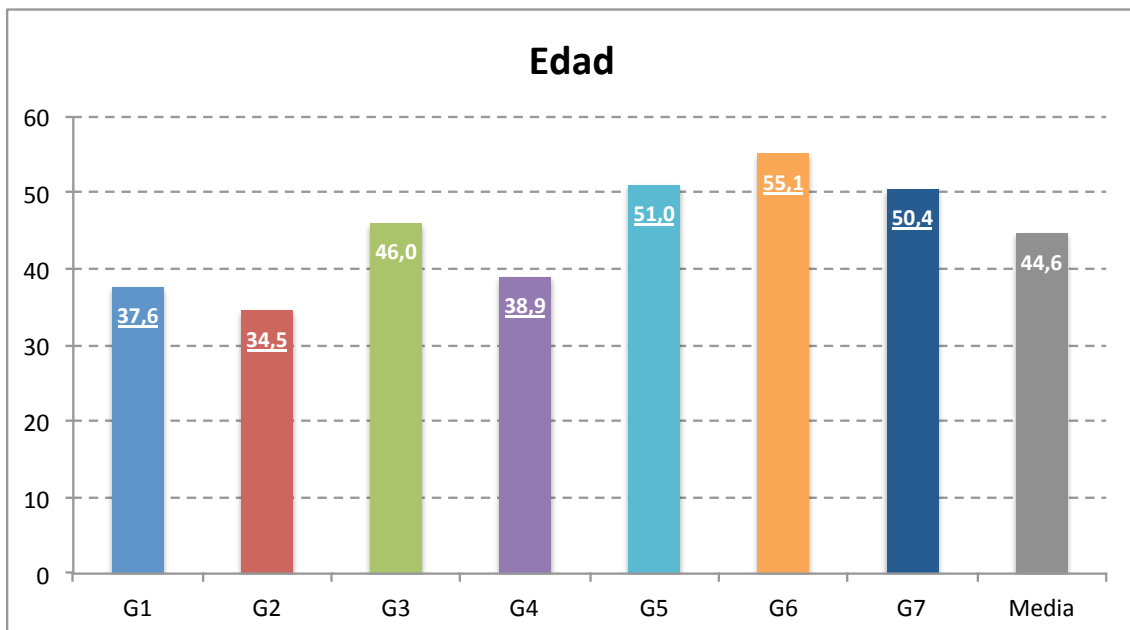


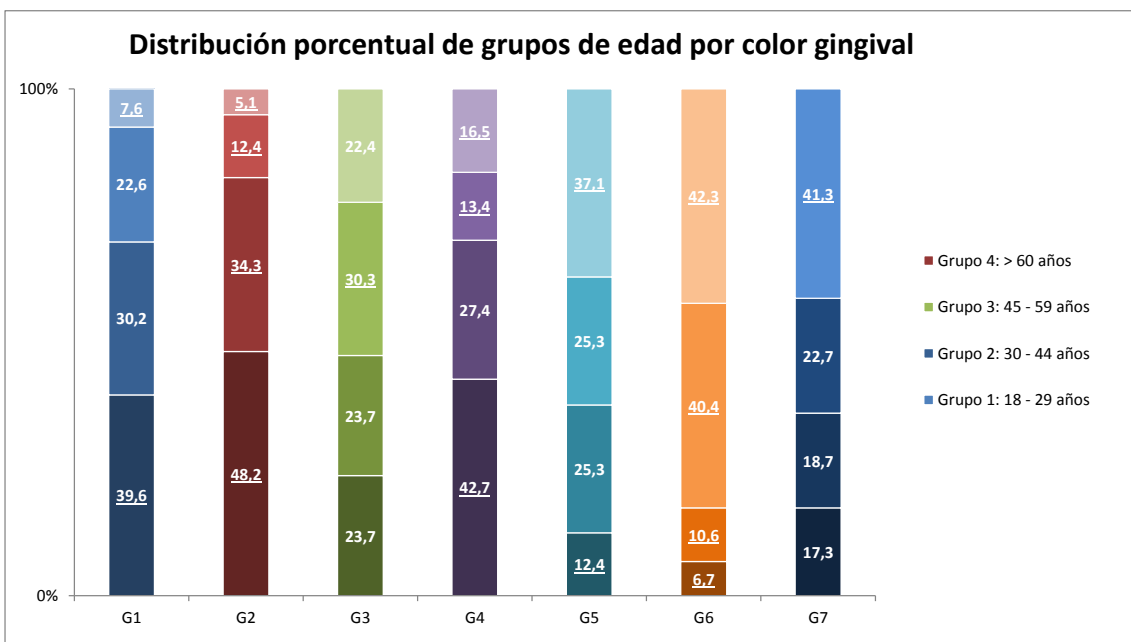
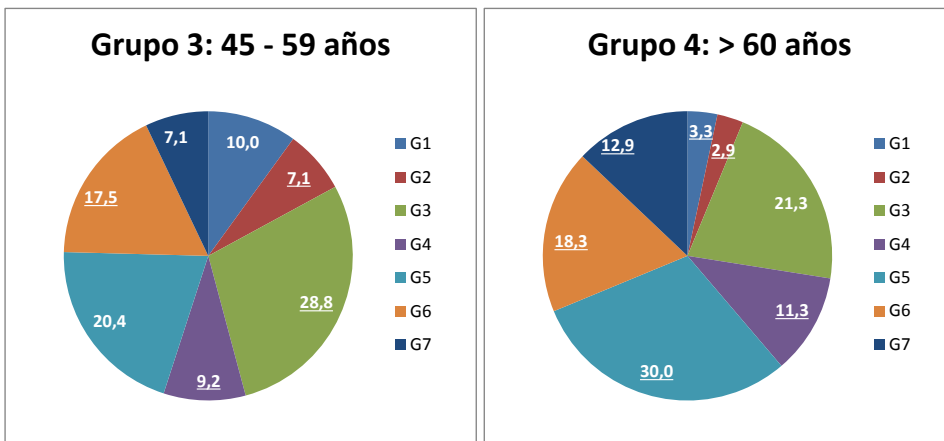
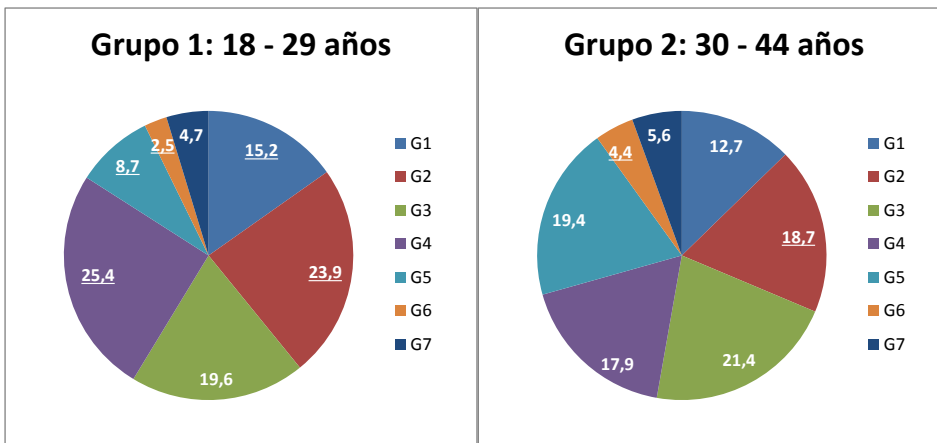
Figura 83. Gráfica edad media predominante por grupo de color gingival

***se observan subrayados en las gráficas los valores significativos**

RESULTADOS

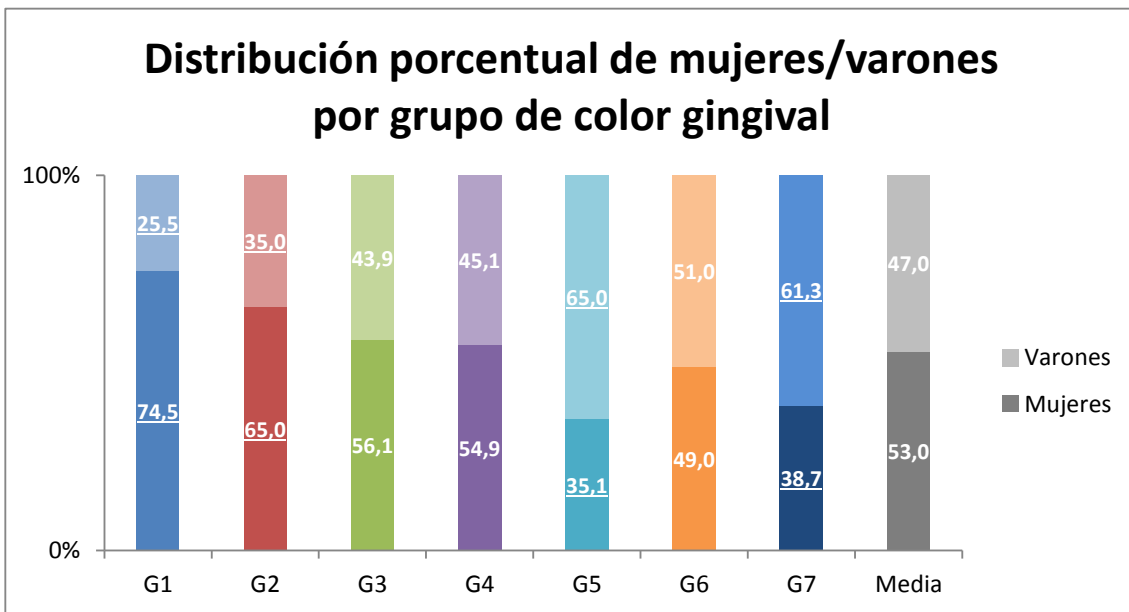
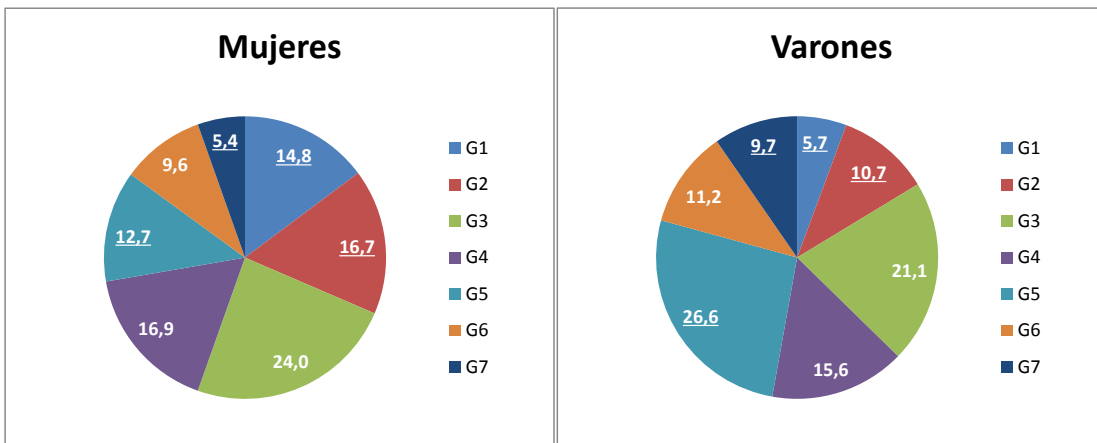
EN RELACIÓN A LOS GRUPOS DE EDAD

Distribución de color gingival por grupo de edad (Figuras 84, 85, 86, 87 y 88)



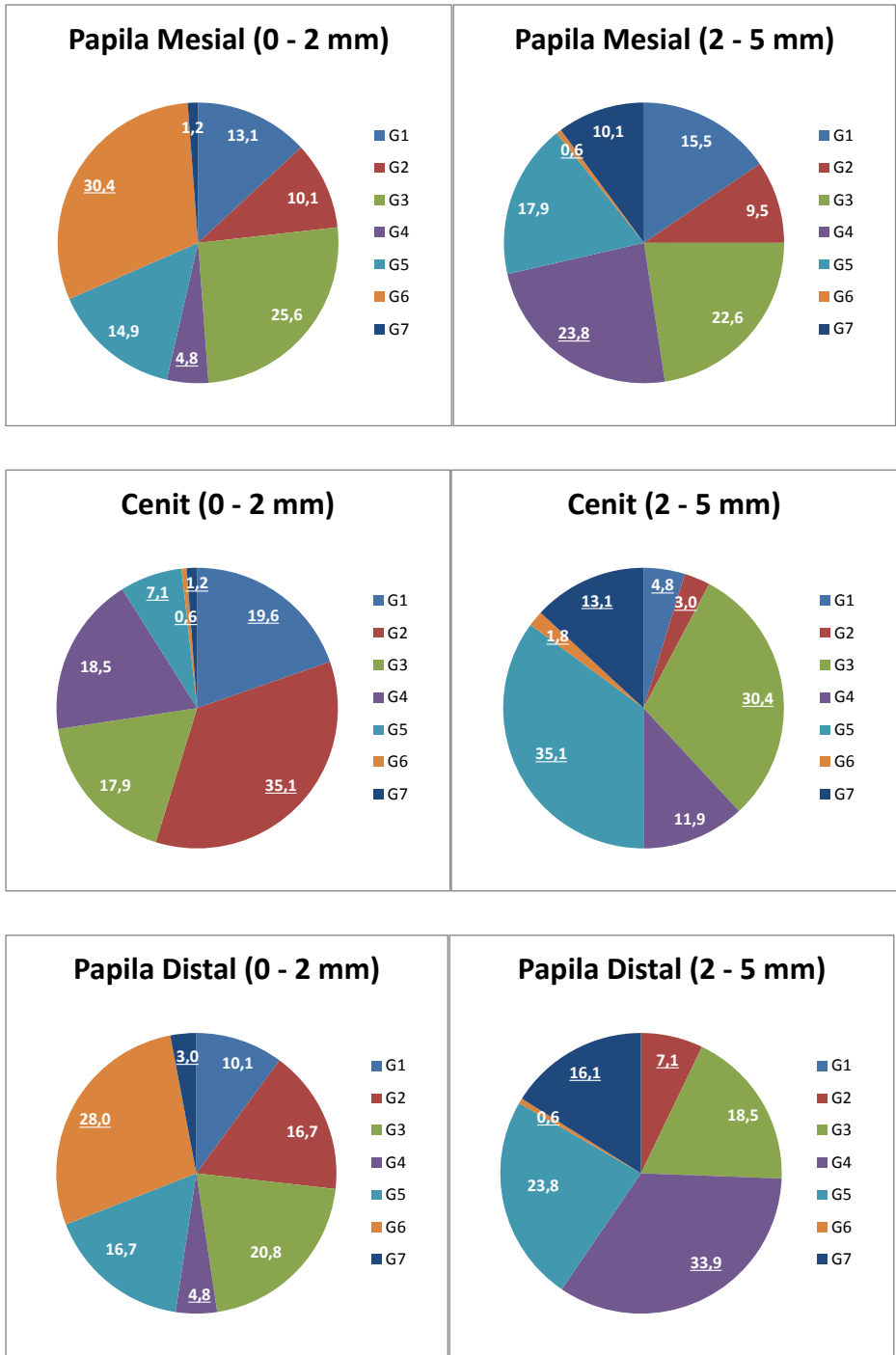
EN RELACIÓN AL SEXO DE LOS INDIVIDUOS

Distribución de grupos de color gingival por sexo (Figuras 89, 90, 91)



EN RELACIÓN A LA LOCALIZACIÓN EN LA ENCÍA

Distribución de grupos de color gingival por localización (Figuras 92, 93, 94, 95, 96 y 97)



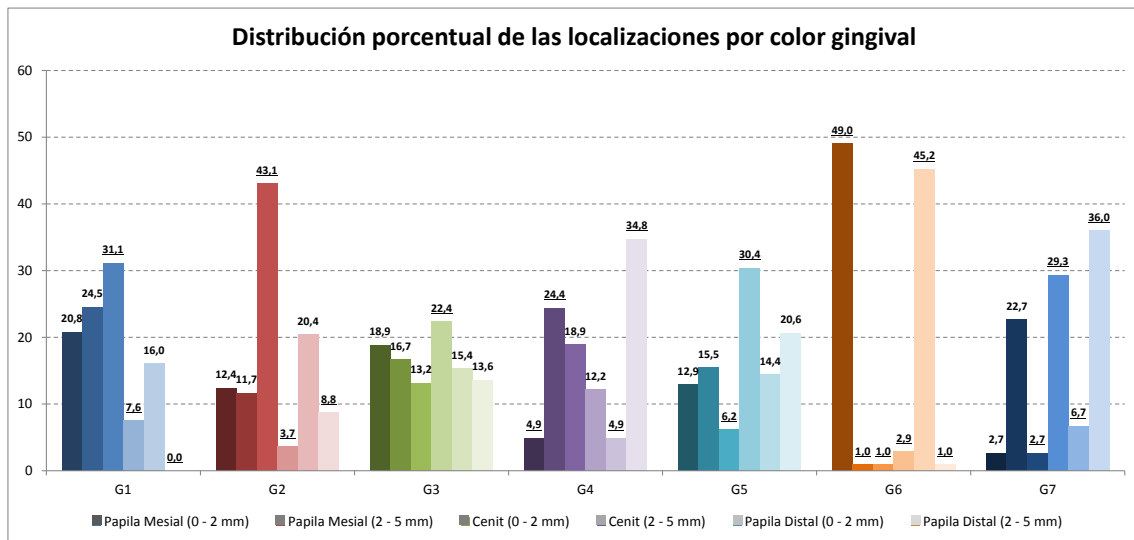
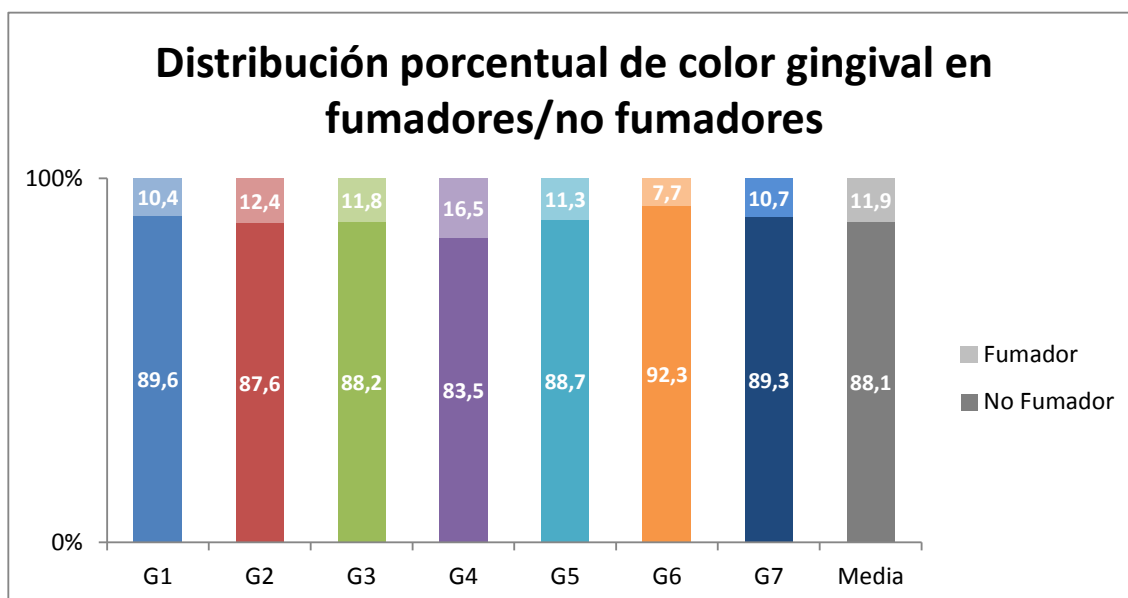
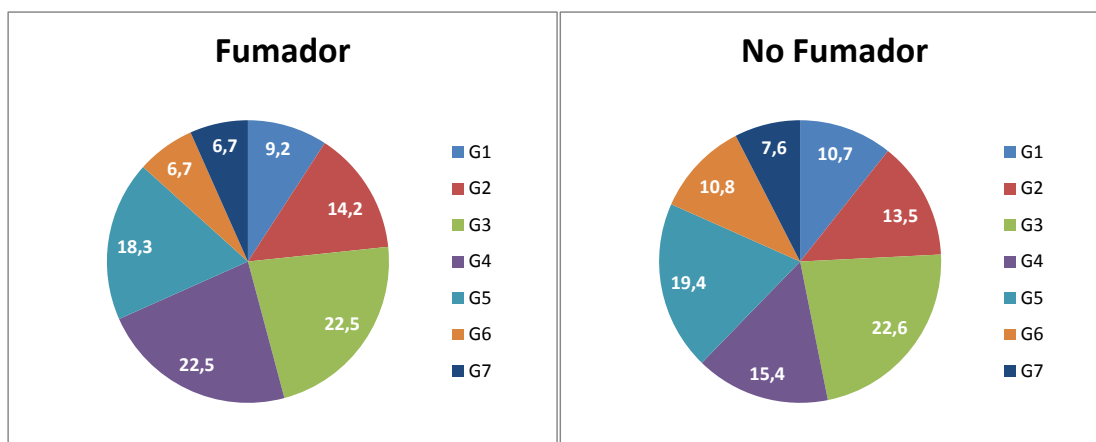


Figura 98. Gráfica de distribución porcentual de las localizaciones por color gingival

EN RELACIÓN AL HÁBITO TABÁQUICO DE LOS INDIVIDUOS

Distribución de grupos de color gingival por hábito tabáquico (Figuras 99, 100, 101)

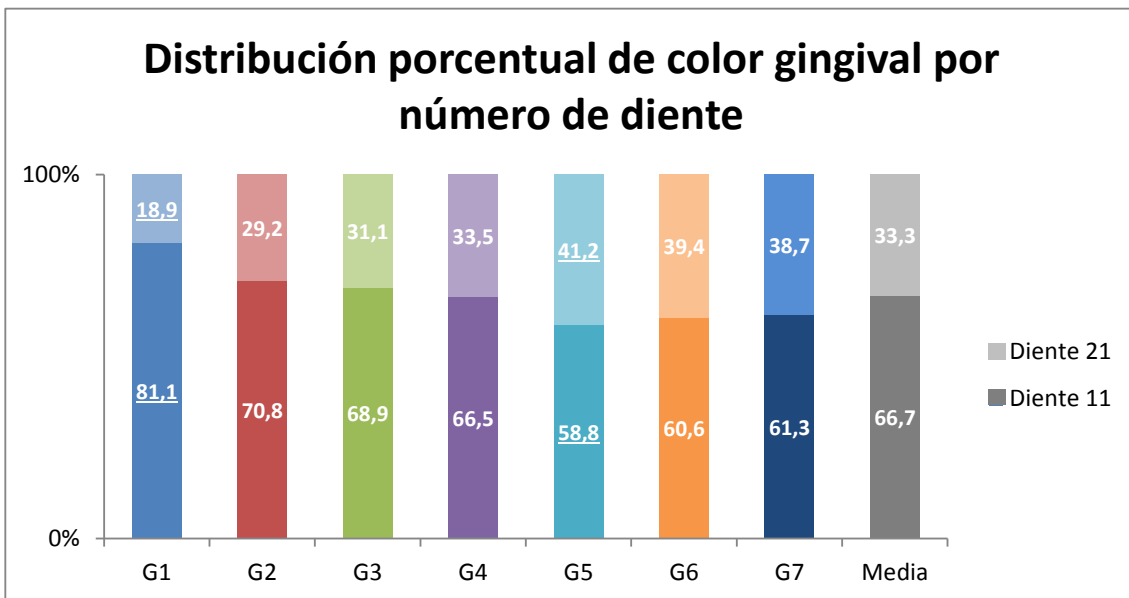
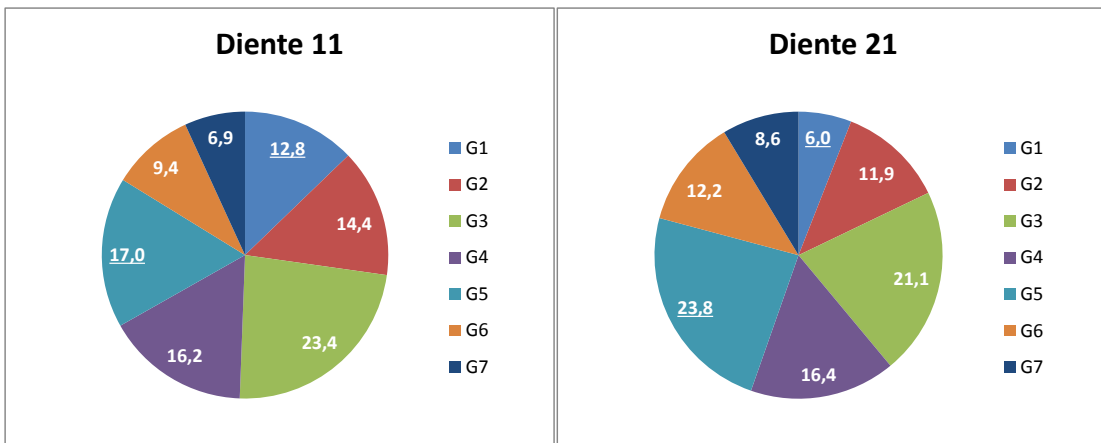


A partir de la muestra seleccionada, en la que el porcentaje de pacientes fumadores en general es muy bajo, **el color gingival no presenta una asociación clínica ni estadística con el hábito tabáquico.**

Aunque clínicamente los porcentajes más elevados de fumadores se dan en los colores G4 e G3 (ambos con 22,5%), y los menores porcentajes se observan para los colores gingivales G6 y G7 (ambos con 6,7%), el hábito tabáquico no presenta significación estadística para ningún grupo de color gingival.

EN RELACIÓN AL DIENTE ALREDEDOR DEL QUE SE MIDE EL COLOR GINGIVAL

Distribución de grupos de color gingival por número de diente (Figuras 102, 103, 104)



Cuando valoramos los diagramas por colores vemos que no existe una asociación clara entre el porcentaje de cada color y el diente seleccionado (11 y 21).

Se obtuvo **significación estadística para los colores gingivales G5**: ya que para las muestras asociadas a este color se seleccionó con más frecuencia de la media el diente 21 (la media es del 33,33% y para el G5 es del 41,24%) y para el **color G1** que casi siempre se midió en el diente de referencia 11 (la media es del 66,66% y para el G1 se midió el 81,13% en el diente 11). De modo que estos dos colores gingivales pueden estar estadísticamente asociados al diente en el que se mida el color (incisivo central superior derecho o izquierdo), aunque clínicamente no parece tender una relevancia representativa.

