



Facultad De Ciencias De La Salud

Tema:

Grado de pigmentación que presentan piezas dentales al ser sumergidos a diferentes bebidas: café, gaseosa oscura y vino tinto, posterior al blanqueamiento con peróxido de carbamida al 16%, estudio *in vitro*.

Trabajo de titulación para la obtención de Título de Especialidad en “Rehabilitación Oral e Implanto Soportada”

Presentada por:

Erika Gabriela Dávalos Yerovi

Tutor:

Dra. Julieta Tabares

Quito, enero de 2026

Resumen

El blanqueamiento dental con peróxido de carbamida al 16% mejora la estética del color dental, aunque puede aumentar temporalmente la susceptibilidad del esmalte a la pigmentación. Bebidas como café, vino tinto y gaseosa oscura contienen compuestos que favorecen la tinción. Este estudio evaluó su efecto sobre la estabilidad del color dental posterior al blanqueamiento.

El estudio es de tipo experimental *in vitro* y evaluó el grado de pigmentación en 60 piezas dentales sometidas a blanqueamiento dental con peróxido de carbamida al 16%. Las muestras se dividieron en un grupo control y tres grupos experimentales expuestos a café, gaseosa oscura y vino tinto. Se realizaron mediciones de color antes y después del blanqueamiento, y tras la inmersión en las bebidas, mediante espectrofotometría digital (VITA Easyshade® V). El cambio de color se analizó con los parámetros ΔE_{BLEACH} y ΔE_{STAIN} . Los datos fueron sometidos a pruebas de normalidad y comparados mediante ANOVA o pruebas no paramétricas. Este diseño permitió evaluar la susceptibilidad a la pigmentación post-blanqueamiento bajo condiciones controladas.

El análisis estadístico del estudio demostró que los cuatro grupos iniciaron con condiciones cromáticas similares, lo que permitió atribuir los cambios posteriores al blanqueamiento y a la tinción por bebidas. El protocolo de blanqueamiento resultó efectivo en todas las muestras, con valores ΔE cercanos a 12, sin diferencias significativas entre grupos. Posteriormente, la exposición a bebidas cromógenas generó alteraciones claras en las coordenadas L, a y b, confirmadas por análisis descriptivos, gráficos y ANOVA. Estas variaciones evidenciaron que cada bebida afecta de manera distinta la luminosidad y los matices del esmalte.

Al comparar directamente la pigmentación entre Toma 2 y Toma 3, Coca-Cola mostró el mayor ΔE_{STAIN} , seguida por vino tinto y café, mientras que el grupo control permaneció estable. Los resultados revelaron que Coca-Cola oscurece y amarillea más intensamente, el vino tinto incrementa el componente rojo y el café produce cambios moderados. El ANOVA confirmó diferencias altamente significativas entre las bebidas. En conjunto, los datos permitieron establecer una trayectoria cromática clara y concluyen que Coca-Cola tiene el mayor potencial pigmentante posterior al blanqueamiento.

El análisis confirmó que todos los grupos iniciaron con colores dentales similares, garantizando comparabilidad. Tras el blanqueamiento, el cambio cromático fue uniforme y sin diferencias significativas entre grupos. La etapa de tinción sí mostró variaciones marcadas, siendo Coca-Cola la bebida que más pigmentó, seguida de vino tinto y café. Los parámetros L^* , a^* y b^* evidenciaron comportamientos distintos según la bebida, con cambios más abruptos en los grupos experimentales. En conjunto, el tiempo y las bebidas cromógenas fueron factores determinantes en la variabilidad final del color dental.

Palabras claves: BLANQUEAMIENTO DENTAL, PERÓXIDO DE CARBAMIDA, PIGMENTACIÓN DENTAL, BEBIDAS PIGMENTANTES, CLAREAMIENTO DENTAL, ESTABILIDAD DE COLOR.

Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Erika Gabriela Dávalos Yerovi

C.I: 0604237354

Dedicatoria

El presente trabajo es el resultado del esfuerzo, dedicación y pasión. Algo que yo sola no hubiera podido lograr, pues detrás de cada página se encuentran las huellas de quienes me acompañaron, me motivaron y creyeron en mí.

A Dios, por ser mi guía en cada paso, por darme la fortaleza, la sabiduría y paciencia necesaria para culminar este camino. A mi mami, por su amor incondicional, su entrega y sacrificio y por enseñarme con su ejemplo que todo esfuerzo tiene su recompensa. A mi esposo, por su apoyo constante y por ser mi compañero en cada reto y logro. A mi familia, por su cariño, motivación y soporte. A mis docentes, por compartir sus conocimientos, su dedicación y por inspirarme a ser mejor profesional. A mis compañeros, por los momentos compartidos, en el trabajo en equipo y la amistad que hicieron de este proceso una experiencia inolvidable.

Índice

Resumen.....	2
Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos	4
Dedicatoria	5
Índice De Tablas.....	8
Índice De Imágenes.....	9
Índice De Gráficos	10
Resumen.....	11
Abstract	13
Introducción	14
Metodología	16
Resultados	36
Distribución inicial del color dental antes del blanqueamiento	36
Descripción de los resultados basales.....	37
Descripción gráfica.....	38
Análisis del blanqueamiento.....	39
ΔE_{BLEACH} por diente.	40
ΔE_{BLEACH} por grupo.....	40
Gráfico de ΔE_{BLEACH} por grupo.....	41
Análisis inferencial (ANOVA)	42
Evaluación del color final tras la exposición a bebidas cromógenas	43
Análisis de Pigmentación	43
Análisis Gráfico.....	44
Luminosidad. (L).....	44
Eje Verde – Rojo (a):	45
Eje Amarillo – Azul (b):	45
Análisis ANOVA — Toma 3	46
Comparación Toma 2 vs Toma 3 (ΔE_{STAIN}).....	47
Análisis Gráfico de ΔE_{STAIN}	49
ANOVA — ΔE_{STAIN}	50
Comparación global de las tres tomas (Toma 1 vs Toma 2 vs Toma 3).....	51
Gráficos de trayectoria L, a, b.....	53

Conclusiones 54
Referencias..... 57

Índice De Tablas

Tabla 1. Registro de color del GRUPO CONTROL antes del blanqueamiento	20
Tabla 2. Registro de color del GRUPO 1 antes del blanqueamiento.	21
Tabla 3. Registro de color del GRUPO 2 antes del blanqueamiento.	22
Tabla 4. Registro de color del GRUPO 2 antes del blanqueamiento	23
Tabla 5. Registro de color del GRUPO CONTROL después del blanqueamiento	26
Tabla 6. Registro de color del GRUPO 1 después del blanqueamiento	26
Tabla 7. Registro de color del GRUPO 2 después del blanqueamiento	27
Tabla 8. Registro de color del GRUPO 3 después del blanqueamiento	28
Tabla 9. Registro de color del GRUPO CONTROL después de las bebidas cromógenas.....	31
Tabla 10. Registro de color del GRUPO 1 después de las bebidas cromógenas	32
Tabla 11. Registro de color del GRUPO 2 después de las bebidas cromógenas.....	32
Tabla 12. Registro de color del GRUPO 3 después de las bebidas cromógenas	33
Tabla 13. Descripción de resultados basales	37
Tabla 14. Análisis de blanqueamiento	40
Tabla 15. Análisis de pigmentación	43
Tabla 16. Comparación Toma 2 Vs Toma 3	48
Tabla 17. Comparación global de las 3 tomas.....	52

Índice De Imágenes

Imágen 1. Piezas dentales	17
Imágen 2. Piezas dentales en solución fisiológica	18
Imágen 3. Piezas dentales en el acrílico.....	19
Imágen 4. Muestras numeradas y clasificadas por grupos.....	19
Imágen 5. Limpieza de las piezas dentales	19
Imágen 6. Toma de color con el espectrofotómetro Easychade	20
Imágen 7. Colocación del gel blanqueador Whiteness Perfect.....	24
Imágen 8. Espera 6 horas	24
Imágen 9. Lavado con abundante agua.....	25
Imágen 10. Conservación en agua destilada 24h	25
Imágen 11. Toma de color 24h después del blanqueamiento.....	25
Imágen 12. Grupo control sumergido en agua destilada por 2 horas.....	29
Imágen 13. Grupo 1 sumergido en gaseosa oscura por 2 horas.....	29
Imágen 14. Grupo 2 sumergido en vino tinto por 2 horas	29
Imágen 15. Grupo 3 sumergido en café por 2 horas	30
Imágen 16. Grupo Control, grupo 1, 2 y 3 sumergidos en agua destilada 24h.....	30
Imágen 17. Toma de color: Grupo control, grupo 1, 2 y 3.....	31
Imágen 18. Almacenamiento en hipoclorito durante 24h para después ser desechadas en Desechos Infecciosos	34

Índice De Gráficos

Gráfico 1. Distribución completa de los valores de cada coordenada del color por grupo.	38
Gráfico 2. Cambio total de color tras blanqueamiento	41
Gráfico 3. Distribución de L*, a*, b* en toma 3 por grupo	44
Gráfico 4. Cambio de color por tinción	49
Gráfico 5. Evolución del color en cada grupo	53

GRADO DE PIGMENTACIÓN QUE PRESENTAN PIEZAS DENTALES AL SER SUMERGIDOS A DIFERENTES BEBIDAS: CAFÉ, GASEOSA OSCURA Y VINO TINTO, POSTERIOR AL BLANQUEAMIENTO CON PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 16%, ESTUDIO *IN VITRO*.

Erika Gabriela Dávalos Yerovi

eridava@gmail.com

Resumen

El blanqueamiento dental con peróxido de carbamida al 16% mejora la estética del color dental, aunque puede aumentar temporalmente la susceptibilidad del esmalte a la pigmentación. Bebidas como café, vino tinto y gaseosa oscura contienen compuestos que favorecen la tinción. Este estudio evaluó su efecto sobre la estabilidad del color dental posterior al blanqueamiento.

El estudio es de tipo experimental *in vitro* y evaluó el grado de pigmentación en 60 piezas dentales sometidas a blanqueamiento dental con peróxido de carbamida al 16%. Las muestras se dividieron en un grupo control y tres grupos experimentales expuestos a café, gaseosa oscura y vino tinto. Se realizaron mediciones de color antes y después del blanqueamiento, y tras la inmersión en las bebidas, mediante espectrofotometría digital (VITA Easyshade® V). El cambio de color se analizó con los parámetros ΔE_{BLEACH} y ΔE_{STAIN} . Los datos fueron sometidos a pruebas de normalidad y comparados mediante ANOVA o pruebas no paramétricas. Este diseño permitió evaluar la susceptibilidad a la pigmentación post-blanqueamiento bajo condiciones controladas.

El análisis estadístico del estudio demostró que los cuatro grupos iniciaron con condiciones cromáticas similares, lo que permitió atribuir los cambios posteriores al blanqueamiento y a la tinción por bebidas. El protocolo de blanqueamiento resultó efectivo en

todas las muestras, con valores ΔE cercanos a 12, sin diferencias significativas entre grupos. Posteriormente, la exposición a bebidas cromógenas generó alteraciones claras en las coordenadas L, a y b, confirmadas por análisis descriptivos, gráficos y ANOVA. Estas variaciones evidenciaron que cada bebida afecta de manera distinta la luminosidad y los matices del esmalte.

