



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
ESTOMATOLOGÍA**

Evaluación de color en dientes humanos expuestos a cerveza industrial
tipo lager y tipo dark lager: un estudio *in vitro*

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Cirujano Dentista

AUTORES:

Cruz Rojas, David Ronaldo Marcelino (orcid.org/0000-0002-0088-3697)

Haro Valverde, Angel Jesus (orcid.org/0000-0002-2037-1437)

ASESOR:

Mg. Esp. Acuña Navarro, Eric Dario (orcid.org/0000-0003-0427-4650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Promoción de la Salud y Desarrollo Sostenible

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Promoción de la salud, nutrición y salud alimentaria

PIURA - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Quiero comenzar este proyecto de investigación expresando mi profundo agradecimiento a Dios y a mi familia, por haber sido la fuente de inspiración a lo largo de mi trayectoria universitaria, brindándome valiosos consejos y palabras de aliento que me han impulsado a seguir adelante.

David Ronaldo Marcelino Cruz Rojas

Dedico este estudio a mis padres, por haberme inculcado la importancia del estudio, a mi hermano por siempre estar presente y ser un impulso en cada paso que doy, a mi compañero de investigación por la paciencia y compromiso demostrado durante todo este tiempo.

Ángel Jesús Haro Valverde

AGRADECIMIENTO

Nos sentimos profundamente agradecidos por haber tenido la fortaleza, perseverancia y constancia necesaria para alcanzar esta meta. Reconocemos que esta fuerza proviene de una entidad superior y queremos expresar nuestro agradecimiento a Dios por su guía y apoyo en nuestro camino.

También queremos extender nuestro agradecimiento a nuestra familia, quienes han estado a nuestro lado en todo momento, brindándonos incondicional apoyo en todos los momentos de nuestra vida. Su amor y apoyo han sido fundamentales para nuestro crecimiento personal y profesional.

Asimismo, deseamos expresar nuestra gratitud hacia los docentes de la facultad de odontología, quienes han contribuido significativamente a nuestra formación tanto profesional como personal. Apreciamos su dedicación al transmitirnos conocimientos y experiencias, lo cual nos ha permitido transitar por el camino del bien.

Por último, queremos hacer un reconocimiento especial a nuestro tutor de tesis, el Mg. Esp. Acuña Navarro, Eric Dario. Le agradecemos sinceramente por su generosidad al brindarnos la oportunidad de contar con su capacidad y experiencia científica y profesional. Su afecto y amistad han sido fundamentales para la realización del presente trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	11
III. METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	16
3.1.1. Tipo de investigación: Básica	16
3.1.2. Diseño de investigación: Experimental <i>in vitro</i> .	16
3.2. Variables y operacionalización	16
3.3. Población	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5. Procedimientos	17
3.5.1. Preparación de especímenes	17
3.5.2. Exposición a bebidas pigmentantes	19
3.5.3. Registro de color	19
3.6. Método de análisis de datos	20
3.7. Aspectos éticos	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	25
VI. CONCLUSIONES	29
VII. RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS	30
ANEXOS	38
ANEXOS 01: TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	
ANEXOS 02: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
ANEXOS 03: FOTOGRAFÍAS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sustancias pigmentantes	19
Tabla 2. Tiempo de evaluación	20
Tabla 3. Promedios de ΔE , ΔL , Δa , Δb	24

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Corte sagital y frontal del diente en cuatro partes iguales	18
Gráfico 1: Promedios de luminosidad L^*	21
Gráfico 2: Promedios de a^*	22
Gráfico 3: Promedios de b^*	23

RESUMEN

La cerveza es una de las bebidas más consumidas en el mundo; sin embargo, no se reportan estudios *in vitro* donde hayan evaluado cambio de color en dientes sumergidos en cerveza. El objetivo general del proyecto de investigación es evaluar el cambio de color en dientes humanos expuestos a cerveza industrial tipo lager y tipo dark lager. Se obtuvieron quince dientes, entre premolares y terceros molares, la corona fue dividida en 4 partes iguales, obteniendo un total de 60 especímenes, se dividieron en cuatro grupos. Los especímenes se sumergieron a 20 ml de sustancias pigmentantes durante 30 minutos al día por 30 días. Con ayuda del espectrofotómetro digital EasyShade Advance V, se realizó la evaluación de color de las bebidas a los 7, 14 y 30 días. Las muestras expuestas a café provocaron mayores cambios de color ($\Delta E = 13.58$), seguidas de las muestras expuestas a cerveza dark lager ($\Delta E = 8.33$), cerveza lager ($\Delta E = 6.01$), el agua destilada presentó los menores cambios ($\Delta E = 2.91$). Todas las muestras expuestas a cerveza lager, cerveza dark lager, café y agua destilada presentaron cambios perceptibles al ojo humano; sin embargo, las muestras expuestas a café presentaron mayor cambio de color.

Palabras clave: cerveza, diente, color.

ABSTRACT

Beer is one of the most consumed beverages in the world; however, no in vitro studies have been reported where color change in teeth immersed in beer has been evaluated. The general objective of the research project is to evaluate the color change in human teeth exposed to industrial lager and dark lager type beer. Fifteen teeth were obtained, between premolars and third molars, the crown was divided into 4 equal parts, obtaining a total of 60 specimens, divided into four groups. The specimens were immersed in 20 ml of pigmenting substances for 30 minutes a day for 30 days. With the help of the EasyShade Advance V digital spectrophotometer, the color evaluation of the beverages was carried out at 7, 14 and 30 days. The samples exposed to coffee caused greater color changes ($\Delta E = 13.58$), followed by the samples exposed to dark lager beer ($\Delta E = 8.33$), lager beer ($\Delta E = 6.01$), distilled water presented the least changes ($\Delta E = 2.91$). All samples exposed to lager beer, dark lager beer, coffee and distilled water presented perceptible changes to the human eye; however, the samples exposed to coffee presented greater color change.

Keywords: beer, tooth, color.

I. INTRODUCCIÓN

El consumo de cerveza es muy popular a nivel global, siendo una de las bebidas más frecuentemente ingeridas en todo el mundo; en el 2020, el consumo anual de cerveza fue de 181.9 litros por persona en República Checa, seguido por Austria con 96.8 litros por habitante.¹ En el caso de América Latina y El Caribe, el consumo de cerveza oscila en algunos países hasta el 56% de la población, siendo la droga más usada del mundo, ya que su consumo actúa en el sistema nervioso de forma depresora.² En el Perú, el 22.1% de la población mayor de 15 años ha tenido episodios de consumo excesivo de alcohol en algún momento de su vida. Del mismo modo, se conoce que los hombres consumen en mayor proporción que las mujeres, siendo el 32.4% y 12.3% respectivamente.³ El alcohol etílico o etanol son los principales componentes de las bebidas alcohólicas, pero pueden variar según la concentración y la elaboración. Su ingesta excesiva puede generar una disminución de la calidad de vida.⁴

La cerveza es la bebida alcohólica más popular del planeta. Se elabora a partir de agua, malta, levadura y lúpulo; además, puede utilizar una gran variedad de granos, como cebada, trigo, arroz, avena, maíz, entre otros; dependiendo del tipo y país de fabricación.⁵ La composición de la cerveza varía entre un 88% y un 95% de agua, lo cual influye en las características sensoriales de la cerveza. La calidad de la cerveza se basa en su pureza y dureza. La malta se obtiene al convertir el almidón de la cebada u otros cereales en azúcares simples que son fácilmente fermentables por la levadura. El lúpulo proporciona el sabor amargo a la cerveza debido a los componentes presentes en el ácido α (humulona), el ácido β (lupulona) y los productos de oxidación del ácido amargo, cuya proporción depende de su solubilidad. La levadura es responsable de la fermentación en productos tradicionales como el pan, el vino y la cerveza; su actividad óptima ocurre en un rango de pH entre 4,5 y 6,5.⁶

Las bebidas alcohólicas se asocia con el inicio y desarrollo de algunas enfermedades bucodentales, por ejemplo personas que consumen alcohol presentan mayor tasa de gingivitis, sangrado de las papilas interdentes⁷, bolsas gingivales profundas con pérdidas óseas relacionada,⁸ xerostomía, también una alta incidencia de caries, cambios superficiales que pueden llevar a la erosión del tejido dental⁹ y también generan cambio de color.¹⁰

Dado que la cerveza es ampliamente reconocida como una de las bebidas alcohólicas más populares a nivel global y buscando conocer si estas bebidas pigmentan los dientes, se hace la siguiente pregunta de investigación: ¿Las cervezas tipo lager y dark lager producen cambio de color en dientes humanos?

Además, diversos autores han reportado que la cerveza pigmenta los materiales dentales, como resinas compuestas^{11,12} pero no se reportan estudios donde hayan evaluado cambio de color en dientes.

Por lo tanto, el objetivo general del presente proyecto de investigación es evaluar el cambio de color en dientes humanos expuestos a cerveza industrial tipo lager y tipo dark lager. Los objetivos específicos serán determinar el cambio de color *in vitro* durante una semana, dos semanas y cuatro semanas de exposición con cerveza industrial tipo lager en dientes humanos y determinar el cambio de color *in vitro* durante una semana, dos semanas y cuatro semanas de exposición con cerveza industrial tipo dark lager en dientes humanos.