EN RELACIÓN AL COLOR BASE DEL DIENTE DE REFERENCIA

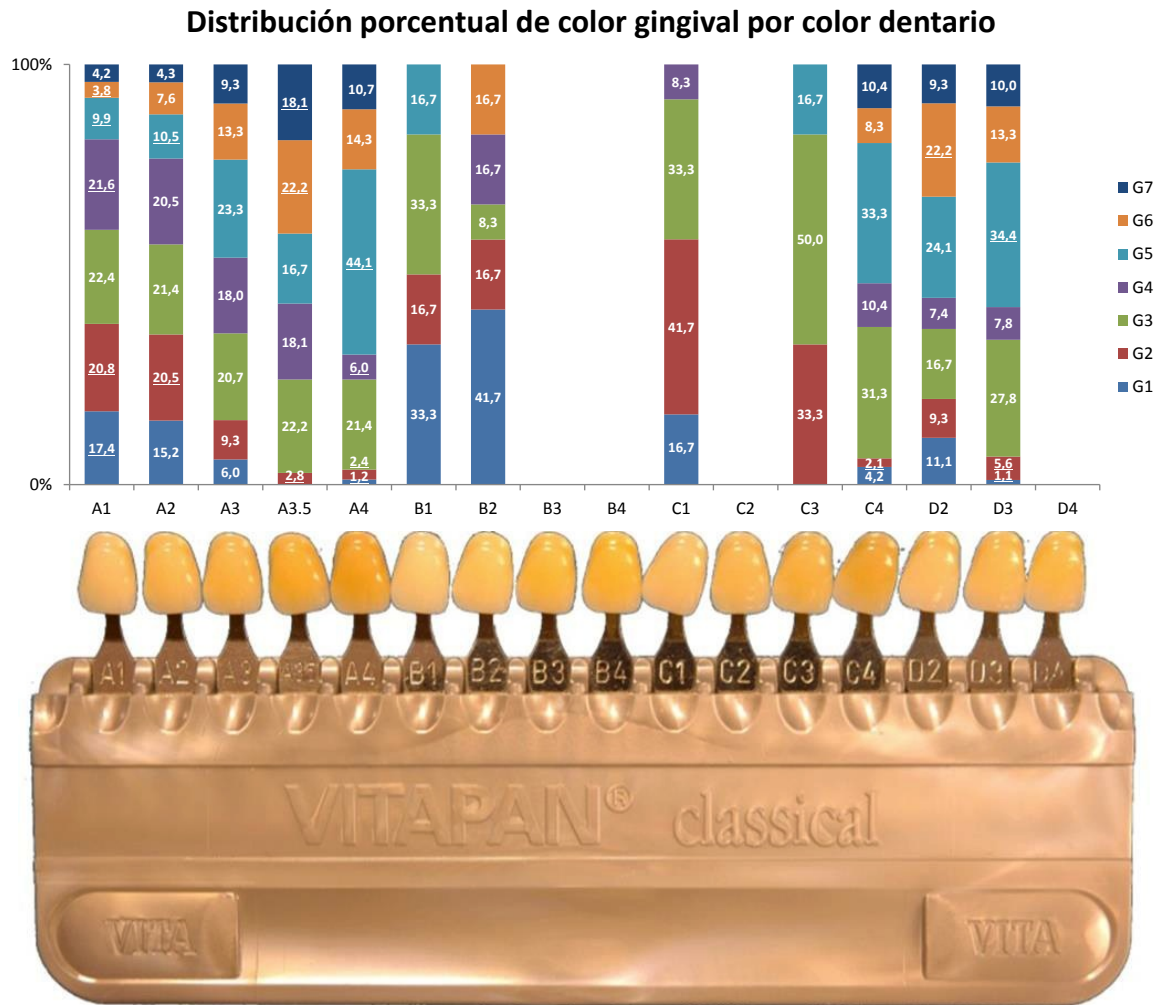


Figura 105. Gráfica distribución del color gingival en relación al color dentario

LOS COLORES A3, B1, B2, C1 Y C3 no están asociados significativamente con ningún cluster de color gingival. Es decir, un paciente con color dentario A3, B1, B2, C1 y C3 puede presentar con la misma probabilidad cualquiera de los colores gingivales.

6.2.3. TABLAS DE SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA EN RELACIÓN A LOS GRUPOS DE COLOR GINGIVAL OBTENIDOS

Cluster 1 - Significación estadística		Significación	Probabilidad (P)	T Valor	
Variables Continuas	L	SI	0,000	17,03	
	a	SI	0,000	-14,63	
	b	SI	0,007	2,48	
	Edad	SI	0,000	-4,45	
Variables Categóricas	Grupos de edad	18-29 años	SI	0,003	2,79
		30-44 años			
		45-59 años			
		> 60 años	SI	0,000	-4,44
	Sexo	Mujer	SI	0,000	4,7
		Varon	SI	0,000	-4,7
	Localización	Pm 0-2			
		Pm 2-5			
		Cénit 0-2	SI	0,000	3,82
		Cénit 2-5	SI	0,003	-2,71
		Pd 0-2			
	Color dentario	Pd 2-5	SI	0,000	-5,98
		A1	SI	0,000	3,97
		A2			
		A3			
		A3,5	SI	0,000	-3,50
		A4	SI	0,001	-3,21
		B1			
		B2			
		C1			
C3					
Nº diente	D2				
	D3	SI	0,000	-3,39	
	D3	SI	0,000	-3,36	
Hábito tabáquico	11	SI	0,000	3,36	
	21	SI	0,000	-3,36	
	Fumador				
	No fumador				

Tabla 25

Cluster 2 - Significación estadística		Significación	Probabilidad (P)	T Valor	
Variables Continuas	L	SI	0,000	8,88	
	a				
	b	SI	0,000	11,11	
	Edad	SI	0,000	-7,45	
Variables Categóricas	Grupos de edad	18-29 años	SI	0,000	5,52
		30-44 años	SI	0,006	2,54
		45-59 años	SI	0,000	-3,44
		> 60 años	SI	0,000	-6,12
	Sexo	Mujer	SI	0,002	2,95
		Varon	SI	0,002	-2,95
	Localización	Pm 0-2			
		Pm 2-5			
		Cénit 0-2	SI	0,000	7,93
		Cénit 2-5	SI	0,000	-4,87
		Pd 0-2			
	Color dentario	Pd 2-5	SI	0,004	-2,69
		A1	SI	0,000	3,76
		A2	SI	0,001	3,05
		A3			
		A3,5	SI	0,002	-2,96
		A4	SI	0,000	-3,42
		B1			
		B2			
		C1			
C3					
Nº diente	D2	SI	0,007	-2,48	
	D2				
	D3	SI	0,010	-2,34	
Hábito tabáquico	11				
	21				
	Fumador				
	No fumador				

Tabla 26

Cluster 3 - Significación estadística		Significación	Probabilidad (P)	T Valor	
Variables Continuas	L	SI	0,000	8,29	
	a	SI	0,000	-9,91	
	b	SI	0,000	-11,35	
Variables Categóricas	Edad				
	Grupos de edad	18-29 años			
		30-44 años			
		45-59 años	SI	0,007	2,47
		> 60 años			
	Sexo	Mujer			
		Varon			
	Localización	Pm 0-2			
		Pm 2-5			
		Cénit 0-2			
		Cénit 2-5	SI	0,007	2,47
		Pd 0-2			
	Color dentario	Pd 2-5			
		A1			
		A2			
		A3			
		A3,5			
		A4			
		B1			
		B2			
		C1			
		C3			
	C4				
Nº diente	D2				
	D3				
Hábito tabáquico	11				
	21				
Hábito tabáquico	Fumador				
	No fumador				

Tabla 27

Cluster 4 - Significación estadística		Significación	Probabilidad (P)	T Valor	
Variables Continuas	L	SI	0,002	-2,88	
	a	SI	0,000	14,98	
	b	SI	0,000	8,53	
Variables Categóricas	Edad	SI	0,000	-4,66	
	Grupos de edad	18-29 años	SI	0,000	4,56
		30-44 años			
		45-59 años	SI	0,000	-3,47
		> 60 años	SI	0,009	-2,38
	Sexo	Mujer			
		Varon			
	Localización	Pm 0-2	SI	0	-4,8
		Pm 2-5	SI	0,004	2,69
		Cénit 0-2			
		Cénit 2-5			
		Pd 0-2	SI	0	-4,8
	Color dentario	Pd 2-5	SI	0,000	6,19
		A1	SI	0,005	2,58
		A2			
		A3			
		A3,5			
		A4	SI	0,003	-2,75
		B1			
		B2			
		C1			
		C3			
	Nº diente	C4			
D2					
Hábito tabáquico	D3				
	11				
Hábito tabáquico	21				
	Fumador				
Hábito tabáquico	No fumador				

Tabla 28

Cluster 5 - Significación estadística		Significación	Probabilidad (P)	T Valor	
Variables Continuas	L	SI	0,000	-8,52	
	a	SI	0,000	3,77	
	b	SI	0,000	-15,42	
Variables Categóricas	Edad	SI	0,000	5,76	
	Grupos de edad	18-29 años	SI	0,000	-5,44
		30-44 años			
		45-59 años			
		> 60 años	SI	0,000	4,59
	Sexo	Mujer	SI	0,000	-5,5
		Varon	SI	0,000	5,5
	Localización	Pm 0-2			
		Pm 2-5			
		Cénit 0-2	SI	0,000	-4,63
		Cénit 2-5	SI	0,000	5,3
		Pd 0-2			
	Color dentario	A1	SI	0,000	-4,65
		A2	SI	0,000	-3,7
		A3			
		A3,5			
		A4	SI	0,000	5,36
		B1			
		B2			
		C1			
		C3			
		C4			
		D2			
D3	SI	0,000	3,48		
Nº diente	11	SI	0,006	-2,49	
	21	SI	0,006	2,49	
Hábito tabáquico	Fumador				
	No fumador				

Tabla 29

Cluster 6 - Significación estadística		Significación	Probabilidad (P)	T Valor	
Variables Continuas	L	SI	0,000	-13,3	
	a	SI	0,000	-5,6	
	b	SI	0,000	12,83	
Variables Categóricas	Edad	SI	0,000	6,62	
	Grupos de edad	18-29 años	SI	0,000	-5,43
		30-44 años	SI	0,000	-3,72
		45-59 años	SI	0,000	3,88
		> 60 años	SI	0,000	4,32
	Sexo	Mujer			
		Varon			
	Localización	Pm 0-2	SI	0	8,13
		Pm 2-5	SI	0	-5,35
		Cénit 0-2	SI	0,000	-5,35
		Cénit 2-5	SI	0,000	-4,45
		Pd 0-2	SI	0	7,21
		Pd 2-5	SI	0,000	-5,35
	Color dentario	A1	SI	0,000	-4,28
		A2			
		A3			
		A3,5	SI	0,002	2,95
		A4			
		B1			
		B2			
		C1			
		C3			
		C4			
D2		SI	0,006	2,49	
D3					
Nº diente	11				
	21				
Hábito tabáquico	Fumador				
	No fumador				

Tabla 30

Cluster 7 - Significación estadística		Significación	Probabilidad (P)	T Valor	
Variables Continuas	L	SI	0,000	-12,44	
	a	SI	0,000	15,65	
	b	SI	0,001	-3	
	Edad	SI	0,001	3,03	
Variables Categóricas	Grupos de edad	18-29 años			
		30-44 años			
		45-59 años			
		> 60 años	SI	0,000	3,39
	Sexo	Mujer	SI	0,007	-2,46
		Varon	SI	0,007	2,46
	Localización	Pm 0-2	SI	0	-3,73
		Pm 2-5			
		Cénit 0-2	SI	0,000	-3,73
		Cénit 2-5	SI	0,003	2,73
		Pd 0-2	SI	0,007	-2,43
	Color dentario	Pd 2-5	SI	0,000	4,12
		A1			
		A2			
		A3			
		A3,5	SI	0,002	2,96
		A4			
		B1			
		B2			
		C1			
C3					
Nº diente	C4				
	D2				
Hábito tabáquico	D3				
	11				
	21				
	Fumador				
	No fumador				

Tabla 31

6.2.4. DIFERENCIAS ÓPTICAS EN RELACIÓN A LOS GRUPOS DE COLOR GINGIVAL OBTENIDOS

Como se determinó en el método, a partir de las variables colorimétricas (L^* , a^* y b^*) obtenidas para cada cluster de color gingival, se estudiaron las diferencias ópticas que se observan entre cada grupo de color gingival, aplicando el parámetro diferencia óptica de color (ΔE^*) que integra las tres variables L^* , a^* y b^* a partir de la fórmula:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

A continuación se detallan en tablas los resultados obtenidos al comparar los grupos de color gingival entre sí:

Diferencias ópticas

Tabla 32. Diferencia óptica de color (ΔE) entre colores gingivales

	Color G1	Color G2	Color G3	Color G4	Color G5	Color G6	Color G7
Color G1		6,71	6,37	13,33	12,09	12,84	18,97
Color G2			4,77	6,86	7,73	8,50	12,97
Color G3				8,73	5,82	8,96	13,23
Color G4					6,02	8,59	6,55
Color G5						7,61	7,90
Color G6							11,18
Color G7							

Todos los valores de ΔE obtenidos al comparar los colores gingivales entre sí, son superiores al valor de 3 por lo que todos los clusters presentan diferencias ópticamente significativas (no sólo estadísticamente), de ahí que los 7 grupos de color gingival obtenidos tengan relevancia clínica, no sólo estadística.

Para poder comprobar con detalle, en qué parámetros concretos se diferencian o asemejan más los colores gingivales obtenidos, se muestran a continuación las diferencias en los valores de L^* , a^* y b^* entre cada uno de los colores gingivales, obtenidas simplemente al restar los datos entre sí.

Tabla 33. Diferencia óptica de L* (ΔL^*) entre colores gingivales

	Color G1	Color G2	Color G3	Color G4	Color G5	Color G6	Color G7
Color G1		-3,70	-4,70	-7,60	-9,10	-12,00	-12,70
Color G2			-1,00	-3,90	-5,40	-8,30	-9,00
Color G3				-2,90	-4,40	-7,30	-8,00
Color G4					-1,50	-4,40	-5,10
Color G5						-2,90	-3,60
Color G6							-0,70
Color G7							

Tabla 34. Diferencia óptica de a* (Δa^*) entre colores gingivales

	Color G1	Color G2	Color G3	Color G4	Color G5	Color G6	Color G7
Color G1		5,30	3,50	10,90	7,20	3,70	14,00
Color G2			-1,80	5,60	1,90	-1,60	8,70
Color G3				7,40	3,70	0,20	10,50
Color G4					-3,70	-7,20	3,10
Color G5						-3,50	6,80
Color G6							10,30
Color G7							

Tabla 35. Diferencia óptica de b* (Δb^*) entre colores gingivales

	Color G1	Color G2	Color G3	Color G4	Color G5	Color G6	Color G7
Color G1		1,80	-2,50	1,10	-3,40	2,70	-1,60
Color G2			-4,30	-0,70	-5,20	0,90	-3,40
Color G3				3,60	-0,90	5,20	0,90
Color G4					-4,50	1,60	-2,70
Color G5						6,10	1,80
Color G6							-4,30
Color G7							

6.2.5. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LAS AGRUPACIONES DE COLOR GINGIVAL

	Porcentaje de la muestra	Caract. colorimétricas destacadas	Edad representativa	Sexo representativo	Localización predominante	Diente de referencia	Color dentario relacionado	Color gingival más similar	Color gingival más diferente	Notas
G1	10,5%	L* b*	Jóvenes (18 - 29)	Mujeres	Cénit 0-2 (zona 3)	Diente 11	A1 (color luminoso)	G3: $\Delta E = 6,37$	G7: $\Delta E = 18,97$	Color más luminoso
G2	13,6%	L* b*	Jóvenes - Adultos jóvenes (18 - 44)	Mujeres	Cénit 0-2 (zona 3)	N/A	A1, A2 (colores luminosos)	G3: $\Delta E = 4,77$	G7: $\Delta E = 12,97$	
G3	22,6%	L*	Edad media (45 - 59)	N/A	Cénit 2-5 (zona 4)	N/A	N/A	G2: $\Delta E = 4,77$	G7: $\Delta E = 13,23$	Color más frecuente Color gingival universal
G4	16,3%	a* b*	Jóvenes - Adultos jóvenes (18 - 44)	N/A	Zonas altas papilas (zonas 2 y 6)	N/A	A1	G5: $\Delta E = 6,02$	G1: $\Delta E = 13,33$	
G5	19,3%	a*	Edad avanzada (> 60)	Varones	Zona alta cémit (zona 4)	Diente 21	A4, D3 (colores saturados)	G4: $\Delta E = 6,02$	G1: $\Delta E = 12,09$	
G6	10,3%	b*	Edad media y avanzada (> 45)	N/A	Puntas papilas (zonas 1 y 5)	N/A	A3.5, D2	G5: $\Delta E = 7,61$	G1: $\Delta E = 12,84$	Color más amarillo
G7	7,4%	a*	Edad avanzada (> 60)	Varones	Zona alta cémit y papilas (zonas 2, 4 y 6)	N/A	A3.5, D2	G4: $\Delta E = 6,55$	G1: $\Delta E = 18,97$	Color menos frecuente Color más rojo

Tabla 36. Resumen resultados de los grupos de color gingival

COLOR GINGIVAL G1

- Es el color gingival más luminoso
- Presenta la variable a* más baja de toda la muestra (menos rojo).
- Asociado a pacientes jóvenes (18-29 años), va disminuyendo su prevalencia con el aumento de la edad.
- Asociado al sexo femenino
- Más frecuente en la papila interincisiva (papila mesial) y cémit. Ausente en la zona más alta de la papila distal
- Mayor presencia en diente 11 que en 21 (por encima de la media general).
- En general el color gingival G1 se encuentra clínicamente asociado a colores dentarios claros y luminosos (A1, A2, B1, B2, C1, D2) y poco asociado a colores oscuros o saturados (A4, A3,5, C3, D3).

COLOR GINGIVAL G2

- Color gingival que se presenta en individuos con una media de edad más joven.
- Alta prevalencia en grupos de edad más joven (de 18-44 años).
- Más frecuente en mujeres.
- En general el G2 es un color gingival que se encuentra más localizado en las áreas más próximas al diente (en el margen gingival entre 0-2mm), sobre todo en el cémit.
- Se encuentra significativamente asociado a colores dentarios más claros y luminosos (A1 y A2) y poco asociado a colores más oscuros (A4, A3,5, C4 y D3).

COLOR GINGIVAL G3

- Es el grupo de color más frecuente en la muestra analizada y en general presenta valores muy próximos a la media para casi todas las características estudiadas por lo que no presentan significación estadística para muchas de ellas.

COLOR GINGIVAL G4

- Asociado a pacientes jóvenes.
- Alta prevalencia en la parte alta de las papilas (zonas 2 y 6) y baja prevalencia en la punta de las papilas.
- Asociado al color dentario del grupo A: A1, A2, A3, A3,5 (no al A4).

COLOR GINGIVAL G5

- Es el segundo grupo más frecuente de los obtenidos al crear los grupos de color gingival.
- El color G5 si presenta muchas variables que lo identifican en relación a los estudios realizados:
- La variable b*, tendencia al amarillo es la menor de todos los colores creados.

- Asociado a individuos de mayor edad, mayores de 60, con una edad media de 51 años en el grupo.
- Asociado a varones, es el color gingival más frecuente entre los varones de la muestra
- Se encuentra clínicamente más localizado en las zonas más alejadas del margen gingival, sobre todo en la zona media del diente (zona 4).
- El color G5 se encuentra con mayor frecuencia (sobre la media de la muestra) en el diente 21 (incisivo superior izquierdo).
- En general asociado a colores dentarios oscuros: A4, D3, C4, A3, A3,5, con baja prevalencia en colores dentarios más claros: A1, A2, B2, C1.

COLOR GINGIVAL G6

- Es el segundo grupo menos frecuente de los obtenidos al crear los grupos de color gingival.
- La variable b^* , tendencia al amarillo es la más alta de todos los colores gingivales obtenidos.
- La presencia de este color gingival está directamente relacionada con el aumento de la edad: es muy poco frecuente en el grupo más joven y muy frecuente en el grupo de mayores de 60 años. La media de edad es la más elevada de todos los grupos creados.
- Se encuentra clínicamente en más del 90% de los casos localizado en las puntas de las papilas, mesial y distal. Con muy baja prevalencia en las restantes zonas.
- En general asociado a colores dentarios intermedios: A3,5, D2, B2, A3; aunque al ser un color poco frecuente en la muestra general no es un dato muy representativo.

COLOR GINGIVAL G7

- Es el grupo menos frecuente de los obtenidos al crear los grupos de color gingival.
- Es el color gingival menos luminoso (variable L* menor de toda la muestra).
- Es el color gingival más rojizo de toda la muestra (variable a* más elevada de todos los clusters).
- Asociado a individuos de mayor edad, mayores de 60, con una edad media de 50,4 años en el grupo.
- Asociado al sexo masculino.
- En casi el 90% de los casos, se encuentra localizado en las regiones más alejadas del margen gingival: zonas altas del cémit y de las papilas mesial y distal. Con muy baja prevalencia en las zonas próximas al margen gingival.
- En general asociado a colores dentarios oscuros: A3,5 , A4, C4, D3, con baja prevalencia en colores dentarios más claros: A1, A2, B1, B2, C1.

6.3. RESULTADOS TIPOLOGÍAS DE INDIVIDUOS SEGÚN EL COLOR GINGIVAL OBTENIDO

Como se ha descrito en el método, a partir de una nueva agrupación de clusters en relación a los colores gingivales obtenidos en el apartado anterior (denominados *superclusters*), se determinaron un total de **4 tipologías de individuos según el color gingival**. Se numeraron del 1 al 4, obteniendo la Tipología 1, Tipología 2, Tipología 3 y Tipología 4.

6.3.1. RESULTADOS GENERALES

Los **valores medios** de la edad de los pacientes, la distribución por grupos de edad, el porcentaje de mujeres/varones, de fumadores/no fumadores, de diente seleccionado para el estudio 11/21 y de distribución de color dentario en la muestra, eran idénticos a los obtenidos al establecer los colores gingivales ya que la muestra seleccionada era la misma, de modo que no estarán repetidos en los resultados descritos.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las 4 tipologías de individuos de color gingival una vez realizado el análisis estadístico.

En la siguiente gráfica se observa la distribución porcentual de los individuos en la muestra seleccionada.

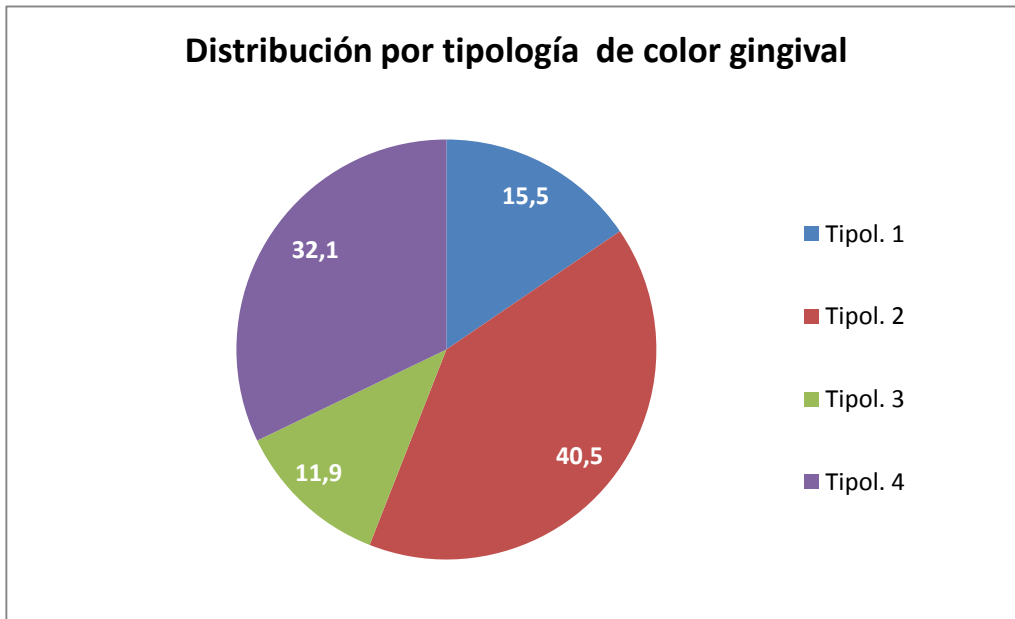


Figura 106. Gráfica distribución porcentual por tipología de color gingival

La tipología de color gingival más frecuente encontrada en la muestra fue la 2 (40,5%, un total de 68 individuos) y la menos frecuente la 3 (11,9%, un total de 20 individuos).

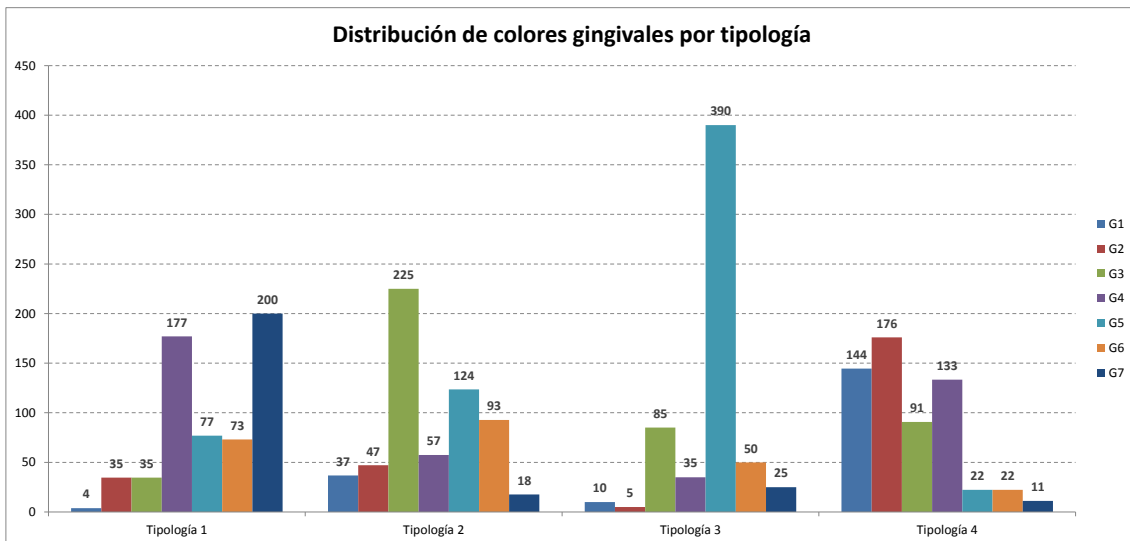


Figura 107. Gráfica distribución de colores gingivales por tipología

6.3.2. DESCRIPCIÓN DE TIPOLOGÍAS DE INDIVIDUOS EN RELACIÓN AL COLOR GINGIVAL

Al hacer la clasificación de tipologías de individuos el parámetro que se ha valorado es la **distribución de color gingival en cada una de las zonas estudiadas**, de ahí que sea la primera categoría que se valora en cada una de las tipologías obtenidas.