Al comparar directamente la pigmentación entre Toma 2 y Toma 3, Coca-Cola mostró el mayor ΔE_{STAIN} , seguida por vino tinto y café, mientras que el grupo control permaneció estable. Los resultados revelaron que Coca-Cola oscurece y amarillea más intensamente, el vino tinto incrementa el componente rojo y el café produce cambios moderados. El ANOVA confirmó diferencias altamente significativas entre las bebidas. En conjunto, los datos permitieron establecer una trayectoria cromática clara y concluyen que Coca-Cola tiene el mayor potencial pigmentante posterior al blanqueamiento.

El análisis confirmó que todos los grupos iniciaron con colores dentales similares, garantizando comparabilidad. Tras el blanqueamiento, el cambio cromático fue uniforme y sin diferencias significativas entre grupos. La etapa de tinción sí mostró variaciones marcadas, siendo Coca-Cola la bebida que más pigmentó, seguida de vino tinto y café. Los parámetros L^* , a^* y b^* evidenciaron comportamientos distintos según la bebida, con cambios más abruptos en los grupos experimentales. En conjunto, el tiempo y las bebidas cromógenas fueron factores determinantes en la variabilidad final del color dental.

Palabras claves: BLANQUEAMIENTO DENTAL, PERÓXIDO DE CARBAMIDA, PIGMENTACIÓN DENTAL, BEBIDAS PIGMENTANTES, CLAREAMIENTO DENTAL, ESTABILIDAD DE COLOR.

Abstract

Teeth whitening with 16% carbamide peroxide improves the aesthetics of tooth color, although it may temporarily increase the susceptibility of enamel to pigmentation. Beverages such as coffee, red wine, and dark soda contain compounds that promote staining. This study evaluated their effect on tooth color stability after whitening.

The study was an in vitro experimental study that evaluated the degree of pigmentation in sixty teeth subjected to tooth whitening with 16% carbamide peroxide. The samples were divided into a control group and three experimental groups exposed to coffee, dark soda, and red wine. Color measurements were taken before and after whitening, and after immersion in the beverages, using digital spectrophotometry (VITA Easyshade® V). The color change was analyzed using the parameters ΔE_{BLEACH} and ΔE_{STAIN} . The data were subjected to normality tests and compared using ANOVA or nonparametric tests. This design allowed for the evaluation of susceptibility to post-whitening pigmentation under controlled conditions.

Statistical analysis of the study showed that the four groups started with similar color conditions, allowing the subsequent changes to be attributed to whitening and staining by beverages. The whitening protocol was effective in all samples, with ΔE values close to twelve, with no significant differences between groups. Subsequently, exposure to chromogenic beverages generated clear alterations in the L, a, and b coordinates, confirmed by descriptive analyses, graphs, and ANOVA. These variations showed that each beverage affects the brightness and shades of the enamel differently.

When directly comparing the pigmentation between Take 2 and Take 3, Coca-Cola showed the highest ΔE_{STAIN} , followed by red wine and coffee, while the control group remained stable. The results revealed that Coca-Cola darkens and yellows more intensely, red

wine increases the red component, and coffee produces moderate changes. ANOVA confirmed highly significant differences between beverages. Taken together, the data allowed us to establish a clear chromatic trajectory and conclude that Coca-Cola has the greatest post-whitening pigmenting potential.

The analysis confirmed that all groups started with similar tooth colors, ensuring comparability. After whitening, the color change was uniform and without significant differences between groups. The staining stage did show marked variations, with Coca-Cola being the most pigmenting beverage, followed by red wine and coffee. The L*, a*, and b* parameters showed different behaviors depending on the beverage, with more abrupt changes in the experimental groups. Overall, time and chromogenic beverages were determining factors in the final variability of tooth color.

Keywords: TEETH WHITENING, CARBAMIDE PEROXIDE, TOOTH PIGMENTATION, PIGMENTING BEVERAGES, TOOTH WHITENING, COLOR STABILITY.

Introducción

El blanqueamiento dental constituye un tratamiento ampliamente utilizado para pacientes que presentan decoloraciones tanto intrínsecas como extrínsecas, o simplemente desean mejorar su tonalidad actual. Los cambios en la tonalidad del diente ocurren debido a la acumulación de moléculas orgánicas formadas por cadenas conjugadas con enlaces simples y dobles. Los agentes blanqueadores actúan rompiendo estas cadenas mediante reacciones de oxidación, lo que provoca la ruptura de los enlaces dobles de la estructura conjugada (Farawati et al., 2020).

El color dental es una propiedad crítica en la estética de la sonrisa, aunque diversas sustancias como café, gaseosa oscura y vino tinto pueden oscurecer el esmalte por pigmentos cromógenos y componentes cromáticos que se adhieren al diente (Carey, 2019; Joiner, 2019). Particularmente, el vino tinto y el café contienen taninos altamente pigmentados que comprometen la translucidez dental (Kwon et al., 2021). Además, bebidas con bajo pH como la cola pueden erosionar ligeramente la superficie del esmalte, favoreciendo una mayor absorción de pigmentos (Li et al., 2019). Comprender estos mecanismos es fundamental para evaluar cómo influyen en la eficacia estética de los tratamientos dentales.

El blanqueamiento dental con peróxido de carbamida, en concentraciones como 16%, es uno de los métodos más empleados en odontología estética, dado que libera peróxido de hidrógeno que oxida compuestos cromáticos, aclarando el diente (Ferraz et al., 2020). No obstante, tras dicho tratamiento, el esmalte puede estar más vulnerable a la reabsorción de pigmentos debido a su superficie ligeramente porosa o alterada (Attia et al., 2020). Diversos estudios han demostrado que, tras el blanqueamiento dental con peróxido de carbamida o peróxido de hidrógeno, el esmalte sufre alteraciones superficiales temporales que lo vuelven más susceptible a la reabsorción de pigmentos. Melo et al. (2022) reportaron que los agentes blanqueadores de alta concentración disminuyen la microdureza del esmalte y generan una superficie más porosa e irregular, debido a la desmineralización parcial del tejido. Esta alteración superficial facilita la adherencia de cromógenos presentes en bebidas pigmentantes como el café, vino tinto o gaseosas oscuras. Sin embargo, los autores observaron que la estructura del esmalte tiende a recuperarse gradualmente entre los 7 y 14 días posteriores al tratamiento, especialmente cuando se mantiene la hidratación y se promueve la remineralización natural mediante la saliva o el uso de agentes remineralizantes con calcio y flúor. Resultados similares han sido descritos por

Attia et al. (2020), quien coincide en que la rugosidad y la pérdida de microdureza inducidas por el blanqueamiento son reversibles con el tiempo, aunque durante el primer período postratamiento el esmalte permanece más vulnerable a la pigmentación extrínseca. Esto resalta la necesidad de evaluar cómo bebidas cromógenas influyen en la estabilidad del color una vez finalizado el procedimiento de blanqueamiento.

Un estudio in vitro reciente de Sarembe et al. (2022) investigó cómo el enjuague bucal con clorhexidina (CHX) potencia la tinción por bebidas cromógenas. Se propone que los cromógenos dietarios, al precipitar sobre cationes adsorbidos, como los de clorhexidina forman una capa pigmentada en el esmalte (Sarembe et al., 2022). Sus resultados evidencian que bebidas como vino tinto, café y también gaseosa oscura por su bajo pH, promueven tinción significativa, incluso tras simulación de cepillado (Sarembe et al., 2022).

Frente a lo expuesto, este estudio pretende evaluar el grado de pigmentación en piezas dentales extraídas sometidas a blanqueamiento con peróxido de carbamida al 16%, tras su exposición a diferentes bebidas (café, gaseosa oscura y vino tinto), con el fin de determinar el impacto de estas bebidas en la estabilidad del color dental post-blanqueamiento.

Metodología

El presente estudio correspondió a un diseño experimental de tipo in vitro transversal comparativo, cuyo objetivo fue evaluar el grado de pigmentación en piezas dentales humanas extraídas que fueron sometidas a blanqueamiento con peróxido de carbamida al 16% y posteriormente expuestas a diferentes bebidas pigmentantes (café, gaseosa oscura y vino tinto). El procedimiento se desarrolló en cinco fases: toma de color inicial, aplicación del agente blanqueador, toma de color posterior al blanqueamiento, inmersión en las soluciones pigmentantes y evaluación final del color dental.

La muestra estuvo conformada por 60 piezas dentales humanas extraídas, que se dividieron en dos grupos: 15 piezas como grupo control y 45 piezas para el grupo experimental. Se incluyeron piezas dentales sin caries, restauraciones, fracturas, lesiones cervicales ni tratamientos de endodoncia, obtenidas de pacientes jóvenes entre 15 y 30 años, con un máximo de seis meses desde su extracción por motivos ortodónticos o periodontales. Se excluyeron aquellas con exposición pulpar, discromías, erosiones, abrasiones, abfracciones, alteraciones estructurales del esmalte o dentina, y las piezas con daño previo.

Imagen 1. Piezas dentales



Las piezas dentales fueron obtenidas en consultorios odontológicos de la ciudad. La recolección se realizó exclusivamente de dientes extraídos por indicación ortodóntica o periodontal, sin que la extracción tuviera relación alguna con la investigación. Una vez extraídos, los dientes fueron almacenados en recipientes estériles con solución salina fisiológica y

posteriormente trasladados al laboratorio de investigación de la Universidad Hemisferios, cumpliendo con las normas de bioseguridad establecidas por la institución.

Imagen 2. Piezas dentales en solución fisiológica



Con el objetivo de garantizar la confiabilidad y validez de las mediciones realizadas durante el estudio, el espectrofotómetro digital fue calibrado según las instrucciones del fabricante, y el registro de los datos se efectuó con valores de coordenadas. Las 60 piezas dentales fueron secados con papel 18onclusio, luego fueron colocadas en acrílico de la siguiente manera: se cortó un molde de tubo plástico de 20mm de ancho x 14mm de alto, se rellenó de acrílico transparente y se colocó los dientes dejando la corona expuesta, y se pulió la base acrílica. Las muestras fueron numeradas y clasificadas según el grupo de estudio.