II. MARCO TEÓRICO

El color es una característica de los objetos, de tal manera que se interpretan en presencia de una fuente emisora de luz. Debido a la luz que percibe cada persona en los objetos también distingue su color, en ella incluyen características superficiales como su transparencia, translucidez, brillo y opacidad, así como el tamaño y forma.¹³ Dependiendo de qué fuente lumínica se trate y de su intensidad, la percepción de un mismo color puede variar. La luz es primordial para la toma de color, ya que sin luz el color no existe, por lo tanto, ambos están relacionados en la realización de la toma de color.¹⁴

La medición del color puede ser evaluada mediante métodos visuales, utilizando instrumentos diseñados para su medición. Entre ellos incluyen las escalas de color, cámaras digitales, sistemas de imagen y los más reconocidos son los colorímetros y espectrofotómetros.¹⁵

El colorímetro es aquel instrumento que fue diseñado con el fin de medir directamente el color y determinar las respuestas en cada uno de los valores triestímulo, incluyendo al color azul, verde y rojo; este instrumento es de menor costo y fácil de manipular, sin embargo poseen menos precisión que los espectrofotómetros debido a que la duración los filtros es menor, afectando los resultados.¹⁶ Mientras el espectrofotómetro nos permite una medición constante, precisa y científica del color natural del diente, reflejando las desviaciones del valor, matiz estándar y saturación.¹⁷

El espectrofotómetro es considerado como un instrumento seguro, útil y flexible para tomar el color en los dientes; estos aparatos son empleados en los objetos que requieran medir el color. El registro es recabado en el sistema CIELAB, que incluye las coordenadas tridimensionales.¹⁸ En el sistema mencionado, los colores se expresan en tres ejes relacionándose entre sí para establecer el color del espécimen. El eje L^* es aquella que indica la luminosidad de la pieza con valores de 0 a 100, siendo el negro absoluto y blanco absoluto respectivamente. Del mismo modo, el eje a^* simboliza la

cantidad de rojo o verde, significando el valor de a^* positivo y el valor de a^* negativo respectivamente; por último, el eje b^* figura como la cantidad de amarillo o azul siendo el b^* positivo o b^* negativo correspondiente. Si la valorización de los ejes a^* y b^* se acercan a cero, significa un área acromática, basándose en la escala de valor.¹⁹

Las piezas dentarias humanas presentan diferentes colores y tonalidades en función de factores como la sexo, edad y raza;²⁰ sin embargo, los dientes son muy sensibles y vulnerables a los efectos de contaminantes químicos, tóxicos y de otras drogas como la cerveza; todo ello, puede ocasionar afectación tanto en el color y la composición del diente. Las variaciones en el color de los dientes están directamente relacionadas con las estructuras que los componen, como el esmalte y la dentina, esta tiene un tono amarillo y juega un papel relevante en la coloración de los dientes, ya que a medida que incrementa la cantidad de dentina, los dientes tienden a adquirir un tono más amarillento.²¹

La pigmentación dental resulta de factores intrínsecos y extrínsecos.²² Las pigmentación extrínsecas suelen encontrarse en sectores donde la salivación es escasa como por ejemplo en zonas con maloclusión dental, en la zona vestibular de molares superiores o en lingual de incisivos inferiores.²³ Las pigmentaciones de este tipo pueden tener diferentes causas, y pueden ser de origen alimenticio producida por el consumo de té, vino, chocolate, cerveza; del mismo modo, se origina al consumir tabaco, también es de origen profesional (trabajadores industriales) y de procedencia iatrogénico determinada por recetar fármacos o sustancias pigmentantes como el fluoruro estañoso o la clorhexidina.^{24,25}

Las pigmentaciones intrínsecas se basan en que la sustancia pigmentante se ubican en el interior de la pieza dentaria o forma parte de la estructura interna del tejido.²⁶ Esta condición puede ser permanente o transitoria, pudiendo afectar a toda la dentición o solo un diente. Esta alteración aparece de forma generalizada por enfermedades sistémicas o displasias dentales; de la misma

forma pueden ser locales, incluyendo procesos pulpares y traumatismos (necrosis, hemorragias pulpares), patologías dentales como reabsorción radicular y caries; por último, se produce tinción intrínseca por material de obturación como amalgama y resinas, y materiales de endodoncia.²⁷

En Latinoamérica, entre los hábitos alimentarios más comunes que se han relacionado con la decoloración de los dientes se encuentran el consumo de vino tinto y café. La primera, es la bebida de mayor consumo en muchas regiones de Latinoamérica; goza de la presencia de cafeína y otros componentes, el café contiene una variedad de compuestos fenólicos, como los ácidos clorogénico, cafeico y melanoidina, los cuales poseen propiedades antioxidantes.²⁸ Asimismo, el vino tinto muestra compuestos fenólicos responsables del color rojo, los cuales están relacionados con las propiedades organolépticas del vino y con las variaciones en la producción del mismo. Si ambas bebidas se consumen en exceso, provocan pigmentación externa de los dientes.²⁹

La cerveza es la bebida alcohólica más conocida y consumida después del té.³⁰ La relación entre alcohol y salud bucal está muy investigada; sin embargo, existen pocos estudios que la evalúen con el cambio de color con las piezas dentales. La cerveza resulta de una diversa fermentación de productos, principalmente cebada malteada, trigo, arroz, maíz, lúpulo y levadura para el tipo lager. Del mismo modo, el contenido alcohólico de las cervezas lager es del 5%.³¹

En el transcurso de la fermentación, en la producción de esta bebida, la levadura se sitúa en la mezcla y los aminoácidos libres son absorbidos por ella, dejando los péptidos y polipéptidos que contienen glutamato y aspartato, más citrato y otros ácidos orgánicos excretados de la levadura como el principal sistema amortiguador en la cerveza. Las cervezas dark lager tiñen intensamente los compuestos que las cervezas tipo lager por presentar mayor concentración de proteínas, aminoácidos y riboflavinas.³²

El pH de la cerveza está entre 4.2 al 4.6, lo que puede inhibir el crecimiento de algunos organismos; un pH más bajo puede indicar la proliferación de bacterias formadoras de ácido, lo que hace que la cerveza se vuelva amarga.³³

Quispe et al. (2021), en su investigación determina el efecto erosivo de piezas dentales permanentes expuestas a sustancias como: Cuzqueña Negra, Cuzqueña de Trigo, Cerveza Cristal, Pilsen Callao y solución salina fisiológica con un pH de 4.09, 4.4, 3.7, 4.6 y 6.8 respectivamente. La investigación se realizó durante 5 minutos, con tres repeticiones cada 12 horas durante 70 días y el muestreo se realizó cada siete días. Concluyendo que existe una gran correlación negativa entre la reducción de peso en los dientes permanentes y el pH de las cervezas. La cerveza provoca efectos erosivos en la dentición permanente, siendo la Cuzqueña Negra resultante de mayor grado de erosión.³⁴

En la investigación de Lussi et al. (2012), afirma que las bebidas alcohólicas causan una disminución estadística significativa de la dureza superficial en el esmalte, destacando la relevancia que presentan los aditivos ácidos en el aumento de la capacidad erosiva de los agentes que las causan.³⁵

En el estudio realizado por Nogueira et al. (2000), donde incluyó siete marcas de cervezas (Antarctica, Brahma, Schincariol, Bavaria, Heineken, Kaiser y Skol con un pH de 3,92; 3,87; 3,79; 4,63; 4,80; 4,45 y 4,11 respectivamente) presentaron desmineralización de los componentes dentales de esmalte bovino a pesar de los valores de pH inferiores y superiores a 4.0. Concluyendo que las marcas disponibles en Brasil tienen efectos dentales potenciales, en ella incluye la presencia del componente maltosa en la cerveza que puede resultar cariogénica.³⁶

Zanatta et al. (2016), en su estudio que tuvo como objetivo evaluar el efecto de las cervezas sobre la microdureza del esmalte bovino. Utilizó cincuenta especímenes de esmalte y se dividieron en cinco grupos (n = 10), empleando

sustancias como: Saliva, Coca Cola, Brahma, Heineken y Budweiser. Se concluyó que la Coca Cola redujo la microdureza en momentos mayoritarios de inmersión, mientras Heineken resultó con valores bajos a los una hora. Las bebidas alcohólicas que fueron incluidas tuvieron un bajo potencial de causar erosión en el esmalte a diferencia de la Coca Cola.³⁷

Hong (2019) consideró que el adulto promedio consume alcohol durante dos horas, por ello en su estudio dividió en tres grupos las 57 muestras de dientes naturales, sumergiéndolos en un tiempo de 10, 60 y 120 minutos, concluyendo que a mayor tiempo de exposición cambia exponencialmente los niveles de fósforo y calcio en las superficies estudiadas.³⁸

Respecto al cambio de color, la mayoría de los autores concuerdan que a mayor tiempo de inmersión produce cambio de color en las superficies. Además, en un estudio de Bansal (2012), afirma que el tiempo es un factor relevante para la estabilidad del color, en este estudio mostraron que a mayor tiempo de inmersión, el cambio de color se hace más intenso.¹¹

Del mismo modo, en una investigación realizada por Antonov (2016), concluyó que la exposición de los compuestos de resina en cervezas tipo lager y dark lager (Bernard, Guinness, Erdinger, Leffe, Tuborg) cambia las propiedades ópticas. El cambio de color se observó después de 14 días de inmersión de los especímenes en las sustancias; la intensidad de la pigmentación fue proporcional al potencial de absorción de la solución de cerveza; resultando que, a mayor absorción de cerveza se observó una decoloración más fuerte. Por lo tanto, las cervezas dark lager tiñen intensamente los compuestos que las cervezas tipo lager por presentar mayor concentración de proteínas, aminoácidos y riboflavinas.¹²

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación: Básica

3.1.2. Diseño de investigación: Experimental *in vitro*.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable: Cambio de color (dependiente)

Definición conceptual: Alteración del color original de los dientes sometidos a bebidas pigmentantes.

Definición operacional: Modificación del color dental sumergidas a diferentes bebidas.

Dimensión: Escala CIElab

Indicadores: L* a* b* E*

Escala de medición: Cuantitativo, continuos

3.2.2. Variable: Sustancia pigmentante (independiente)

Definición conceptual: Sustancia que ocasiona alteración de color en el diente.

Definición operacional: Sustancia empleada para pigmentar los dientes.

Dimensión: Bebida

Indicadores: Cerveza industrial tipo lager y dark lager.

Escala de medición: Cualitativo, nominal

3.2.3 Variable: Tiempo de evaluación (dependiente)

Definición conceptual: Periodo de tiempo de exposición de los dientes naturales en las bebidas alcohólicas.

Definición operacional: Momento en que se evaluaron las muestras.

Dimensión: Días

Indicadores: Día 0 - Inicio de exposición.

Día 7 - Una semana de exposición.