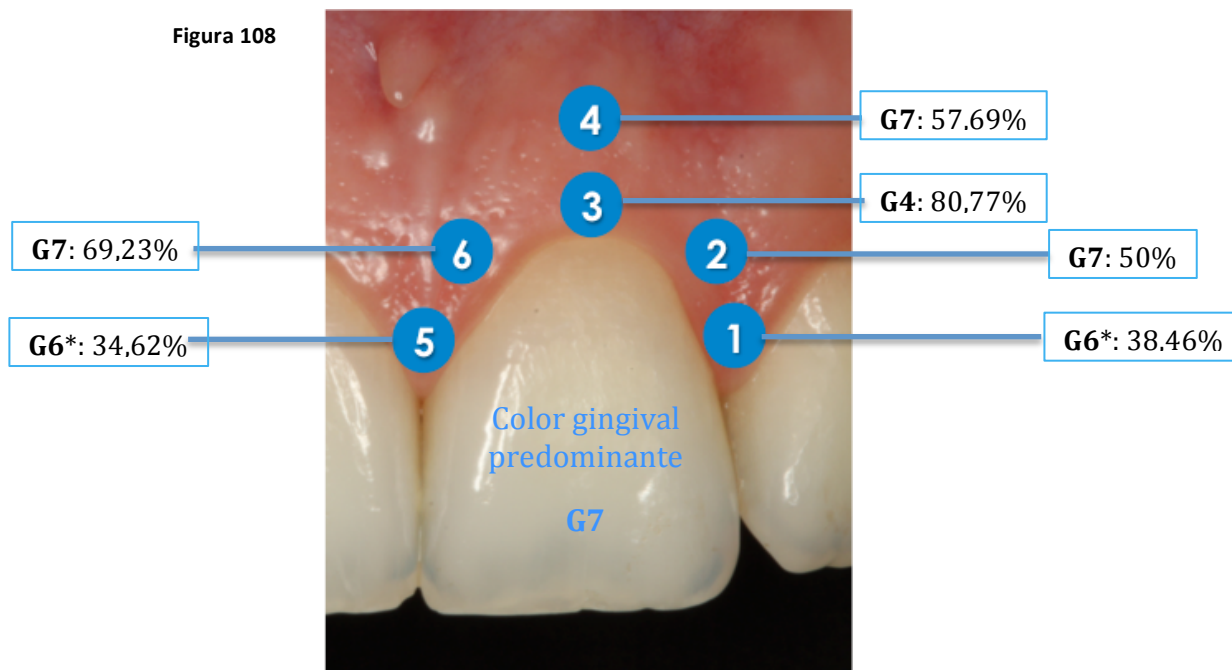
TIPOLOGÍA 1

Esta tipología de individuos se encontró en un porcentaje del 15,48% de la muestra analizada (26 individuos).

En relación al color gingival

El color gingival que se encontró con mayor prevalencia asociado a los individuos pertenecientes a la tipología 1 fue el **color G7**.

Al hacer el análisis de la caracterización de los individuos en relación al color gingival que presentaban en las distintas zonas estudiadas, encontramos que la prevalencia máxima por zona de los individuos pertenecientes a la tipología 1 fue la que se muestra en el esquema (Figura 108):



*Color predominante para esta zona en la tipología 1 pero sin significación estadística ya que aunque su prevalencia en esta zona para tipología es elevada, en el total de la muestra, un porcentaje bajo de los individuos que tienen un G6 en las zonas 1 y 5 pertenecen a esta tipología

Asociada significativamente sobre todo a los colores G7 (en las zonas más alejadas del margen: zonas 2, 4 y 6) y G4 (con un predominio elevado en todas las zonas, aunque sólo máximo a nivel del cémit).

Presentaba también los colores gingivales G6 (en las puntas de las papilas) y G5, aunque sin significación estadística.

Muy poco asociada a los colores G1 (fundamentalmente, que sólo apareció en un porcentaje del 3,9% en la zona alta de la papila distal), G2 y G3 (con significación estadística por su baja relación en las zonas altas del cémit y de la papila distal).

En relación a la edad

La edad media de los individuos pertenecientes a la tipología 1 fue de 46,7 años, con un rango de desviación estándar amplio (17,7 años).

No se encontró significativamente **asociado a ningún grupo de edad**, ya que presentaba valores medios similares (13% para el grupo más joven, 14,3% para el grupo de 30-44 años, 12,5% para el de 45-59 años); solamente presentaba cierta asociación clínica (22,5%) con los pacientes de mayor edad (mayores de 60 años).

En relación al sexo

La tipología de color gingival 1 se encontró **clínicamente** asociada a un mayor porcentaje de **varones** (65,38%), aunque en el análisis estadístico por categorías no mostró significación estadística ya que sólo el 21,52% del total de los varones estudiados en la muestra pertenecían a esta tipología.

En relación al color dentario del diente estudiado

La tipología de color gingival 1 en la muestra analizada **no** se encontró **asociada** estadísticamente a ningún color dentario, aunque existía cierta prevalencia clínica en colores dentarios del grupo A y D (sin presencia en colores B, ni C, excepto el C4).

EJEMPLOS TIPOLOGÍA COLOR GINGIVAL 1



Figuras 109 y 110. Varón 56 años



Figuras 111 y 112. Varón 62 años



Figuras 113 y 114. Varón 32 años

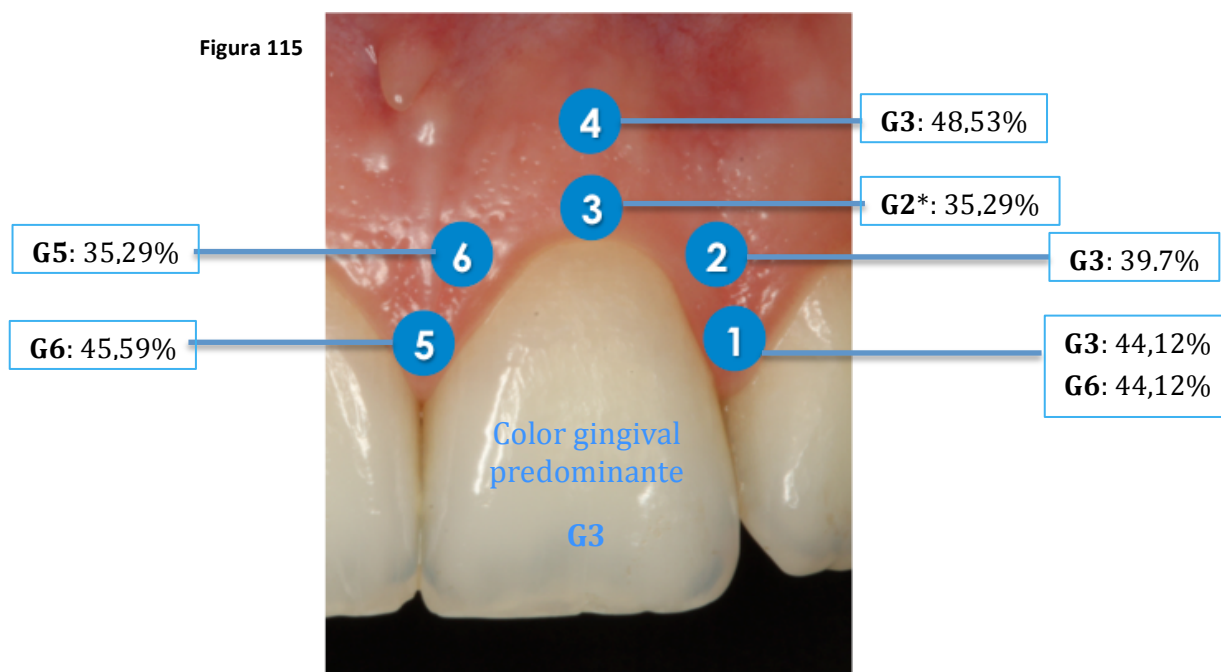
TIPOLOGÍA 2

Esta tipología de individuos se encontró en un porcentaje del 40,48% de la muestra analizada (68 individuos). **Fue la más frecuente de la muestra.**

En relación al color gingival

El color gingival que se encontró con mayor prevalencia asociado a los individuos pertenecientes a la tipología 2 fue el **color G3**.

Al hacer el análisis de la caracterización de los individuos en relación al color gingival que presentaban en las distintas zonas estudiadas, encontramos que la prevalencia máxima por zona de los individuos pertenecientes a la tipología 2 fue la que se muestra en el esquema (Figura 115):



*Color predominante para esta zona en la tipología 2 pero sin significación estadística

Asociada significativamente sobre todo al color gingival G3, destacando en todas las zonas. También fueron predominantes (y, en general con significación estadística) los colores G5 (en las zonas más alejadas del diente) y G6 en las puntas de las papilas.

Muy poco asociada, con significación estadística en algunas zonas por su poca relación, a los colores G7 (fundamentalmente, ya que sólo aparecía en bajos porcentajes en las zonas más altas de las papilas) y G1.

En relación a la edad

La edad media de los individuos pertenecientes a la tipología 2 fue de 48,1 años, con un rango de desviación estándar también amplio (16,1 años).

Esta tipología de individuos se encontró **estadística y clínicamente relacionada con los pacientes de edad media** (sobre todo al grupo de 45-59 años) con una prevalencia del 62,5% y poco asociada a pacientes jóvenes (prevalencia del 21,7%). No obstante se encontraron individuos de la tipología 2 en todos los grupos de edad estudiados.

En relación al sexo

La tipología de color gingival 2 **no mostró ninguna relación**, ni clínica ni estadística con el sexo de los pacientes estudiados. De hecho, la distribución de mujeres/varones dentro de esta tipología era prácticamente idéntica a la distribución general de la muestra seleccionada.

En relación al color dentario del diente estudiado

La tipología gingival 2 probablemente, al ser la más frecuente en la muestra, fue la más homogénea en cuanto a color dentario, de modo que **no existía relación** clínica ni estadística con ningún color dentario en concreto.

EJEMPLOS TIPOLOGÍA COLOR GINGIVAL 2



Figuras 116 y 117. Mujer 54 años



Figura 118 y 119. Varón 28 años



Figuras 120 y 121. Varón 24 años

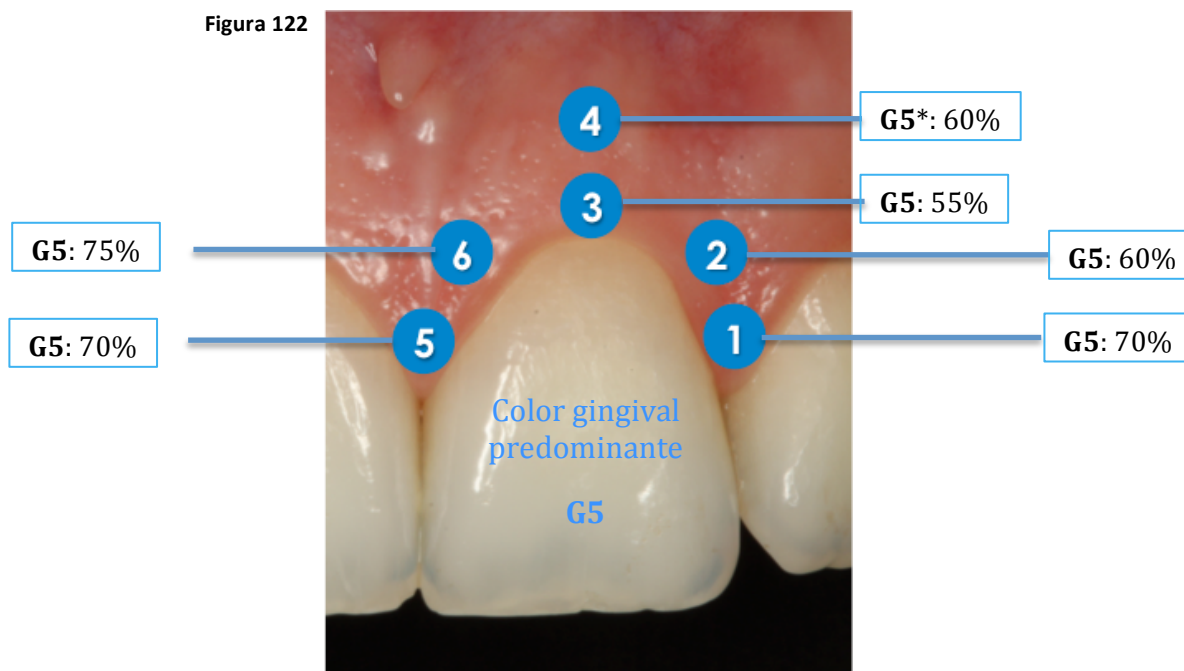
TIPOLOGÍA 3

Esta tipología de individuos se encontró en un porcentaje del 11,90% de la muestra analizada (20 individuos). **Fue la menos frecuente de la muestra.**

En relación al color gingival

El color gingival que se encontró con mayor prevalencia relacionado con los individuos pertenecientes a la tipología 3 fue el **color G5**.

Al hacer el análisis de la caracterización de los individuos en relación al color gingival que presentaban en las distintas zonas estudiadas, encontramos que la prevalencia máxima por zona de los individuos pertenecientes a la tipología 3 fue la que se muestra en el esquema (Figura 122):



*Color predominante para esta zona en la tipología 3 pero sin significación estadística, ya que aunque su prevalencia en esta tipología es del 60%, en el total de la muestra, sólo el 20,34% de los individuos que tienen un G5 en la zona 4 pertenecen a esta tipología

Relacionada claramente con color gingival G5 en todas las zonas estudiadas (con mayor prevalencia incluso en las zonas de las papilas), con mucha diferencia respecto a los demás colores: presentaba significación estadística en todas las zonas, excepto en la zona alta del céntit como se ha descrito anteriormente (*).

En mucha menor medida se encontró asociado al color G3 (sin significación estadística).

Esta tipología muestra una escasísima presencia de los colores G2 y G1 (casi inexistente en ninguna zona para esta tipología) y sin relación estadística con los colores G7, G6 y G4.

En relación a la edad

La edad media de los individuos pertenecientes a la tipología 3 fue de 62,7 años, con un rango de desviación estándar menor que los anteriores grupos (11,2 años).

La tipología 3 sí presentó una **clara relación clínica y estadística con los pacientes de edad avanzada**, sobre todo con el grupo de mayores de 60 años (prevalencia del 32,5% respecto al total de la muestra). En cambio en número de individuos pertenecientes a esta tipología iba disminuyendo al disminuir la edad, hasta el punto de que en la muestra estudiada no había ningún individuo del grupo más joven (18-29 años) que perteneciera a esta tipología.

En relación al sexo

La tipología de color gingival 3, como la 1, se encontró **clínicamente relacionada** con un mayor porcentaje de **varones** (65%), aunque no tenía significación estadística debido a que sólo el 16,46% del total de los varones estudiados en la muestra se encontraban en este grupo.

En relación al diente seleccionado para el estudio

La tipología de color gingival 3 si estaba clínica y estadísticamente relacionada con una mejor situación dentaria/gingival del diente **incisivo central superior izquierdo** , en contra de lo que se observó en el resto de tipologías gingivales, que no presentaron una relación clara entre el diente seleccionado para el estudio y la tipología gingival a la que pertenecía el individuo.

En relación al color dentario del diente estudiado

La tipología gingival 3 se encontró **relacionada clínica y estadísticamente** con dientes de color dentario poco luminoso y con gran saturación: colores **A4 y C4** (con significación estadística) y A3, A3,5, D2 y D3 con relevancia clínica.

Destacó también (con relevancia clínica y significación estadística) que no había ningún individuo que presentase los grupos de color dentario mayoritarios en la muestra estudiada (A1 y A2) que perteneciera a la tipología gingival 3, ya que son colores dentarios más claros y luminosos.

EJEMPLOS TIPOLOGÍA COLOR GINGIVAL 3



Figuras 123 y 124. Mujer 52 años



Figuras 125 y 126. Varón 65 años



Figuras 127 y 128. Varón 22 años

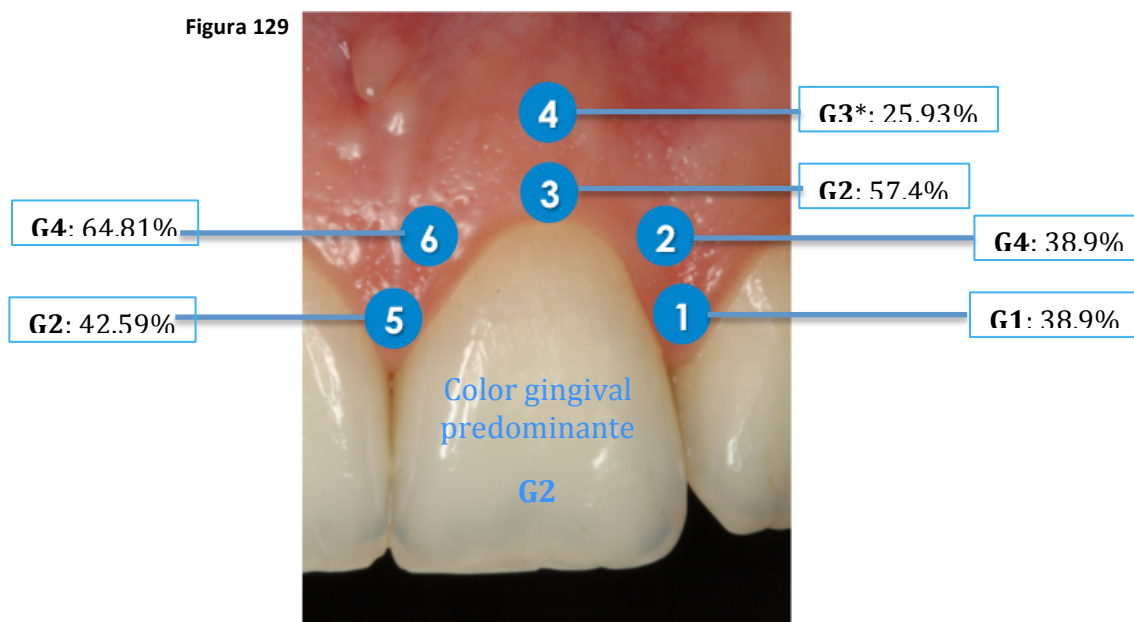
TIPOLOGÍA 4

Esta tipología de individuos se encontró en un porcentaje del 32,14% de la muestra analizada (54 individuos).

En relación al color gingival

El color gingival que se encontró con mayor prevalencia relacionado con los individuos pertenecientes a la tipología 4 fue el color **G2**.

Al hacer el análisis de la caracterización de los individuos en relación al color gingival que presentaban en las distintas zonas estudiadas, encontramos que la prevalencia máxima por zona de los individuos pertenecientes a la tipología 4 fue la que se muestra en el esquema (Figura 129):



*Color predominante para esta zona en la tipología 4 sin significación estadística porque existía una mayor diversidad de grupos

Esta tipología se encontró significativamente relacionada con los colores G2 (en todas las zonas excepto en la zona alta de la papila distal), G1 (en todas las zonas excepto en las zonas altas de las papilas) y clínicamente también asociada a G4. En las zonas más próximas al diente (zonas 1, 3 y 5) se encontraron predominantemente los colores G2 y G1 que son más luminosos, mientras que el color G4 (con significación) y en menor medida el G3 (sin significación estadística), se observaron en las zonas más alejadas del diente (zonas 2, 4 y 6).

La tipología 4 se encontró muy poco relacionada (con significación estadística en muchas de las zonas) a los colores gingivales G5, G6 y G7 (sobre todo, ya que en esta tipología sólo se presentaba el color G7 en un bajísimo porcentaje en la punta de la papila mesial y la zona alta del cémit).

En relación a la edad

La edad media de los individuos pertenecientes a la tipología 4 fue de 32,5 años, con un rango de desviación estándar de 10,8 años.

Al analizar la edad y establecer grupos para esta tipología se encontró significativamente relacionada con el grupo de edad más joven (65,2% de prevalencia en el grupo de edad de 18-29 años) y su prevalencia iba disminuyendo con el aumento de la edad, hasta que en el grupo de pacientes de mayor edad su presencia era muy baja (5%). Por lo que se concluye que **la tipología 4 se encontró clínica y estadísticamente relacionada con pacientes de edad joven** y poco asociada a pacientes de edad avanzada.

En relación al sexo

La tipología 4, fue el único grupo de individuos clasificado que se encontró clínica y estadísticamente relacionada con el **sexo femenino** (68,52%), con significación estadística ($p=0,004$, T valor=2,63). El 41,57% del total de las mujeres estudiadas se encontraron en esta tipología de color gingival.

En relación al color dentario del diente estudiado

La tipología 4 se encontró **relacionada estadística y clínicamente** con el color dentario de base **A1** (con significación estadística), al A2, B1, C1 y D2 (estos últimos sin significación estadística porque suponían pocos individuos en el total de la muestra).

No se observó esta tipología gingival en pacientes con un color dentario oscuro (A4, C4, D3).

EJEMPLOS TIPOLOGÍA COLOR GINGIVAL 4



Figura 130 y 131. Mujer 24 años



Figura 132 y 133. Mujer 28 años



Figura 134 y 135. Mujer 30 años

6.3.3. TABLAS Y GRÁFICAS DE RESULTADOS DE LAS TIPOLOGÍAS DE INVIDUOS OBTENIDAS EN RELACIÓN AL COLOR GINGIVAL

EN RELACIÓN A LA EDAD (Tabla 37)

Color gingival	Edad Media (D.E.)
Tipol. 1	46,7 ($\pm 17,7$)
Tipol. 2	48,1 ($\pm 16,1$)
Tipol. 3	62,7 ($\pm 11,2$)
Tipol. 4	32,5 ($\pm 10,8$)

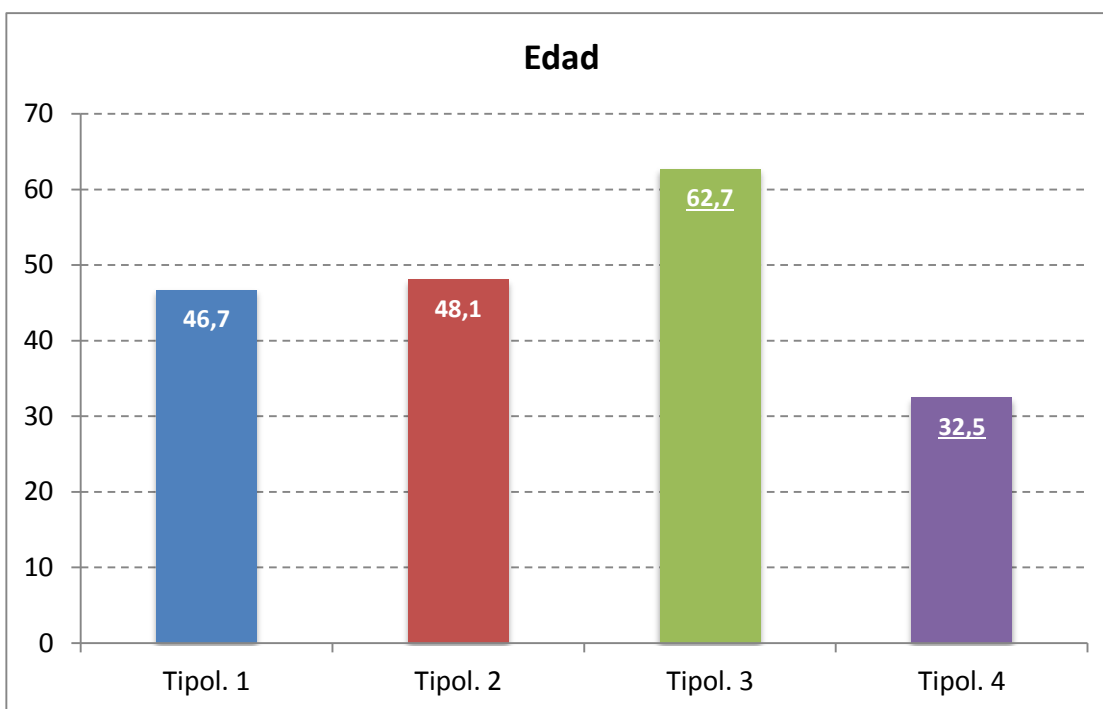
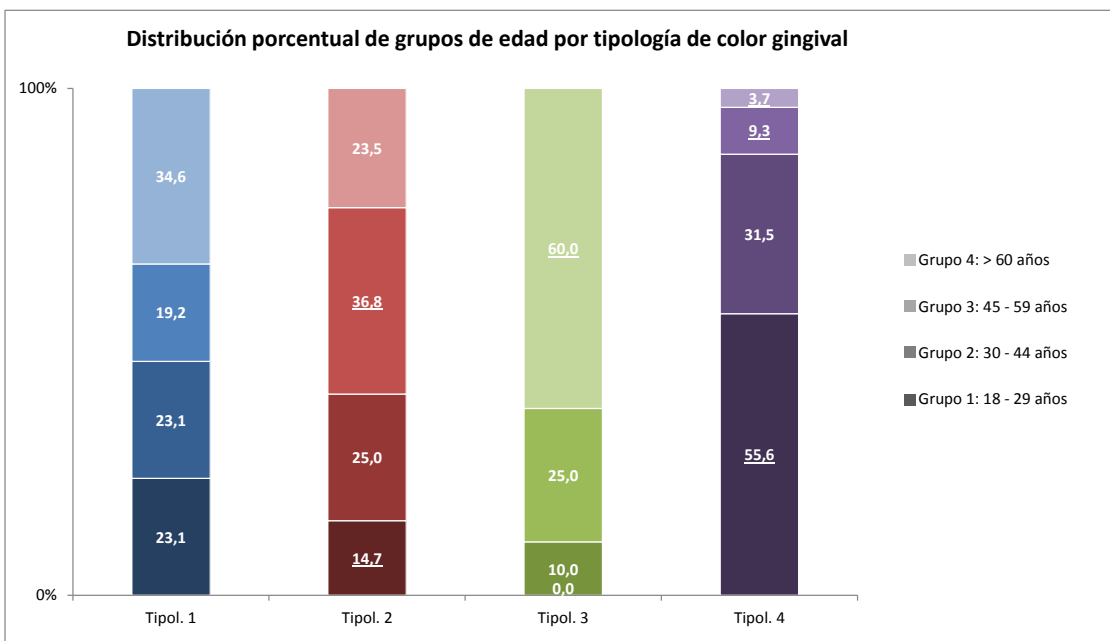
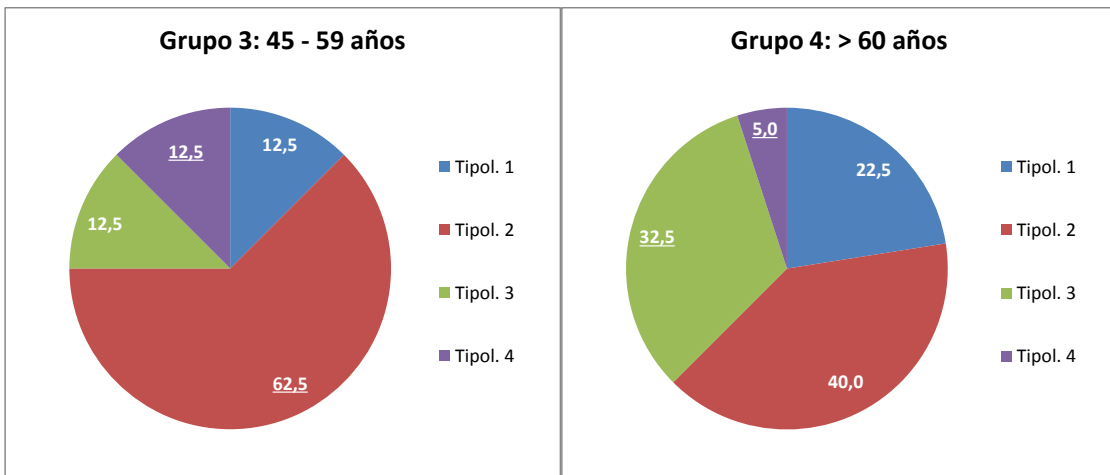
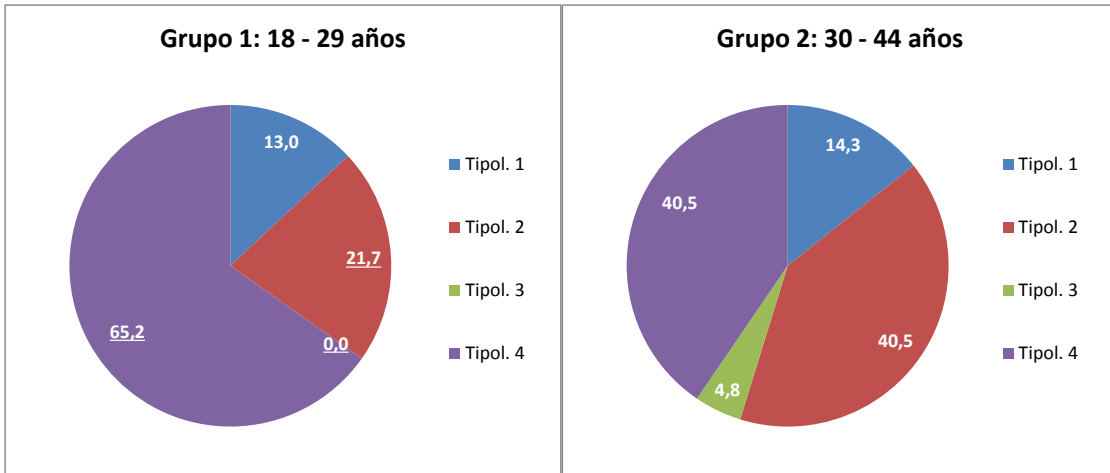