Imagen 3. Piezas dentales en el acrílico

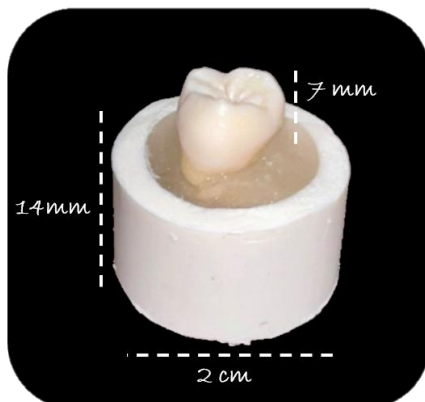
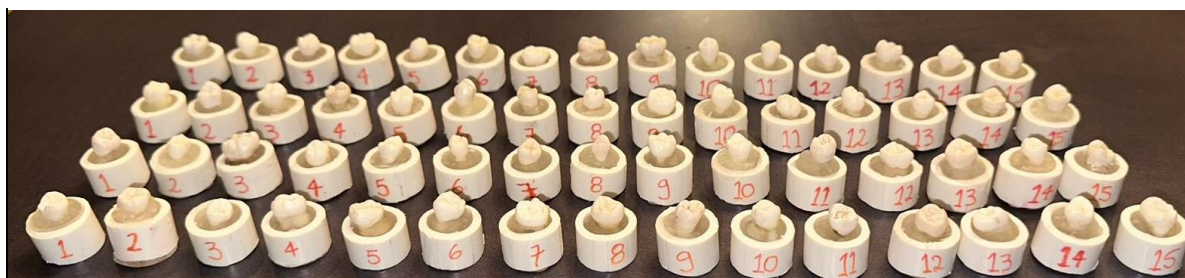
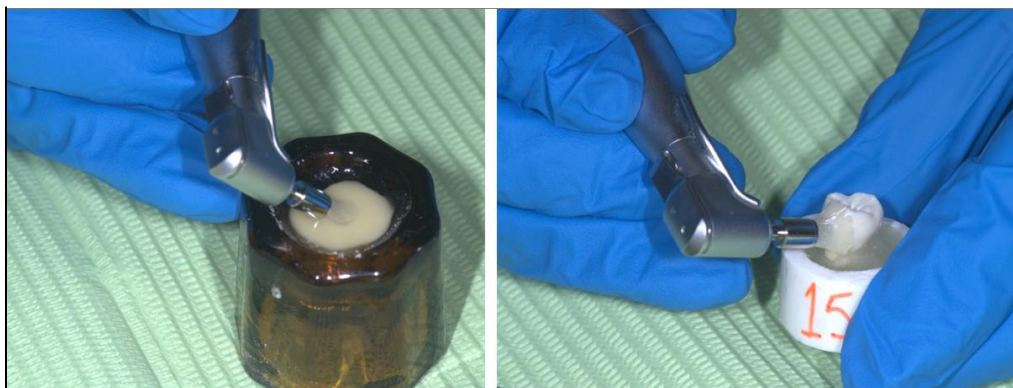


Imagen 4. Muestras numeradas y clasificadas por grupos



En primer lugar, todas las muestras fueron sometidas a limpieza de la superficie vestibular con cepillo profiláctico y una mezcla de piedra pómez y agua.

Imagen 5. Limpieza de las piezas dentales



Posteriormente, se determinó el color inicial mediante un espectrofotómetro (VITA Easyshade® V), obteniendo los componentes L*, a* y b*, que representaron respectivamente luminosidad, componente rojo-verde y componente amarillo-azul. Para mejorar la precisión, cada medición se tomó tres veces por diente y se promediaron los valores. El equipo fue calibrado con una cartulina blanca estándar antes de cada registro.

Imagen 6. Toma de color con el espectrofotómetro Easyshade



Registro de color antes del blanqueamiento

Tabla 1. Registro de color del GRUPO CONTROL antes del blanqueamiento

GRUPO CONTROL				
	COLOR	L	a	b
1	C4	64,0	9,2	45,1
2	A3,5	77,5	6,8	42,2
3	C4	64,0	4,7	30,8
4	A3,5	82,3	4,6	39,3
5	A4	75,1	7,5	44,5
6	A4	72,9	4,6	33,2
7	A3,5	78,2	4,3	37,5

8	A3,5	81,0	5,8	44,4
9	A3,5	79,8	6,2	41,4
10	A3,5	86,3	3,9	41,7
11	C4	61,7	9,1	38,9
12	A4	76,6	8,3	47,2
13	C4	52,4	9,7	35,4
14	C4	61,4	10,7	45,4
15	A3	91,3	2,2	35,2

Tabla 2. Registro de color del GRUPO 1 antes del blanqueamiento.

GRUPO 1

	COLOR	L	a	b
1	C4	64,1	9,8	40,3
2	A3	86,0	1,8	31,9
3	A3,5	78,2	6,0	43,7
4	A3	86,6	2,9	33,3
5	A3,5	81,2	2,8	33,8
6	A3,5	77,2	8,1	48,8
7	A3,5	84,2	2,9	35,1
8	A3,5	62,8	14,8	51,7
9	A4	70,4	8,0	43,6
10	A3,5	79,4	5,7	43,1
11	A3,5	83,4	4,5	39,2
12	A4	75,8	6,3	40,3
13	C4	65,7	7,2	38,4
14	A3,5	78,5	5,8	39,0
15	A4	76,0	6,5	43,3

Tabla 3. Registro de color del GRUPO 2 antes del blanqueamiento.

GRUPO 2				
	COLOR	L	a	b
1	A3,5	80,5	5,0	37,7
2	C4	56,5	10,2	37,4
3	A3	90,6	2,0	30,1
4	A4	75,6	10,3	52,3
5	A3,5	83,5	4,2	33,2
6	A4	70,6	6,9	41,8
7	C4	61,7	11,8	46,2
8	A3	88,9	3,0	31,8
9	A2	78,5	3,1	20,8
10	A3,5	84,0	3,8	37,4
11	A4	70,9	5,1	35,9
12	A3	85,9	3,3	35,1
13	A4	70,4	5,3	37,0
14	C4	41,2	9,8	33,5
15	A3,5	82,7	5,7	43,8

Tabla 4. Registro de color del GRUPO 2 antes del blanqueamiento

GRUPO 3				
	COLOR	L	a	b
1	A4	71,4	9,3	47,5
2	A3	89,1	2,3	34,6
3	A3,5	79,1	6,6	37,9
4	B3	82,1	3,3	31,7
5	A3,5	75,1	3,9	35,3
6	A3	85,9	2,2	33,4
7	A4	68,9	10,1	46,1
8	A3,5	83,4	6,1	44,1
9	A3,5	75,8	4,5	31,4
10	A3,5	83,6	4,7	36,1
11	C4	63,9	9,3	40,3
12	A3,5	84,3	4,2	38,0
13	A4	76,8	8,1	48,8
14	A4	75,5	5,1	38,0
15	C4	51,2	7,8	29,4

A partir de estas mediciones se calculó la variable principal: el cambio de color (ΔE).

Idealmente se utilizó la fórmula ΔE_{00} por ser la más precisa clínicamente; en caso de no estar disponible, se aplicó ΔE^*ab . Se generaron dos indicadores de cambio: ΔE_{BLEACH} (diferencia entre el valor basal y el post-blanqueamiento) para evaluar la eficacia inicial del tratamiento, y ΔE_{STAIN} (diferencia entre el post-blanqueamiento y el valor tras la inmersión en bebidas) para analizar la susceptibilidad a la pigmentación. Estas variables fueron cuantitativas continuas.

Además, se calculó el porcentaje de muestras que superaron umbrales clínicos de perceptibilidad o aceptabilidad del color, generando una variable categórica de presencia o ausencia de cambio clínicamente relevante.

Para el blanqueamiento dental, se utilizó Whiteness Perfect (peróxido de carbamida al 16%), aplicado en la cara vestibular durante 6 horas al día, seguido de un enjuague con abundante agua y conservación en agua destilada por 24 horas. Este procedimiento se repitió durante 10 días consecutivos, tras lo cual se realizó una nueva toma de color a las 24 horas.

Imagen 7. Colocación del gel blanqueador Whiteness Perfect.

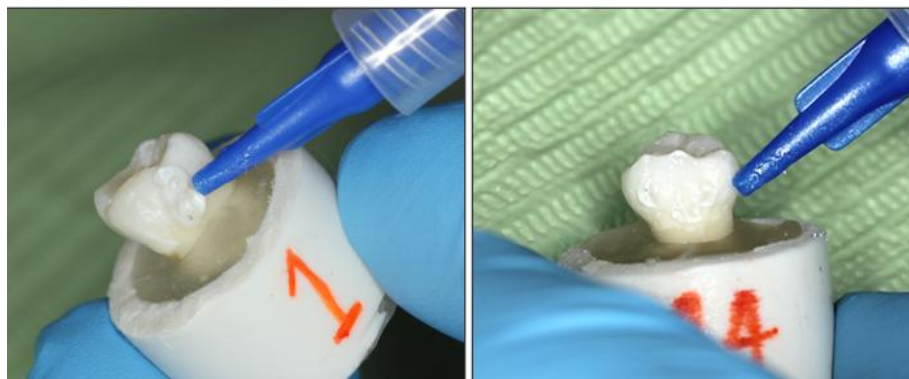


Imagen 8. Espera 6 horas

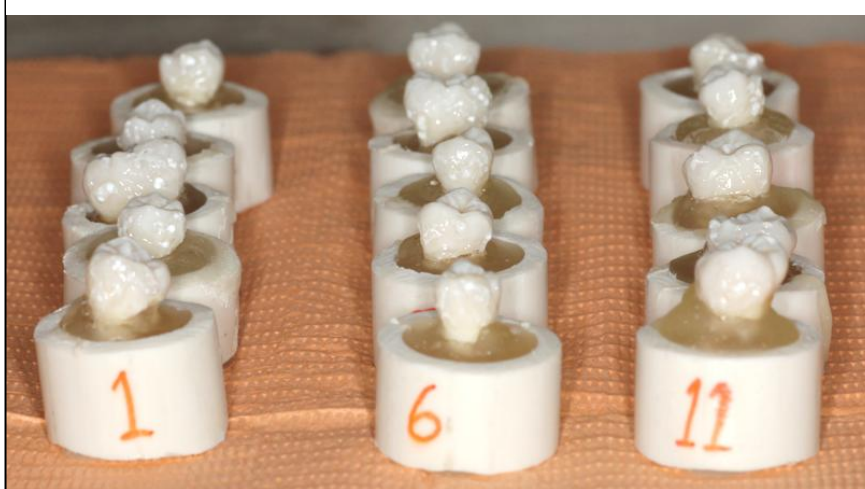


Imagen 9. Lavado con abundante agua



Imagen 10. Conservación en agua destilada 24h



Registro de color después del blanqueamiento

Imagen 11. Toma de color 24h después del blanqueamiento



Tabla 5. Registro de color del GRUPO CONTROL después del blanqueamiento

GRUPO CONTROL				
	COLOR	L*	a*	b*
1	C4	64,2	4,9	32,4
2	A3,5	76,4	3,6	29,3
3	A4	64,8	3,8	27,9
4	A4	65,4	4,5	30,6
5	A4	66,5	5,4	32,2
6	A3,5	71,3	4,5	30,2
7	A4	65,2	4,6	30,4
8	A4	71,9	4,3	32,6
9	A3,5	75,5	3,9	33,1
10	A4	70,2	5,1	34,3
11	C4	58,9	6,6	32,9
12	A3,5	73,8	4,4	31,0
13	A4	68,8	4,2	34,1
14	C4	64,9	4,9	31,1
15	A3,5	79,8	2,6	31,3

Tabla 6. Registro de color del GRUPO 1 después del blanqueamiento

GRUPO 1				
	COLOR	L*	a*	b*
1	A4	71,3	5,0	33,0
2	A3,5	75,7	3,2	29,1
3	A4	70,7	3,9	31,0
4	A4	65,3	3,3	25,2
5	A3,5	75,7	3,7	32,9
6	A4	70,6	5,3	34,5

7	A3,5	71,1	3,7	29,9
8	A4	69,6	5,5	34,7
9	A3,5	73,1	6,0	33,1
10	A3,5	74,0	4,5	32,6
11	A3,5	73,4	4,5	32,3
12	A3,5	73,0	5,1	32,6
13	A4	65,3	5,5	30,1
14	A4	71,5	5,4	34,4
15	A4	71,9	4,5	31,9

Tabla 7. Registro de color del GRUPO 2 después del blanqueamiento

GRUPO 2

	COLOR	L*	a*	b*
1	A4	73,6	5,3	35,5
2	C4	55,4	6,6	30,7
3	A3	82,9	2,5	27,0
4	A4	76,3	5,0	39,5
5	A3,5	74,8	4,7	31,1
6	A4	69,7	4,7	31,3
7	C4	63,9	6,4	35,0
8	A3,5	74,6	3,9	29,5
9	A4	70,8	3,0	24,4
10	A4	67,1	4,5	30,0
11	C4	63,3	4,9	29,9
12	A3,5	77,4	3,8	30,3
13	C4	60,8	4,9	30,6
14	C4	44,3	3,6	17,4
15	A4	65,4	4,9	31,2

Tabla 8. Registro de color del GRUPO 3 después del blanqueamiento

GRUPO 3				
	COLOR	L*	a*	b*
1	A3,5	75,0	4,8	34,7
2	A3,5	80,2	3,2	30,9
3	A3,5	73,2	4,7	28,4
4	A3,5	73,3	4,0	27,8
5	A3,5	72,9	3,6	31,1
6	A3,5	76,4	2,8	30,6
7	A4	68,0	6,1	36,5
8	A3	82,8	2,9	30,1
9	A4	68,4	5,0	30,6
10	A3,5	71,2	4,0	27,2
11	A4	69,1	4,9	31,5
12	A4	69,7	3,8	27,8
13	A3,5	72,5	4,2	30,5
14	A4	71,0	4,1	31,5
15	C4	62,9	5,2	33,2

Las piezas se distribuyeron en dos grupos experimentales: Grupo 1 (control, n=15), que fue sumergido únicamente en agua destilada, y Grupo 2 (experimental, n=45), dividido en tres subgrupos de 15 piezas cada uno, correspondientes a las soluciones cromógenas. En el grupo experimental, las muestras fueron sumergidas diariamente durante 2 horas en gaseosa oscura (Coca-Cola), vino tinto (Clos Merlot) y café (Minerva), manteniéndose luego en agua destilada a temperatura ambiente. El proceso se prolongó durante 4 días, con renovación diaria de las soluciones.