Día 14 - Segunda semana de exposición.

Día 30 - Un mes de exposición.

Escala de medición: Cuantitativa, discreta

3.3. Población

Se utilizarán 15 dientes premolares y terceras molares humanos sanos extraídos por fines ortodónticos

Criterios de inclusión: dientes sanos

Criterios de exclusión: dientes cariados, dientes con fluorosis, dientes con manchas blancas, dientes con fracturas.

Previo a la realización de este estudio, se realizó una revisión bibliográfica donde se evidenció un promedio del tamaño muestral de los estudios se encontró entre 5 a 10 muestras. Este dato fue corroborado a través de una fórmula de contraste de medias, cuyo bajo tamaño muestral se debe a que la desviación estándar de los estudios revisados es baja. Por lo que proponemos 15 muestras para reducir el error, sin embargo, se tiene considerado la realización de un piloto para corroborar este tamaño muestral.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se aplicó la técnica observacional al utilizar un espectrofotómetro digital EasyShade Advance V (VITA Zanefabrik, Germany) que se encargó de obtener los valores de L* a* y b* del espacio CIElab que fueron usados con la siguiente fórmula para obtener el Delta E (ΔE):

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta l)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$
$$\Delta E = \sqrt{(l_1 - l_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

3.5. Procedimientos

El presente proyecto de investigación experimental *In vitro* será enviado al comité de ética de la Escuela de Estomatología de la Universidad César Vallejo.

3.5.1. Preparación de especímenes

Se obtuvieron quince dientes, entre premolares y terceras molares extraídos por motivos ortodónticos, siguiendo los criterios de inclusión correspondientes.

Se realizó la remoción de tejido periodontal con curetas periodontales (Hu-Friedy, Estados Unidos), luego se lavó con agua corriente, ayudándose del detergente y una esponja; por consiguiente, se hizo la profilaxis en cada uno de los dientes con ayuda de escobillas Robinson, pasta profiláctica Shine (Maquira, Brasil) y un micromotor de baja velocidad (NSK, Japón). Se almacenaron en recipientes en una refrigeradora con agua destilada, esta fue cambiada semanalmente. A continuación, se separó la corona y raíz de los dientes con un disco de diamante de baja velocidad. La corona fue dividida en 4 partes iguales, haciendo cortes de vestibular a palatino/lingual y mesial a distal (Figura 01), obteniendo un total de 60 especímenes; por consiguiente, se dividieron 15 fragmentos por grupo. Se realizó una inmersión previa de todos los especímenes en agua destilada una semana antes de iniciar con las evaluaciones de color.

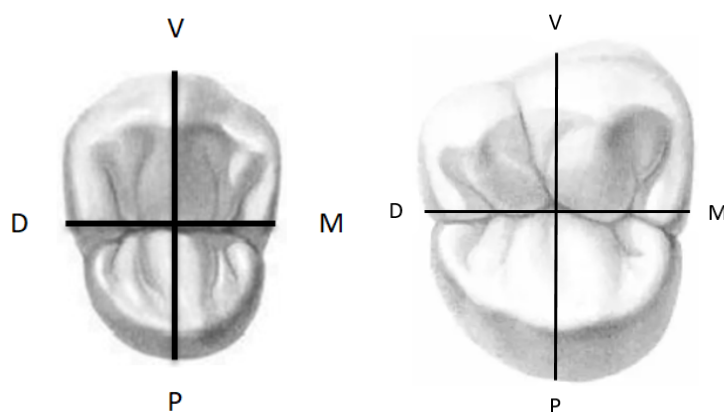


Figura 01: corte sagital y frontal del diente en cuatro partes iguales.

Los especímenes fueron distribuidos al azar en cuatro grupos, como se muestra a continuación:

- Grupo 1 (n=15): Se sumergieron fragmentos de dientes naturales en 20 ml de cerveza lager de la marca Heineken® (Heineken International, Países Bajos).
- Grupo 2 (n=15): Se sumergieron quince fragmentos de dientes en 20 ml de cerveza dark lager de la marca Cusqueña en presentación negra. (UCP Backus & Johnston, Perú)

- Grupo 3 (n=15): Se sumergieron fragmentos de dientes naturales en 20 ml de agua destilada (Alkofarma, Perú) como grupo control negativo.
- Grupo 4 (n=15): Se sumergieron fragmentos de dientes en 20 ml de café (Nescafe, Colombia). Se preparó café y se disolvió 4 g de café en una taza con 400 ml de agua hirviendo por un minuto, y se dejó enfriar a temperatura ambiente.
-

Tabla 1. Sustancias pigmentantes

HEINEKEN®	CUSQUEÑA (NEGRA)	CAFÉ	AGUA DESTILADA
15 especímenes	15 especímenes	15 especímenes	15 especímenes

3.5.2. Exposición a bebidas pigmentantes

Los especímenes se sumergieron a 20 ml de sustancias pigmentantes (cerveza tipo lager, dark lager, café y agua destilada) durante 30 minutos al día por 30 días. Las muestras fueron expuestas a temperatura ambiente y enjuagadas con agua destilada luego de la exposición a las bebidas pigmentantes. Finalmente se mantuvieron almacenadas en agua destilada durante todo el experimento.

3.5.3. Registro de color

Con ayuda del espectrofotómetro digital Easy Shade Advance V (VITA Zanafabrik, Germany), los autores realizaron la evaluación de color en cada uno de los dientes antes y después de sumergirlos en cada una de las bebidas a los 7, 14 y 30 días durante 30 minutos de exposición.

Primero se calibró el espectrofotómetro digital, mediante el bloque de calibración de color B1 que incluye la base. Posteriormente, se realizaron tres tomas por muestra que fueron promediadas, se obtuvieron los valores de L* a* y b* para obtener la diferencia de color mediante la fórmula de ΔE en los tiempos presentados en la tabla 2.

Tabla 2. Tiempo de evaluación

DÍAS	PROCESO
DÍA 0	Inicio de exposición de sustancias seleccionadas en dientes humanos.
DÍA 7	Una semana de exposición.
DÍA 14	Segunda semana de exposición.
DÍA 30	Un mes de exposición.

3.6. Método de análisis de datos

La información que se recabó fue procesada con el SPSS, versión 29 y, se realizó la estadística de ANOVA de dos vías para comparar datos de color, y múltiples comparaciones serán realizadas con la prueba Tukey post hoc.

3.7. Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación de tipo básico con diseño experimental *in vitro* será enviado a evaluación por el comité de ética de la Universidad César Vallejo.

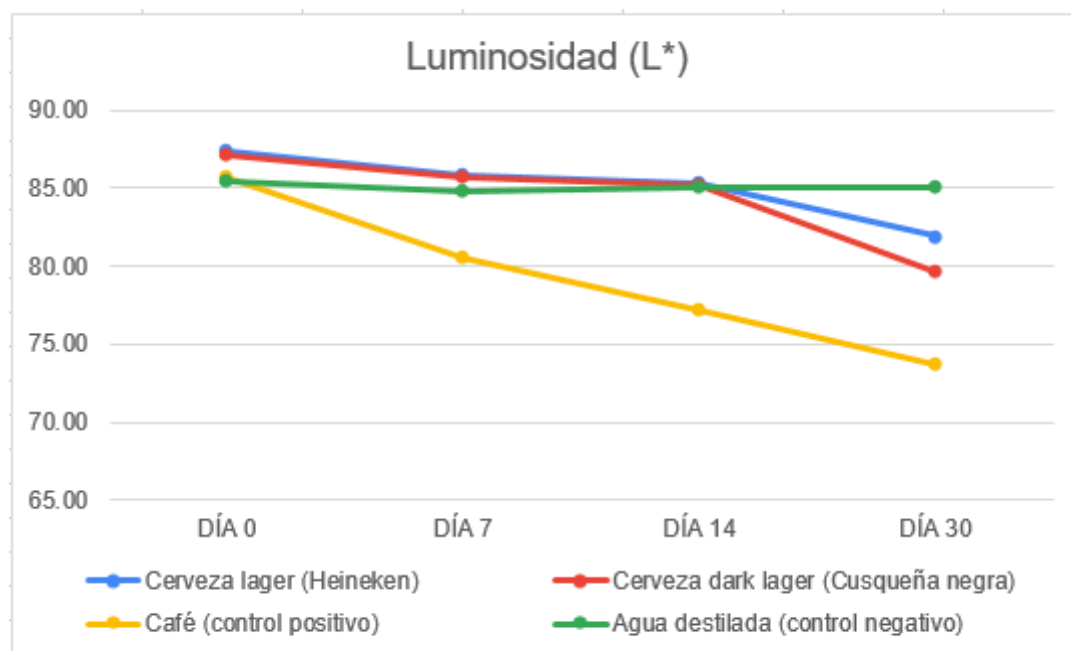
Los dientes premolares y terceras molares fueron recopilados por motivos ortodónticos y no se vio afectada la integridad de personas.

Del mismo modo, se cumplió con las normas de bioseguridad establecidas en la universidad, con el fin de manipular adecuadamente los especímenes dentales y las sustancias pigmentantes. Además, se aplicaron los principios de la declaración de Singapur sobre la integridad de la investigación.