Figura 136. Gráfica edad media predominante por tipologías de color gingival

***a partir de aquí se observan subrayados en las gráficas los valores significativos**

EN RELACIÓN A LOS GRUPOS DE EDAD

Distribución de color gingival por grupo de edad (Figuras 137, 138, 139, 140 y 141)



EN RELACIÓN AL SEXO DE LOS INDIVIDUOS

Distribución de grupos de color gingival por sexo (Figuras 142 y 143)

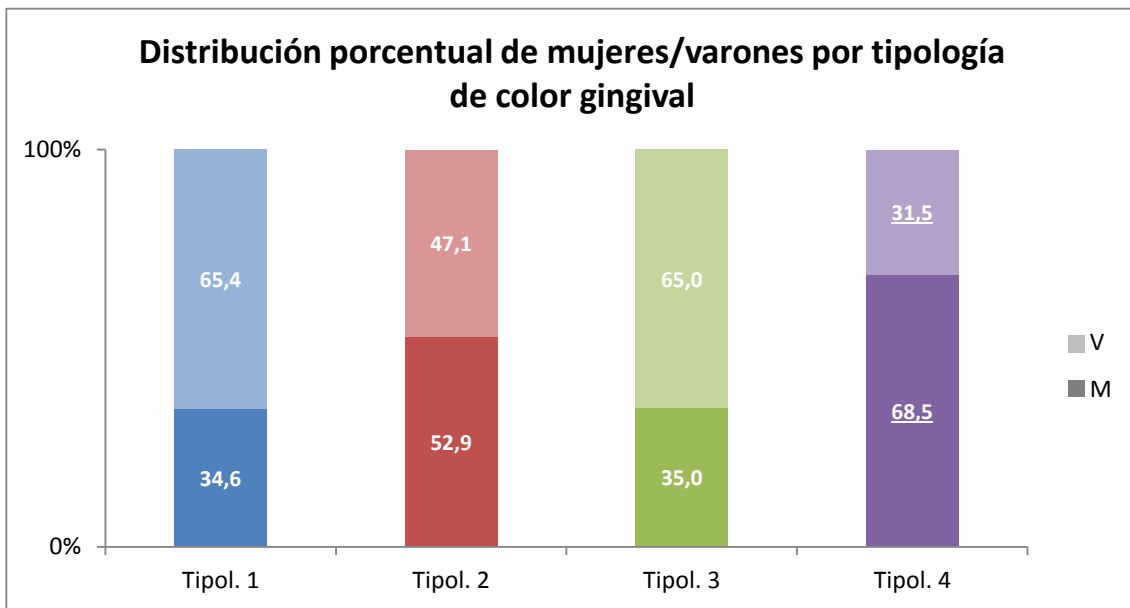
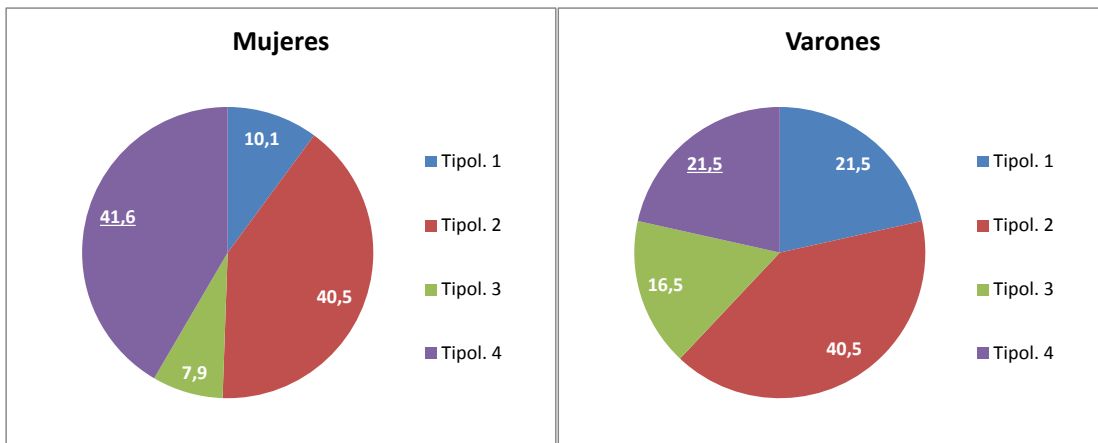


Figura 144. Gráfica distribución porcentual de mujeres/varones por tipologías de color gingival

EN RELACIÓN A LA LOCALIZACIÓN EN LA ENCÍA

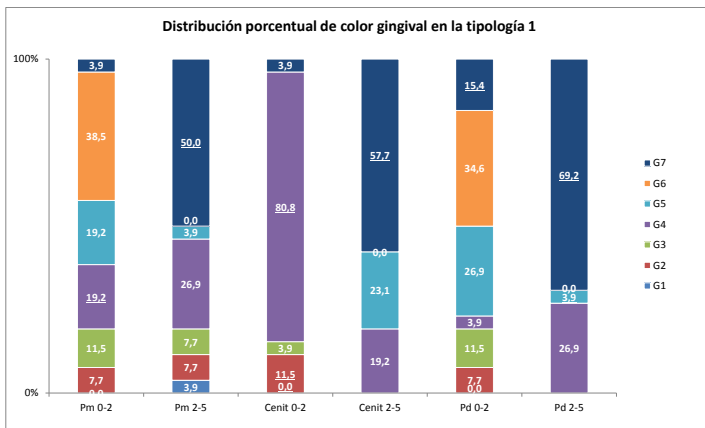


Figura 145

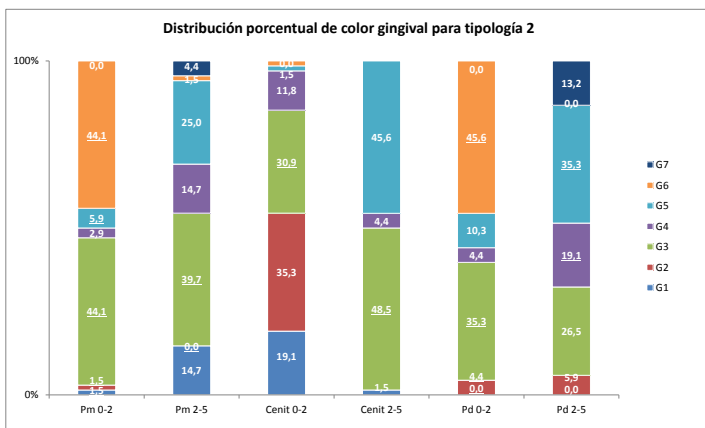


Figura 146

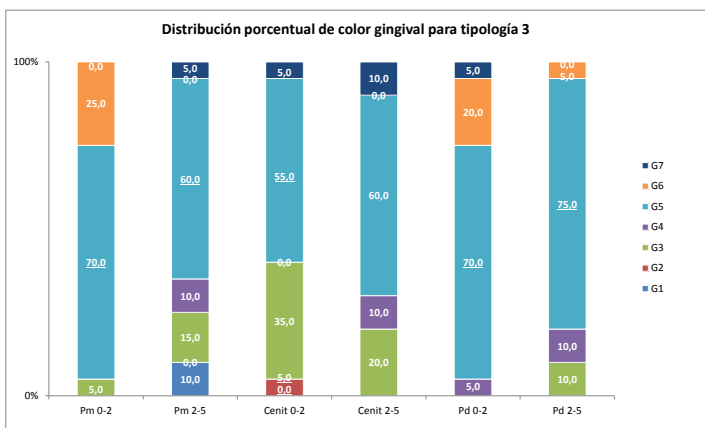


Figura 147

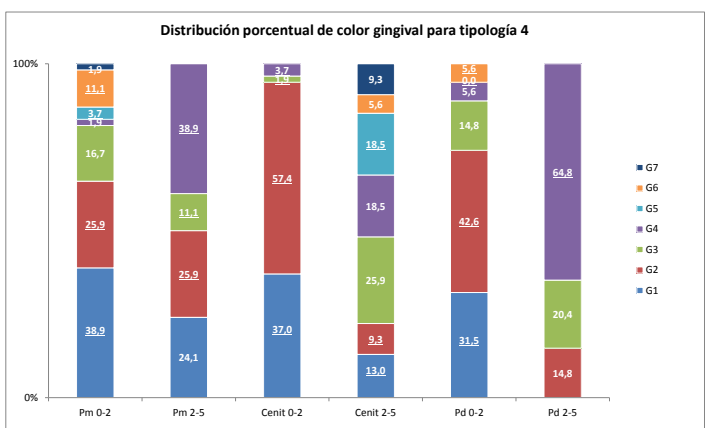


Figura 148

EN RELACIÓN AL HÁBITO TABÁQUICO DE LOS INDIVIDUOS

Distribución de grupos de color gingival por hábito tabáquico (Figuras 149 y 150)

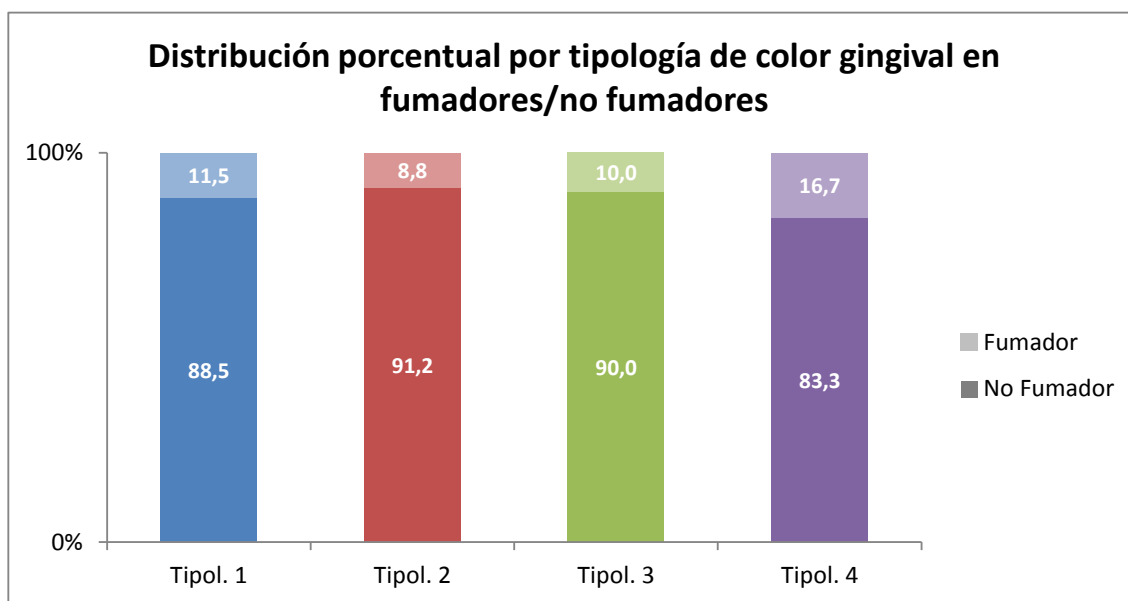
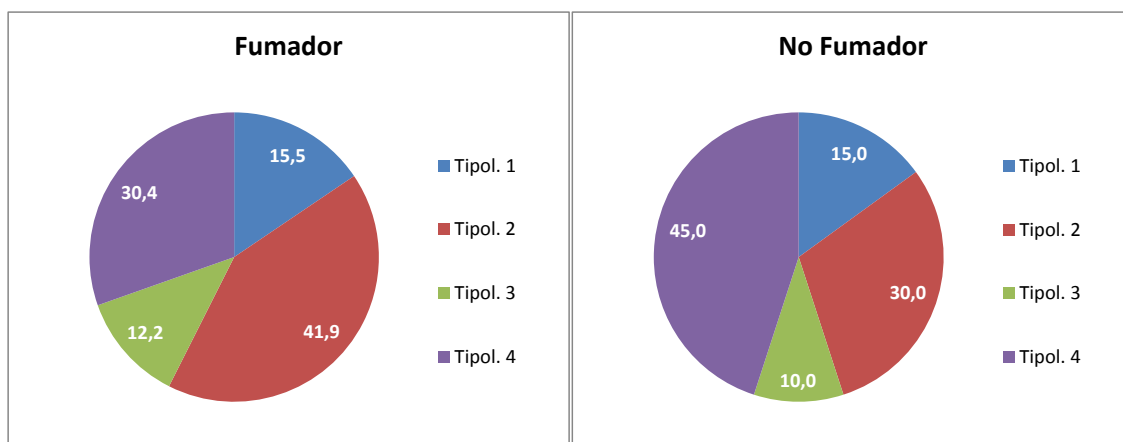


Figura 151. Gráfica distribución porcentual por tipología de color gingival en fumadores / no fumadores

El hábito tabáquico no diferenciaba a las tipologías de individuos de color gingival entre sí. No presentaba significación estadística para ningún grupo de individuos y clínicamente no se encontraron diferencias importantes respecto a la distribución general de la muestra: se mantenía un porcentaje muy elevado de pacientes no fumadores en todas las tipologías debido a la selección inicial de la muestra.

EN RELACIÓN AL DIENTE ALREDEDOR DEL QUE SE MIDE EL COLOR GINGIVAL

Distribución de grupos de color gingival por incisivo estudiado (Figuras 152 y 153)

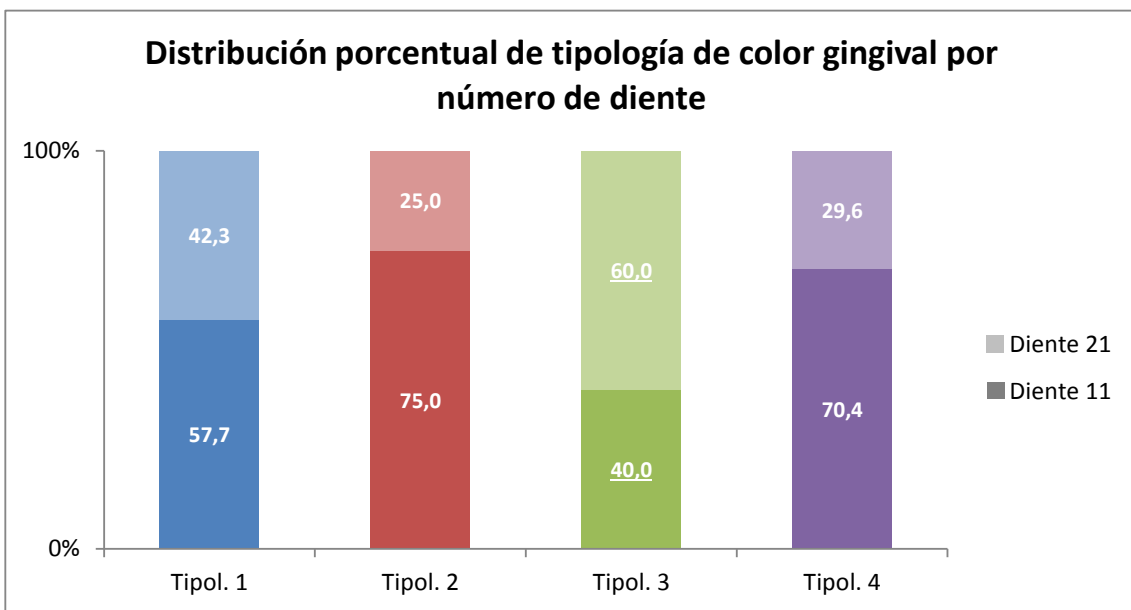
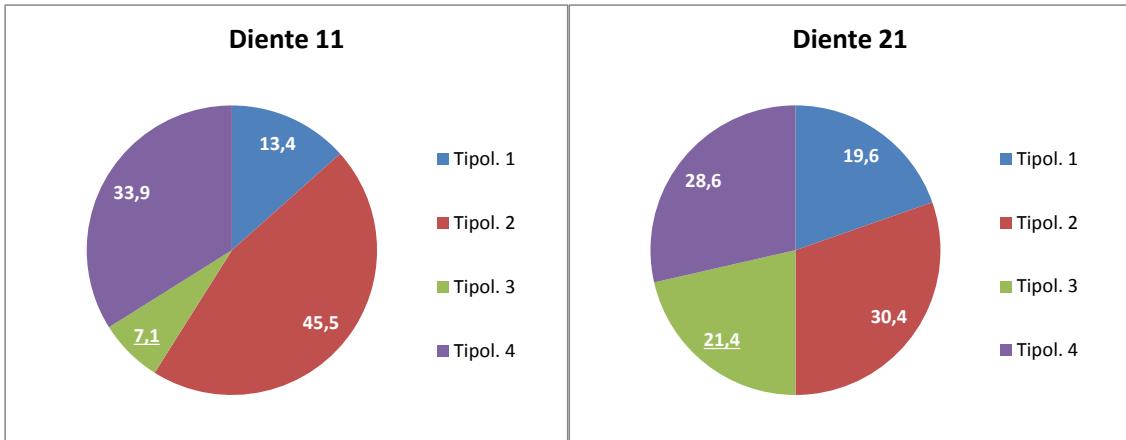


Figura 154. Gráfica distribución porcentual por tipología de color gingival por número de diente

Al analizar el incisivo central superior alrededor del que se ha estudiado el color gingival y teniendo en cuenta que en la distribución total de la muestra había una prevalencia del 66,7% del diente 11 (Incisivo central superior derecho) y del 33,3% del diente 21 (Incisivo central superior izquierdo), se observó que:

- **La tipología gingival 1 no presentaba una relación clínica ni estadística con el diente seleccionado.** No obstante el porcentaje de medición del **incisivo central izquierdo**

(diente 21) fue un poco superior que la media de la muestra, pero seguían siendo más elevadas las mediciones realizadas en el diente 11 (57,7%) para esta tipología.

- **La tipología 2 tampoco presentó relación estadística** con el diente estudiado pero sí presentó un mayor porcentaje sobre la media de mediciones realizadas sobre el **incisivo central derecho** (75% de prevalencia, por lo tanto, casi un 10% más que en el total de la muestra).
- **La tipología 3**, en cambio, sí presentó **significación estadística y clínica**, ya que se encontró relacionada con individuos en los que se ha realizado la medición sobre el **diente 21** (un 60%).
- **La tipología 4**, no presentó **relación clínica, ni estadística** con el diente seleccionado para medir el color gingival. De hecho los valores obtenidos, fueron muy similares a la media.

EN RELACIÓN AL COLOR BASE DEL DIENTE DE REFERENCIA

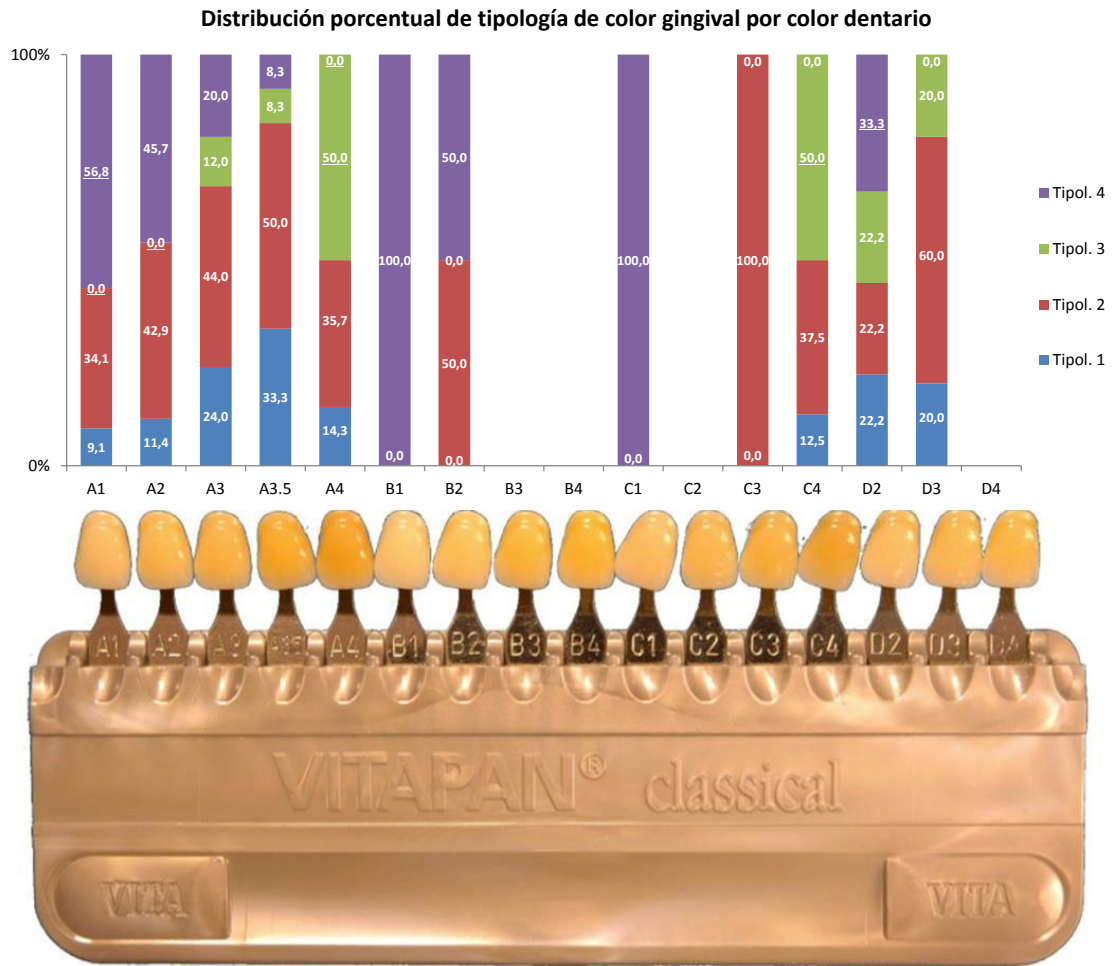


Figura 155. Gráfica distribución porcentual por tipología de color gingival por color dentario

6.3.4. TABLAS DE SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA EN RELACIÓN A LAS TIPOLOGÍAS DE COLOR GINGIVAL OBTENIDAS

Tabla 38. Significación estadística por tipologías de color gingival

			Tipología 1	Tipología 2	Tipología 3	Tipología 4
Significación Pvalor Tvalor	Sexo	Mujer				SI 0,004 2,63
		Varón				SI 0,004 -2,63
	Edad				SI 0 5,03	SI 0 -6,31
	Grupos de edad	18-29		SI 0,002 -2,93	SI 0,001 -3,08	SI 0,000 5,34
		30-44				
		45-59		SI 0,001 3,05		SI 0,001 -3
		>60			SI 0 4	SI 0 -4,42
	Color dentario	A1			SI 0,001 -2,97	SI 0 3,81
		A2			SI 0,007 -2,47	
		A3				
		A3,5				
		A4			SI 0 3,49	SI 0,003 -2,71
		B1				
		B2				
		C1				
		C3				
		C4			SI 0,008 2,43	
		D2				
		D3				SI 0,002 -2,85
	Nº diente	11			SI 0,009 -2,38	
		21			SI 0,009 2,38	
	Hábito tabáquico	Fumador				
		No fumador				

Tabla 39. Tipología 1 - Significación por localización

		Grupo de color gingival						
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Significación Pvalor Tvalor	Pm 0-2				SI ⁽¹⁾			
					0,002			
					2,81			
	Pm 2-5							SI
								0,000
								5,88
	Cénit 0-2	SI	SI		SI			
		0,002	0,004		0,000			
		-2,88	-2,66		7,69			
	Cénit 2-5			SI				SI
				0,000				0,000
				-4,00				6,03
	Pd 0-2							SI ⁽²⁾
								0,002
								2,87
	Pd 2-5			SI		SI		SI
				0,003		0,005		0,000
				-2,74		-2,59		6,77


(1) Porcentaje de G4 en zona 1: 19,23% del total de colores en esta zona para esta tipología, aunque no es el color predominante, representa un 62,50% del total de la muestra que presenta G4 en la zona 1

(2) Porcentaje de G7 en la zona 5: 15,38% del total de colores en esta zona para esta tipología, aunque no es el color predominante representa un 80% del total de la muestra que presenta G7 en la zona 5

Tabla 40. Tipología 2 - Significación por localización

		Grupo de color gingival						
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Significación Pvalor Tvalor	Pm 0-2	SI	SI	SI		SI	SI	
		0,000	0,001	0,000		0,005	0,001	
		-3,79	-3,04	4,34		-2,58	3,01	
	Pm 2-5		SI	SI				
			0,000	0,000				
			-3,62	4,16				
	Cénit 0-2			SI ⁽¹⁾				
				0,000				
				3,41				
	Cénit 2-5			SI				SI
				0,000				0,000
				4,04				-4,47
	Pd 0-2	SI	SI	SI			SI	
		0,000	0,000	0,000			0,000	
		-3,77	-3,51	3,59			4,00	
	Pd 2-5				SI	SI		
					0,001	0,004		
					-3,24	2,68		

(1) Porcentaje de G3 en zona 3: 30,88% del total de colores en esta zona para esta tipología, aunque no es el color predominante representa un 70% del total de la muestra que presenta G3 en la zona 3

 Color predominante por zona y tipología


 Color no predominante por zona y tipología pero cuyo porcentaje en esta zona en concreto es significativamente elevado en esta tipología respecto al total de la muestra