Imagen 12. Grupo control sumergido en agua destilada por 2 horas



Imagen 13. Grupo 1 sumergido en gaseosa oscura por 2 horas



Imagen 14. Grupo 2 sumergido en vino tinto por 2 horas



Imagen 15. Grupo 3 sumergido en café por 2 horas

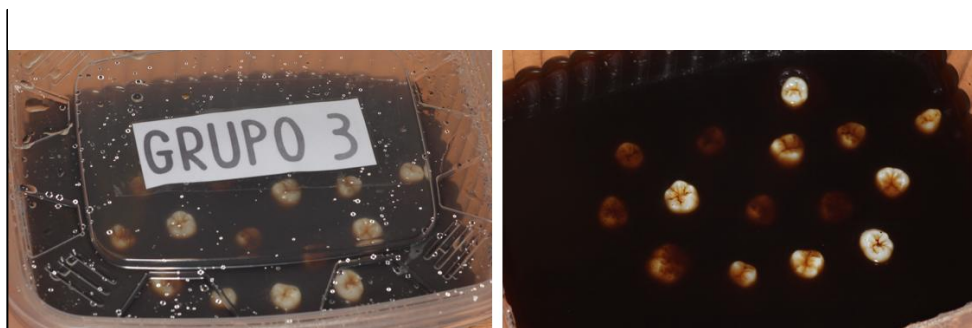
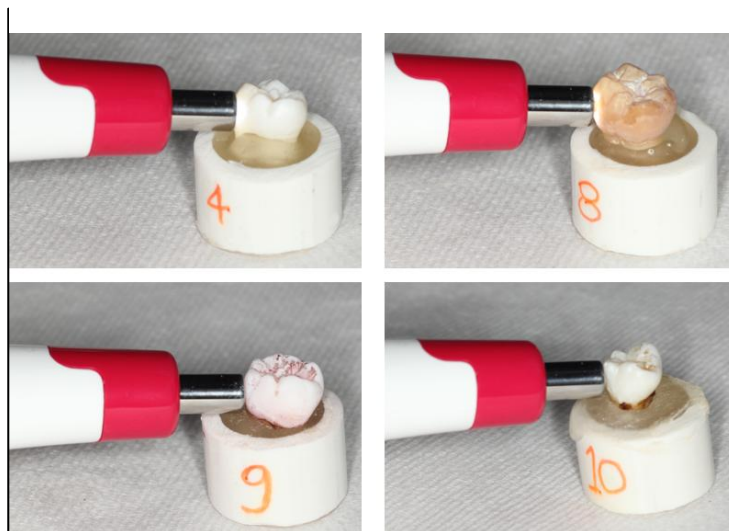


Imagen 16. Grupo Control, grupo 1, 2 y 3 sumergidos en agua destilada 24h



Al finalizar, se repitió la medición del color dental en el tercio medio de la superficie vestibular de cada muestra, registrando el promedio de tres lecturas por pieza.

Toma de color después de las bebidas cromógenas

Imagen 17. Toma de color: Grupo control, grupo1, 2 y 3

Registro de color después de las bebidas cromógenas

Tabla 9. Registro de color del GRUPO CONTROL después de las bebidas cromógenas**GRUPO CONTROL**

	COLOR	L*	a*	b*
1	C4	57,8	3,7	27,6
2	C3	69,1	0,6	17,9
3	D4	65,5	1,9	22,1
4	A4	65,4	2,5	24,8
5	A4	70,2	2,3	24,9
6	A4	68,2	3,3	29,3
7	A4	65,4	2,7	25,0
8	D4	63,8	2,5	22,5
9	A3,5	72,6	2,5	27,7
10	A4	65,0	2,8	24,7
11	C4	62,6	3,4	26,5
12	C4	56,7	3,5	26,1
13	A4	68,6	2,6	28,1

14	C4	55,6	3,7	27,4
15	B4	72,7	1,0	25,8

Tabla 10. Registro de color del GRUPO 1 después de las bebidas cromógenas

GRUPO 1 – Coca Cola

	COLOR	L*	a*	b*
1	C4	38,8	13,9	38,2
2	C4	42,0	15,8	42,5
3	C4	33,4	13,1	34,2
4	C4	41,9	14,2	39,7
5	C4	44,3	14,1	41,2
6	C4	40,4	16,2	42,0
7	C4	30,0	17,4	34,7
8	C4	32,8	16,3	37,0
9	C4	43,3	14,7	41,7
10	C4	39,3	16,9	41,8
11	C4	36,3	17,2	40,5
12	C4	30,8	19,1	35,5
13	C4	56,6	6,8	24,2
14	C4	36,1	15,4	37,5
15	C4	37,2	17,9	40,7

Tabla 11. Registro de color del GRUPO 2 después de las bebidas cromógenas.

GRUPO 2 – Vino Tinto

	COLOR	L*	a*	b*
1	C4	48,6	13,1	29,6

2	C4	32,4	15,6	22,9
3	C4	55,6	11,2	28,7
4	C4	42,7	14,3	31,2
5	C4	48,9	11,5	26,2
6	C4	33,6	16,4	27,0
7	C4	37,3	12,5	28,2
8	C4	48,6	12,6	28,1
9	C4	58,0	8,6	28,3
10	C4	58,0	7,5	27,2
11	C4	38,7	13,3	24,4
12	C4	49,4	12,0	29,3
13	C4	46,6	10,8	28,1
14	C4	33,3	13,7	24,7
15	C4	45,6	14,7	32,2

Tabla 12. Registro de color del GRUPO 3 después de las bebidas cromógenas

GRUPO 3 – Café

	COLOR	L*	a*	b*
1	C4	62,0	4,8	30,6
2	A4	64,1	3,1	27,1
3	C4	58,5	5,2	30,5
4	A4	63,2	4,0	26,0
5	C4	56,1	4,3	26,3
6	A4	70,6	3,4	30,3
7	C4	57,5	6,8	33,6
8	A4	69,2	3,4	27,7
9	A4	61,3	4,7	28,6
10	C4	61,1	4,5	29,7

11	C4	54,2	4,8	26,1
12	C4	60,3	4,6	29,4
13	C4	60,1	4,5	28,9
14	C4	58,3	5,6	30,1
15	C4	40,4	7,7	29,7

De esta forma, el estudio permitió evaluar comparativamente el grado de pigmentación dental en tres momentos: antes del blanqueamiento (valor basal), posterior al tratamiento con peróxido de carbamida al 16% y luego de 4 días de exposición a una de cuatro soluciones (agua destilada, café, gaseosa oscura y vino tinto).

Finalizado el estudio, las piezas dentales fueron colocadas en recipientes herméticamente sellados con hipoclorito de sodio al 5% durante 24 horas para su desinfección. Posteriormente, fueron eliminadas como desechos biológicos, siguiendo el protocolo institucional de gestión de residuos peligrosos mediante la empresa autorizada para su recolección y disposición final.

Imagen 18. Almacenamiento en hipoclorito durante 24h para después ser desechadas en Desechos Infecciosos



El análisis estadístico inició con una descripción detallada de los datos (media, desviación estándar, mediana, rango intercuartílico, mínimo y máximo) y visualización mediante boxplots, gráficos de violín y trayectorias por tiempo. Se aplicaron pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Brown-Forsythe).

La comparación principal se centró en el valor de ΔE_{STAIN} entre bebidas, ya que esta variable indicó cuánto se tiñeron los dientes tras el blanqueamiento. Si los datos cumplieron los supuestos paramétricos, se aplicó un ANOVA de una vía; si existió heterocedasticidad, se empleó ANOVA de Welch; y si la distribución no fue normal, se utilizó Kruskal-Wallis o ANOVA por permutaciones. Se realizaron comparaciones post hoc entre bebidas con correcciones por multiplicidad (Tukey, Games-Howell o Dunn-Holm).

De manera complementaria, se utilizó un modelo mixto de medidas repetidas (con tiempo como factor intra-sujeto y bebida como factor inter-sujeto) para evaluar simultáneamente el efecto del blanqueamiento y de la exposición a las bebidas, así como su interacción. En este modelo, cada diente tuvo un intercepto aleatorio y se empleó una estructura de covarianza flexible; los errores estándar se estimaron de manera robusta. Cuando la distribución lo requirió, se aplicaron transformaciones o modelos no paramétricos de rangos alineados.

Finalmente, se realizó un análisis de sensibilidad, excluyendo valores atípicos, aplicando conclusiones para intervalos de confianza y evaluando los resultados también con ΔE^*_{ab} si fue necesario. Se reportaron tablas y gráficos comparativos, se declararon las pruebas de supuestos, los ajustes aplicados, los tamaños de efecto y la interpretación clínica de los hallazgos. Este enfoque garantizó resultados válidos y rigurosos, manteniendo la relevancia científica y clínica del estudio.

El estudio respetó los principios éticos de beneficencia, confidencialidad y bioseguridad. Su propósito fue aportar información científica útil sin implicar riesgos para participantes ni investigadores. Al ser un estudio *in vitro*, no requirió consentimiento informado ni involucró personas o poblaciones vulnerables. Las muestras fueron piezas dentales donadas, codificadas para preservar la confidencialidad. Se cumplieron las normas de bioseguridad durante todo el procedimiento, garantizando un manejo ético y responsable del material biológico.

Resultados

Distribución inicial del color dental antes del blanqueamiento

La evaluación basal del color dental constituye un paso esencial para comprender la magnitud del cambio producido tanto por el blanqueamiento como por la exposición posterior a sustancias cromógenas. En esta primera toma de color se obtuvieron las coordenadas L, a y b para los cuatro grupos experimentales, todos medidos bajo las mismas condiciones. El análisis descriptivo permite identificar patrones iniciales de luminosidad, matiz y saturación amarilla que servirán de referencia para interpretar los cambios posteriores.