IV. RESULTADOS

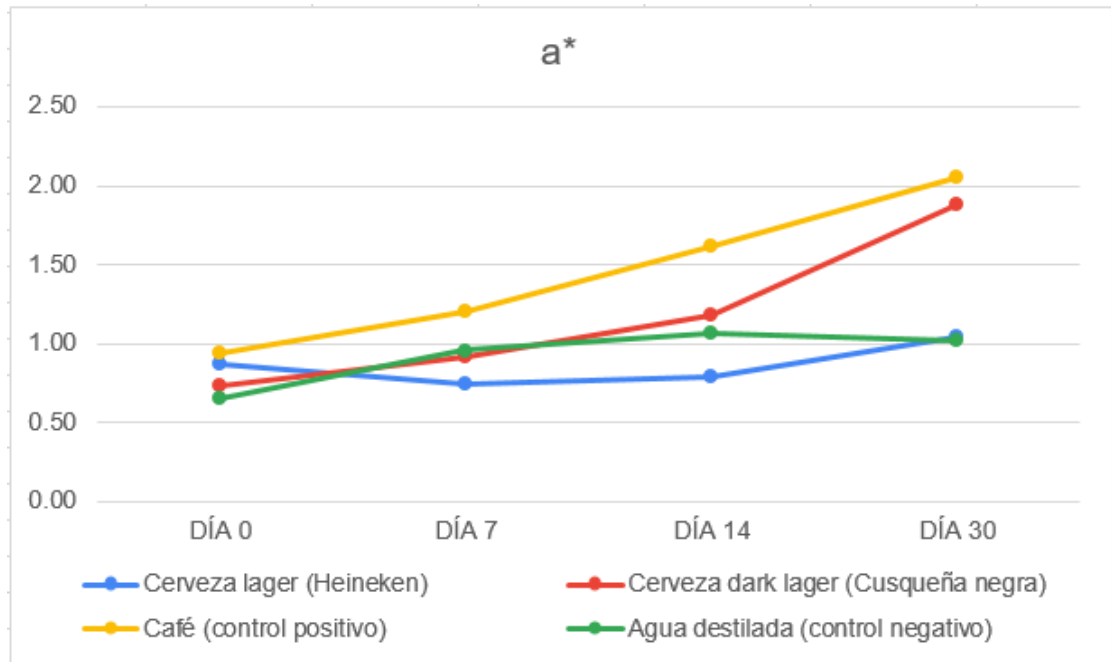
En el **Gráfico 1** se observó una disminución de L^* en el café, en la cerveza lager y en la cerveza dark lager. La mayor disminución se dio en el grupo expuesto a café, seguido de la cerveza dark lager y lager. El agua destilada no produjo una reducción de L^* .

Gráfico 1: Promedios de luminosidad (L^*) de especímenes de dientes naturales expuestas a cerveza lager y dark lager en los días 0, 7, 14, 30.



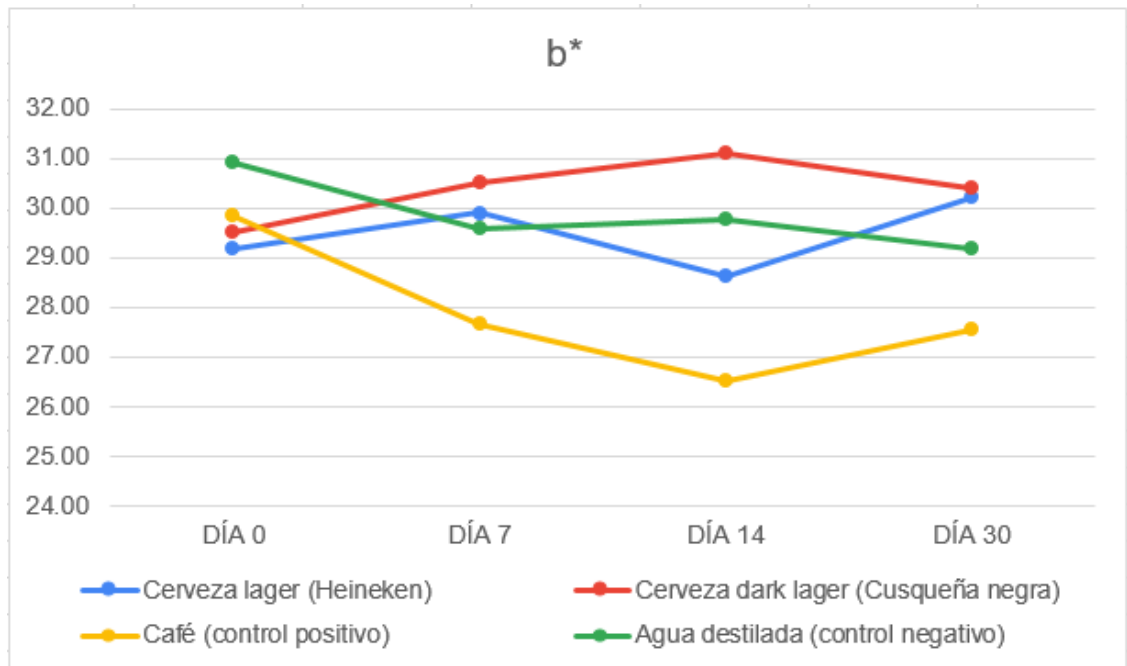
En el **Gráfico 2**, se evidenció un aumento de a^* en todas las muestras de dientes naturales. La sumersión al café y cerveza dark lager provocó mayores aumentos de a^* , a diferencia del agua destilada y la cerveza lager.

Gráfico 2: Promedios de a^* de especímenes de dientes naturales expuestas a cerveza lager y dark lager en los días 0, 7, 14, 30.



En el **Gráfico 3**, a los 30 días, se observó un aumento en las cervezas lager y dark lager de los dientes naturales. Por otro lado, en el café y el agua destilada se evidenció una disminución de b^* .

Gráfico 3: Promedios de b^* de especímenes de dientes naturales expuestas a cerveza lager y dark lager en los días 0, 7, 14, 30.



En la **Tabla 3** presentamos los promedios de cambios de color a los 30 días.

Al evaluar ΔL , se encontró que el café es la sustancia que produce mayor disminución de L^* , seguido por la cerveza lager y la cerveza dark lager, que no presentan diferencias significativas entre ellas. Por otro lado, el agua destilada produjo la menor variación.

Con respecto a Δa , no existe diferencia estadísticamente significativa en ninguno de los grupos.

En el caso de Δb , se encontró que las bebidas que presentaban mayor disminución fueron el café, seguido del agua destilada. Mientras que la cerveza lager y dark lager presentaron ligeros aumentos.

Según los datos recopilados, la exposición al café provocó el mayor cambio significativo de color, seguido por los grupos expuestos a cerveza dark lager y cerveza lager, no habiendo diferencia estadísticamente significativa entre estos. El agua destilada fue el grupo que presentó un menor cambio de color. Todas las sustancias evaluadas originaron un aumento del ΔE en los dientes naturales humanos.

Tabla 3. Promedios de ΔE , ΔL , Δa , Δb de dientes naturales expuestos a cerveza lager, cerveza dark lager, café y agua destilada.

	Cerveza lager	Cerveza dark lager	Café (+)	Agua destilada (-)
ΔL	-5.48 A	-7.50 A	-12.04 B	-0.40 C
Δa	0.17 A	1.15 A	1.11 A	0.37 A
Δb	1.06 A	0.87 AB	-2.29 BC	-1.75 AC
ΔE	6.01 * A	8.33 * A	13.58 * B	2.91* C

Letras en mayúscula refieren diferencia estadística significativa entre las diferentes sustancias.

Se resalta con * cambios de color mayores al umbral percibido por el ojo humano ($\Delta > 2.7$)³⁹

V. DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el cambio de color en dientes humanos expuestos a cerveza industrial tipo lager y tipo dark lager. Los resultados mostraron que la cerveza lager, la cerveza dark lager y el café, produjeron cambio de color perfectibles al ojo humano en los especímenes. La probabilidad de producir pigmentación en los dientes se atribuye al consumo excesivo de bebidas, estos efectos ocurren sobre todo en periodos de tiempo prolongado.⁴⁰

Con respecto a la cerveza dark lager, se observó cambio de color en los dientes a los 30 días de exposición, con respecto a las diferentes coordenadas de color, se obtuvo una disminución de luminosidad (L^*), aumento de a^* y un ligero incremento de b^* . Esta bebida presenta ingredientes como agua, malta de cebada (caramelo y tostada), lúpulo, levadura y azúcar; siendo la malta de cebada y la levadura las responsables en la coloración de las cervezas, siendo un proceso extra de maduración que acentúa el color oscuro de la bebida, sabor a Toffe.⁴¹

Yang (2022), afirma que las melanoidinas son compuestos químicos responsables de la pigmentación marrón oscuro en las cervezas dark lager, se forman durante el proceso de tostado de la producción de la cerveza, específicamente en el transcurso de la malteación y cocción de los granos de cereales, estos compuestos son la principal responsable en la formación de sabor, aroma y color.⁴² Del mismo modo, los taninos son compuestos fenólicos vegetales, siendo uno de los grupos de compuestos químicos más extendidos y complejos en el reino vegetal; Julkunen (2009), confirma que este compuesto está presente en las cervezas, principalmente en la malta de cebada.⁴³ Los taninos se dividen en dos grupos: los taninos hidrolizables y las proantocianidinas o también llamados taninos condensados, los últimos son los responsables de producir pigmentación.⁴⁴ Estudios anteriores han mostrado que las melanoidinas (en el café),^{45,46} y los taninos (en el té)^{45,47} producen cambio de color en las superficies.