Tabla 41. Tipología 3 - Significación por localización

		Grupo de color gingival						
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Significación Pvalor Tvalor	Pm 0-2					SI		
						0,000		
						5,97		
	Pm 2-5					SI		
						0,000		
						4,37		
	Cénit 0-2	SI	SI			SI		
		0,009	0,001			0,000		
		-2,35	-3,02			6,52		
	Cénit 2-5							
	Pd 0-2			SI		SI		
				0,007		0,000		
				-2,47		5,62		
	Pd 2-5					SI		
						0,000		
						5,01		

Tabla 42. Tipología 4 - Significación por localización

		Grupo de color gingival						
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Significación Pvalor Tvalor	Pm 0-2	SI	SI			SI	SI	
		0,000	0,000			0,003	0,000	
		6,54	4,26			-2,77	-3,74	
	Pm 2-5		SI ⁽¹⁾	SI	SI	SI		SI
			0,000	0,010	0,002	0,000		0,001
			4,58	-2,34	2,90	-4,60		-3,12
	Cénit 0-2	SI ⁽²⁾	SI	SI	SI	SI		
		0,000	0,000	0,000	0,000	0,008		
		3,59	3,95	-3,93	-3,46	-2,42		
	Cénit 2-5	SI ⁽³⁾	SI ⁽⁴⁾			SI		
		0,002	0,003			0,001		
		2,95	2,75			-3,01		
	Pd 0-2	SI ⁽⁵⁾	SI			SI	SI	
		0,000	0,000			0,000	0,000	
		6,09	5,83			-4,39	-4,64	
	Pd 2-5				SI	SI		SI
					0,000	0,000		0,000
					5,59	-5,58		-4,29

(1) Porcentaje de G2 en zona 2: 25,93% del total de colores en esta zona para esta tipología, aunque no es el color predominante representa un 87,50% del total de la muestra que presenta G2 en la zona 2

(2) Porcentaje de G1 en zona 3: 37,04% del total de colores en esta zona para esta tipología, aunque no es el color predominante representa un 60,61% del total de la muestra que presenta G1 en la zona 3

(3) Porcentaje de G1 en zona 4: 12,96% del total de colores en esta zona para esta tipología, aunque no es el color predominante representa un 87,50% del total de la muestra que presenta G1 en la zona 4

(4) Porcentaje de G2 en zona 4: 9,26% del total de colores en esta zona para esta tipología, aunque no es el color predominante representa un 100% del total de la muestra que presenta G2 en la zona 4 (5 individuos)

(5) Porcentaje de G1 en zona 1: 31,48% del total de colores en esta zona para esta tipología, aunque no es el color predominante representa un 100% del total de la muestra que presenta G1 en la zona 5 (17 individuos)

6.3.5. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LAS TIPOLOGÍAS DE INDIVIDUOS EN BASE AL COLOR GINGIVAL OBTENIDAS

Tabla 46. Resumen de los resultados de las tipologías de individuos en base al color gingival

	Frecuencia	Color gingival predominante	Edad predominante	Sexo predominante	Diente estudiado	Color dentario del diente estudiado
Tipología 1	15,48%	G7	N/A	Varones	N/A	N/A
Tipología 2	40,48%	G3	<u>Edad media: 45 - 59</u>	N/A	Diente 11	N/A
Tipología 3	11,90%	G5	<u>Edad avanzada: > 60</u>	Varones	<u>Diente 21</u>	A4, C4, A3, A3.5, D2, D3
Tipología 4	32,14%	G2	<u>Edad joven: 18 - 29</u>	<u>Mujeres</u>	N/A	<u>A1</u> , A2, B1, C1, D2

*se encuentran subrayadas las variables que presentan significación estadística

A partir de esta tabla resumen se puede comprobar que las tipologías gingivales establecidas en este estudio se encuentran asociadas a un color gingival predominante y, analizando los datos estadísticamente se comprueba que también van a tener relación en muchos casos con la edad predominante (sobre todo), el sexo y el color dentario del diente alrededor del cual se ha estudiado el color gingival. Así se obtiene que:

- La **tipología 1** presenta como predominante el color G7, que como se ha descrito con anterioridad, es un color poco luminoso. Esta tipología, que es la segunda menos frecuente en el estudio realizado, se encuentra asociada al sexo masculino, pero sin significación estadística.
- La **tipología 2**, que es la más frecuente en este estudio, tiene como color predominante el color gingival G3, que presenta una luminosidad intermedia y si está asociada a pacientes de edad media de 45-59 años y al diente de estudio 11 (sin significación estadística).
- La **tipología 3**, que es la menos frecuente en este estudio, presenta como color predominante el G5, un color oscuro, poco luminoso y está asociado a pacientes de edad avanzada (mayores de 60 años), con un color de base del diente estudiado también oscuro: colores A4, C4. Además se observa más en varones y está estadísticamente asociada al incisivo central superior izquierdo.
- La **tipología 4**, es la segunda con mayor presencia en este estudio y, presenta como color gingival predominante un G2, un color gingival claro, luminoso. Por lo que parece lógico que se asocie significativamente a individuos de edad joven (18-29 años), con un color dentario claro (A1) y preferentemente a mujeres, que normalmente presentan colores dentarios y gingivales más luminosos.

DISCUSIÓN

DISCUSION

7.1. INTRODUCCIÓN

En esta investigación se ha realizado un estudio espectrofotométrico in vivo combinado con un análisis estadístico para determinar el color gingival que presenta una muestra de población determinada en condiciones clínicas habituales.

7.1.1. Color gingival

El estudio del color natural de los tejidos tanto dentales como gingivales en humanos es lo que permite diseñar los materiales de uso odontológico, así como las guías de color gingival de referencia.

Es llamativo el escasísimo número de artículos en relación a la descripción del color gingival existentes. Mucho más teniendo en cuenta que para obtener unos resultados altamente estéticos en la Odontología actual, la importancia de los tejidos blandos que rodean las restauraciones protésicas o incluso que son repuestos por éstas, en relación a la apariencia, la forma y el color es tan elevada como la de los propios dientes.

Considerando los diversos objetivos, métodos y parámetros de los escasos estudios sobre el color gingival, es prácticamente imposible exponer sus resultados de una forma científica con un elevado nivel de evidencia (Schnitzer, Turp y Heydecke, 2004; Takeda et al., 1996).

Como se referencia en la introducción, Dummet en 1960, es el primer autor que describe el color de los tejidos blandos intraorales, pero únicamente realiza una descripción narrativa en relación a su experiencia clínica, no está desarrollada en base a un estudio científico/estadístico.

Powers, Capp y Koran en 1977 realizan una medición visual del color de la encía insertada en los incisivos centrales y laterales sobre 200 pacientes (100 pacientes de raza negra, 100 pacientes de raza blanca) y establece el color gingival en base a las tablas de Munsell, obteniendo resultados en forma de Tinte: valores entre 2,5R-7,5R (R*= rojo), Luminosidad: 5-7 y Saturación: 4). El inconveniente de este estudio, aparte de que la medición se realiza estrictamente por comparativa visual entre las tablas de Munsell y el color gingival, es que presenta defectos metodológicos debido a que la distribución de mediciones entre los tres observadores que realizan el estudio es asimétrica, no se reporta la distribución por sexo de la muestra, ni se estandarizan las condiciones de iluminación.

Kleinheinz et al. (2005) en su artículo sobre la influencia de la vascularización en el color gingival, analiza las fotografías correspondientes a la encía maxilar y mandibular de 86 pacientes diferenciando el color gingival en tres zonas: en la encía insertada, en la mucosa alveolar y en la línea mucogingival. Él establece tres grupos de color en relación al estudio de estas zonas: grupo 1 pacientes que muestran una encía clara/pálida en la región de encía insertada y mucosa alveolar; grupo 2: pacientes que presentan una encía con mayor coloración tanto en la encía insertada como en la mucosa y grupo 3: pacientes que tienen un color más claro en la región de la encía insertada y más oscuro en la mucosa alveolar. Esta clasificación está, por tanto basada en la observación clínica sin ninguna documentación sobre su validez y repetibilidad desde el punto de vista científico (Gozalo-Díaz et al., 2007).

Los pocos estudios existentes que han empleado la espectrofotometría para obtener datos objetivos concretos sobre el color gingival van a ser revisados en esta misma discusión al comparar los resultados obtenidos en el presente estudio en relación a los estudios previos publicados.

7.1.2. Relación con guías de color gingival

En la actualidad existen varias guías de *color dentario* comerciales de uso clínico con un soporte científico que avala una relativamente buena correspondencia con el color dentario de los dientes naturales. Sin embargo, no existen guías de color gingival comerciales disponibles acordes al color gingival natural ordenadas lógicamente y basadas en estudios clínicos o científicos.

Bayindir et al. (2009), en su estudio corroboran mediante el uso de un espectralradiómetro el grado de desviación entre el color de la encía natural en 120 pacientes y dos guías de color gingival: Lucitone 199 (Dentsply Trubyte, York, Pa) diseñada con cuatro tablillas de color para materiales acrílicos e IPS Gingiva (Ivoclar Vivodent, Schaan, Liechtenstein) que ofrece 10 tablillas de color para porcelanas de uso odontológico. En este estudio se concluye que la diferencia de color entre dichas guías y la encía natural presenta un valor mínimo de $\Delta E^* > 7,9$ unidades cuando se combinan las dos guías, lo que supone un valor siempre perceptible y no aceptable en la mayoría de circunstancias clínicas (Johnston y Kao, 1989; Douglas y Brewer, 2007).

Este es un motivo fundamental al elaborar esta tesis doctoral, tratar de establecer una clasificación del color gingival analizando datos in vivo para determinar cuáles son las distribuciones más frecuentes del color de la encía y que sirvan de referencia para confeccionar unas guías útiles de uso comercial entre clínica y laboratorio.

7.1.3. Sistema de color CIELAB

Los resultados espectrofotométricos obtenidos en el presente estudio, se describen siguiendo el *Sistema de color CIELAB* (CIE, 1978), que se emplea en investigación colorimétrica (Seghi, Johnston y O'Brien, 1986) donde, como se vio en la introducción:

- **L***: representa la luminosidad, el valor (0 para el perfecto negro y 100 para el perfecto blanco).

Debido a la distribución de células en la retina, la luminosidad (L*) es la dimensión del color más perceptible por el ojo humano (Ishikawa-Nagai, 2007; Lindsey y Wee, 2007; Ruppertsberg, Bloj y Hurlbert, 2008) y por tanto más crítica a la hora de confeccionar restauraciones. Éste ha sido el motivo de ordenar los grupos de color gingival obtenidos mediante el análisis estadístico en base a la luminosidad que presentaban (Brewer, Wee y Segui, 2004; Johnston, 2009).

- **a***: representa la coordinada de cromaticidad en el eje rojo-verde.
- **b***: representa la coordinada de cromaticidad en el eje amarillo-azul.
- **ΔE*ab**: parámetro diferencia/cambio de color

$$\Delta E^*ab = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

La formulación de ΔE también ha sufrido modificaciones a lo largo del tiempo. Debido a que como magnitud ΔE no aporta información sobre la dirección y las variables colorimétricas que más difieren (Heydecke, Schnitzer y Turp, 2005), en 2001 la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE) recomendó su última fórmula sobre diferencias de color: CIEDE2000, que está considerada como el actual estándar ISO/CIE (ISO IOS-J03) (CIE Pub Nº 142, 2001; Melgosa, Huertas y Berns, 2004; Wee et al., 2007; Perez et al., 2011). Esta formulación está basada en los valores CIELab e incluye unas funciones ponderadas en relación a la importancia de ΔL (luminosidad), ΔC (croma/saturación) y ΔH (tinte/tono), junto con unas constantes paramétricas en relación a las condiciones asociadas de iluminación y visualización.

Sin embargo esta nueva formulación y su aplicación a la Odontología también es controvertida en la literatura y, por el momento no aporta mejoras significativas (Xu et al., 2012), ya que, debido a la complejidad de la fórmula, las constantes paramétricas se estandarizan al valor de 1 y las funciones ponderadas no solucionan el problema de la translucidez y el brillo de los tejidos dentales. Estos motivos y el hecho de que prácticamente la totalidad de las investigaciones

publicadas en relación al color en Odontología emplean la formulación clásica, han determinado que en el presente estudio se describan los resultados espectrofotométricos en base a la clásica formulación ΔE^*_{ab} para poder comparar los resultados obtenidos con la literatura científica disponible hasta el momento (Ishikawa-Nagai et al., 2007, Huang et al., 2011).

7.1.4. DELTA E: Perceptibilidad y aceptabilidad en relación a las diferencias de color

El concepto diferencia de color (ΔE) y su correspondencia con las variaciones de color que percibe el ojo humano se considera el estándar para hacer mediciones de color porque se obtiene a partir de los tres parámetros de color: L^* , a^* , b^* , de modo que un color varía respecto a otro a cuando se modifican una o más de estas tres variables (Chu, 2002). Cuanto menor sea el valor de ΔE , más parecidos son los colores que se comparan.

Los valores de perceptibilidad y aceptabilidad basados en ΔE son muy controvertidos en la literatura dependiendo de la metodología individual de cada estudio y se describen con un umbral 50:50, lo que quiere decir que el 50% de los observadores perciben o aceptan las diferencias de color, mientras que el otro 50% no. En general la tolerancia frente a los valores de perceptibilidad son significativamente menores a los de aceptabilidad (Douglas, Steinhauer, Wee, 2007).

En la literatura se encuentran multitud de estudios sobre los valores estándar de estos dos parámetros usando diversos materiales, no siempre odontológicos (Kuehni, Markus, 1979, sobre tejidos a nivel industrial; Wozniak et al., 1985; Ruyter, Niler, Moller, 1987 y Ragain, 2001 sobre discos de composite; Seghi, Johnston, O'Brien, 1989 sobre discos de porcelana; Lindsey, Wee, 2007, sobre imágenes dentarias generadas por ordenador). Sin embargo la gran mayoría de estos estudios se han desarrollado in vitro, empleando diversas metodologías y los resultados varían considerablemente.

Existen dos estudios clásicos que han determinado la perceptibilidad y la aceptabilidad en *condiciones clínicas in vivo*:

El primer estudio in vivo que evaluó la perceptibilidad lo realizaron Johnston y Kao (1989), en donde dos observadores compararon dientes naturales con 42 restauraciones de tipo facetas de resina compuesta realizadas sobre los dientes adyacentes o contralaterales empleando un colorímetro, y concluyeron que en condiciones clínicas normales valores de ΔE^* inferiores a 1 pueden no ser detectados. Es el valor de $\Delta E^* < 3,7$ descrito por Johnston en este estudio in vivo, el que se emplea con más frecuencia en la literatura (Paul et al., 2004; Ishikawa-Nagai et al., 2005; Jung et al., 2007 y 2008; Sailer et al., 2009; Zembic et al., 2009; Bressan et al., 2011; Happe

et al., 2013) como *estándar de perceptibilidad* para la distinción del color en condiciones clínicas y a simple vista entre diente natural y restauración. No obstante Johnston y Kao en su artículo matizan que la diferencia entre perceptible y no perceptible varía entre unos pacientes y otros, debido a las condiciones asociadas a la selección del color (fuente de iluminación, objeto y observador). *El estándar de aceptabilidad lo establece en 6,8 ΔE^* unidades*. Johnston describe un rango de perceptibilidad de 0,5-12,5 ΔE^* unidades y de aceptabilidad de 1,3-13 ΔE^* unidades. En líneas generales a pesar de las limitaciones del estudio y del posible efecto de fondo perdido de la medición del colorímetro que emplea, los umbrales de perceptibilidad y aceptabilidad son mucho mayores en condiciones clínicas que los determinados in vitro (Douglas, Steinhauer y Wee, 2007).

El segundo estudio que más se emplea como referencia lo realizó *Douglas en 2007* (Douglas, Steinhauer y Wee, 2007). Los autores llevaron a cabo un estudio in vivo con 28 dentistas observadores intercambiando un incisivo central sobre la prueba de dientes de una prótesis completa en un único paciente y establecieron unos *valores válidos de perceptibilidad* (umbral del 50% de los observadores) de $\Delta E:2,6$ unidades (rango entre 2,2 - 3 ΔE^* unidades) y de *aceptabilidad de $\Delta E:5,5$* para el 50% de los observadores (rango entre 5,3 – 5,8 ΔE^* unidades). Como inconveniente del estudio cabe destacar que Douglas empleó para la medición del color un espectroradiómetro que no está diseñado para el uso intraoral. (El mismo autor en 1998, Douglas y Brewer, 1998, describe un valor de aceptabilidad mucho menor, de 1,7 ΔE^* unidades, pero empleando como observadores únicamente prostodoncistas, no odontólogos generales).

En un estudio reciente (Lindsey y Wee, 2007) realizado sobre 16 sujetos (12 profesionales del mundo odontológico y 4 pacientes) analizando 750 imágenes dentarias diferentes generadas por ordenador, encontraron que las ΔE perceptibles y/o aceptables (puesto que los valores de perceptibilidad y aceptabilidad fueron indistinguibles en su estudio) oscilaron entre 1-2,8 unidades en el espacio CIELAB, pero con variaciones en función de la dirección del espacio analizada: ΔL^* : 1-1,25, Δa^* : 1-1,25 y Δb^* : 2,6-2,8, puesto que como ya se ha descrito la variable que mejor detecta el ojo humano es la luminosidad (Brewer 2004, Ruppertsber 2008).

La disparidad en el rango de valores aceptados para la perceptibilidad y aceptabilidad entre dos colores comparados depende fundamentalmente de tres aspectos relacionados con los estudios analizados (Ishikawa-Nagai et al., 2009). En primer lugar, el instrumento que se emplea para medir el color, que en muchos casos está diseñado para uso industrial, no para uso clínico. En segundo lugar las condiciones de iluminación y el propio objeto estudiado (diente al completo, diente y restauración, encía, localizaciones concretas). Por último destaca la percepción

individual y la habilidad y experiencia a la hora de seleccionar el color en relación a los observadores elegidos en cada uno de los estudios (que sean profesionales especializados o no). Por estos motivos en el presente estudio se intentó controlar al máximo estas variables empleando un dispositivo de medición del color de uso clínico con demostrada validez científica (Chu, 2002; Trushkowsky, 2003; Paul et al., 2002 y 2004; Vanini, Mangani, Klimovskaia 2002; Jung et al., 2007 y 2008; Sailer et al., 2009; Zembic et al., 2009; Dozic et al., 2010; Lehmann et al., 2010; Bressan et al., 2011; Happe et al., 2013), se seleccionaron las mismas localizaciones con un rango de 2mm de circunferencia en todas las mediciones y el observador fue un único odontólogo especializado en odontología restauradora. Está descrita una significativa mejora en la selección del color tanto de visu como instrumental cuando el observador que recoge los datos es un dentista con experiencia, en relación a estudiantes dentales y observadores independientes al ambiente odontológico (Della Bona et al., 2009; Douglas y Brewer, 1998; Hugo, Witzel y Klaiber, 2005).

No obstante la ausencia de literatura sobre los valores de perceptibilidad y aceptabilidad en relación al color de los tejidos blandos supone una limitación importante en todos los estudios del color gingival (Van Brakel et al., 2011).

En un estudio in vitro (Park, Lee y Lim, 2006) se establece que la perceptibilidad humana para diferencias de color es mayor para diferencias de color en el rango de la coordinada colorimétrica a^* (variaciones de color rojizas) que para la coordinada colorimétrica b^* (variaciones del amarillo). La encía tiene un color rosado, por lo que a partir de estos autores, la detección visual de cambios de color en la encía sería más sencilla que los cambios de color dentarios. Esto supone que los cambios de color, son más importantes, se perciben mejor en la encía que en los dientes, así pues, quizás el ΔE (diferencia de color) perceptible visualmente para la encía sea $\Delta E^* < 1$ y no $\Delta E^* < 3 - 3,7$ como se establece en la literatura para el color dentario.

7.2. MÉTODO

7.2.1. Población seleccionada

La muestra total en nuestro estudio fue de *168 individuos* distribuidos en grupos homogéneos por sexo y edad.

Como se ha descrito, existen muy pocos estudios in vivo sobre el color gingival. En un estudio similar al nuestro realizado en el Departamento de Odontología de la Universidad Médica Kaohsiung (Taiwan) (Huang et al., 2011), la muestra total es de 362 individuos, pero los grupos por sexo y edad no son homogéneos: presentan un total de 241 hombres y 121 mujeres (prácticamente la mitad de mujeres incluidas en el estudio que de varones) y la distribución por grupos de edad la hacen únicamente en dos grupos: uno de adultos jóvenes con 261 sujetos (entre 18-35 años) y otro de pacientes de edad avanzada (101 sujetos entre 65-86 años), dejando el rango de adultos entre 35 y 65 años sin incluir en el estudio.

En cuanto a la raza seleccionada para el presente estudio, fueron todos individuos de raza blanca como en el estudio sobre 150 individuos de Heydeke, Schnitzer y Turp (2005). En los estudios complementarios de Gozalo-Díaz et al., 2007 y Bayindir et al., 2009, se analizan 4 grupos de individuos en relación a la raza: blancos, negros americanos, asiáticos y otros, y encuentran que las variaciones sobre la media de color gingival son menores para los individuos de raza blanca, existe por tanto, mayor disparidad de color gingival en otras razas que no han sido incluidas en este estudio.

7.2.2. Encía y Localizaciones

En líneas generales, los dispositivos de medición del color intraoral que recogen datos de grandes áreas o dientes completos proporcionan una información del color menos exacta (Chu, Trushkowsky y Paravina, 2010). Por este motivo y teniendo en cuenta la variabilidad en cuanto al color, textura, translucidez que presentan los tejidos gingivales, se determinó que era preferible la medición del color gingival por localizaciones concretas.

Como se describió en la introducción, no existen estudios que determinen con exactitud la altura apico-coronal que presentan las zonas que pueden requerir una reconstrucción gingival protésica con fines estéticos: la banda de encía queratinizada y la zona de las papilas interdentes, sobre todo de los dientes anteriores. Existen estudios que refieren una media y una desviación estándar de estos valores en población sana. En el estudio de Chou et al. (2008)

sobre 112 pacientes, se describe una media de 5,96mm (D.E: 1,18) correspondiente a la altura apico-coronal de la banda de encía queratinizada y de 6,65 (D.E: 0,81) correspondiente a la altura de la papila.

En relación a estos valores medios y teniendo en cuenta que no son frecuentes los defectos gingivales que requieran una restauración gingival de más de 5mm de altura, en el presente estudio, se seleccionaron por cada incisivo central a estudiar seis puntos que delimitaron *seis áreas de referencia* para realizar las mediciones de los 5mm más coronales de encía correspondientes a *encía queratinizada en la zona media vestibular, en la papila mesial y en la papila distal*.

Los escasos estudios existentes sobre color gingival (Gozalo-Díaz et al., 2007; Huang et al., 2011; Takeda et al., 1996), también realizan las mediciones en áreas localizadas de la encía de los dientes anterosuperiores y en pacientes con encía sana.

Takeda (1996) realiza un estudio in vivo en 15 pacientes midiendo con un espectroradiómetro la discoloración gingival que se produce alrededor de dientes restaurados con coronas con base de metal en relación a dientes naturales, y analiza como áreas de medida círculos de 1mm de diámetro en tres localizaciones sobre los incisivos centrales: papila distal, margen gingival y encía insertada. En los resultados que obtiene, las diferencias de color gingival son menores en las zonas de encía insertada que en las zonas de papila y del margen gingival. De ahí que en el presente estudio de las seis localizaciones analizadas, cinco de ellas correspondan a la papila y al margen gingival (localizaciones 1, 2, 3, 5 y 6) y sólo una corresponda a la zona de encía insertada vestibular (localización 4).

Al igual que en nuestro análisis, múltiples estudios se centran en los 5mm más coronales de la encía queratinizada al estudiar las propiedades ópticas de los tejidos blandos. Park et al. (2007) en su estudio espectrofotométrico sobre las diferencias del color gingival en 14 pacientes con y sin implantes en el sector anterior, analizan los 5mm más apicales al cénit gingival en incrementos de 1mm. Bressan et al. (2011) en su artículo más reciente, donde comparan el color gingival al colocar distintos pilares sobre implantes y miden un área de estudio de 5mm alrededor del margen gingival. También Happe et al. (2013) en su estudio espectrofotométrico sobre el color gingival y la fluorescencia de pilares de zirconio analizan los 5mm apicales al margen gingival en áreas seleccionadas de 1 mm de altura.

Heydecke, Schnitzer y Turp (2005) analizan el color gingival en tres zonas: la papila mesial, la encía insertada y la mucosa alveolar alrededor de un incisivo central superior e inferior, pero no detalla en el método las áreas concretas que selecciona para medir.

Gozalo-Díaz et al. (2007) y Bayindir et al. (2009) en sus estudios complementarios sobre el color de varias estructuras craneofaciales (dientes, encía insertada, labios y piel de la cara), miden el color de la encía insertada a 3,5mm apicales al margen gingival de uno de los incisivos centrales.

Huang et al. (2011) en su artículo, no especifican los dientes que estudia ni la localización exacta, pero sí describen que la medición del color gingival la realiza en los 2,5mm de encía insertada apical al margen gingival de la región anterosuperior.

En cuanto a la superficie de medición a partir de cada uno de los puntos determinados, se estableció un *área de medida circular de 2mm* de diámetro para analizar en la pantalla del ordenador con el software del dispositivo Shadepilot. Si se selecciona un área de comparación demasiado grande o pequeña, o si se comparan áreas diferentes de la encía del paciente, se pueden obtener interpretaciones erróneas incluso en presencia de gradaciones correctas.

Jung et al. (2007), empleando el mismo dispositivo de medida (aunque con distinto nombre comercial: Spectroshade), establecen también un área de medida de 2mm, idéntica a la seleccionada en el presente estudio. En cambio Takeda et al. (1996) seleccionan áreas de 1mm de diámetro, que quizás puedan resultar pequeñas para la extrapolación de los resultados obtenidos.

7.2.3. Sistemas de medición

Como se describió en la introducción la mayoría de los estudios previos sobre el color gingival se realizaban basándose en la observación visual subjetiva (Dummet, 1969; Heydeke, Schnitzer y Turp, 2005). Las ventajas de la medición visual son el bajo coste y la gran comodidad del método (Heydeke, Schnitzer y Turp, 2005). Sin embargo están descritos múltiples factores que pueden interferir con la medición visual como son las condiciones de iluminación, la experiencia del investigador, la edad, la fatiga visual, así como condiciones propias del tejido gingival (Culpepper, 1970; Knispel, 1991; Chu, 2003; Chu, Devigus y Mielezco, 2005; Sproull 1974; Terry, 2004; Brewer, Wee y Seghi, 2004). Heydecke, Schnitzer y Turp (2005), en uno de los pocos estudios previos sobre color gingival, describen el uso de las tablas de Munsell junto con la observación visual para determinar de un modo sencillo el color gingival y establecer unos grupos de color gingival. El inconveniente de este método es que las tablas de referencia empleadas son opacas y la superficie es brillante, lo que limita su uso para los tejidos dentales que son presentan textura y son parcialmente translúcidos. Además requiere la transformación de la notación de Munsell en los valores colorimétricos L^* , a^* y b^* para poder calcular la magnitud diferencia de color ΔE .