La caracterización inicial del color es especialmente relevante para este diseño experimental, dado que los grupos se asignaron antes de cualquier intervención. Por ello, la similitud o diferencia entre ellos en esta fase determina si los cambios observados posteriormente pueden atribuirse con mayor certeza al efecto del blanqueamiento y de las bebidas, y no a diferencias basales significativas. A continuación, se presentan los estadísticos descriptivos, los gráficos y su interpretación.

Descripción de los resultados basales.

En términos de luminosidad (L), los cuatro grupos mostraron valores iniciales relativamente altos, lo que es coherente con tonos dentales claros o medianamente claros. El grupo control presentó una media de $L = 73,6$, mientras que los grupos expuestos posteriormente a Coca-Cola, vino tinto y café presentaron medias de $76,6$, $74,8$ y $76,4$, respectivamente. Estas diferencias fueron pequeñas y dentro de rangos comparables, lo que sugiere condiciones iniciales homogéneas.

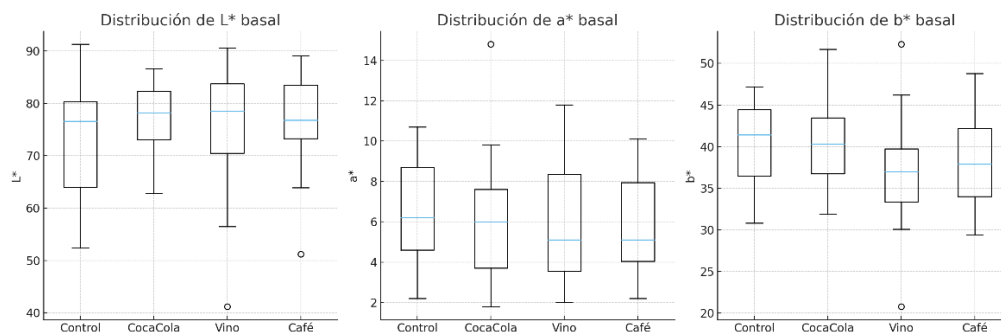
En el componente a, que representa la tendencia hacia el rojo, los promedios oscilaron entre $5,8$ y $6,5$, sin diferencias llamativas entre grupos. El grupo Coca-Cola presentó la mayor dispersión, debido a un caso aislado con un valor a elevado ($14,8$). En cuanto al componente b, asociado al matiz amarillo, los grupos control y Coca-Cola mostraron los valores más altos (≈ 40), mientras que el grupo vino tinto presentó una media algo menor ($36,9$), aunque con la mayor variabilidad.

Tabla 13. Descripción de resultados basales

Grupo	L media \pm DE (mín-máx)	a media \pm DE (mín-máx)	b media \pm DE (mín-máx)
Control	$73,6 \pm 10,7$ (52,4–91,3)	$6,5 \pm 2,5$ (2,2–10,7)	$40,1 \pm 4,9$ (30,8–47,2)
Grupo 1 – Coca-Cola	$76,6 \pm 7,7$ (62,8–86,6)	$6,2 \pm 3,3$ (1,8–14,8)	$40,4 \pm 5,6$ (31,9–51,7)
Grupo 2 – Vino tinto	$74,8 \pm 13,4$ (41,2–90,6)	$6,0 \pm 3,1$ (2,0–11,8)	$36,9 \pm 7,4$ (20,8–52,3)
Grupo 3 – Café	$76,4 \pm 9,7$ (51,2–89,1)	$5,8 \pm 2,6$ (2,2–10,1)	$38,2 \pm 6,1$ (29–48,8)

Descripción gráfica.

Gráfico 1. Distribución completa de los valores de cada coordenada del color por grupo.



Los boxplots permiten visualizar la distribución completa de los valores de cada coordenada del color por grupo. En el caso de L, los cuatro grupos muestran medianas cercanas y rangos que se superponen ampliamente, confirmando que la luminosidad inicial fue similar entre todos los grupos. El grupo vino tinto presenta mayor dispersión, lo cual está en línea con los valores extremos reportados en la tabla.

En la coordenada a (tendencia rojiza), los boxplots nuevamente demuestran similitud general entre los grupos, con medianas cercanas entre sí. El grupo Coca-Cola muestra un valor atípico, representado como un punto fuera de los bigotes, correspondiente al valor 14,8.

Por último, en la coordenada b, relacionada con el tono amarillo, los grupos muestran mayor variabilidad. El grupo Coca-Cola presenta valores relativamente elevados, mientras que el grupo vino tinto incluye valores bajos que amplían su rango. Estas diferencias basales serán relevantes al interpretar la magnitud de los cambios posteriores de tinción.

En conjunto, los resultados descriptivos y la representación gráfica muestran que los cuatro grupos parten de condiciones iniciales comparables en términos de luminosidad y componentes cromáticos. Esto establece una base sólida para que los cambios observados en las

siguientes fases puedan atribuirse al blanqueamiento y a la exposición a tinturas, y no a diferencias basales significativas.

Con estos datos iniciales establecidos, el siguiente paso consiste en evaluar el efecto del blanqueamiento después de 10 días de aplicación continua. Para ello compararemos la Toma 1 (basal) con la Toma 2 (posterior al blanqueamiento) y calcularemos los cambios ΔE_{BLEACH} por diente y por grupo, complementando con análisis inferenciales para determinar si el blanqueamiento fue efectivo y si existieron diferencias entre los grupos.

Análisis del blanqueamiento.

El segundo paso del análisis estadístico se centra en cuantificar el efecto del protocolo de blanqueamiento aplicado durante 10 días, 6 horas diarias. Para ello se comparan las coordenadas de color obtenidas en la Toma 1 (basal) y en la Toma 2 (posterior al blanqueamiento) para cada diente. El cambio total de color se calculó mediante el parámetro ΔE_{BLEACH} , usando la fórmula ΔE_{ab} clásica, que integra las diferencias en luminosidad (L), componente rojo-verde (a) y componente amarillo-azul (b) de forma conjunta. De esta forma, valores de ΔE más altos indican un cambio de color más evidente tras el blanqueamiento.

Este análisis se realizó a dos niveles. Primero, se calculó ΔE_{BLEACH} diente por diente, lo que permite observar la variabilidad intra-grupo del efecto del blanqueamiento. Segundo, se resumieron estos valores por grupo (Control, Coca-Cola, Vino tinto y Café) para comparar el comportamiento medio y la dispersión del cambio cromático entre grupos. Adicionalmente, se aplicó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) para explorar si existían diferencias estadísticamente significativas en ΔE_{BLEACH} entre los cuatro grupos.

ΔE_{BLEACH} por diente.

En el Anexo 1 se presenta el valor de ΔE_{BLEACH} calculado para cada una de las 60 muestras, junto con sus valores de L, a y b antes (Toma 1) y después del blanqueamiento (Toma 2). A modo de ejemplo, en el grupo control, el diente ED001 mostró un ΔE_{BLEACH} de 13,76 unidades, mientras que ED003 presentó un cambio menor ($\Delta E = 3,14$), lo que pone de manifiesto que, aun bajo el mismo protocolo, el grado de respuesta al blanqueamiento no es homogéneo entre piezas. En el extremo opuesto, piezas como ED004 (control) y ED058 (café) presentaron cambios superiores a 19 unidades, lo que corresponde a modificaciones de color clínicamente muy evidentes.

El Anexo 1 evidencia que, en todos los grupos, la mayoría de las piezas presentan valores de ΔE_{BLEACH} superiores al umbral habitualmente considerado perceptible clínicamente ($\approx 2-3$ unidades), lo que sugiere un efecto blanqueador generalizado, aunque con distinta magnitud entre dientes.

 ΔE_{BLEACH} por grupo.

A partir de los valores individuales se calcularon estadísticos descriptivos de ΔE_{BLEACH} por grupo, que se resumen en la Tabla 2.

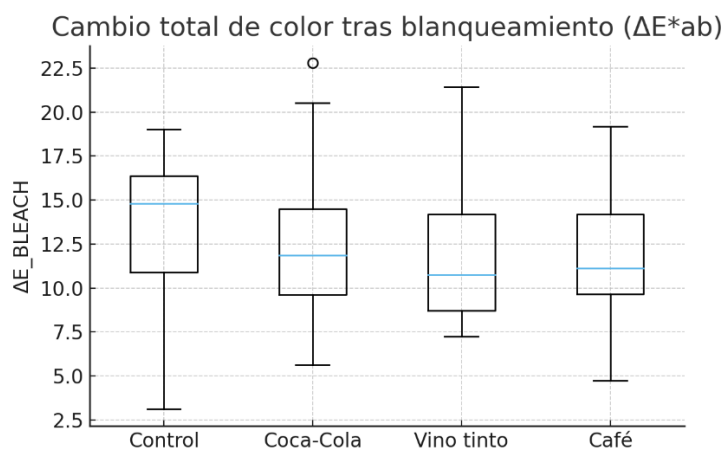
Tabla 14. Análisis de blanqueamiento

Grupo	Media ΔE_{BLEACH}	DE	Mínimo	Máximo
Control	12,95	5	3,14	19,01
Coca-Cola	12,56	4,6	5,65	22,79
Vino Tinto	12,04	4,33	7,25	21,42
Café	11,71	3,91	4,75	19,2

En términos de promedio, los cuatro grupos muestran un cambio de color muy similar, con medias de ΔE_{BLEACH} entre 11,7 y 13 unidades, lo que se traduce en un blanqueamiento claramente perceptible. El grupo control presenta la media ligeramente más alta (12,95), seguido de Coca-Cola (12,56) y vino tinto (12,04), mientras que el grupo café muestra la media más baja (11,71), aunque la diferencia entre grupos es pequeña. El rango de valores (mínimo–máximo) indica que en todos los grupos coexistieron piezas con cambios moderados y otras con cambios muy marcados.

Gráfico de ΔE_{BLEACH} por grupo.

Gráfico 2. Cambio total de color tras blanqueamiento



A continuación, se muestra el boxplot del cambio total de color por grupo, que resume visualmente la distribución de ΔE_{BLEACH} .

Figura 2. Distribución del cambio total de color tras el blanqueamiento (ΔE_{ab}) en los cuatro grupos. Cada boxplot muestra la mediana, el rango intercuartílico y los valores extremos de ΔE_{BLEACH} .

El gráfico confirma que las medianas de los cuatro grupos son muy próximas, con una ligera tendencia a valores algo mayores en el grupo control. La dispersión es relativamente

similar en todos los grupos, aunque el control y el grupo vino tinto muestran algunos valores altos que se extienden hacia el extremo superior de la escala. No se observan diferencias visuales marcadas que sugieran un comportamiento claramente distinto de algún grupo respecto a los demás en esta fase de blanqueamiento.

Análisis inferencial (ANOVA)

Para evaluar si las diferencias entre las medias de ΔE_{BLEACH} de los cuatro grupos eran estadísticamente significativas, se aplicó un análisis de varianza de una vía (ANOVA). El resultado obtuvo un estadístico $F = 0,23$ con un valor de $p = 0,88$, lo que indica que no existen diferencias significativas en el cambio de color tras el blanqueamiento entre los grupos. Es decir, el grado de blanqueamiento fue comparable en las piezas que posteriormente se destinaron al grupo control, Coca-Cola, vino tinto y café.