El grano de cebada cervecera implica cuatro pasos principales: maceración (aumento del contenido de agua), germinación, tostado (tratamiento térmico) y limpieza (eliminación de raicillas). El cambio más notable durante la germinación es una intensa síntesis de enzimas hidrolizantes (amilasas, proteasas y β -glucanasa). Estas enzimas modifican el grano de cebada al nivel deseado. Todos estos cambios se abortan aplicando una mayor temperatura en las etapas de horneado y tostado.⁴⁸ Aquí, el grano malteado se seca hasta el contenido final de humedad (3% - 4%); a temperaturas más altas, se desarrolla mayor intensidad en el color y sabor.⁴⁹ Antonov (2016) argumenta que, la tinción de las muestras será mayor en las cervezas con mayor concentración de especies colorantes.¹²

Por otro lado, en la cerveza Lager también hubo cambio de color en los especímenes a los 30 días de sumersión, se encontraron resultados como la disminución de L^* , ligero aumento de a^* y similar incremento en b^* , comparada con la cerveza dark lager. La cerveza lager está compuesta por agua, malta de cebada, extracto de lúpulo, levadura y gluten;³⁷ al igual que en la cerveza dark lager, la malta de cebada (melanoidinas y taninos) y la levadura producen coloración en los especímenes. Siendo la malta un cereal en la fase inicial de germinación, cuyo proceso ha sido regulado y detenido a través del secado; este ingrediente posee las enzimas suficientes para hidrolizar los hidratos de carbono complejos, lo cual es un paso esencial en la obtención del mosto. El azúcar predominante en la malta es la maltosa, seguida de la maltotriosa y la glucosa.⁵⁰ Del mismo modo, la levadura también conocida como *Saccharomyces uvarum*, desempeña la función de fermentar los azúcares como sacarosa, glucosa, fructosa, maltotriosa y maltosa presentes en el mosto, siendo ésta aquella que se obtiene por una serie de procedimientos previos como la mezcla de la malta molida con agua y el calentamiento gradual por más de una hora a temperaturas de 48°C a 72°C, finalmente la solución es sometida a ebullición por 60 minutos para obtener el mosto.⁵¹ Antonov (2016), menciona compuestos que también están relacionados al cambio de color en dientes, ello está conformado por

proteínas, aminoácidos (triptófano, tirosina y fenilalanina) y riboflavinas; la diferencia en que la concentración de estos componentes en la cerveza lager es menor que en la cerveza dark lager.¹² Erdemir (2017), considera que las cervezas tienen un efecto colorante.⁵²

En la presente investigación, las cervezas dark lager y lager ocasionaron un cambio de color superior al umbral clínicamente aceptable (2.7)³⁹ a los 30 días de inmersión, siendo perceptibles al ojo humano. Es el primer estudio que analiza el efecto de estas bebidas en el color de los dientes humanos.

Otra de las bebidas estudiadas y con resultados sobresalientes fue el café, en esta sustancia hubo mayor disminución de luminosidad (L^*) a comparación de los otros grupos estudiados, valores elevados de a^* y mayor disminución de b^* . Dentro de la composición de esta bebida se encuentran las melanoidinas (en mayor proporción), taninos (menor cantidad), cafeína, carbohidratos, grasas y proteínas; siendo los tres primeros, los responsables de pigmentar los dientes. Las melanoidinas, durante el desarrollo de tostado, los componentes del grano de café sufren cambios estructurales que conducen a la formación de melanoidinas, estas se definen como compuestos nitrogenados de alto peso molecular y de color marrón^{45,47}; Manojlovic (2015), refiere que la coloración en las superficies por el café se da a consecuencia de los espectros de absorción presentes en las melanoidinas.⁴⁵ Por parte de los taninos, son sustancias cromógenas que aportan al sabor y a la coloración oscura de la bebida; Nathoo (1997) afirma que, los taninos poseen el potencial para adherirse al esmalte, provocando coloración en el diente.⁵³ Del mismo modo, el alcaloide como la cafeína, es capaz de pigmentar estructuras dentarias, también se encuentra presente en la guaraná, el té y el cacao.⁵⁴

La variación de color en los dientes humanos no sólo está limitada por las bebidas o alimentos pigmentantes, sino por los niveles de pH⁵⁵. Los niveles de pH en las bebidas estudiadas como cerveza dark lager (4.0)³⁴, cerveza lager (4.8)³⁶ y café (4.85 - 5.10)⁵⁴ se encuentran en un rango ligeramente

ácido. En el estudio de Shereen (2010), la solución ácida pigmentada causó una decoloración dental significativa tanto extrínseca como intrínseca en comparación con las soluciones neutras o alcalinas altamente pigmentadas, llegando a la conclusión que un pH bajo no solo compromete clínicamente la integridad de la superficie del esmalte, sino que también puede aumentar la probabilidad de decoloración de los dientes en presencia de alimentos/bebidas altamente pigmentantes.⁵⁶

El método más confiable para establecer el color dentario es la espectrofotometría.⁵⁷⁻⁵⁹ El uso del espectrofotómetro digital Easyshade Advance V (VITA Zanafabrik, Germany) en este estudio experimental otorga información sobre el color dental con valores de L*, a* y b* más precisos y consistentes en comparación con otras técnicas, como las guías de color y la evaluación visual. En el presente estudio, el espectrofotómetro aumentó la confiabilidad de los resultados y permitió una mejor comparación entre los diferentes grupos de trabajo. Se realizó un estudio *in vitro* que no logró simular completamente el entorno oral, incluyendo factores como la saliva, humedad y temperatura. Además, se critica el tiempo de exposición utilizado, ya que resulta difícil que una persona mantenga una sustancia en la boca durante 30 minutos; sin embargo, esta duración se empleó en la investigación para estandarizar la exposición de las bebidas y forzar el efecto de pigmentación en el espécimen.

VI. CONCLUSIONES

1. Pese a las limitaciones del estudio *in vitro* podemos concluir que todas las muestras expuestas a cerveza lager, cerveza dark lager, café y agua destilada presentaron cambios perceptibles al ojo humano; sin embargo, las muestras expuestas a café presentaron mayor cambio de color.
2. La exposición a la cerveza dark lager en dientes humanos durante una semana, dos semanas y un mes generó disminución de L^* y aumento de a^* y b^* .
3. La exposición a la cerveza lager en dientes humanos durante una semana, dos semanas y un mes generó disminución de L^* y aumento de a^* y b^* .

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones similares al cambio de color dental con los diferentes tipos de cerveza como la red lager, wheat beer, double malt lager, golden lager.
2. Para valorar con exactitud el cambio de coloración en los dientes, se sugiere realizar un estudio con saliva artificial.
3. Realizar trabajos de investigación con estas bebidas, pero a temperatura fría y comparar si hubo variaciones en los resultados.

REFERENCIAS

1. Kirin. Per capita beer consumption worldwide in 2020, by leading countries. Statista2022 [en línea]; 2020 [consulted 5 de setiembre 2022]. Available from: <https://www.statista.com/statistics/382040/global-per-capita-beer-consumption-by-country/>
2. Medina Mora, M., Monteiro, M., Rafful, C. y Samano, I. Comprehensive analysis of alcohol policies in Latin America and the Caribbean. *Drug and Alcohol Review*. 2021;40:385-401. Available from: <https://doi.org/10.1111/dar.13227>
3. Cabanillas William. Alcohol consumption and gender in the school adolescent population of Peru: evolution and intervention challenges. *Rev. Perú. med. exp. salud pública*. 2020;37(1):148-154. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-4634202000100148&lng=es
4. Khairnar K, Umesh W, Sonam M. Effect of Alcoholism on Oral Health: A Review. *J Alcohol Drug Depend*. 2017; 5(3):1-4. Available from: <https://www.longdom.org/open-access/effect-of-alcoholism-on-oral-health-a-review-2329-6488-1000266.pdf>
5. Aponte M, Espósito F, Sequino S, Blaiotta G, De Filippis F. Stuck or sluggish fermentations in home-made beers: Beyond the surface. *Int J Food Microbiol*. 2022; 383. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109956>
6. Castorena J, Juárez V, Cano M, Santiago V, López O. Caracterización Físico-química de Cerveza Artesanal don Adjunto de Maíz Azul y Derivados de Caña de Azúcar. *Conciencia Tecnológica*. 2020;(60). Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94465715001>
7. Çetinkaya H, Romaniuk P. Relationship between consumption of soft and alcoholic drinks and oral health problems. *Cent Eur J Public Health*. 2020; 28(2):94-102. Available from: <https://doi.org/10.21101/cejph.a5745>
8. Çetinkaya H, Romaniuk P. Relationship between consumption of soft and alcoholic drinks and oral health problems. *Cent Eur J Public Health*. 2020;28(2):94-102. Available from: <https://cejph.szu.cz/pdfs/cjp/2020/02/02.pdf>

9. Dyasanoor S, Saddu SC. Association of Xerostomia and Assessment of Salivary Flow Using Modified Schirmer Test among Smokers and Healthy Individuals: A Preliminatory Study. *J Clin Diagn Res.* 2015; 8(1): 211-3. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3939554/>
10. Andersson P, Johannsen A. Dental patients' perceptions and motivation in smoking cessation activities. *Acta Odontol Scand.* 2016; 74 (4): 285 - 290. Available in: <https://doi.org/10.3109/00016357.2015.1114669>
11. Bansal K, Acharya R, Saraswathi V. Effect of alcoholic and non-alcoholic beverages on color stability and surface roughness of resin composites: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2012; 15(3):283-8. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3410343/>
12. Antonov M, Lenhardt L, Manojlović D, Milićević B, Zeković I, Dramićanin M. Changes of Color and Fluorescence of Resin Composites Immersed in Beer. *J Esthet Restor Dent.* 2016; 28 (5): 330 - 338. Available from: <https://doi.org/10.1111/jerd.12232>
13. BL Tan, AUJ Yap, HNT Ma, J Chew, WJ Tan; Effect of Beverages on Color and Translucency of New Tooth-Colored Restoratives. *Operative Dentistry.* 2015; 40 (2): 56 - 65. Available from: <https://doi.org/10.2341/149027-L>
14. Rade D. Paravina, Maria M. Pérez, Razvan Ghinea. Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *J Esthet Restor Dent.* 2019; 1–10. Available from: <https://doi.org/10.1111/jerd.12465>
15. Morales G, Badillo B, Peralta F, Castillo U, Jijón H, Torres A, Viridiana J. Estabilidad de color de dientes naturales ante diferentes bebidas: estudio in vitro. *Revista ADM.* 2021; 78 (2): 73 - 79. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.35366/99281>
16. Ballard E, Metz M, Harris B, Metz C, Chou J, Morton D, Lin W. Satisfaction of Dental Students, Faculty, and Patients with Tooth Shade-Matching Using a Spectrophotometer. *J. Dent. Educ.* 2017; 81: 545-553. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.21815/JDE.016.022>
17. Jouhar R, Muhammad AA, Khurshid Z. An Overview of Shade Selection in Clinical Dentistry. *Applied Sciences* 2022;12(14):6841. Available from: <https://www.proquest.com/docview/2693907746?accountid=37408>