Con los avances tecnológicos, la medición del color en Odontología mediante dispositivos electrónicos es mucho más fiable y repetible. Existe muchísima literatura científica reciente al respecto: Horn, Bulan-Brady y Hicks (1998) comparan visual y espectro sobre dientes extraídos; Tung et al. (2002): estudio in vivo sobre 11 pacientes comparando colorímetro Shade Eye-Ex Dental Chroma Meter con selección del color de visu por expertos; Park et al. (2007) realizan mediciones espectrofotométricas sobre la encía de 14 pacientes para valorar las diferencias ópticas entre la mucosa sobre dientes e implantes, empleando un sistema de cámara multispectral Handy MSC de Olympus Co.; Paravina (2009) emplea el espectrofotómetro Vita Easyshade de Vita Zahnfabrik, Germany para realizar una comparación entre la fiabilidad en la selección del color de distintas guías de color dentario. Múltiples autores emplean en sus estudios comparativos el mismo espectrofotómetro que se ha usado en este estudio con resultados muy satisfactorios en relación a la medición visual: Paul et al., 2004; Sailer et al., 2007 y 2009; Zembic et al., 2009; Dozic et al., 2010 y Lehmann et al., 2010. Paul et al. (2002) en su estudio in vivo sobre 30 pacientes concluyen que el acierto de tres odontólogos al seleccionar el color con el espectrofotómetro Spectroshade Micro es el 33% mejor que al seleccionarlo de visu y la precisión es más objetiva en el 93,3% de los casos. También Paul et al. en 2004 realizan un estudio sobre 10 pacientes comparando dos coronas unitarias realizadas sobre el mismo diente anterior, seleccionando el color de visu para confeccionar una de ellas y mediante el empleo del Spectroshade Micro para la otra: en 9 de los 10 pacientes (90% de los casos) se seleccionó para cementar la corona fabricada según la medición del color realizada con medición espectrofotométrica. En la gran mayoría de estos artículos se emplea el espectrofotómetro seleccionado como estándar interno del estudio realizado debido a los excelentes valores de repetibilidad obtenidos (Lehmann et al., 2010)

A pesar de los enormes beneficios que la medición del color de forma objetiva ha aportado a la Odontología, existen algunas limitaciones científicas en relación a estos dispositivos. Hay autores (Gozalo-Díaz et al., 2007) que advierten de la posible discrepancia de color que pueden presentar los instrumentos de selección de color de uso clínico debido al “efecto de fondo perdido” que sufren frente a materiales translúcidos cuando tanto la iluminación como la luz reflejada por el objeto siguen el mismo camino en un captador estrecho. La encía no es tan translúcida como los dientes naturales, pero es posible que una parte de la luz que incide sobre ella al iluminarla, no se refleje hacia el sensor porque se disperse con la translucidez (“efecto de fondo perdido”) y afecte por tanto al color resultante.

Para evitar el efecto de fondo perdido, algunos autores recomiendan el uso de una fuente de luz externa que no produzca sombras y un espectroradiómetro (Takeda et al., 1996; Gozalo-Díaz et

al., 2007 y Bayindir et al., 2009: estos dos últimos artículos son complementarios). Como el propio Gozalo-Díaz (2007) describe en su artículo, el uso de dispositivos de medición del color industriales o de espectroradiómetros combinados con una luz externa que no produzca sombras, a nivel de validez científica en un laboratorio de investigación tiene mayor exactitud, pero tiene el inconveniente de que su uso clínico y de comunicación con el laboratorio in vivo es muy limitado ya que los estándares que emplean de reflectancia son planos y opacos (no curvados, texturados y translúcidos como los tejidos odontológicos) (Johnston, 2009; Li, 2003). Es imprescindible matizar que los dientes y las encías no son planos, tienen textura, están formados por diversos tejidos y sufren transiciones de color en función de la localización que se estudie. Así pues, a pesar de la falta de un instrumento de *uso clínico* de referencia para la validación de los estudios científicos son los *espectrofotómetros* los instrumentos que según la literatura nos permiten obtener las mediciones más precisas y repetibles (Paul et al., 2002; Paul et al., 2004; Chu, Trushkowsky y Paravina, 2010; Lehmann et al., 2010).

Teniendo en cuenta que el objetivo final del presente estudio es facilitar el uso clínico y la comunicación con el laboratorio a la hora de fabricar prótesis y rehabilitaciones estéticas en cuanto a color, translucidez, contornos y textura se seleccionó un método de medición del color aceptado por la comunidad científica, empleando el espectrofotómetro más completo y exacto que existe en el mercado de uso clínico y que presenta una configuración de 45°/0° (45° de iluminación y 0° de observación), cuya geometría se ha descrito como la más exacta para la medición del color dentario y gingival (Ishikawa-Nagai et al., 1994; Douglas, Steinhauer y Wee, 2007; Gozalo-Díaz et al., 2007; Johnston, 2009) ya que la observación del color se produce en una dirección distinta a la iluminación del objeto, lo que permite evitar las inexactitudes del efecto de fondo perdido.

El espectrofotómetro empleado en este estudio: Shadepilot / Spectroshade™ Micro (MHT Optic Research) desde su aparición en el mercado ha sido empleado por múltiples autores en sus investigaciones debido a su precisión en la medición del color dentario, gingival y de los materiales restauradores (Chu, 2002; Trushkowsky, 2003; Paul et al., 2002 y 2004; Vanini, Mangani y Klimovskaia, 2002; Jung et al., 2007 y 2008; Sailer et al., 2007 y 2009; Zembic et al., 2009; Dozic et al., 2010; Lehmann et al., 2010; Bressan et al., 2011; Happe et al., 2013). Constituye un buen método de medición óptica y clínica puesto al presentar los resultados obtenidos según los valores colorimétricos L*, a* y b* puesto que no todos los instrumentos de medición del color de uso clínico aportan los valores cuantitativos de L*, a* y b* en sus mediciones (Hugo, Witzel y Klaiber, 2005).

Está descrito en relación al Shadepilot / Spectroshade™ Micro que es el espectrofotómetro de uso clínico más repetible en condiciones clínicas: Khurana et al., realizan un estudio sobre 20 pacientes con un único observador, comparándolo con otros dos instrumentos y obtienen una repetibilidad en relación a la guía VITA del 82%, mientras que otros dos dispositivos, Vita Easyshade y X-Rite Shadevision, obtienen una repetibilidad del 50 y del 59% respectivamente. Lehmann et al. (2011) en un estudio in vivo sobre el color dental en 15 pacientes, compara la repetibilidad intrainstrumento entre tres dispositivos de medición del color dentario y los datos obtenidos en cuanto al Coeficiente de Correlación Intraclase y al valor del parámetro ΔE^* , son considerablemente más favorables y repetibles para el dispositivo empleado en este estudio Shadepilot (ICC: 0,96-0,98 y ΔE^* : 0,7-0,9) que para los otros dos dispositivos: Easyshade de Vita (ICC: 0,75-0,92 y ΔE^* : 2,5-3) y X-Rite Shadevision (ICC: 0,51-0,98 y ΔE^* : 1-2,1).

En relación al *color gingival*, el espectrofotómetro de uso odontológico Spectroshade es un dispositivo diseñado para medir el color dentario. Sin embargo hay múltiples artículos en la literatura reciente que lo han utilizado como método para la investigación del color gingival obteniendo datos concluyentes al respecto (Jung et al., 2007 y 2008; Sailer et al., 2009; Zembic et al., 2009; Bressan et al., 2011; Happe et al., 2013).

Jung et al. (2007) hacen un estudio in vitro sobre los cambios de color que sufren los tejidos blandos originados por distintos materiales restauradores basándose en mediciones con el Spectroshade.

También Jung et al. (2008) emplean un Spectroshade para medir la diferencia de color de la mucosa antes y después de colocar restauraciones sobre implantes y la diferencia de color entre la mucosa perimplantaria y el margen gingival del diente adyacente.

De igual manera Sailer et al. (2009) y Zembic et al. (2009), realizan un ensayo randomizado-controlado a 1 y 3 años de evolución sobre 22 pacientes, valorando el color gingival en un diente control frente a coronas sobre implantes restauradas con pilares de titanio y/o zirconio.

Bressan et al. (2011), emplean también el mismo espectrofotómetro que se ha usado en este estudio para medir el cambio de color gingival que se produce al variar el material de pilares sobre implantes en relación al color gingival en dientes sanos en una población muestral de 20 individuos.

7.2.4. Captura de la imagen

En el método empleado en el presente estudio se decidió cubrir el extremo del captador del Shadepilot con cinta aislante negra y adaptarla a la boca del paciente para bloquear el paso de luz ambiente durante la captura y disminuir el “efecto de fondo perdido” de la misma manera que se describe en el estudio espectrofotométrico sobre el color gingival más similar al nuestro revisado. (Huang et al., 2011)

En este caso, se decidió retraer con el propio captador del espectrofotómetro el labio superior y mantener un contacto leve con la encía, sin ejercer ningún tipo de presión para evitar un cambio de color debido a la presión de los vasos sanguíneos más superficiales (Gozalo-Díaz et al., 2007). Se evitó por tanto el empleo de retractores gingivales para evitar la tracción del frenillo interincisivo que puede originar isquemia en la papila mesial. En los estudios de Gozalo-Díaz y de Huang sí se describe el empleo de retractores gingivales pequeños para disminuir la tracción del labio.

Como se describió en el método los tejidos gingivales a estudiar siempre se secan (sin deshidratar) con la jeringa de aire del equipo o con una gasa (Huang et al., 2011).

7.2.5. Análisis de fiabilidad

Debido a la naturaleza de la ciencia del color, el verdadero color gingival de los individuos de la muestra es desconocido, por tanto, no es posible confirmar la exactitud de las mediciones de acuerdo a un estándar de color gingival. El único estándar que se puede aplicar es la repetibilidad de los resultados obtenidos a partir de un método estrictamente controlado como el empleado en el estudio.

En el presente estudio, tras la calibración del espectrofotómetro que se efectuó antes de cada uso con cada uno de los pacientes, se realizaron *tres capturas repetidas* (con el sistema de control del ángulo correcto para el encuadre) sobre cada uno de los seis puntos seleccionados en la encía de alrededor del incisivo central para asegurar la fiabilidad de los datos. Múltiples artículos demuestran la repetibilidad del método midiendo cada espécimen in vivo tres veces y obteniendo una media representativa de cada muestra para disminuir así la dispersión de las medidas (Johnston, 1989; Takeda et al., 1996; Paul et al., 2004; Jung et al., 2008; Pérez et al., 2011; Huang et al., 2011; Bressan et al., 2011; Ishikawa-Nagai et al., 2005 in vitro). También se incluyeron los valores de desviación típica para representar la variación dentro de las muestras seleccionadas.

En nuestro caso, se validó además la estabilidad del dispositivo de medida con mediciones in vitro e in vivo. Tras realizar el análisis de fiabilidad de los datos a partir del Coeficiente de Correlación Intraclase, se comprobó una elevadísima consistencia (por encima de 0.98 en todos los casos) de las medidas obtenidas en términos de concordancia entre las nueve mediciones realizadas (tres mediciones repetidas sobre tres capturas replicadas por cada localización), de modo que la consistencia de los datos quedaba asegurada (Johnston, 2009).

Según la escala propuesta por Landis y Koch, 1981 (Kramer, 1981) un ICC por encima de 0,8 se considera un grado de concordancia de los datos muy bueno, casi perfecto. En nuestro análisis se observa una consistencia superior al 0,98 en todos los casos, por lo que la consistencia de las medidas obtenidas a partir de tres mediciones repetidas sobre tres capturas replicadas por cada localización en los 168 pacientes seleccionados, queda asegurada. No fue necesario realizar más repeticiones.

Lehmann et al. (2011) publicaron un artículo analizando la repetibilidad intrainstrumento e interinstrumento entre tres dispositivos de medición de color dentario y los resultados del Coeficiente de Correlación Intraclase obtenidos en relación al espectrofotómetro Shadepilot son prácticamente iguales a los obtenidos aquí, con una consistencia del 0,96-0,98 en todos los casos.

En relación a los valores de ΔE^* , en el presente estudio se obtuvieron valores de ΔE^* entre instrumentos de 1,07 para muestras in vivo y de 0,38 para muestras in vitro, datos que se corresponden con las especificaciones técnicas del espectrofotómetro Shadepilot (se indica que la repetibilidad intrainstrumento presenta una media de $\Delta E < 0,5$ y entre instrumentos una media de $\Delta E < 1.0$) y con los valores encontrados por Lehmann en su estudio realizado in vivo sobre 15 pacientes y que presentan un ΔE^* con valores entre 0,7 y 0,9.

La mínima disparidad entre los valores de ΔE^* interinstrumentos entre las mediciones realizadas in vivo/in vitro probablemente se deban a que la homogeneidad de color en la encía real es menor a la de las muestras de composite elaboradas controlando todos los parámetros de fabricación. En cualquier caso, ninguna de las diferencias de color obtenidas entre instrumentos al medir muestras in vivo/in vitro presentan valores clínica/ópticamente significativos.

7.2.6. Fotografías clínicas de uso comparativo

Al no existir un patrón oro en relación a la selección del color gingival en Odontología, algunos autores, Chu, Trushkowsky y Paravina (2010), recomiendan incorporar la medición visual y mediante fotografías clínicas en el protocolo de comunicación del color en Odontología con el fin de complementarse recíprocamente y obtener resultados estéticos más predecibles (Li, 2003; Hassel et al., 2005). En muchos casos una buena fotografía calibrada junto con un buen mapa de color pueden aportar una información suficiente para realizar restauraciones clínica y estéticamente aceptables.

En la actualidad y a falta de que se produzca un mayor progreso en el desarrollo de los materiales restauradores gingivales, la comparación sólo puede realizarse entre encía natural-encía natural o material restaurador-material restaurador, no pueden combinarse encía natural-material restaurador porque siempre van a presentar diferencias en la translucidez, pigmentación, superficie, textura.

7.3. RESULTADOS

7.3.1. Análisis estadístico

El análisis estadístico del presente estudio incorpora tres apartados: uno en el que se realiza un *análisis multivariante a partir de las variables colorimétricas L^* , a^* y b^** ; el segundo en el que se realiza un *agrupamiento por clusters estadísticos a partir de los que crear grupos naturales de color gingival* y, un tercer apartado, en el que *a partir de un Análisis de Correspondencias Múltiples (MCA), se obtiene una nueva agrupación por clusters para obtener tipologías de individuos en función del color gingival que presentan en las distintas zonas de estudio analizadas.*

El análisis por clusters (o clustering) es una técnica frecuentemente empleada para el análisis estadístico de los datos y hace referencia a la asignación por grupos (llamados clusters) dentro de una muestra total, de modo que las observaciones o resultados obtenidos dentro de un mismo cluster son similares en algún sentido. El análisis por clusters normalmente crea grupos con distinto tamaño muestral, como ocurre en el presente estudio.

En la bibliografía revisada no se ha encontrado ningún estudio que analice al completo estos tres apartados. *El estudio más similar es el de Huang et al. (2011)* quienes, sobre un tamaño muestral de 362 individuos, hacen un agrupamiento por clusters estadísticos para obtener una guía de color gingival basada en el color gingival natural (in vivo), acorde por tanto al segundo apartado de nuestro estudio. A diferencia de nuestros resultados en los que se ha obtenido una distribución en *7 clusters*, Huang obtiene un total de *10 clusters* de color gingival (divididos en 4 clusters principales obtenidos en función de ΔL^* , a partir de los cuales hace subdivisiones en función de Δa^* y Δb^* , obteniendo un total de 10 clusters secundarios).

Probablemente la diferencia en el número de clusters de color gingival obtenidos entre el presente estudio y el de Huang, se basa en que su primera agrupación la realiza únicamente en función de la variable L^* (luminosidad). Como se describió en la introducción y en el método, la variable L^* es la más determinante para el ojo humano al percibir el color, por eso también en nuestro método se consideró más importante al distribuir los clusters el valor de ΔL^* que el de Δa^* y Δb^* (ver apartado 3.2 del Análisis Estadístico en el Método), pero la distribución final por clusters de color gingival se realizó analizando los valores globales de ΔE^* , que integra las variables L^* , a^* y b^* .

Heydecke, Schnitzer y Turp (2005), también realizan un análisis del color gingival en una población muestral de 150 individuos y establecen 5 grupos de color gingival a partir de un análisis estadístico sin agrupamiento por clusters. La diferencia en el número de grupos de color gingival obtenido en este caso en relación a nuestro estudio puede deberse a que Heydecke, Schnitzer y Turp utilizan un método visual mediante comparación con tablas de Munsell para establecer los rangos de color gingival y determinan como grupos de color gingival las tablas de Munsell con mayor frecuencia de aparición en la población estudiada (sin realizar un agrupamiento por clusters).

No obstante, en los tres estudios que determinan grupos de color gingival: el de Heydecke, Schnitzer y Turp (2005), el de Huang et al. (2011) y en el nuestro, se determina un ΔE^* entre grupos mayor a 3,7, por tanto claramente perceptible. En nuestro caso incluso mayor a 5, por lo que todas las diferencias ópticas entre grupos son clínicamente apreciables (Johnston, 1989).

7.3.2. Delta E

Adicionalmente al análisis estadístico, se calcularon los valores del *parámetro óptico diferencia de color* (ΔE) entre los clusters para validar la aportación clínica de los resultados obtenidos, aplicando la fórmula:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

El ΔE^* obtenido en el presente estudio al analizar las diferencias ópticas entre los siete clusters descritos abarca un rango de 4,77 a 18,97 unidades, resultados bastante equiparables con el estudio de Huang que presenta un rango de ΔE^* entre sus diez clusters descritos de 5,8-19,5 unidades.

7.3.3. Interpretación de los resultados

Comparación variables L^* , a^* y b^* en estudios de color gingival

Como se ha mencionado, en la literatura científica no existen muchos estudios que analicen las características que presenta el color gingival en humanos en base al estudio de las variables colorimétricas L^* , a^* y b^* . A continuación se muestra una tabla que integra los resultados obtenidos en el presente estudio con los estudios precedentes a este respecto:

Comparativa estudios color gingival

Autor / Año	Método	Tamaño muestral (n)	Variables Colorimétricas												Notas
			L*				a*				b*				
			Media	Max.	Min.	D.E.	Media	Max.	Min.	D.E.	Media	Max.	Min.	D.E.	
Calvo 2014	Espectrofotómetro	168	53,1	66,6	39,3	4,3	24,4	38,3	11,3	4,5	18,1	30,3	10,4	2,8	Distribución homogénea por sexo/edad Población española Zona estudio definida: 5mm
Takeda 1996	Espectroradiómetro	15	47,2			4,0	22,2			3,2	16,5			2,1	Muestra pequeña Distribución no homogénea Población japonesa Zona estudio definida
Heydecke 2005	Visual (Tablas Munsell)	150		81,4	41,2			26,0	15,0			17,6	8,1		Distribución homogénea por sexo Población alemana Zona estudio sin definir
Gozalo-Díaz 2007	Espectroradiómetro	120	52,1	80,9	27,3	8,7	25,9	38,2	4,2	5,2	17,8	26,9	5,3	3,3	Distribución homogénea por sexo/edad Cuatro grupos de población por raza Zona estudio definida: 3,5mm
Bayindir 2009	Espectroradiómetro	120	52,1	80,9	27,3	8,7	25,9	38,2	4,2	5,2	17,8	26,9	5,3	3,3	Mismo estudio que Gozalo-Díaz
Huang 2011	Espectroradiómetro	362	42,6	62,7	30,2	5,8	15,1	23,7	7,3	3,1	10,1	25,3	-0,9	4,8	Distribución no homogénea Población taiwanesa Zona estudio definida: 2,5mm

Tabla 47. Comparación de estudios sobre el color gingival

Si se compara el presente estudio con el estudio de *Takeda et al. (1996)*, haciendo una media de los valores de L*, a* y b* que obtienen para las tres zonas de estudio que analizan en dientes naturales: margen gingival (correspondiente a nuestra localización 3), base de la papila (no en la punta, correspondiente a nuestras localizaciones 2 y 6) y encía insertada en la zona media vestibular (correspondiente a nuestra localización 4), los resultados obtenidos presentan una discrepancia de unos dos puntos para a* y b* y 5 puntos para la L*. *Todos los valores medios obtenidos en nuestro estudio son ligeramente más elevados que en el estudio de Takeda, tanto para L*, a* y b*, pero sin mostrar grandes discrepancias.*

Estas diferencias pueden deberse tanto a las variaciones en el método, puesto que Takeda no emplea un espectrofotómetro sino un espectroradiómetro (Prichard-Model 1980B) asociado a una fuente de iluminación externa (lámparas halógenas calibradas), como a diferencias en la población muestral: el estudio de Takeda está realizado sobre una muestra muy pequeña (15 individuos sin diferenciar por sexo), de una edad muy limitada (entre 20-30 años, 25,6 años de media) y sobre población exclusivamente japonesa, lo que puede originar diferencias propias de los tejidos gingivales entre razas.

En relación al estudio de *Heydecke, Schnitzer y Turp (2005)*, que no determina exactamente la media si no el rango de valores obtenidos, *se observan diferencias en los valores de mínimo y máximo de las variables L*, a* y b*, aunque nuestros valores medios se encuentran incluidos en el rango obtenido en el estudio de Heydecke.* Las diferencias pueden deberse al método empleado en los dos estudios, puesto que aunque tanto la población seleccionada como el tamaño muestral en los dos estudios es muy similar (Heydecke lo realiza sobre 150 sujetos de una muestra homogénea de individuos alemanes de raza blanca), en nuestro estudio se emplea un espectrofotómetro y Heydecke realiza una medición visual comparando los resultados

obtenidos con las tablas de color de Munsell comprendidas entre 7/6 2.5R y 8/4 10R y convirtiéndolos en valores CIELAB.

Si comparamos nuestro estudio con los de *Gozalo-Díaz et al. (2007)* y *Bayindir et al. (2009)* realizados con un espectroradiómetro sobre 120 sujetos se puede comprobar que los *resultados son muy parecidos en relación a los valores medios de L^* , a^* y b^** . La similitud de los valores obtenidos puede deberse a un diseño de estudio similar, en cuanto a tamaño muestral y área gingival estudiada: ellos miden el color de la encía insertada a 3,5mm apicales al margen gingival de un incisivo central.

Sí se observan unos valores máximos y mínimos más amplios con una desviación estándar también mayor en los estudios de Gozalo-Díaz y Bayindir, debido probablemente a que en dicho estudio, realizado sobre población norteamericana, se comparan cuatro grupos raciales diferentes, mientras que en nuestro estudio todos los sujetos seleccionados son de raza blanca.

A diferencia de la similitud de los valores obtenidos al comparar nuestros resultados con los estudios de Gozalo-Díaz y Bayindir, *los valores medios de L^* , a^* y b^* obtenidos en nuestro estudio en relación al estudio de color gingival en humanos que hacen Huang et al. (2011), son diferentes.*

Todas las variables presentan valores más elevados (con un rango de 8-10 puntos por encima) en nuestro estudio realizado sobre población española que en el estudio de Huang sobre población taiwanesa, tanto en relación a la luminosidad, a la tendencia al rojo y a la tendencia al amarillo. El origen de estas diferencias puede deberse tanto a características propias de los tejidos gingivales entre razas como a las diferencias entre el diseño de los estudios. La población muestral es más numerosa en el estudio taiwanés, pero la distribución por edad y sexo, al contrario que en nuestro estudio que es muy homogénea, en el estudio de Huang es muy dispersa, hasta el punto de no incluir a la población de edad media entre 35-65 años. También los instrumentos de medida, aunque presentan una configuración óptica similar $45^\circ/0^\circ$ (45° de iluminación y 0° de observación), son diferentes: nosotros utilizamos un espectrofotómetro de uso odontológico (Shadepilot, MHT Optic Research, Niederhasli, Suiza), en contacto directo con la encía y en el estudio de Huang se emplea un espectrómetro de fibra óptica en miniatura (USB 2000, Ocean Optics, Dunedin, USA) colocando el captador a una distancia constante de 20mm respecto a la encía. Es posible que la distancia a la encía haga aumentar el efecto de fondo perdido y por tanto variar los resultados obtenidos entre estudios, aunque la consistencia de los resultados intrainstrumento sea muy elevada.

Comparación estudios que obtienen agrupaciones de color gingival

En relación a la literatura disponible que establezca grupos de color gingival, sólo se pueden comparar los resultados obtenidos en nuestro análisis con los estudios de Huang et al. (2011), que realizan un estudio espectrométrico y estadístico por clusters, y con el de Heydeke, Schnitzer y Turp (2005) que obtienen sus grupos a partir de un análisis visual.

Comparativa estudios agrupaciones color gingival

Autor / Año	Método	Tamaño muestral (n)	Denominación color gingival	Variables Colorimétricas		
				L*	a*	b*
Calvo 2014	Espectrofotómetro	168	G1	59,9	18,3	18,7
			G2	56,2	23,6	20,5
			G3	55,2	21,8	16,2
			G4	52,3	29,2	19,8
			G5	50,8	25,5	15,3
			G6	47,9	22,0	21,4
			G7	47,2	32,3	17,1
Heydecke 2005	Visual (Tablas Munsell)	150	7/6 2.5R	71,6	23,6	9,2
			8/6 2.5R	81,4	23,7	9,5
			5/8 5R	51,6	33,7	17,6
			7/4 5R	71,6	15,0	8,1
			8/4 10R	81,4	13,9	14,3
Huang 2011	Espectroradiómetro	362	1G1	53,9	19,5	15,4
			1G2		14,2	7,7
			1G3		9,2	13,3
			2G1	46,8	17,4	14,8
			2G2		13,2	8,6
			3G1	41,5	18,2	10,4
			3G2		16,7	20,2
			3G3		13,4	6,8
			4G1	36,0	17,2	11,5
			4G2		13,5	7,0

Tabla 48. Comparación de estudios sobre agrupaciones de color gingival

Al comparar nuestros resultados con el estudio sobre el color gingival de Huang et al. (2011), donde se obtienen un total de 10 clusters de color gingival, encontramos diferencias con nuestro estudio: aunque los valores de luminosidad (L*) no difieren especialmente, los valores de a* y de b* son, en general y para todos los clusters creados por Huang, más bajos, es decir los colores gingivales que el autor obtiene son menos amarillos y menos rojizos. Las diferencias en este sentido pueden estar relacionadas entre otras cosas con la raza de los individuos estudiados (su estudio está realizado sobre población taiwanesa y el nuestro sobre población española) lo que puede hacer variar la distribución melánica a nivel gingival, así como con los grupos creados entre los dos estudios: en el estudio de Huang JW 2011 los grupos creados no

son homogéneos en cuanto a edad y sexo y no incluye el rango de adultos entre 35 y 65 años. Únicamente el grupo que Huang denomina 1G1 presenta unos valores de L* (53,91), a* (19,46) y b* (15,44) muy similares a los de nuestro grupo creado G3 (valores L*: 55,2; a*: 21,8; b*: 16,2).