En síntesis, el blanqueamiento produjo un cambio de color clínicamente evidente en prácticamente todas las piezas, con valores promedio de ΔE_{BLEACH} cercanos a 12 unidades en los cuatro grupos. La ausencia de diferencias estadísticamente significativas sugiere que el protocolo de blanqueamiento fue igualmente efectivo en todos los grupos, independientemente de la bebida a la que las piezas serían expuestas posteriormente. Esto es relevante, porque asegura que los grupos parten de un nivel de blanqueamiento similar antes de iniciar la fase de tinción con las bebidas.

Una vez confirmado que el blanqueamiento fue efectivo y comparable en los cuatro grupos, el siguiente paso es analizar el comportamiento del color después de la fase de exposición a las bebidas cromógenas. En el Punto 3 se presentan los descriptivos post-tinción (Toma 3), describiendo las coordenadas L, a y b finales por grupo. Esto permitirá comparar el

color alcanzado tras la tinción con respecto a la situación inmediatamente posterior al blanqueamiento, y preparar el terreno para el análisis específico del impacto cromógeno.

Evaluación del color final tras la exposición a bebidas cromógenas

El tercer momento de medición (Toma 3) corresponde al estado final del color de las piezas dentales después de 4 días de exposición a las bebidas asignadas (Coca-Cola, vino tinto y café), siguiendo un protocolo de inmersión de 2 horas diarias. Este punto describe cómo quedaron las coordenadas L, a y b tras la tinción, permitiendo observar la tendencia general del oscurecimiento, enrojecimiento o aumento de amarillez generado por cada bebida. El grupo control, por su parte, permite comparar la evolución natural del color sin la influencia de pigmentos externos.

Para ello se analizaron las coordenadas L, a y b por grupo, tanto mediante estadística descriptiva como mediante una representación gráfica tipo panel (boxplots). Esto permite visualizar diferencias de luminosidad (L), componente rojo-verde (a) y componente amarillo-azul (b) entre los grupos.

Análisis de Pigmentación.

Tabla 15. Análisis de pigmentación

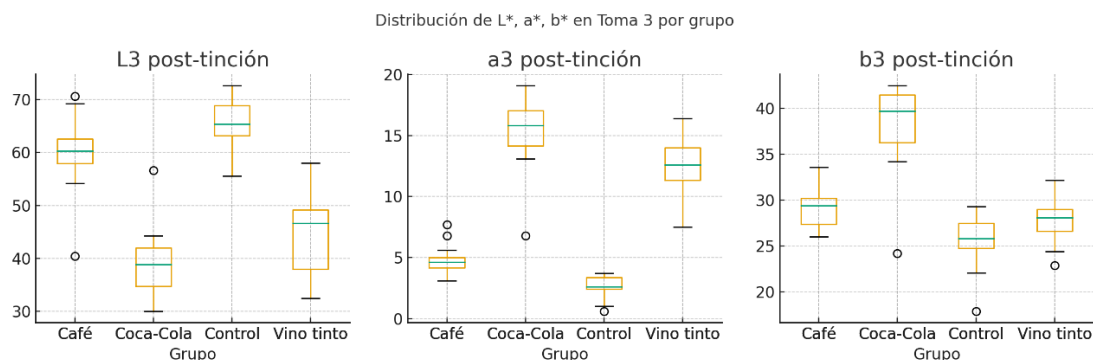
Grupo	L media	L DE	a media	a DE	b media	b DE
Control	65,28	5,34	2,6	0,91	25,36	2,86
Coca-Cola	38,88	6,61	15,27	2,88	38,09	4,74
Vino Tinto	45,15	8,63	12,52	2,41	27,74	2,48
Café	59,79	6,94	4,76	1,23	28,97	2,07

Con respecto a la Luminosidad (L), el grupo 1 posee menor luminosidad post-tinción (38,88), seguido por el grupo 2. El grupo 3 presenta valores más altos y el grupo control mantiene la mayor luminosidad, como es esperable al no estar expuesto a pigmentos. Con respecto al espectro rojo-verde (a), el grupo 1 es el que más se desplaza hacia valores positivos (rojo), seguido por el grupo 2. El grupo 3 muestra un leve aumento, mientras que el control prácticamente no presenta tinción rojiza. Con respecto al espectro amarillo-azul (b), los valores más altos se observan en el grupo 1 (≈ 38), lo que indica una marcada tendencia a amarillez. Los grupos 1 y 2 muestran incrementos moderados, mientras que el control mantiene valores bajos. Estos descriptivos confirman que cada bebida genera un patrón característico de tinción.

Análisis Gráfico

A continuación, se muestran los diagramas de caja y bigote de L, a y b, uno al lado del otro para facilitar la comparación.

Gráfico 3. Distribución de L*, a*, b* en toma 3 por grupo



Luminosidad. (L)

- Coca-Cola muestra la mayor pérdida de luminosidad, con medianas muy por debajo del resto de grupos.
- El vino tinto también oscurece, pero con mayor variabilidad.
- El café oscurece menos que Coca-Cola y vino tinto.

- El control conserva la mayor luminosidad.

Eje Verde – Rojo (a):

- Coca-Cola y vino tinto generan valores rojos notoriamente mayores.
- El café aumenta ligeramente esta componente.
- El control no presenta cambios significativos.

Eje Amarillo – Azul (b):

- Coca-Cola alcanza los valores más altos de amarillez.
- El vino tinto y café presentan incrementos moderados.
- El control mantiene la línea basal.

Estos patrones sugieren que las bebidas afectan de forma distinta a cada componente del color, y que la tinción no es un fenómeno uniforme: Coca-Cola destaca por oscurecer y amarillear, mientras que el vino tinto aporta cambio hacia rojo, y el café genera un oscurecimiento más moderado.

Los descriptivos post-tinción muestran diferencias claras entre los grupos expuestos a bebidas cromógenas. En términos generales, Coca-Cola produjo la mayor disminución en luminosidad y el mayor aumento en amarillez, mientras que el vino tinto generó un incremento notable en la componente roja (a), y el café produjo cambios moderados en todas las direcciones. El grupo control se mantuvo estable, confirmando que los cambios observados en los otros grupos se deben a la tinción.

Con los valores finales de color caracterizados, el siguiente paso (Punto 4) consiste en comparar directamente la Toma 2 contra la Toma 3 mediante el cálculo del ΔE_{STAIN} , para

determinar qué bebida pigmentó más después del blanqueamiento. Este análisis combinando descriptivos, gráficos e inferencia estadística permitirá identificar qué sustancia genera mayor impacto cromático global.

Análisis ANOVA — Toma 3

El análisis de varianza aplicado a la luminosidad (L) demostró que existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos tras la tinción, con un valor F de 46.74 y un p extremadamente bajo ($\approx 2.91 \times 10^{-15}$). Este resultado confirma que las bebidas evaluadas modificaron la claridad del esmalte de manera distinta, generando variaciones en el nivel de oscurecimiento que no pueden atribuirse al azar. De forma complementaria, la componente a, que representa el eje rojo-verde, presentó diferencias aún más pronunciadas entre grupos ($F = 134.44$; $p \approx 1.46 \times 10^{-25}$), lo que indica que algunas bebidas, especialmente el vino tinto y la Coca-Cola, incrementaron de forma marcada la tendencia hacia tonalidades rojizas. Este comportamiento coincide con la naturaleza pigmentaria de estas sustancias y refuerza la sensibilidad del eje a frente a pigmentos intensos.

En el caso de la componente b, que mide la amarillez del esmalte, también se observaron diferencias altamente significativas entre los grupos ($F = 45.29$; $p \approx 5.44 \times 10^{-15}$). Este hallazgo evidencia que la tinción alteró la dimensión amarillo-azul de forma distinta según la bebida, siendo el café uno de los principales responsables de incrementos notorios en esta coordenada cromática. Con ello, los tres componentes del espacio CIELAB (L, a y b) mostraron variaciones estadísticamente significativas, lo que confirma que la tinción no actúa de manera uniforme sobre el esmalte dental, sino que cada bebida induce cambios particulares en las dimensiones cromáticas.

En conjunto, estos resultados respaldan las tendencias descritas previamente en los análisis descriptivos y gráficos: Coca-Cola produjo un marcado oscurecimiento y aumento de la amarillez; el vino tinto intensificó fuertemente la componente roja; el café generó una tinción moderada pero consistente; y el grupo control se mantuvo prácticamente estable. Con esta evidencia de diferencias significativas en los parámetros cromáticos finales, el siguiente paso consiste en analizar el cambio total de color entre la Toma 2 y la Toma 3 mediante el parámetro ΔE_{STAIN} , lo cual permitirá identificar con precisión cuál bebida generó la mayor alteración cromática tras el proceso de blanqueamiento. Con la evidencia de que las piezas presentan diferencias significativas en L, a y b tras la tinción, el siguiente paso es analizar el cambio total de color entre Toma 2 y Toma 3 mediante el parámetro ΔE_{STAIN} , que permitirá responder directamente la pregunta clave:

Comparación Toma 2 vs Toma 3 (ΔE_{STAIN})

“¿Cuál bebida pigmentó más después del blanqueamiento?”

Después del blanqueamiento (Toma 2), las piezas dentales fueron expuestas durante 4 días a las bebidas asignadas. El objetivo de este punto es cuantificar cuánto cambió el color entre Toma 2 y Toma 3, es decir, cuánto pigmentó realmente cada sustancia. Para ello se calculó el parámetro ΔE_{STAIN} , que representa el cambio total de color entre ambas tomas usando la fórmula ΔE_{ab} , integrando diferencias en luminosidad, a y b.

Este análisis permite comparar directamente la intensidad de la tinción entre los grupos. Se presentan descriptivos por grupo, el boxplot del comportamiento de ΔE_{STAIN} y un análisis ANOVA para determinar si la pigmentación difiere significativamente entre las bebidas.

Tabla 16. Comparación Toma 2 Vs Toma 3

Grupo	Media ΔE	DE	Mínimo	Máximo
Control	8,9	3,77	3,44	17,81
Coca-Cola	35,33	7,96	10,59	44,56
Vino Tinto	24,83	7,8	9,98	38,19
Café	12,99	4,28	5,84	22,9

El grupo control presenta cambios mínimos en el parámetro ΔE_{STAIN} , variaciones que pueden atribuirse a fluctuaciones naturales del material o a la variabilidad propia del instrumento de medición. Esta estabilidad confirma que, en ausencia de exposición a agentes cromógenas, el esmalte aclarado tiende a mantener su coloración sin alteraciones clínicamente relevantes. En contraste con este comportamiento estable, los grupos expuestos a bebidas cromógenas muestran modificaciones cromáticas claramente diferenciadas.

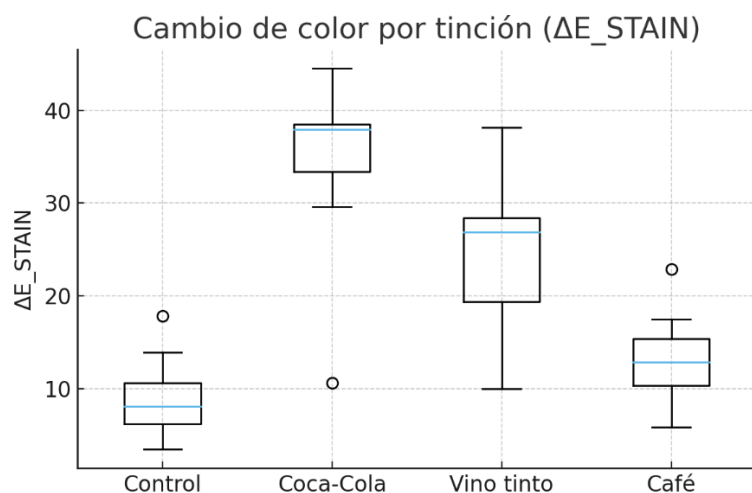
La Coca-Cola es el agente que genera la mayor tinción posterior al blanqueamiento, con un ΔE_{STAIN} promedio de 35.3, un valor muy superior al observado en los otros grupos y que indica un cambio de color extremadamente evidente. El vino tinto ocupa el segundo lugar en intensidad pigmentaria, con un promedio de 24.8, además de presentar una dispersión amplia que refleja variabilidad entre muestras. Por su parte, el café produce cambios moderados, con valores alrededor de 13, lo cual representa una tinción perceptible, aunque menos intensa que la generada por Coca-Cola y vino tinto.