18. Schmeling M, Andrada M, Maia H, Araújo E. Translucency of value resin composites used to replace enamel in stratified composite restoration techniques. *J Esthet Restor Dent.* 2012; 24(1): 53-58. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2011.00419.x>
19. Schmeling M. Selección y reproducción del color en odontología. Parte 3: Coincidencia de sombras visuales e instrumentales. *Odovtos - Int J Dent Sc.* 2017;19(1):23-32. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/Odontos/article/view/28083>
20. Gumila M., Gutiérrez M. Caracterización clínico epidemiológica de pacientes con discromía dental. *Rev Cub Med Mil.* 2020; 49(4): e640. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572020000400008&lng=es
21. Paul D. Battersby, Stephen J. Battersby. Measurements and modelling of the influence of dentine colour and enamel on tooth colour. *Journal of Dentistry.* 2015; 43(3): 373-381. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030057121400311X>
22. Andrade I, Soares L, de Lavor Juliane, Correia F, Becerra A. Investigation of the Erosive Potential of Different Types of Alcoholic Beverages. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada.* 2020;20:e4920. Available from: <https://doi.org/10.1590/pboci.2020.050>
23. Moradas E, Álvarez L. Extrinsic dental stains and their possible relationships with whitening materials. *Advances in dentistry.* 2018; 342: 59-71. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-1285201800020002&lng=es
24. Stephen J, Richard D. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry.* 2010; 38(2):2-16. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.07.001>
25. Joiner A, Luo W. Tooth color and whiteness: A review. *J Dent.* 2017;(67):3-10. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300571217302324?via%3Dihub>

26. Eric Solís Cessa. Dental clearance: review of the literature and case report. *Revista ADM*. 2018; 75 (1): 9-25. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2018/od181c.pdf>
27. Moradas M, Álvarez B. Manchas dentales extrínsecas y sus posibles relaciones con los materiales blanqueantes. *Av Odontoestomatol*. 2018; 34(2): 59-71. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-1285201800020002&lng=es
28. Arévalo P, Larrucea V. Recidiva del color dentario por té, café y vino: In vitro. *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabilitación. Oral*. 2012; 5(2):57-65. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-0107201200020001&lng=es
29. Romero H. Efecto de diferentes bebidas en la estabilidad de color de las resinas compuestas para restauraciones directas. *Rev. Ateneo Argent. Odontol*. 2017; 56(1): 31-43. Disponible en: <https://www.ateneo-odontologia.org.ar/articulos/lvi01/articulo5.pdf>
30. Nelson M. *The Barbarian's Beverage: A History of Beer in Ancient Europe*. University of Windsor; 2005. Available from: <https://scholar.uwindsor.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=1025&context=llcpub>
31. Gamero A, Ferreira V, Pretorius I, Querol A. Wine, beer and cider: Unravelling the aroma profile. *Molecular Mechanisms in Yeast Carbon Metabolism*. Springer Heidelberg. 2014; 261-97. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-642-55013-3_10
32. Claudia L, Diego L. Synthesis and regulation of yeast-derived aroma and flavor compounds in beer: esters. *Argentine Journal of Microbiology*. 2018; 50(4): 436-446. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/ram/v50n4/v50n4a16.pdf>
33. F. Giraldo. Oral health, between systemic health and public health. *US*. 2021; 23(3): 291-00. Available from: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/usalud/article/view/4928>
34. Quispe Z, Coronel Z, Zelada R, Farje G, Castillo C, La Serna S, Arbildo V. Effect of some non-distilled Peruvian alcoholic beverages on dental erosion. *J*

- Oral Res. 2021; 10 (4): 1-6. Disponible en: https://revistas.udec.cl/index.php/journal_of_oral_research/article/view/7063
35. Lussi A, Megert B, Peter Shellis R, Wang X. Analysis of the erosive effect of different dietary substances and medications. *British Journal of Nutrition*. Cambridge University Press. 2012;107(2):252–62. Available from: <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/analysis-of-the-erosive-effect-of-different-dietary-substances-and-medications/95A6F71BD70F90A62EC1775C6FD1ED2B>
 36. Nogueira F, Souza D, Nicolau J. In vitro approach to evaluate potential harmful effects of beer on teeth. *J Dent*. 2000; 28 (4): 271-6. Available from: [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(99\)00072-x](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(99)00072-x)
 37. Zanatta RF, Esper M LR, Valera MC, Melo RM, Bresciani E. Harmful Effect of Beer on Bovine Enamel Microhardness – In Vitro Study. *PLOS ONE*. 2016; 11(10). Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163440>
 38. Hee Hong, Na Son, Ji Kim, Min Kim, Chae Kim, Su Hong, Do Kim, Ji Lee, In Chun, Kyu Kim, Seoul Nam. The Effects of Commercial Alcoholic Drinks Determined Using Scanning Electron Microscopy and Energy-dispersive Electromagnetic Wave (X-Ray) Spectroscopy. *Journal of Magnetism*. 2019; 24(4):752-757. Available from: <https://doi.org/10.4283/JMAG.2019.24.4.752>
 39. Paravina, RD, Ghinea, R., Herrera, LJ, Bona, AD, Igiel, C., Linninger, M., Sakai, M., Takahashi, H., Tashkandi, E. and Mar Perez. Umbrales de diferencia de color. *J Esthet Restor Dent*. 2015;27:T1-T9. Available from: <https://doi.org/10.1111/jerd.12149>
 40. Morales G, Badillo B, de Jesús P, Castillo U, Jijón H, Torres A. Estabilidad de color de dientes naturales ante diferentes bebidas: estudio in vitro. *Rev ADM*. 2021; 78 (2): 73-79. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.35366/99281>
 41. Cusqueña [Internet]. Perú: Backus; 2023 [consultado 4 de junio 2023]. Disponible en: <https://www.cusqueña.com/variedades/cerveza-negra>
 42. S. Yang, W. Fan, Y. Xu. Melanoidins present in traditional fermented foods and beverages. *Comprehensive Review*. 2022; 24 (5): 4164 - 4188. Available from: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13022>

43. R. Julkunen, H. Häggman. Tannins and Tannin Agents. Handbook of Natural Colorants. 2009;201-219. Available from: <https://doi.org/10.1002/9780470744970.ch12>
44. R. Julkunen, H. Häggman. Focus on Tannins. Handbook of Natural Colorants. 2023. Available from: <https://doi.org/10.1002/9781119811749.ch15>
45. Manojlovic D., Lenhardt L., Milićević B. Evaluation of Staining-Dependent Colour Changes in Resin Composites Using Principal Component Analysis. Sci Rep. 2015;5:14638. Available from: <https://doi.org/10.1038/srep14638>
46. A. Moreira, F. Nunez, R. Domingues, M. Coimbra. Coffee melanoidins: structures, mechanisms of formation and potential health impacts. Royal Society of Chemistry. 2012;(3):903-915. Available from: <https://doi.org/10.1039/C2FO30048F>
47. Yu-Yu, J, Zhi-Min, Z, Ren-Dong, J. y Le-Xin, W. Effects of typical food additives on the absorption spectrum properties of black tea. Measurements. 2014;(49):351–357. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2013.11.039>
48. J. Hertrich, A. Busch. Topics in Brewing: Malting. Master Brewers. 2013; (50): 29–41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1094/TQ-50-4-1120-01>
49. M. Gupta, N. Abu-Ghannam, E Gallagher. Barley for Brewing: Characteristic Changes during Malting, Brewing and Applications of its By-Products. Food Science and Food Safety. 2010; (9): 318–328. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00112.x>
50. T. Koljonen, J. Hämäläinen, K. Sjöholm, K. Pietilä. A model for the prediction of fermentable sugar concentrations during mashing. Journal of Food Engineering. 1995; 26 (3): 329-350. Available from: [https://doi.org/10.1016/0260-8774\(94\)00061-D](https://doi.org/10.1016/0260-8774(94)00061-D)
51. S. Struck, D. Jaros, C. Brennan, H. Rohm. Sugar replacement in sweetened bakery goods. Institute of Food Science + Technology. 2014; (49): 1963-1976. Available from: <https://doi.org/10.1111/ijfs.12617>
52. Erdemir U, Tiryaki M, Saygi G, Yücel T, Yıldız S, Yıldız E. Effects of different kinds of beers on the surface roughness of glazed and polished methacrylate and Silorane-based composites: a 1-month study. Annali di stomatologia. 2017; 8(1), 23–28. Available from: <https://doi.org/10.11138/ads/2017.8.1.023>

53. S. Nathoo. (1997). The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration. *Journal of the American Dental Association*. 1939; (128):6S–10S. Available from: <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1997.0428>
54. L. Acosta, K. Castaño, C. Vázquez, V. Castaño, G. Hernandez. Colour Stability of Various Types of Acrylic Teeth Exposed to Coffee, Tea and Cola. *J Dent Biomater*. 2016;3(4):335-340. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5608047/>
55. Acosta V., Figueroa H., Rivillas M., Delgado L., Ruiz A. Effect of pigment solutions on the color of teeth treated with fixed orthodontics: an in vitro study. *Rev Nac Odontol*. 2014; 10(18):49-56. Available from: <http://dx.doi.org/10.16925/od.v10i18.721>
56. A. Shereen, Hague A, Johnston W. Effect of pH on tooth discoloration from food colorant in vitro. *Journal of dentistry*. 2010; 38 (2), 106–109. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.07.014>
57. Çörekçi B, Irgin C, Malkoç S, Öztürk B. Effects of staining solutions on the discoloration of orthodontic adhesives: An in-vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010; 138(6), 741–746. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.12.029>
58. Karamouzos A, Athanasiou A, Papadopoulos M, Kolokithas G. Tooth color assessment after orthodontic treatment: a prospective clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010; 138(5): 537.e1-8[23] Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.03.026>
59. Al Maaitah EF, Abu Omar AA, Al-Khateeb SA. Effect of fixed orthodontic appliances bonded with different etching techniques on tooth color: a prospective clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013; 144(1):43-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.02.020>