En relación al estudio de Heydecke, Schnitzer y Turp (2005) que establecen cinco grupos de color gingival, no hay coincidencias en los grupos creados puesto que los valores de L* (luminosidad) en su estudio son en general mucho más elevados y los de b* (tendencia al amarillo) son mucho más bajos que los nuestros. Únicamente el cluster que nosotros hemos denominado G4 (valores L*: 52,3; a*: 29,2; b*: 19,8) tiene cierta correspondencia con el grupo intermedio creado por Heydecke (valores L*: 51,6; a*: 33,7; b*:17,6). Las diferencias, como se ha mencionado anteriormente pueden deberse sobre todo, al método empleado en su estudio (visual comparando con tablas de color de Munsell) y a la población seleccionada por Heydecke: pacientes alemanes con un color gingival y facial probablemente más luminoso que el de nuestro estudio realizado sobre población española.

Si finalmente comparamos los grupos de color gingival de los estudios de Huang et al. (2011) con los de Heydecke, Schnitzer y Turp (2005) podemos comprobar que difieren más todavía entre ellos que en relación a nuestro estudio, puesto que los valores de L* son mucho más elevados en el estudio de Heydecke que en el de Huang. Si bien los valores de la variable b* se aproximan más.

Podemos concluir por tanto al analizar la literatura disponible hasta el momento que no existen unos grupos de color gingival homogéneos y estandarizados que nos permitan elaborar unas guías de color gingival universales, ya que los grupos obtenidos en los tres estudios disponibles (el de Heydecke, el de Huang y el nuestro) difieren entre sí, probablemente en relación a la metodología empleada. Únicamente alguno de los grupos intermedios creados en cada estudio, presentan unas variables colorimétricas coincidentes que permiten quizás determinar el mismo grupo de color gingival (el grupo intermedio de Heydecke/1G1 de Huang/G3 de nuestro estudio).

Por último hay que señalar que a pesar de los colores gingivales descritos en base al presente estudio, el color gingival no es totalmente uniforme en un individuo, ya que la apariencia de los tejidos blandos orales depende de la anatomía, de la textura y de la vascularización de los mismos.

Comparación estudios que obtienen tipologías gingivales de individuos

En relación al concepto de tipología gingival establecido en este estudio en base a una distribución característica del color de la encía en los individuos no se ha encontrado en la literatura ningún estudio que permita establecer referencias o comparaciones clínicas.

Comparación variables individuales en estudios de color gingival

Una vez analizados los resultados obtenidos en cuanto al color gingival en base a las variables colorimétricas L^* , a^* y b^* , se pueden valorar los escasos estudios que determinan científicamente la posible influencia que tienen las características individuales de los pacientes (edad, sexo, localización en la encía, hábito tabáquico, diente seleccionado, color base del diente seleccionado) en la distribución del color gingival.

Existen cuatro estudios en la literatura científica con los que comparar los resultados de color gingival en individuos concretos en base a las variables L^ , a^* y b . A continuación se enumeran dichos artículos y los detalles que aporta cada uno de ellos se describirán al analizar las variables individuales una a una:*

- Jones y MC Fall (1977) realizan un estudio con un número no precisado de observadores donde miden el color de la papila interincisiva mediante un análisis fotométrico con un láser de helio-neón. En este estudio se concluye que el color gingival en general no está relacionado con la edad, el sexo ni el hábito tabáquico.
- Takeda et al. (1996) realizan el primer estudio que analiza el color gingival por zonas, permite valorar los resultados obtenidos en relación a nuestro estudio y encontramos una correspondencia plena (a pesar de las diferencias metodológicas descritas entre ambos estudios) al relacionar las variables colorimétricas L^* , a^* y b^* con las distintas localizaciones gingivales alrededor de los dientes anteriores.
- Heydecke, Schnitzer y Turp (2005) en su estudio, miden visualmente el color gingival comparándolo con tablas de color de Munsell en una población de 150 individuos, con una distribución homogénea en cuanto al sexo. Estos autores analizan el color en la papila mesial, en la encía insertada y en la mucosa alveolar de un incisivo superior y uno inferior sin detallar el punto/área de medición en concreto y lo relaciona con variables individuales como la edad, el sexo, el color de la piel, el hábito tabáquico, la higiene oral, el consumo de fluoruros y algunos hábitos alimenticios (café, ácidos).

- Huang et al. (2011) en su estudio analizan los valores de L^* , a^* y b^* en relación a las variables sexo y edad

Ninguno de los dos estudios que determinan grupos de color gingival (Heydecke, 2005 y Huang, 2011) relacionan las agrupaciones obtenidas con las características individuales de los pacientes como se ha realizado en el presente estudio.

A continuación se interpretan los resultados obtenidos en relación a las variables individuales descritas:

1. LA EDAD:

En relación a las *variables colorimétricas* en el presente estudio la edad sí presenta significación estadística en relación con las variables L^* y b^* , cuyos valores disminuyen al aumentar la edad. La variable a^* no sigue un patrón de comportamiento uniforme en relación a la edad.

No obstante desde el punto de vista óptico, al integrar los valores de L^* , a^* y b^* en la fórmula delta E (diferencia de color), sólo se observan diferencias claras entre los pacientes de edad más avanzada y el resto de individuos. A pesar de que para este estudio fue un criterio de inclusión la baja presencia de placa bacteriana, quizás los pacientes mayores de 60 años presentan regiones de encía más rojizas en relación a otros grupos de edad debido al posible acúmulo de placa bacteriana x la dificultad del cepillado asociada al aumento de edad, lo que hace que presenten zonas más eritematosas que los pacientes jóvenes sin inflamación gingival.

Jones y Mc Fall (1977) que en su estudio describen que en general la edad no está relacionada con el color gingival, destacan que la única excepción es en la población joven donde si se observa un color más luminoso y menos cromático. También en nuestro estudio se observa que el color gingival en jóvenes es más luminoso, en cambio en cuanto a la cromaticidad del color (variables colorimétricas a^* y b^*) nuestros resultados difieren a los de este estudio puesto que aunque la variable a^* tampoco está en relación a la edad, la b^* presenta valores más elevados en jóvenes. La variación puede deberse a la gran diferencia entre los métodos empleados para la medición, puesto que Jones y Mc Fall sólo consideran la reflectancia y no las variables cromáticas L^* , a^* y b^* .

Huang et al. (2011) en su estudio no encuentran diferencias en las variables L^* , a^* y b^* en relación a la edad. Las diferencias con nuestro estudio pueden deberse a la dispersión de la población muestral de su estudio, ya que sólo seleccionan a pacientes jóvenes y pacientes con edad avanzada.

Pueden existir también diferencias asociadas al espesor de los tejidos gingivales ya que en un estudio de Vandana y Savitha (2005) sobre 32 pacientes se analiza el espesor gingival a nivel de la encía insertada y de la papila y se concluye que los pacientes jóvenes (16-24 años) presentan una encía significativamente más gruesa que los pacientes más adultos (25-39 años) lo que puede estar relacionado con un aumento de la luminosidad en los tejidos gingivales que presentan un mayor espesor. No obstante la diferencia de edad entre los dos grupos planteados por Vandana y Savitha no permiten obtener conclusiones definitivas.

2. EL SEXO DE LOS INDIVIDUOS:

En relación a las *variables colorimétricas* si se observa significación estadística en el presente estudio, presentando valores de luminosidad (L^*) y tendencia al amarillo (b^*) más elevados en mujeres y de tendencia al rojo (a^*) más elevados en varones.

No obstante las diferencias ópticas (ΔE^*) obtenidas en relación al sexo de los individuos no tienen relevancia clínica. Únicamente la luminosidad es ligeramente más elevada en mujeres.

Jones y Mc Fall (1977) concluyen que en general el sexo no está relacionado con el color gingival.

Heydecke, Schnitzer y Turp (2005) observan pequeñas influencias en relación al sexo, no muy destacadas. En general el color gingival en varones es más amarillo que en mujeres, pero al contrario de nuestros resultados, él obtiene valores de luminosidad más elevados en varones.

En cambio Huang et al. (2011), como nosotros, también obtienen valores de la variable L^* (luminosidad) significativamente más elevados en mujeres que en varones. No obstante en su estudio, Huang no obtiene diferencias significativas en relación al sexo para las variables a^* y b^* , mientras que en nuestro estudio sí se observan diferencias significativas para estas variables, siendo la a^* significativamente más elevada en varones y la b^* más elevada en mujeres. Nuevamente las diferencias en estos resultados pueden deberse a que la distribución por sexo de la población muestral en el estudio taiwanés no es homogénea.

Las diferencias encontradas en relación al sexo pueden deberse también al contenido en melanina, así como a los patrones de queratinización y vascularización que pueden variar entre varones y mujeres (Kleinheinz et al., 2005).

3. LA LOCALIZACIÓN EN LA ENCÍA:

3.a.- En relación a las *variables colorimétricas*, en general en nuestro estudio sí se observan diferencias estadísticamente significativas y clínicamente relevantes (ΔE^* ópticamente

apreciables) para L^* , a^* y b^* entre muchas de las zonas de estudio, es decir, al cambiar de zona la L^* , la a^* y la b^* varían. Estos resultados se corresponden con los resultados obtenidos por los dos autores que también analizan el color gingival en distintas partes de la encía.

Takeda et al. (1996) al analizar el color gingival por zonas, nos permiten comparar los resultados obtenidos en relación a nuestro estudio y encontramos una correspondencia plena (a pesar de las diferencias metodológicas descritas entre ambos estudios) al relacionar las variables colorimétricas L^* , a^* y b^* con las distintas localizaciones gingivales alrededor de los dientes anteriores, de modo que:

- L^* : la luminosidad, en el estudio de Takeda y en el nuestro, presenta los valores más elevados en la zona del margen gingival (nuestra zona 3), probablemente debido a la influencia del reflejo del diente subyacente ya que a este nivel la encía presenta un espesor menor.
- a^* : la tendencia al rojo, en el estudio de Takeda es más elevada en la base de la papila, al igual que en nuestro estudio donde los valores más elevados de a^* se muestran en las zonas más alejadas del margen gingival, más próximas a la mucosa: bases de las papilas y en la zona media vestibular (zonas 2, 4 y 6), probablemente debido al aumento en la irrigación sanguínea de estas zonas.
- b^* : la tendencia al amarillo, en el estudio de Takeda es más elevada en la zona del margen gingival, de igual modo en nuestro estudio las zonas más amarillentas son las zonas más próximas a los dientes (el margen gingival y las puntas de las papilas: zonas 1, 3 y 5), probablemente a la proximidad dentaria que transluce su color base amarillento.

Heydecke, Schnitzer y Turp (2005) en su análisis por localizaciones (el autor no determina exactamente en que área realiza sus mediciones), concluye como en nuestro estudio que la L^* (luminosidad) aumenta en la región de la encía insertada y decrece hacia la mucosa, la a^* aumenta en la región de la mucosa (zona más alejada del margen gingival) probablemente por el aumento de la vascularización y la b^* no sufre grandes modificaciones en relación a la zona de estudio.

Al realizar el análisis del color gingival por zonas, se observó que había zonas con un comportamiento óptico parecido, como son las puntas de las papilas mesial y distal. También tenían un comportamiento óptico similar las zonas próximas al margen gingival entre sí y las zonas más alejadas del margen entre sí. Estos datos son los que nos hicieron pensar que quizás no fuera necesario seleccionar el color gingival en 6 puntos alrededor del diente, ya que aunque

estadísticamente se observaran diferencias significativas entre muchas de las zonas de estudio, ópticamente no fueran clínicamente relevantes. Por este motivo se decidió continuar el estudio agrupando a los individuos para comprobar si existían patrones (tipologías) de color gingival definidos.

3.b.- En relación a la localización más frecuente de los *colores gingivales* obtenidos en el presente estudio, como es lógico, existe una correspondencia entre los colores gingivales y las variables colorimétricas ya descritas, de modo que:

- En la zona más luminosa (L^* mayor) que era el cénit gingival, se localizan fundamentalmente colores luminosos G2 y G1.
- En las zonas más rojizas (a^* más elevada) que eran las zonas más alejadas del margen gingival (zonas altas del cénit y de las papilas mesial y distal), se localizan fundamentalmente los colores G7 (el más rojo y menos luminoso de la muestra), el G4 y el G5 (los siguientes colores más rojizos, que son más saturados y menos luminosos).
- En las zonas más amarillentas (b^* más elevada), que eran las puntas de las papilas, se localiza fundamentalmente el color gingival G6 (es el color más amarillo de la muestra).

3.c.- En la relación entre las *tipologías de individuos* obtenidas y la localización por zonas en el presente estudio se presentan algunas características destacadas:

- Todas las tipologías establecidas a partir del análisis estadístico, presentan un color predominante con porcentajes elevados en general en todas las zonas. No obstante, se puede comprobar que este color predominante no es exclusivo de esta tipología por lo que se puede concluir que la presencia de un color gingival determinado en una única zona de estudio no determina la tipología de color gingival a la que pertenece el individuo.
- En general en las tipologías observadas, los colores predominantes en las papilas mesial y distal son simétricos dos a dos por zona, es decir tanto en la punta de la papila (0-2mm de altura) como en la zona más alta (2-5mm), los colores predominantes son simétricos; de modo que obteniendo el/los colores predominantes a los dos niveles de una de las papilas (la mesial o la distal), no se necesita medir el color de la otra papila para el mismo incisivo central.
- Las zonas del cénit, aún midiendo el/los colores predominantes a los dos niveles de altura gingival, son menos decisivos a la hora de determinar la tipología a la que pertenece el individuo, ya que en general tienen valores medios más dispersos.

- Hay colores gingivales, que aún teniendo una baja prevalencia por color dentro de su tipología, son exclusivos o casi exclusivos de esa tipología respecto al total de la muestra (es decir, entre el 95-100% de los casos se localizan en esa tipología en concreto). Pero a pesar de la significación estadística, el que un color gingival por zona sea exclusivo de una tipología, no permite extrapolar que todos los pacientes que estudiemos con esa característica concreta puedan clasificarse en esta tipología, ya que en general, el número de individuos en relación a la muestra total es muy bajo (1, 3 ó 5 individuos).

Únicamente cabe señalar que la presencia del color gingival G1 en la punta de las papilas mesial y distal, sí parece muy relacionado estadística y clínicamente con la tipología 4, ya que el número de individuos que cumplen entre el 95-100% esta premisa son 38 (en relación a la muestra total es un 22,6%). Es decir, que parece bastante determinante que si al estudiar el color gingival de un paciente, observamos la presencia de un color G1 en la punta de las papilas mesial y/o distal, el paciente va a pertenecer a una tipología 4 de color gingival, independientemente del análisis de las restantes zonas.

4. EL HÁBITO TABÁQUICO:

A pesar de que la intuición nos hacía pensar que el hábito tabáquico podía tener repercusión en el color gingival y teniendo en cuenta que en nuestro estudio era una variable considerada secundaria por lo que la distribución de pacientes fumadores y no fumadores no fue homogénea. Los resultados obtenidos nos indican que el hábito tabáquico no está relacionado en general ni estadística, ni clínicamente, con la variación de color gingival en base a las *variables L*, a* y b**, ni a los *grupos de color gingival o tipologías de individuos* obtenidos.

Únicamente la tendencia al amarillo (*b**) tiene relación significativa en algunas zonas con el hábito tabáquico, siendo ligeramente más elevada en pacientes fumadores, como puede parecer lógico por la posible influencia del humo del tabaco que puede amarillear la encía al igual que otras partes del cuerpo (dedos, *filtrum labial*).

Heydecke, Schnitzer y Turp (2005) que, a priori, también consideraban el hábito tabáquico un factor posiblemente muy relacionado con el oscurecimiento del color gingival, tampoco obtienen en su estudio efectos evidentes, de hecho sólo obtienen valores significativos para la variable luminosidad (*L**) que en su estudio decrece levemente en pacientes fumadores. En nuestro estudio la luminosidad no varía significativamente y es sólo la variable *b** la que aumenta en pacientes fumadores.

También Jones y Mc Fall (1977) concluyen en su estudio que el color gingival no está relacionado con el hábito tabáquico.

5. EL DIENTE ALREDEDOR DEL QUE SE MIDE EL COLOR GINGIVAL

En relación a las *variables colorimétricas* en nuestro estudio no se observaron diferencias significativas desde el punto de vista estadístico ni clínico en relación al incisivo central superior seleccionado (#11 ó #21).

No existen estudios en la literatura que permitan comparar los resultados obtenidos en el presente estudio en relación al diente seleccionado (incisivo central superior derecho o izquierdo) para medir el color gingival.

6. EL COLOR BASE DEL DIENTE DE REFERENCIA

Hay que tener en cuenta que al haber 16 colores dentarios en la guía VITA (gran variabilidad), algunos de estos colores se encuentran totalmente ausentes en la muestra: colores B3, B4, C2 y C4 y otros presentan un porcentaje muy bajo, correspondiente a uno o dos individuos únicamente, por lo que desde el punto de vista clínico al ser una distribución no homogénea en relación a esta variable, puede ser que alguno de los resultados obtenidos, aunque sean significativos al analizarlos en relación a los colores gingivales obtenidos no tengan repercusión clínica.

6.a- A partir de los resultados en relación a las *variables colorimétricas* se comprobó que el color gingival obtenido tiene relación con el color base del diente estudiado, de modo que los valores gingivales más luminosos (L^* mayor) suelen estar relacionados con colores dentarios también más luminosos: colores A1, A2, B1, B2, C1. Igualmente pasa con los colores menos luminosos dentarios (A4 y C4) que están en relación con colores menos luminosos a nivel gingival.

También los parámetros a^* y b^* en el color gingival tienen cierta asociación con el color base del diente estudiado, de modo que los valores de a^* (variable tendencia al rojo) gingival más elevados, se observan alrededor de los dientes con un color dentario del grupo A (más anaranjado) y los valores de b^* (variable tendencia al amarillo) gingival más elevados, se observan en los dientes con un color dentario del grupo B (más amarillento).

6.b.- En relación a los *colores gingivales* obtenidos también se observa una relación significativa estadísticamente entre los colores gingivales más luminosos (G1 y G2, también G4) y los colores dentarios más claros: A1 y A2. De igual manera se observa relación entre los colores gingivales más saturados: G5, G6 y G7 y los colores dentarios de base más intensos: A3,5, A4, D2, D3. En cambio el color gingival “universal”, el G3 no presenta una relación significativa con ningún color dentario, encontrándose por tanto asociado con todos los colores dentarios por igual.

6.c.- En relación a las *tipologías de individuos* en base al color gingival obtenidas, se observa una relación significativa estadísticamente entre la tipología 3 (que presenta como color predominante el G5, un color oscuro, poco luminoso) y los colores dentarios también oscuros: colores A4, C4, A3, A3,5. Y entre la tipología 4 (con color predominante G2, un color gingival claro, luminoso) y los colores dentarios claros luminosos: A1, A2, B1, C1, D2.

No existen estudios en la literatura que permitan comparar los resultados obtenidos en el presente estudio en relación al color del diente alrededor del que se mide el color gingival.

7.4. FUTURAS INVESTIGACIONES

A la vista de los resultados obtenidos en este estudio y de las diferencias con otros trabajos, se abren numerosas vías de investigación.

El análisis del color gingival en humanos (in vivo) es un paso esencial en el desarrollo de un sistema de referencia para la reconstrucción gingival protésica.

Es fundamental comprobar la utilidad práctica y clínica de la *clasificación gingival* propuesta y realizar estudios similares sobre muestras de individuos más extensas y con variabilidad racial para predecir el comportamiento óptico de la encía y poder crear restauraciones gingivales lo más integradas desde el punto de vista funcional y estético.

A partir de estos estudios se podría crear una guía de color gingival ordenada que incluyera unos tonos base con variaciones de translucidez en función de los materiales restauradores que se utilizan a nivel gingival: resina compuesta, acrílico, porcelana, referenciada en las variaciones de colores gingivales que se observan de forma natural en humanos.

Sería útil realizar más estudios que permitan corroborar la existencia de *tipologías gingivales*, en qué número y en relación a qué parámetros o variables individuales se establecen.

Es importante conocer el *espesor promedio de la encía* en esos primeros 5mm de altura vertical, ya que el espesor de la mucosa es un factor crucial en términos de discoloración causada por diferentes materiales restauradores (Jung et al., 2007; Ishikawa-Nagai et al., 2007) y relacionar por tanto esta variable de espesor con el color gingival obtenido.

Hasta la fecha y según conocimientos del autor no existen estudios publicados que determinen de forma objetiva el color gingival eliminando el efecto de fondo perdido de los instrumentos de selección de color de captador estrecho (intraoral) y que a la vez permitan analizar especímenes translúcidos que son los que encontramos en las estructuras dentaria y gingival. (Gozalo-Díaz et al., 2007). Así pues, a la vista de la ligera disparidad en los resultados colorimétricos obtenidos al comparar distintos *dispositivos de medición del color de uso odontológico* en estudios in vivo e in vitro, sería recomendable que los fabricantes ajustaran la calibración de estos instrumentos al sistema de referencia CIE para poder comparar resultados obtenidos a partir de distintos dispositivos de medición (Lehmann et al., 2010 y 2012).

La ausencia de literatura sobre los *valores de perceptibilidad y aceptabilidad* en relación al color de los tejidos blandos supone una limitación importante en todos los estudios del color gingival, es por tanto, imprescindible realizar estudios como este que analicen los resultados en condiciones clínicas y de laboratorio para así poder establecer unos valores de referencia estandarizados.

CONCLUSIONES

Partiendo de grupos de edad y sexo muy homogéneos y analizando el color gingival en seis localizaciones alrededor de un incisivo central de la arcada superior, se obtuvieron las siguientes conclusiones.

1. En relación a las **variables colorimétricas L*, a* y b***, se concluye que de las **características individuales** analizadas en este estudio, las más determinantes en el color gingival son las distintas localizaciones gingivales alrededor del incisivo central y el color base del diente alrededor del que se mide el color gingival. En menor medida, la edad y el sexo tienen repercusión clínica y estadística en el color gingival. Por último, el hábito tabáquico y el incisivo central superior seleccionado para el estudio (derecho o izquierdo), son variables que prácticamente no están relacionadas con el color gingival.

2. En relación a los 7 colores gingivales obtenidos al realizar la agrupación por *clusters estadísticos*, se obtienen como conclusiones:

- 2.1. Las siete categorías de color gingival obtenidas pueden servir de propuesta para una clasificación clínica del color gingival y ser útiles como guía para la comunicación entre los odontólogos y los técnicos de laboratorio.
- 2.2. Todos los colores gingivales obtenidos en la muestra a partir del estudio estadístico, presentan diferencias ópticas con valores de ΔE por encima de 4,7, por lo que se identifican como colores diferentes también desde el punto de vista visual.
- 2.3. Los colores gingivales más luminosos obtenidos: G1 y G2, se presentan con más frecuencia en pacientes de edad más joven y del sexo femenino. También son más frecuentes en la zona del cémit a nivel del margen gingival y están asociados a dientes con colores dentarios luminosos y poco saturados.
- 2.4. Los colores intermedios: G3 y G4, presentan características mixtas. Siendo el color gingival **G3**, el **color de encía** más “**universal**”, ya que es el más frecuente en la muestra y presenta valores intermedios para casi todas las características estudiadas.
- 2.5. Los colores gingivales menos luminosos: G5, G6 y G7, son más frecuentes en pacientes de edad más avanzada y, en general, del sexo masculino. Se localizan sobre todo en las papilas y la zona alta del cémit, alejados del margen gingival vestibular. Además están asociados a dientes con colores dentarios bastante saturados y poco luminosos.

3. En relación a las 4 tipologías de individuos en base al color gingival obtenidas al realizar la segunda agrupación por *clusters*, se obtienen como conclusiones:

- 3.1 Las tipologías gingivales establecidas en este estudio se encuentran asociadas a un color gingival predominante: la tipología 1 al color G7 (color poco luminoso), la tipología 2 al color G3 (color gingival “universal”), la tipología 3 al color G5 (color poco luminoso y saturado) y la tipología 4 al color G2 (color gingival luminoso).
- 3.2 Analizando los datos estadísticamente se comprueba que las tipologías de individuos van a tener relación en muchos casos con la edad predominante (sobre todo), el sexo y el color dentario del diente alrededor del cual se ha estudiado el color gingival. Estos resultados son muy útiles clínicamente porque una vez conocida la historia clínica del paciente con sus datos de filiación (edad y sexo) y su color dentario de referencia, se puede aproximar a que tipología gingival pertenece el individuo y establecer el color gingival que con mayor probabilidad puede presentar.
- 3.3 La tipología de individuos más frecuente en este estudio es la tipología 2, que corresponde a más del 40% de la muestra estudiada, asociada al color gingival “universal” (G3) y a pacientes de edad media.
- 3.4 Una única zona de estudio (de las 6 localizaciones estudiadas), no determina la tipología del individuo. Sin embargo, obteniendo el color predominante de una de las papilas (mesial o distal) en las dos localizaciones estudiadas (base y punta de la papila), podemos tener una orientación de la tipología a la que pertenece el individuo.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Armitage GC. Development of a classification system for periodontal diseases and conditions. *Annals of Periodontology* 1999; 4: 1-6 .
- Bartold PM, Walsh LJ, Narayanan AS. Molecular and cell biology of the gingiva. *Periodontology* 2000, 2000; 24: 28-55.
- Bayindir F, Bayindir YZ, Gozalo-Diaz DJ, Wee AG. Coverage error of gingival shade guide systems in measuring color of attached anterior gingiva. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2009; 101: 46-53.
- Belser UC, Grütter L, Vailati F, Bornstein MM, Weber HP, Buser D. Outcome evaluation of early placed maxillary anterior single-tooth implants using objective esthetic criteria: a cross-sectional, retrospective study in 45 patients with a 2- to 4-year follow-up using pink and white esthetic scores. *Journal of Periodontology* 2009; 80(1): 140-51.
- Belser UC, Schmid B, Higginbottom F, Buser D. Outcome analysis of implant restorations located in the anterior maxilla: a review of the recent literature. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2004; 19 (Supl.): 30–42.
- Bressan E, Paniz G, Lops D, Corazza B, Romeo E, Favero G. Influence of abutment material on the gingival color of implant-supported all-ceramic restorations: a prospective multicenter study. *Clinical Oral Implants Research* 2011; 22(6): 631-7.
- Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dental Clinics of North America* 2004; 48:341–58.
- Bruguera A. Sombras, un mundo de color. Ed. Puesta al día Publicaciones. Vitoria, España. 2002.
- Clark EB. An analysis of tooth color. *The Journal of the American Dental Association* 1931; 18 (11): 2093-2103.