Desde una perspectiva clínica, es ampliamente aceptado que valores de ΔE superiores a 3 son detectables a simple vista, mientras que valores mayores a 10 representan cambios marcadamente notorios. Bajo este criterio, los resultados muestran que Coca-Cola y vino tinto inducen pigmentaciones intensas y fácilmente observables, mientras que el café provoca un

oscurecimiento moderado, aunque clínicamente perceptible. La estabilidad del grupo control confirma que estas alteraciones no son parte del comportamiento habitual del esmalte, sino consecuencia directa del contacto con las bebidas evaluadas.

Análisis Gráfico de ΔE_{STAIN}

Gráfico 4. Cambio de color por tinción



Los resultados muestran que el grupo expuesto a Coca-Cola presenta las medianas y rangos más elevados en los valores de tinción, lo que evidencia una alteración cromática agresiva, generalizada y consistente entre las piezas evaluadas. Este comportamiento indica que la bebida ejerce un efecto cromógeno uniforme y de alta intensidad, capaz de modificar de manera notoria todas las dimensiones del color dental tras el proceso de blanqueamiento.

El grupo correspondiente al vino tinto también manifiesta una tinción marcada, aunque con una variabilidad mayor entre muestras. Esta dispersión sugiere que, si bien el vino posee un potencial cromógeno considerable, su efecto puede variar según características individuales de las piezas dentales o del grado de absorción de los pigmentos específicos. En contraste, el café genera una tinción moderada, perceptible pero significativamente inferior a la observada en los

grupos de Coca-Cola y vino tinto, lo que lo posiciona como un agente cromógeno de intensidad intermedia dentro del contexto experimental.

El grupo control, tal como era esperable, mantiene niveles muy bajos de tinción, confirmando que los cambios observados en los otros grupos se deben directamente al contacto con las bebidas cromógenas y no a factores externos o al paso del tiempo. Desde un punto de vista visual, la separación entre los grupos es clara en los gráficos y valores obtenidos, lo que anticipa la presencia de diferencias estadísticamente significativas entre las bebidas evaluadas en términos de su capacidad para inducir cambios cromáticos en el esmalte dental.

ANOVA — ΔE_{STAIN}

El análisis de varianza aplicado para comparar la tinción entre los cuatro grupos mostró un valor F de 54.80 acompañado de un p-valor de 1.148×10^{-16} , lo cual constituye una evidencia estadística extremadamente sólida. Este nivel de significancia confirma que las diferencias observadas en el cambio total de color (ΔE_{STAIN}) no son producto del azar, sino que reflejan verdaderas discrepancias en la capacidad cromógena de las bebidas evaluadas tras el proceso de blanqueamiento. La magnitud del valor F, junto con el p-valor prácticamente nulo, demuestra que los grupos se comportan de manera significativamente distinta entre sí respecto al grado de tinción.

El orden de los grupos según el nivel de pigmentación observada permite caracterizar claramente la intensidad del efecto de cada bebida. Coca-Cola presentó el mayor ΔE_{STAIN} , con valores en torno a 35, lo que representa un cambio altamente perceptible y clínicamente evidente. En segundo lugar, se ubicó el vino tinto, con valores cercanos a 25, también indicativos de una tinción marcada. El café mostró una pigmentación moderada, con un promedio alrededor de 13, mientras que el grupo control se mantuvo con los niveles más bajos, con valores cercanos

a 9, los cuales corresponden a variaciones menores atribuibles al comportamiento natural del material o a la variación instrumental.

En conjunto, estos resultados permiten concluir que Coca-Cola es la bebida con mayor capacidad cromógena después del blanqueamiento, seguida por el vino tinto. El café, aunque produce cambios perceptibles, lo hace con menor intensidad, y el control confirma que, en ausencia de agentes cromógenos, las variaciones en el color del esmalte son mínimas. Este patrón refuerza la evidencia estadística y gráfica obtenida previamente, consolidando un orden claro de pigmentación entre los grupos experimentales.

Los valores de ΔE_{STAIN} muestran que la tinción inducida por las bebidas cromógenas difiere significativamente entre grupos. Coca-Cola produjo el mayor cambio total de color, seguida por el vino tinto, mientras que el café ocasionó una tinción de menor magnitud. El grupo control reafirma que la variación natural sin tinción es mínima. Estos hallazgos establecen de manera cuantitativa la intensidad de la tinción y preparan el terreno para integrar estas diferencias en el análisis global del comportamiento del color a lo largo del experimento.

Tras determinar la magnitud de la tinción posterior al blanqueamiento, el siguiente paso consiste en integrar las tres tomas (Toma 1, Toma 2 y Toma 3) para visualizar la trayectoria completa del color. En el Punto 5 se analizarán curvas de evolución para cada grupo, el ΔE global acumulado y un modelo de medidas repetidas para evaluar formalmente los efectos simultáneos de tiempo y bebida.

Comparación global de las tres tomas (Toma 1 vs Toma 2 vs Toma 3)

El propósito de este punto es analizar de manera integrada la evolución del color a lo largo de todo el experimento, considerando simultáneamente la toma basal (Toma 1), la medición

posterior al blanqueamiento (Toma 2) y la medición final tras la exposición a las bebidas cromógenas (Toma 3). Esta comparación global permite identificar la trayectoria cromática de cada grupo y comprender cómo cada sustancia interactúa con los cambios iniciados por el protocolo de blanqueamiento. Para ello se presentan las medias de L, a y b por toma y posteriormente se evalúan las tendencias temporales mediante gráficos de trayectoria que reflejan el comportamiento conjunto del color.

Tabla 17. Comparación global de las 3 tomas

Grupo	L1	L2	L3	a1	a2	a3	b1	b2	b3
Control	73,63	69,16	65,28	6,51	4,49	2,6	40,15	31,53	25,36
Coca-Cola	76,63	71,46	38,88	6,21	4,61	15,27	40,37	31,82	38,09
Vino Tinto	74,77	67,99	45,15	5,97	4,61	12,52	36,93	30,25	27,74
Café	76,41	72,44	59,79	5,85	4,22	4,76	38,17	30,83	28,97

La tabla muestra que todos los grupos experimentaron una disminución inicial en L después del blanqueamiento, lo cual es coherente con la pérdida progresiva de componentes amarillos que incrementan la luminosidad. Sin embargo, esta tendencia cambia de manera notable tras la exposición a las bebidas. El grupo Coca-Cola presenta un descenso abrupto de luminosidad en la tercera toma, alcanzando valores cercanos a 38 que reflejan un oscurecimiento profundo. El vino tinto también genera una disminución importante, aunque menos pronunciada que Coca-Cola. El grupo café muestra un descenso moderado, mientras que el control mantiene la tendencia esperada de reducción gradual.

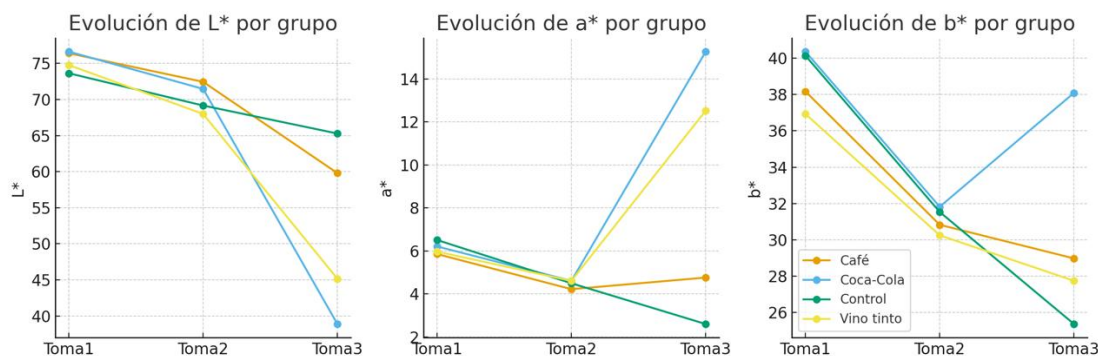
En cuanto al eje a, el comportamiento es marcadamente distinto entre grupos. Coca-Cola y vino tinto, tras la tinción, muestran incrementos importantes que evidencian una transición hacia tonalidades rojizas u ocres. Por el contrario, los grupos café y control permanecen en

valores bajos y relativamente estables. En la dimensión b, Coca-Cola experimenta un incremento significativo después de la tinción, lo que produce una mezcla de oscurecimiento y saturación amarilla que genera un cambio visual muy notable. El vino tinto y el café tienden a disminuir progresivamente, mientras que el control mantiene una reducción continua sin fluctuaciones bruscas.

En conjunto, estos resultados sugieren que cada grupo sigue una trayectoria cromática distinta en el tiempo, destacándose nuevamente Coca-Cola como la bebida que ocasiona el cambio más intenso en las tres dimensiones del espacio de color CIELAB.

Gráficos de trayectoria L, a, b

Gráfico 5. Evolución del color en cada grupo



Los gráficos permiten visualizar con claridad la evolución del color en cada grupo. En la dimensión L, el control, el café y en menor medida el vino tinto mantiene una reducción moderada a lo largo de las tres tomas. No obstante, Coca-Cola presenta un descenso abrupto tras la tinción, lo que confirma el fuerte oscurecimiento observado en los datos numéricos. En el componente a, Coca-Cola y vino tinto muestran incrementos marcados en la tercera toma, indicando un movimiento hacia tonalidades rojizas características de pigmentos fuertes. Por el contrario, café y control mantienen un comportamiento más estable con variaciones mínimas.

El análisis del componente b revela nuevamente una divergencia entre los grupos. Coca-Cola invierte la disminución observada tras el blanqueamiento y registra un aumento relevante en la tercera toma, generando una tonalidad amarillenta oscura característica de pigmentaciones intensas. El vino tinto y el café muestran descensos progresivos, mientras que el control conserva un patrón estable. La combinación de estas tendencias confirma que Coca-Cola produce una modificación simultánea de luminosidad y cromaticidad que la distingue de manera clara del resto de bebidas.

La comparación global de las tres tomas demuestra que los grupos presentan trayectorias de color diferenciadas a lo largo del experimento. El control mantiene un patrón estable, lo que confirma la consistencia metodológica del protocolo. El café ocasiona cambios moderados, mientras que el vino tinto produce modificaciones importantes principalmente en los ejes cromáticos. En contraste, Coca-Cola presenta alteraciones intensas y simultáneas en L, a y b, lo cual explica por qué es el grupo con mayor ΔE acumulado durante todo el proceso.

Con la integración de todas las mediciones y la identificación de los patrones cromáticos específicos de cada grupo, el siguiente paso consiste en sintetizar los hallazgos numéricos en un apartado de conclusiones estadísticas. Este análisis final permitirá exponer con claridad qué diferencias quedaron evidenciadas por los datos, sin incorporar interpretación clínica ni discusiones teóricas, ya que esos elementos corresponden al apartado de discusión de la tesis.