ANEXOS

ANEXOS 01: TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Cambio de color (dependiente)	Alteración del color original de los dientes sometidos a bebidas pigmentantes	Modificación del color dental sumergidas a diferentes bebidas.	Escala CIElab	L* a* b* E*	Cuantitativo, continuos
Sustancia pigmentante (independiente)	Sustancia que ocasiona alteración de color en el diente.	Sustancia empleada para pigmentar los dientes.	Bebida	Cerveza industrial tipo lager y dark lager.	Cualitativo, nominal
Tiempo de evaluación (dependiente)	Periodo de tiempo de exposición de los dientes naturales en las bebidas alcohólicas.	Momento en que se evaluaron las muestras.	Días	Día 0 - Inicio de exposición. Día 7 - Una semana de exposición. Día 14 - Segunda semana de exposición. Día 30 - Un mes de exposición.	Cuantitativa, discreta

ANEXOS 02: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

AGENTE PIGMENTANTE	MUESTRA		PROMEDIO CAMBIO DE COLOR			
			DÍA 0	DÍA 7	DÍA 14	DÍA 30
CERVEZA LAGER	1	L	91.50	91.30	91.40	83.90
		a	1.50	0.27	0.67	2.60
		b	28.70	26.77	26.27	31.73
	2	L	85.73	85.10	85.20	80.77
		a	0.40	0.37	0.17	1.27
		b	29.77	29.03	29.30	31.63
	3	L	82.77	81.33	82.93	73.20
		a	0.27	0.70	0.57	1.97
		b	28.23	29.87	28.03	30.07
	4	L	87.93	84.30	83.20	81.03
		a	0.80	0.43	0.40	0.53
		b	31.60	31.67	31.70	32.93
	5	L	86.93	86.83	85.90	81.50
		a	1.17	0.47	1.20	1.30
		b	25.27	27.20	22.67	22.60
	6	L	85.20	82.17	82.33	78.13
		a	1.63	1.63	2.27	2.10
		b	39.27	39.10	38.57	39.30
	7	L	83.20	82.17	82.13	79.17
		a	0.23	1.23	0.27	0.70
		b	29.83	35.33	30.27	32.37

	8	L	89.17	86.47	85.33	86.00
		a	0.83	0.87	0.67	0.20
		b	35.40	36.73	31.17	32.67
	9	L	88.23	87.47	87.43	84.90
		a	0.90	0.63	0.60	0.57
		b	27.27	32.40	28.50	31.13
	10	L	89.27	87.53	87.43	86.73
		a	0.77	0.40	0.27	0.23
		b	26.07	24.43	25.37	26.77
	11	L	87.63	86.53	86.00	81.87
		a	0.30	0.40	0.73	1.00
		b	27.47	25.73	27.17	31.63
	12	L	86.10	84.83	83.57	80.37
		a	1.30	1.13	1.67	2.37
		b	31.27	30.93	33.20	30.80
	13	L	91.10	88.77	86.13	86.50
		a	0.20	0.90	0.23	0.53
		b	28.23	30.80	27.93	28.37
	14	L	87.60	85.33	84.77	81.57
		a	1.87	1.20	1.00	0.17
		b	23.40	21.70	21.90	25.23
	15	L	88.37	88.13	85.83	82.97
		a	0.97	0.50	1.10	0.17
		b	25.77	26.90	27.67	26.27

AGENTE PIGMENTANTE	MUESTRA		PROMEDIO CAMBIO DE COLOR			
			DÍA 0	DÍA 7	DÍA 14	DÍA 30
CERVEZA DARK LAGER	1	L	87.30	86.77	88.57	77.00
		a	0.37	0.83	0.93	2.97
		b	25.70	24.53	28.47	29.63
	2	L	89.20	88.20	85.70	79.57
		a	1.27	1.23	1.10	1.87
		b	27.47	34.20	31.23	30.43
	3	L	84.60	84.87	85.47	81.00
		a	0.47	0.67	0.80	0.97
		b	29.57	30.77	32.33	30.30
	4	L	83.80	82.40	85.40	81.73
		a	0.60	0.90	1.50	1.13
		b	30.80	33.43	35.17	32.33
	5	L	85.33	84.10	84.17	80.07
		a	0.40	0.73	1.73	1.33
		b	29.63	29.83	32.33	26.70
	6	L	83.53	80.43	80.03	77.93
		a	1.03	2.00	2.17	1.60
		b	38.07	39.03	37.73	37.70
	7	L	86.80	82.57	81.67	77.63
		a	0.43	0.33	1.27	2.23
		b	32.20	30.40	32.03	34.43
	8	L	88.87	86.60	84.03	83.10

	a	0.57	0.67	0.80	1.40
	b	34.90	32.83	33.60	31.37
9	L	89.47	89.57	89.27	84.03
	a	0.97	0.70	0.63	0.23
	b	28.87	28.40	29.17	21.97
10	L	88.03	87.67	88.57	82.93
	a	1.03	0.67	0.40	0.97
	b	28.23	32.20	29.43	30.60
11	L	88.27	87.30	86.67	73.03
	a	0.37	0.57	0.67	3.50
	b	30.93	32.73	31.30	32.60
12	L	87.13	83.90	78.30	65.40
	a	0.70	2.30	4.73	6.20
	b	32.33	36.87	35.90	37.47
13	L	90.40	88.90	88.43	85.27
	a	0.73	0.40	0.13	1.40
	b	26.00	23.97	26.40	26.47
14	L	87.47	87.07	86.70	82.63
	a	0.97	0.70	0.53	1.23
	b	24.73	25.20	26.70	26.13
15	L	85.93	84.77	84.87	82.30
	a	1.07	1.13	0.27	1.13
	b	23.47	23.23	25.03	27.87

AGENTE PIGMENTANTE	MUESTRA		CAMBIO DE COLOR			
			DÍA 0	DÍA 7	DÍA 14	DÍA 30
CAFÉ	1	L	81.33	82.03	82.60	78.23
		a	0.90	1.67	1.30	0.97
		b	34.70	19.17	20.47	18.47
	2	L	83.70	75.80	70.20	63.80
		a	0.67	2.20	4.07	5.23
		b	28.80	26.63	23.83	30.83
	3	L	87.00	80.37	79.47	75.57
		a	0.23	0.83	1.37	2.17
		b	29.53	26.03	27.43	28.90
	4	L	86.87	83.20	78.40	76.67
		a	1.63	0.73	0.57	0.77
		b	26.80	25.93	26.40	28.80
	5	L	84.00	77.83	74.80	74.20
		a	0.50	1.17	1.40	0.80
		b	31.10	28.37	25.63	23.27
	6	L	83.13	75.33	73.27	71.33
		a	1.97	2.33	2.73	3.43
		b	41.60	38.93	38.17	38.90
	7	L	85.40	83.10	80.77	79.80
		a	0.83	0.30	0.73	0.60
		b	29.80	30.70	31.70	32.00
	8	L	89.37	85.40	78.70	74.00
		a	0.33	1.07	0.33	1.77
		b	28.23	28.83	21.30	27.53

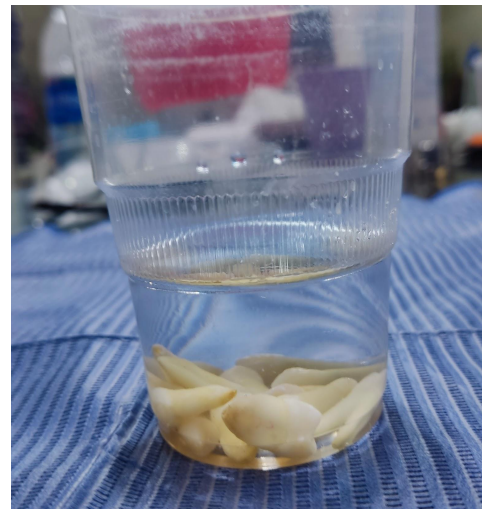
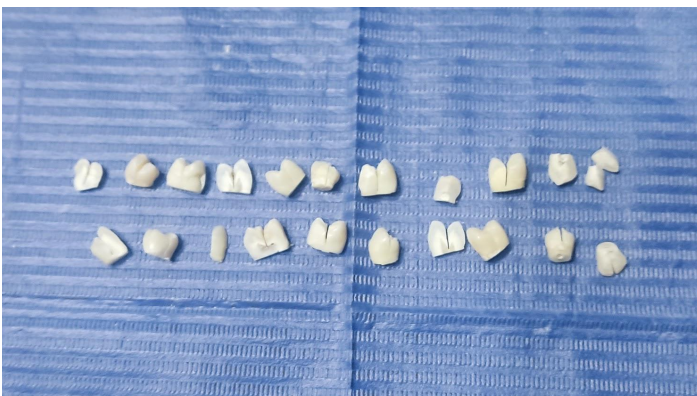
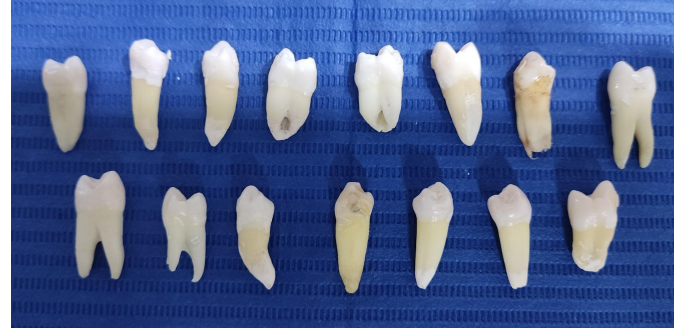
	9	L	92.13	86.80	79.07	72.20
		a	0.97	0.37	2.10	2.00
		b	29.20	26.70	24.23	25.03
	10	L	91.77	83.37	82.73	80.37
		a	0.77	1.10	0.90	0.80
		b	25.53	27.60	23.20	23.07
	11	L	79.10	77.30	69.10	65.47
		a	1.33	2.70	3.63	2.60
		b	31.57	27.80	29.37	22.13
	12	L	83.03	75.93	70.40	65.67
		a	1.50	2.03	3.30	5.03
		b	33.83	30.20	31.43	32.10
	13	L	82.57	79.97	78.70	76.03
		a	0.77	0.40	0.67	0.53
		b	23.90	24.93	24.90	24.27
	14	L	87.77	78.90	79.40	73.00
		a	1.37	0.73	0.47	2.07
		b	23.50	26.33	22.40	27.93
15	L	88.03	82.43	80.87	78.20	
	a	0.27	0.43	0.67	1.97	
	b	29.83	26.77	27.37	30.37	