- Clark EB. Tooth color selection. *The Journal of the American Dental Association* 1933; 20(6): 1065-1073.
- Coachman C, Salama M, Garber D, Calamita M, Salama H, Cabral G. Prosthetic Gingival Reconstruction in a Fixed Partial Restoration. Part 1: Introduction to Artificial Gingiva as an Alternative Therapy. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 2009; 29: 471–477.
- Coachman C, Salama M, Garber D, Calamita M, Salama H, Cabral G. Prosthetic Gingival Reconstruction in Fixed Partial Restorations. Part 3: Laboratory Procedures and Maintenance . *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 2010; 30: 19–29.
- Coachman C, Van Dooren E, Gurel G, Calamita M, Calgaro M, de Souza Neto J. Minimally invasive reconstruction in implant therapy: the prosthetic gingival restoration. *Quintessence of Dental Technology* 2010: 1-15.
- Commission Internationale d’Eclairage (CIE). Recommendations on uniform color spaces, color difference equations, psychometric color terms. Supplement No. 2. CIE Publication No.15 (E-13-1), 1971 (TC-1.3). Paris: Bureau Central de la CIE, 1978.
- Commission Internationale d’Eclairage (CIE). Colorimetry. CIE Publication No. 15.2. 2. Vienna, Austria: Central Bureau of the CIE; 1986. p. 33
- Commission Internationale d’Eclairage (CIE). Improvement to industrial color-difference evaluation. CIE Pub No. 142. Vienna, Austria: Central Bureau of the CIE; 2001.
- Chou YH, Tsai CC, Wang JC, Ho YP, Ho KY, Tseng C. New classification of crown forms and gingival characteristics in Taiwanese. *The Open Dentistry Journal* 2008; 2: 114-119.
- Chu SJ. Precision shade technology contemporary strategies in shade selection. *Practical Procedures & Aesthetic Dentistry* 2002; 14(1): 79-83.
- Chu SJ. Use of a reflectance spectrophotometer in evaluating shade change resulting from tooth-whitening products. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2003; 15: S42-S48.

- Chu SJ, Devigus A, Mielezsko A. Fundamentals of Color. Shade Matching and Comunicación in Esthetic Dentistry. Quintessence Publishing Co, Inc. Chicago, 2005.
- Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry* 2010; 38S: e2-e16.
- Culpepper WD. A comparative study of shade matching procedure. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1970; 24: 166-73
- De Rouck T, Eghbali R, Collys K, De Bruyn H, Cosyn J. The gingival biotype revisited: transparency of the periodontal probe through the gingival margin as a method to discriminate thin from thick gingiva. *Journal of Clinical Periodontology* 2009; 36: 428-433.
- Della Bona A, Barrett AA, Rosa V, Pinzetta C. Visual and instrumental agreement in dental shade selection: three distinct observer populations and shade matching protocols. *Dental Materials* 2009; 25: 276-81.
- Douglas RD, Brewer JD. Acceptability of shade differences in metal ceramic crowns. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1998; 79: 254-60.
- Douglas D, Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2007; 97: 200-8.
- Dozic A, Voit NFA, Zwartser R, Khashayar G, Aartman I. Color coverage of a newly developed system for color determination and reproduction in dentistry. *Journal of Dentistry* 2010; 38: e50-6.
- Dummett CO. Oral pigmentation. *Journal of Periodontology* 1960; 31: 356-360.
- Fradeani M. Esthetic Rehabilitation in Fixed Prosthodontics. Quintessence Publishing Co, Inc. Chicago, 2007.

- Fürhauser R. Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: the pink esthetic score. *Clinical Oral Implants Research* 2005; 16: 639–644.
- Gozalo-Diaz DJ, Lindsey DT, Johnston W, Wee AG. Measurement of color for craniofacial structures using a 45/0-degree optical configuration. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2007; 97: 45-53.
- Happe A, Schulte-Mattler V, Fickl S, Naumann M, Zöller JE, Rothamel D. Spectrophotometric assessment of peri-implant mucosa after restoration with zirconia abutments veneered with fluorescent ceramic: a controlled, retrospective clinical study. *Clinical Oral Implants Research* 2013; 24(suppl A100): 28-33.
- Hasegawa A, Ikeda I, Kaxaguchi S. Color and translucency of in vivo central incisors. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2000; 83: 418-23.
- Hassel AJ, Koke U, Schmitter M, Beck J, Rammelsberg. Clinical effect of different shade guide systems on the tooth shades of ceramic-veneered restorations. *The International Journal of Prosthodontics* 2005; 18: 422-426.
- Heydecke G, Schnitzer S, Turp JC. The color of human gingiva and mucosa: visual measurement and description of distribution. *Clinical Oral Investigations* 2005; 9: 257-265.
- Horn DJ, Bulan-Brady J, Hicks ML. Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. *Journal of Endodontics* 1998; 24(12): 786-90.
- Huang JW, Chen WCh, Huang TK, Sung P, Lai PL; Tsai ChF, Hung Ch. Using a spectrophotometric study of human gingival color distribution to develop a shade guide. *Journal of Dentistry* 2011; 39S: e11-e16.
- Hugo B, Witzel T, Klaiber B. Comparison of in vivo visual and computer-aided tooth shade determination. *Clinical Oral Investigations* 2005; 9: 244-250.
- Ishikawa-Nagai S, Sato R, Shiraishi A, Ishibashi K. Using a computer color-matching system in color reproduction of porcelain restorations. Part 3: a newly developed

- spectrophotometer designed for clinical application. *The International Journal of Prosthodontics* 1994; 7: 50-55.
- Ishikawa-Nagai S, Ishibashi K, Tsuruta O, Weber HP. Reproducibility of tooth color gradation using a computer color-matching technique applied to ceramic restorations. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2005; 93: 129-37.
 - Ishikawa-Nagai S, Da Silva JD, Weber HP, Park SE. Optical phenomenon of peri-implant soft tissue. Part II. Preferred implant neck color to improve soft tissue esthetics. *Clinical Oral Implants Research* 2007; 18: 575–580.
 - Ishikawa-Nagai S, Yoshida A, Sakai M, Kristiansen J, Da Silva JD. Clinical evaluation of perceptibility of color differences between natural teeth and all-ceramic crowns. *Journal of Dentistry* 2009; 37: e57-63.
 - Ishikawa T, Salama M, Funato A. Three-Dimensional Bone and Soft Tissue Requirements for Optimizing Esthetic Results in Compromised Cases with Multiple Implants . *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 2010; 30: 503–511.
 - Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *Journal of Dental Research* 1989; 68: 819–22.
 - Johnston WM. Color measurement in dentistry. *Journal of Dentistry* 2009; 37S: e2-e6.
 - Jones J, Mc Fall WT. A photometric study of the color of healthy gingiva. *Journal of Periodontology* 1977; 48: 21-26.
 - Jung RE, Sailer I, Hammerle CH, Attin T, Schmidlin P. In vitro color changes of soft tissues caused by restorative materials. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 2007; 27: 251–257.
 - Jung RE, Holderegger C, Sailer I, Khraisat A, Suter A, Hammerle CH. The effect of all-ceramic and porcelain-fused-to-metal restorations on marginal peri-implant soft tissue color: a randomized controlled clinical trial. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 2008; 28: 357–365.

- Kleinheinz J, Büchter A, Fillies T, Joos U. Vascular basis of mucosal color. *Head and Face Medicine* 2005; 1(4): 1-7.
- Knispel G. Factors affecting the process of color matching restorative materials to natural teeth. *Quintessence International* 1991; 22: 525-31.
- Kourtis SG, Tripodakis AP, Doukoudakis AA. Spectrophotometric evaluation of the optical influence of different metal alloys and porcelains in the metal-ceramic complex. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2004; 92(5): 477-85.
- Kramer MS, Feinstein AR. Clinical biostatistics LIV. The biostatistics of concordance. *Clinical Pharmacology & Therapeutics* 1981: 111-123.
- Kuehni RG, Markus RT. An experimental in visual scaling of small color differences. *Color Research & Application* 1979; 4: 83-91.
- Khurana R, Tredwin CJ, Weisbloom M, Moles DR. A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available color measuring devices. *British Dental Journal* 2007; 203: 675-80.
- Lang N, Adler R, Joss A, Nyman S. Absence of bleeding on probing. An indicator of periodontal stability. *Journal of Clinical Periodontology* 1990; 17: 714-721.
- Lang NP, Tonetti MS. Periodontal risk assesment (PRA) for patients in supportive periodontal therapy (SPT). *Oral health & Preventive Dentistry* 2003; 1: 7-16.
- Lehmann KM, Igiel C, Schmidtman I, Scheller H. Four color-measuring devices compared with a spectrophotometric reference system. *Journal of Dentistry* 2010; 38: e65–70.
- Lehmann KM, Devigus A, Igiel C, Wentaschek S, Azar MS, Scheller H. Repeatability of color-measuring devices. *The European Journal of Esthetic Dentistry* 2011; 6: 428-435.

- Lehmann KM, Devigus A, Igiel C, Weyhrauch M, Schmidtman I, Wentascheck S, Scheller H. Are dental color measuring devices CIE compliant? *The European Journal of Esthetic Dentistry* 2012;7:324-333.
- Li Y. Tooth color measurement using chroma meter: techniques, advantages, and disadvantages. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2003; 15: S33-S41.
- Lindsey DT, Wee AG. Perceptibility and acceptability of CIELAB color differences in computer-simulated teeth. *Journal of Dentistry* 2007; 35: 593-9.
- Magne P, Belser U. *Bonded Porcelain Restorations In the Anterior Dentition: A Biomimetic Approach*. Quintessence Publishing Co, Inc. Chicago, 2002.
- Mandeville PB. El coeficiente de correlación intraclase (ICC). *Ciencia UANL* 2005; VIII(3): 414-416.
- Melgosa M, Huertas R, Berns RS. Relative significance of the terms in the CIEDE 2000 and CIE94 color-difference formulas. *The Journal of the Optical Society of America* 2004, A 21: 2269-75.
- Muhlemann HR, Son S. Gingival sulcus bleeding - a leading symptom in initial gingivitis. *Helvetica Odontologica Acta* 1971; 15: 107-113.
- Munsell AH. *The Munsell book of color*, Munsell Color Co., Baltimore, Maryland, vol I, 1929, vol. II, 1943 (Referencia).
- O'Brien WJ, Groh CL, Boenke KM. A new, small-color- difference equation for dental shades. *Journal of Dental Research* 1990; 69: 1762-4.
- Oluwole DO. Gingival tissue color related with facial skin and acrylic resin denture base color in a nigerian population. *African Journal of Biomedical Research*. 2010; 13: 107 – 111.
- Olsson M, Lindhe J. Periodontal characteristics in individual with varying form of the upper central incisors. *Journal of Clinical Periodontology* 1991;18: 78-92.

- Olsson M, Lindhe J, Marinello CP. On the relationship between Crown form and clinical features of the gingiva in adolescents. *Journal of Clinical Periodontology* 1993; 20: 570-7.
- Paravina RD, Powers JM. *Esthetic color training in dentistry*. Elsevier, St.Louis, 2004.
- Paravina RD. Performance assessment of dental shade guides. *Journal of Dentistry* 2009; 37: e15–20.
- Park JH, Lee YK, Lim BS. Influence of illuminants on the color distribution of shade guides. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2006; 96: 402-11.
- Park SE, Da Silva JD, Weber HP, Ishikawa- Nagai, S. Optical phenomenon of peri-implant soft tissue. Part I. Spectrophotometric assessment of natural tooth gingiva and peri-implant mucosa. *Clinical Oral Implants Research* 2007; 18: 569–574.
- Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CHF. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of Dental Research* 2002; 81: 578-582.
- Paul SJ, Peter A, Rodoni L, Pietrobon N. Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: a clinical comparison. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 2004; 24: 222-231.
- Perez M, Ghinea R, Herrera LJ, Ionescu AM, Pomares H, Pulgar R, Paravina RD. Dental ceramics: a CIEDE 2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *Journal of Dentistry* 2011; 39(3): e37-44.
- Powers JM, Capp JA, Koran A. Color of gingival tissues of blacks and whites. *Journal of Dental Research* 1977; 56: 112-116.
- Ragain JC. Minimum color differences for discriminating mismatch between composite and tooth color. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2001; 13(1): 41-48.
- Ruppertsberg AI, Bloj M, Hurlbert A. Sensitivity to luminance and chromaticity gradients in a complex scene. *Journal of Vision* 2008; 8(3): 1-16.

- Ruyter IE, Niler K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crowns and bridge veneers. *Dental Materials* 1987; 3: 246–51.
- Sailer I, Holderegger C, Jung RE, Suter A, Thiévent B, Pietrobon N, Gebhard-Achilles W, Hämmerle CH. Clinical study of the color stability of veneering ceramics for zirconia frameworks. *The International Journal of Prosthodontics* 2007; 20: 263-269.
- Sailer I, Zembic A, Jung RE, Siegenthaler D, Holderegger C, Hämmerle CH. Randomized controlled clinical trial of customized zirconia and titanium implant abutments for canine and posterior single-tooth implant reconstructions at 1 year function. *Clinical Oral Implants Research* 2009; 20: 219–225.
- Salama M, Coachman C, Garber D, Calamita M, Salama H, Cabral G. Prosthetic Gingival Reconstruction in the Fixed Partial Restoration. Part 2: Diagnosis and Treatment Planning. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 2009; 29: 573–581.
- Schnitzer S, Turp JC, Heydecke G. Color distribution and visual color assessment of human gingiva and mucosa: a systematic review of the literature. *The International Journal of Prosthodontics* 2004; 17(3): 327-332.
- Seghi RR, Johnston WM, O'Brien J. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1986; 56(1): 35-40.
- Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrument colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *Journal of Dental Research* 1989; 68: 1760–4.
- Silness J, Loe H. Periodontal disease in pregnancy. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. *Acta Odontologica Scandinavica* 1964; 22: 121-135.
- Sproull RC. Color matching in dentistry. 3. Color control. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1974; 31: 146–154.
- Takeda T, Ishigami K, Shimada A, Ohki K. A study of discoloration of the gingiva by artificial crowns. *The International Journal of Prosthodontics* 1996; 9: 197–202.

- Terry DA. Natural Aesthetics with Composite Resin. Montage Media Corp, Mahwah, 2004.
- Tjan AHL, Miller GD. The JG. Some esthetic factors in a smile. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1984; 51: 24-28.
- Trushkowsky RD. How a spectrophotometer can help you achieve esthetic shade matching. *Compendium* 2003; 24(1): 60-66.
- Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2002; 88: 585–90.
- Van Brakel R, Noordmans HJ, Frenken J, de Roode R, de Wit GC, Cune MS. The effect of zirconia and titanium implant abutments on light reflection of the supporting soft tissues. *Clinical Oral Implants Research* 2011; 22(10): 1-7.
- Vandana KL, Savitha B. Thickness of gingiva in association with age, gender and dental arch location. *Journal of Clinical Periodontology* 2005; 32: 828–830.
- Vanini L, Mangani F, Klimovskaia O. Conservative restoration of anterior teeth. Editing ACME. Viterbo (Italy), 2005.
- Wang J, Lin J, Gil M, Da Silva J, Wright R, Ishhikawa-Nagai S. Optical effects of different colors of artificial gingival on ceramic crowns. *Journal of Dentistry* 2013; 41: e11-e17.
- Wee AG, Lindsey DT, Shroyer KM, Johnston WM. Use of a porcelain color discrimination test to evaluate color difference formulas. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2007; 98: 101-109.
- Wozniak WT, Fan PL, McGill S, Moser JB, Stanford JW. Color comparisons of composite resins of various shade designations. *Dental Materials* 1985; 1: 121-123.
- Xu BT, Zhang B, Kang Y, Wang YN, Li Q. Applicability of CIELAB/CIEDE2000 formula in visual color assessments of metal ceramic restorations. *Journal of Dentistry* 2012; 40S: e3-e9.

BIBLIOGRAFÍA

- Zembic A, Sailer I, Jung RE, Hammerle CH. Randomized-controlled clinical trial of customized zirconia and titanium implant abutments for single-tooth implants in canine and posterior regions: 3-year results. *Clinical Oral Implants Research* 2009; 20: 802–808.
- Zimmerman DE, Pomerantz JM, Sanfacan DG. Denture Esthetics (III) Denture Base color. *Quintessence International* 1982; 7: 747-758

ANEXO

APROBACIÓN DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA DEL HOSPITAL CLÍNICO SAN CARLOS EN SU *INFORME DICTAMEN PROTOCOLO* *FAVORABLE*



Informe Dictamen Protocolo Favorable

C.P. - C.I. 15/048-E

09 de febrero de 2015

CEIC Hospital Clínico San Carlos

Dra. Mar García Arenillas
Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos

CERTIFICA

Que el CEIC Hospital Clínico San Carlos en su reunión del día 04/02/2015, acta 2.1/15 ha evaluado la propuesta del promotor/investigador referida al estudio:

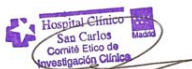
Título: "ANÁLISIS ESPECTROFOTOMÉTRICO DEL COLOR DEL TEJIDO GINGIVAL IN VIVO Y ESTABLECIMIENTO DE AGRUPACIONES Y TIPOLOGÍAS DE INDIVIDUOS EN RELACIÓN AL COLOR GINGIVAL".

Que en este estudio:

- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.
- La capacidad del investigador y los medios disponibles son adecuados para llevar a cabo el estudio.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto de los postulados éticos.
- Se cumplen los preceptos éticos formulados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica mundial sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos y en sus posteriores revisiones, así como aquellos exigidos por la normativa legal aplicable en función de las características del estudio.

Es por ello que el Comité **informa favorablemente** sobre la realización de dicho proyecto por los investigadores: **Dr. María José Calvo Box, Dr. Carlos Oteo Calatayud y Dr. Jesús Oteo Calatayud** en el Departamento de Odontología Conservadora. Facultad de Odontología, de la Universidad Complutense de Madrid.

Lo que firmo en Madrid, a 09 de febrero de 2015



Dra. Mar García Arenillas
Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos

SPECTROPHOTOMETRIC ANALYSIS OF GINGIVAL COLOUR IN A STUDY POPULATION AND ESTABLISHMENT OF GINGIVAL COLOUR CLUSTERS AND INDIVIDUAL TYPOLOGIES

EXPLANATION / INTRODUCTION

In cosmetic dentistry today, there are two key aspects – White Aesthetics for dental appearance, and Pink Aesthetics for the soft tissues surrounding the teeth. A perfect combination of these two aspects determines the success of restorations, because 80% of the population shows part of their gums when they smile (Tjan and Miller, 1984).

However, in spite of recent advances in periodontal and peri-implant regenerative surgery, full and predictable restoration of the outlines of the hard and soft tissues in cases of three-dimensional defects is still a challenge. For this reason, prosthetic gingival reconstruction (Coachman et al., 2009 and 2010) using restoration material with the appearance and colour of gingiva should be considered as a valid alternative for treatment in cases that are not predictable or are very invasive.

The problem is that from the point of view of restoration, there is little knowledge about the shape, colour and texture of the gum surrounding the natural teeth. There have been hardly any scientific studies analysing gingival colour, which means that there are no guidelines on gingival colour based on the natural colours of intra-oral soft tissues in humans.

The starting-point for this research is: *to analyse gingival colour around the upper incisors in a study population in order to establish a classification of gum colour and, based on the gingival colour characteristics obtained, to determine individual types in order to simplify colour selection when reproducing gingival tissues prosthetically.*

HYPOTHESIS

Regarding the optical behaviour of the gum, which depends on many factors - tissue variability, vascularisation, thickness, melanin content, surface morphology, etc. – we considered the possibility of establishing an optical and/or statistical classification of the gingival colour variations found in a population sample.

We also considered if the gingival colour around the central incisors is related to patients' individual variables such as age, gender, the part of the gum on which colour is determined, a smoking habit, the base colour of the tooth around which the colour is measured and the upper incisor studied.

OBJECTIVES

1. **To perform a descriptive and optical study (ΔE^*) of gum colour** around an upper central incisor in an in vivo population sample, using a dental **spectrophotometer**.

From the **colorimetric variables** obtained - L^* , a^* y b^* - **multi-variant analysis** was performed in order to assess how these variables evolve in relation to patients' other individual characteristics such as age, gender, part of the gum where colour is determined, a smoking habit, the base colour of the tooth around which the colour is measured and the upper incisor selected.

2. **To obtain a clinical classification of gingival colour** in terms of the colorimetric variables L^* , a^* y b^* , creating gingival colour clusters with common optic characteristics and relating the classification obtained with the above-mentioned individual characteristics.

3. **To determine** if the individuals in the sample studied can be logically grouped according to their gingival colour characteristics in order to obtain individual typologies for gingival colour and thus to clinically simplify the selection of gingival colour for restorative / prosthetic procedures using artificial gum.

MATERIALS AND METHODS

An **in vivo sample** was used for this study - **the gum surrounding one of the upper central incisors (right or left) in 168 patients** evenly broken down by age and gender.

For each tooth to be studied, six reference points were selected delimiting six areas of reference in order make the measurements on **the most coronal 5 mm of gum**.

- Area of reference 1: Mesial papilla (tip): 0 - 2mm high
- Area of reference 2: Mesial papilla (base): 2 - 5mm from the tip
- Area of reference 3: Vestibular (zenith) 0 - 2mm in the gingival margin.
- Area of reference 4: Vestibular (zenith) 2 - 5mm, above the gingival margin.
- Area of reference 5: Distal papilla (tip): 0 - 2mm high
- Area of reference 6: Distal papilla (base): 2 - 5mm from the tip

To measure the colour, the **Shadepilot™** (MHT Optic Research, Niederhasli, Switzerland) was used, this being the **dental spectrophotometer** that is most used in the literature on gingival colour.

The measurements obtained were transferred to tables of results for statistical analysis. An optical study was also performed to test whether the differences (*colour difference* parameter: ΔE^*) in the colour variables, L^* (lightness coordinate), a^* (chromaticity coordinate on the red-green axis) and b^* (chromaticity coordinate on the yellow-blue axis) at gingival level and in the gingival colour clusters obtained were clinically and optically perceptible and relevant.

RESULTS/DISCUSSION

A strikingly small number of articles describe gingival colour. No study analysing the three sections described was found in the bibliography reviewed.

Our results were divided into three sections (see tables 1, 2 and 3) according to our three objectives:

Table 1. Results of analysis of colorimetric variables L*, a* and b

	Representative age	Predominant sex	Predominant location	Smoking habit	Reference tooth	Related tooth colour
L*	Young (18 - 29)	Female	Zenith 0-2 (zone 3)	N/A	N/A	A1, A2, B1, B2 and C1 (high value colours)
a*	N/A	Male	Areas distant from the gingival margin (zones 2, 4 and 6)	N/A	N/A	Dental colour A group (saturated colours: A3.5, A3 and A4)
b*	Young (18 - 29)	Female	Areas close to the gingival margin (zones 1, 3 and 5)	Significant in zones 1, 2, 4 and 6	N/A	Dental colour B group (B2)
Optical difference ($\Delta E \geq 3$)	YES	NO	YES	NO	NO	YES

Table 2. Statistical analysis of the gingival colour clusters determined in the study

A total of **7 gingival colour clusters** were determined and ordered from more to less lightness / value (L*). These gingival colour clusters were numbered as follows: **G1, G2, G3, G4, G5, G6 and G7**.

	Percentage of the sample	Main colourimetric chars.	Representative age	Predominant gender	Predominant location	Reference tooth	Related dental colour	Most similar gingival colour	Most different gingival colour	Notes
G1	10.5%	L* b*	Young (18 - 29)	Female	Zenith 0-2 (zone 3)	Diente 11	A1 (high value colour)	G3: $\Delta E = 6.37$	G7: $\Delta E = 18.97$	Highest value colour
G2	13.6%	L* b*	Young - young adults (18 - 44)	Female	Zenith 0-2 (zone 3)	N/A	A1, A2 (high value colours)	G3: $\Delta E = 4.77$	G7: $\Delta E = 12.97$	
G3	22.6%	L*	Middle aged (45 - 59)	N/A	Zenith 2-5 (zone 4)	N/A	N/A	G2: $\Delta E = 4.77$	G7: $\Delta E = 13.23$	Most frequent colour Universal gingival colour
G4	16.3%	a* b*	Young - young adults (18 - 44)	N/A	Papilla high zones (zones 2 and 6)	N/A	A1	G5: $\Delta E = 6.02$	G1: $\Delta E = 13.33$	
G5	19.3%	a*	Elderly (> 60)	Male	Zenith high zone (zone 4)	Diente 21	A4, D3 (saturated colours)	G4: $\Delta E = 6.02$	G1: $\Delta E = 12.09$	
G6	10.3%	b*	Middle aged and elderly (> 45)	N/A	Papilla tips (zones 1 and 5)	N/A	A3.5, D2	G5: $\Delta E = 7.61$	G1: $\Delta E = 12.84$	Most yellowish colour
G7	7.4%	a*	Elderly (> 60)	Male	Zenith high zone and papillae (zones 2, 4 and 6)	N/A	A3.5, D2	G4: $\Delta E = 6.55$	G1: $\Delta E = 18.97$	Least frequent colour Most reddish colour

Table 3. Analysis of individual typologies by gingival colour

Based on new gingival colour clustering for each of the areas studied, a total of **4 individual typologies** was determined according to gingival colour and numbered from 1 to 4.

	Frequency	Predominant gingival colour	Representative age	Predominant gender	Tooth studied	Dental colour of tooth studied
Typology 1	15.48%	G7	N/A	Male	N/A	N/A
Typology 2	40.48%	G3	<u>Middle aged: 45 - 59</u>	N/A	Tooth 11	N/A
Typology 3	11.9%	G5	<u>Elderly: > 60</u>	Male	<u>Tooth 21</u>	<u>A4, C4, A3, A3.5, D2, D3</u>
Typology 4	32.14%	G2	<u>Young: 18 - 29</u>	<u>Female</u>	N/A	<u>A1, A2, B1, C1, D2</u>

*statistically significant variables are underlined

CONCLUSIONS

1. The most determinant **individual characteristics** for gingival colour are the different gingival locations around the central incisor and the base colour of the tooth around which the gingival colour is measured. To a lesser extent, age and gender have a clinical and statistical influence on gingival colour. A smoking habit and the incisor selected (right/left) are practically unrelated to gingival colour.

2. Regarding the 7 gingival colours obtained, the following conclusions can be drawn:

- 2.1. The seven categories of gingival colour obtained can serve as a proposal for a classification and clinical guide to gingival colour.
- 2.2. The highest value gingival colours obtained – G1 and G2 – are most frequent in young patients and females. They are also most frequent in the zenith and are associated with teeth with light, unsaturated dental colours.
- 2.3. The intermediate colours G3 and G4 have mixed characteristics, and the G3 gingival colour is the most “universal” of those obtained in the study.
- 2.4. The low value gingival colours, G5, G6 and G7, are most frequent in older patients and, in general, in males. They are located above all in the papillae and the top part of the zenith, distant from the vestibular gingival margin. In addition, they are associated with teeth with saturated, low value colours.

3. Regarding the 4 individual typologies obtained according to gingival colour, the following conclusions can be drawn.

- 3.1. Gingival typologies are associated with a predominant gingival colour.
- 3.2. They are related to age (mainly), gender and the dental colour of the tooth around which the gingival colour was studied. These results are very useful clinically because, with knowledge of the patient’s clinical history and reference dental colour, a gingival typology can be determined and the most likely gingival colour can be established.
- 3.3. A single area of study does not determine the individual typology. But by obtaining the predominant colour of one of the papillae, at the base and the tip, we can estimate the typology to which the individual belongs.

Analysis of gingival colour in humans (in vivo) is an essential step for developing a reference system for prosthetic gingival reconstruction.