Conclusiones

El análisis descriptivo basal demostró que las piezas dentales de los cuatro grupos iniciaron el experimento con perfiles cromáticos comparables, sin diferencias extremas en L, a o b. Aunque existieron variaciones interindividuales esperables, la distribución general del color

confirmó que las condiciones de partida fueron homogéneas y suficientes para garantizar comparabilidad posterior. Este punto inicial validó que las diferencias observadas en etapas subsiguientes pueden atribuirse al protocolo experimental y no a desigualdades iniciales entre grupos.

Posterior al blanqueamiento, los valores de ΔE_{BLEACH} evidenciaron cambios cuantificables y perceptibles en todas las piezas. Los descriptivos mostraron reducciones consistentes en los tres componentes cromáticos, mientras que el análisis inferencial indicó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en esta etapa. Esto confirmó que el proceso de blanqueamiento actuó de manera uniforme, independientemente del grupo asignado, y que el impacto inicial no fue influenciado por la bebida a la que posteriormente serían expuestas las piezas.

La evaluación cromática tras la tinción reveló diferencias marcadas en la magnitud e intensidad del cambio de color. Los valores de ΔE_{STAIN} fueron considerablemente más bajos en el grupo control y aumentaron progresivamente en café y vino tinto, alcanzando su máxima expresión en el grupo Coca-Cola. Los resultados del ANOVA mostraron diferencias altamente significativas entre los grupos, lo que confirma la existencia de patrones de tinción distintos, determinados por la bebida empleada durante la etapa final del protocolo experimental.

Las trayectorias globales observadas en L, a y b a lo largo de las tres tomas evidenciaron comportamientos cromáticos claramente diferenciados entre los grupos experimentales. Mientras que el grupo control mantuvo una disminución progresiva y estable, los grupos expuestos a bebidas cromógenas presentaron cambios abruptos, especialmente en la tercera toma. La disminución extrema de la luminosidad en Coca-Cola, junto con los incrementos simultáneos en

los componentes a y b, representó la alteración más intensa y multidimensional del color dental registrada en el estudio.

Los resultados consolidados de ΔE a través de todas las etapas confirmaron que la magnitud del cambio cromático acumulado fue diferente entre los grupos. Si bien la transición inicial asociada al blanqueamiento fue uniforme y similar en todos los casos, la fase de tinción introdujo variaciones crecientes que separaron claramente el comportamiento del control respecto a los grupos experimentales. Coca-Cola presentó los valores acumulados más elevados, seguida por el vino tinto, mientras que el café generó modificaciones más moderadas y el control mostró solo variaciones mínimas atribuibles al tiempo o a la medición.

En conjunto, el análisis estadístico completo permitió evidenciar que el tiempo y la bebida influyeron de manera significativa en el comportamiento del color dental. Las diferencias entre grupos se hicieron evidentes únicamente después de la exposición a las bebidas cromógenas, mientras que el blanqueamiento inicial actuó de forma uniforme. La interacción entre el protocolo de blanqueamiento y las bebidas resultó determinante para explicar la variabilidad cromática final, consolidando un patrón estadísticamente robusto que distingue claramente la intensidad de tinción inducida por cada sustancia.

Referencias

- Alhamed, G., Massoud, S., & Doumani, M. (2021). Spectrophotometric study determining staining tendency in different restorative materials (longitudinal in vitro study). *The Saudi dental journal*, 33(7), 462–466. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2020.11.004>
- Alkahtani, R., Stone, S., German, M., & Waterhouse, P. (2020). A review on dental whitening. *Journal of dentistry*, 100, 103423. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103423>
- Aragão, W. A. B., Chemelo, V. S., Alencar, C. M., Silva, C. M., Pessanha, S., Reis, A., Souza-Rodrigues, R. D., & Lima, R. R. (2024). Biological action of bleaching agents on tooth structure: A review. *Histology and histopathology*, 39(10), 1229–1243. <https://doi.org/10.14670/HH-18-726>
- Attia, M. L., da Silva, D. C., da Silva, L. P., da Silveira, B. L., & Loguercio, A. D. (2020). Susceptibility of bleached enamel to new staining: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 32(3), 289–297. <https://doi.org/10.1111/jerd.12542>
- Barbosa, I. F., Frazão Câmara, J. V., Pierote, J. J. A., Menezes, L. R., de Freitas, P. F., Santos, L. A., Martini, T., Paulillo, L. A. M. S., & Aguiar, F. H. B. (2023). The in vitro effect of solutions with or without sugar in dental bleaching. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 142, 105821. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2023.105821>
- Câmara, J. V. F., de Paiva Pereira Santos de Souza, L., Otero Amaral, D., Barbosa, I. F., & da Silveira Pereira, G. D. (2020). Effect of tooth enamel staining by coffee consumption during at-home tooth bleaching with carbamide peroxide. *Revista de Odontologia da UNESP*, 49, e20200024. <https://doi.org/10.1590/1807-2577.02420>

- Carey, C. (2019). Tooth whitening: What we now know. *The Journal of Evidence-Based Dental Practice*.
- Chen, Y.-H., Yang, S., Hong, D.-W., Attin, T., & Yu, H. (2020). Short-term effects of stain-causing beverages on tooth bleaching: A randomized controlled clinical trial. *Journal of Dentistry*, 95, 103318. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103318>
- Farawati, F. A. L., Hsu, S. M., O'Neill, E., Neal, D., Clark, A., & Esquivel-Upshaw, J. (2019). Effect of carbamide peroxide bleaching on enamel characteristics and susceptibility to further discoloration. *The Journal of prosthetic dentistry*, 121(2), 340–346. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.03.006>
- Ferraz, N. K. L., Monteiro, D. F., de Almeida, L. C. A., Valera, M. C., & Lima, D. A. N. L. (2020). Color stability of teeth after bleaching with different carbamide peroxide concentrations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 32(1), 73–78. <https://doi.org/10.1111/jerd.12508>
- Ghaemi, A., Sharifishoshtari, S., Shahmoradi, M., Akbari, H., Boostanifard, P., Bagheri, S., Shokuhifar, M., Ashoori, N., & Rakhshan, V. (2023). Effect of bleaching with 15% carbamide peroxide on color stability of microhybrid, nanohybrid, and nanofilled resin composites, each in three staining solutions (coffee, cola, red grape juice): A 3-phase study. *Dental research journal*, 20, 74.
- Gheorghe, G. F., Amza, O. E., Dimitriu, B., Garneata, L., Suciu, I., Moldovan, M., Chisnoiu, R. M., Prodan, D., & Chisnoiu, A. M. (2021). Comparative In Vitro Studies on the Effect of Bleaching Agents on Dental Structures in Healthy and Predialysis Patients. *Applied Sciences*, 11(17), 7807. <https://doi.org/10.3390/app11177807>

- Grillon, M., Di Bella, E., Krejci, I., & Ardu, S. (2023). In Vitro Evaluation of Tooth-Whitening Potential of Peroxide-Free OTC Dental Bleaching Agents. *Dentistry journal*, 11(4), 89. <https://doi.org/10.3390/dj11040089>
- Hardan, L., Bourgi, R., Flores-Ledesma, A., Devoto, W., Devoto, E., Fernández-Barrera, M. Á., Kharouf, N., & Cuevas-Suárez, C. E. (2024). Is a White Diet Necessary for Tooth Bleaching Procedures? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Dentistry Journal*, 12(4), 118. <https://doi.org/10.3390/dj12040118>
- Hashemikamangar, S. S., Farahani, S., Khoshgoo, S., & Doroudgar, P. (2023). Comparative Efficacy of Four Stain Removal Methods for Bleach-Shade Composite Resins after Immersion in Staining Solutions: An In Vitro Study. *International journal of dentistry*, 2023, 8909288. <https://doi.org/10.1155/2023/8909288>
- Jansen, E. E., Meyer-Lueckel, H., Esteves-Oliveira, M., & Wierichs, R. J. (2021). Do bleaching gels affect the stability of the masking and caries-arresting effects of caries infiltration-in vitro. *Clinical oral investigations*, 25(6), 4011–4021. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03732-4>
- Kavoor, S., Ranjini, M. A., Aziz, N. A., Ashok, H. K., & Nadig, R. R. (2024). In vitro evaluation of the effect of addition of biomaterials to carbamide peroxide on the bleaching efficacy and microhardness of enamel. *Journal of conservative dentistry and endodontics*, 27(3), 310–314. https://doi.org/10.4103/JCDE.JCDE_310_23
- Kwon, S. R., Wertz, P. W., & Dawson, D. V. (2021). The influence of dietary chromogens on bleaching effectiveness: An in vitro study. *Operative Dentistry*, 46(6), 630–637. <https://doi.org/10.2341/20-131-L>

- Li, P., Oh, C., Kim, H., Chen-Glasser, M., Park, G., Jetybayeva, A., Ryu, J. (2019). Nanoscale characterization of the impact of beverages on the enamel surface of human teeth. ArXiv <https://arxiv.org/abs/1909.02419>
- Melo, M., Fioresta, R., Sanz, J. L., Pecci-Lloret, M. P., & Llana, C. (2022). Effect of highly concentrated bleaching gels on enamel microhardness and superficial morphology, and the recovery action of four remineralizing agents. *BMC oral health*, 22(1), 645. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02693-2>
- Sarembe, S., Kiesow, A., Pratten, J., & Webster, C. (2022). The impact on dental staining caused by beverages in combination with chlorhexidine digluconate. *European Journal of Dentistry*, 16(4), 911–918. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1742123>
- Tapety, C. M. C., Silvestre, F. A., Mota, M. N. G., Parente Carneiro, Y. K., Moreira, M. M., Loguercio, A. D., & Feitosa, V. P. (2021). In vitro influence of Amazonian substances on the dental bleaching. *Research, Society and Development*, 10(3), e14010313133. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13133>
- Thakkar, R., Maini, A. P., Mogla, S., Hussain Qadri, S. S., Varma, P. K., & Dubey, A. (2024). Effect of Staining Beverages on Color Stability of Composite: A Spectrophotometric Study. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, 16(Suppl 1), S389–S392. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_611_23
- Veneri, F., Cavani, F., Bolelli, G., Checchi, V., Bizzi, A., Setti, G., & Generali, L. (2024). In Vitro Evaluation of the Effectiveness and pH Variation of Dental Bleaching Gels and Their Effect on Enamel Surface Roughness. *Dentistry journal*, 12(12), 415. <https://doi.org/10.3390/dj12120415>

Viridy, S., Dahiya, S., Kukreja, N., Dhawan, R., Aggarwal, N., & Tiwari, M. (2024). Evaluation of Effects of Staining and Bleaching Agents on the Stability of Color for Microhybrid and Nanohybrid Resin Composite Restorative Materials - An In vitro Study. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, 16(Suppl 4), S3173–S3175.

https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_553_24

Zamudio-Santiago, J., Ladera-Castañeda, M., Santander-Rengifo, F., López-Gurreonero, C., Cornejo-Pinto, A., Echavarría-Gálvez, A., Cervantes-Ganoza, L., & Cayo-Rojas, C. (2022). Effect of 16% Carbamide Peroxide and Activated-Charcoal-Based Whitening Toothpaste on Enamel Surface Roughness in Bovine Teeth: An In Vitro Study. *Biomedicines*, 11(1), 22. **<https://doi.org/10.3390/biomedicines11010022>**