AGENTE PIGMENTANTE	MUESTRA		CAMBIO DE COLOR			
			DÍA 0	DÍA 7	DÍA 14	DÍA 30
AGUA DESTILADA	1	L	86.20	86.43	86.50	86.77
		a	1.00	1.40	1.07	2.17
		b	26.30	24.23	25.77	21.40
	2	L	87.47	89.77	87.77	87.87
		a	0.13	0.20	0.63	1.03
		b	30.27	27.20	24.23	25.07
	3	L	88.10	87.30	87.50	84.27
		a	0.37	0.23	0.73	0.50
		b	31.27	29.90	31.67	27.73
	4	L	87.73	86.07	86.87	86.33
		a	0.87	1.63	1.60	1.57
		b	30.37	27.30	27.27	25.30
	5	L	83.77	84.67	84.83	86.47
		a	0.47	0.40	0.50	0.53
		b	32.83	28.00	32.60	30.03
	6	L	82.20	76.60	77.10	78.30
		a	1.93	3.87	2.93	2.20
		b	42.07	45.30	43.53	42.27
	7	L	84.07	84.20	84.63	83.33
		a	0.63	0.47	0.60	1.43
		b	36.70	36.17	35.83	36.50
	8	L	86.00	83.97	84.23	83.90
		a	0.17	0.20	0.37	0.20
		b	31.50	30.00	29.40	28.80

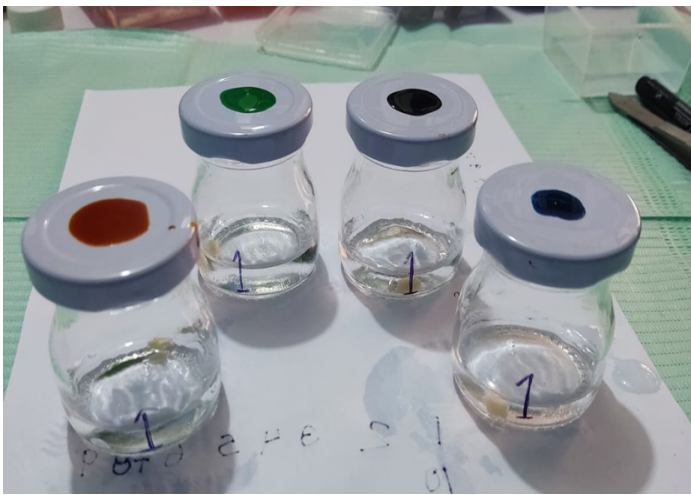
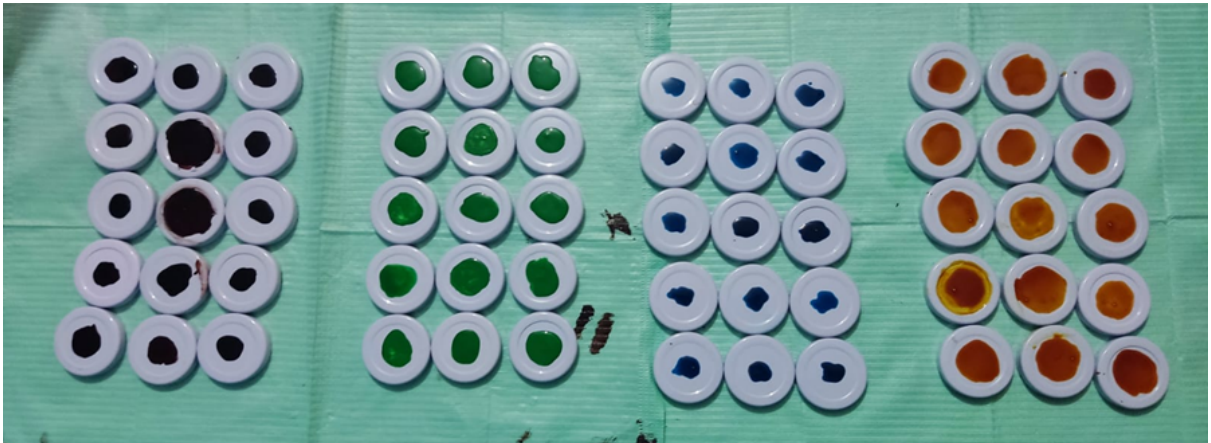
	9	L	87.07	86.60	87.67	86.93
		a	0.90	1.07	1.47	0.60
		b	28.13	27.70	25.37	28.37
	10	L	88.67	85.17	87.03	87.17
		a	0.33	0.63	0.63	0.60
		b	28.67	28.33	27.83	28.27
	11	L	83.03	81.77	84.73	84.83
		a	0.27	0.53	0.40	0.63
		b	31.70	32.93	29.73	31.10
	12	L	82.30	82.40	79.23	81.50
		a	0.53	1.17	2.43	2.00
		b	32.03	30.93	33.83	30.87
	13	L	84.27	87.50	87.00	87.00
		a	0.57	0.30	1.00	0.33
		b	29.33	28.10	28.07	30.47
	14	L	85.83	84.93	86.17	86.27
		a	1.33	1.53	1.00	1.03
		b	25.17	20.93	23.50	24.20
15	L	84.73	83.83	84.17	84.53	
	a	0.30	0.73	0.63	0.53	
	b	27.50	26.87	28.27	27.20	

ANEXOS 03: FOTOGRAFÍAS

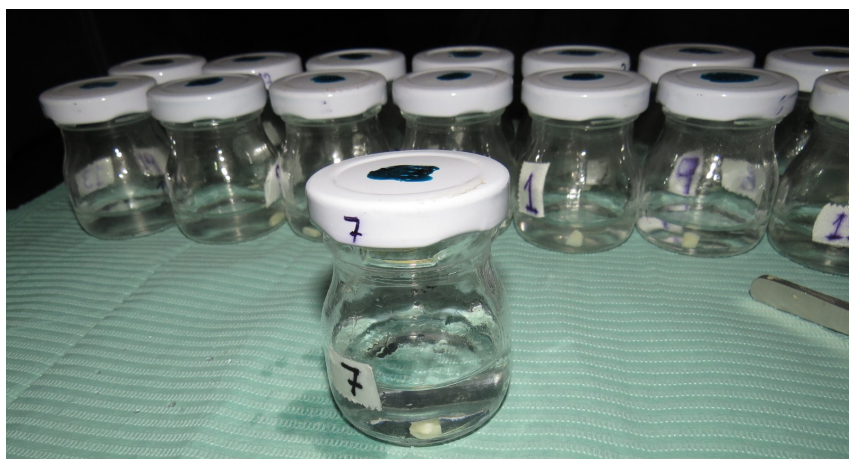
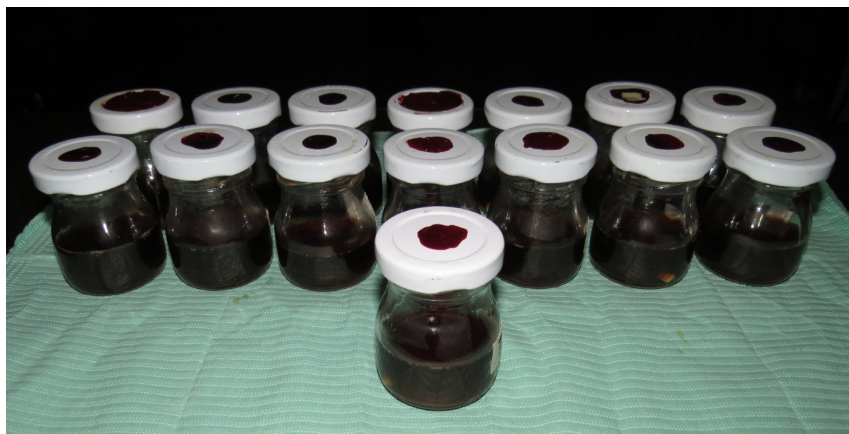
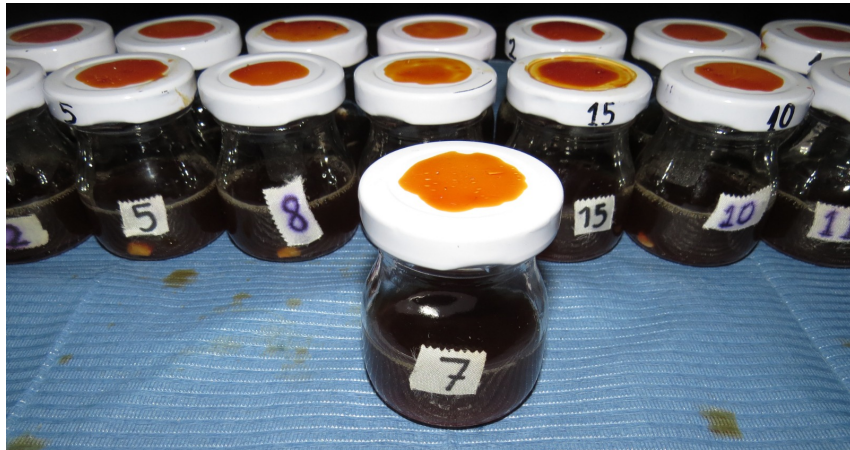
1. Preparación de los especímenes:



2. Preparación de bebidas:



3. Sumersión de bebidas



4. Registro de resultados de muestras





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ACUÑA NAVARRO ERIC DARIO, docente de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD de la escuela profesional de ESTOMATOLOGÍA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de color en dientes humanos expuestos a cerveza industrial tipo lager y tipo dark lager: un estudio in vitro", cuyos autores son HARO VALVERDE ANGEL JESUS, CRUZ ROJAS DAVID RONALDO MARCELINO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 25 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ACUÑA NAVARRO ERIC DARIO DNI: 45603656 ORCID: 0000-0003-0427-4650	Firmado electrónicamente por: EACUNAN el 01-09- 2023 13:44:41

Código documento Trilce: TRI - 0617068