

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS Saccharomyces_cerevisae - PORR
AS - ESPINOZA.docx**

RECUENTO DE PALABRAS

9424 Words

RECUENTO DE CARACTERES

49564 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

46 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

7.5MB

FECHA DE ENTREGA

May 17, 2024 10:16 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 17, 2024 10:17 AM GMT-5**● 1% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 1% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

UNIVERSIDAD PRIVADA DE HUANCAYO

“FRANKLIN ROOSEVELT”

RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO NRO 078-2019-SUNEDU/SD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS

Y BIOQUIMICA



TESIS

TÍTULO

“Efecto de la luz UV de origen cosmético sobre el crecimiento de levadura

Saccharomyces cerevisiae en Lima 2023”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL

DE

PRESENTADO POR:

IVAN EMERSON ESPINOZA ÁLVAREZ

WILLIAM ÁNGEL PORRAS MONTES

ASESOR:

MG. DEISY LAHUANA CISNEROS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

SALUD PUBLICA

HUANCAYO- PERÚ

Septiembre - 2023

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a nuestros padres, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración y apoyo a lo largo de este viaje académico. Su amor incondicional, paciencia infinita y sacrificio incansable han sido los pilares sobre los cuales he construido mi educación y mi vida. A través de su ejemplo, he aprendido el valor del trabajo arduo, la perseverancia y la dedicación. Cada logro alcanzado en este trabajo no solo es nuestro, sino también de ellos, quienes han estado a nuestro lado en cada paso del camino, animándonos, celebrando nuestros triunfos y levantándonos en momentos de dificultad. A mis ellos, les dedicamos este logro con profundo agradecimiento y amor eterno

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de alguna manera a la realización de este trabajo de tesis. En primer lugar, a mi profesor por su orientación experta, paciencia y constante apoyo a lo largo de este proceso. Sus comentarios perspicaces y su dedicación fueron fundamentales para dar forma a este trabajo y llevarlo a su conclusión.

Agradezco también a la Universidad por proporcionar los recursos y el ambiente propicio para llevar a cabo esta investigación. A mis compañeros de clase y colegas, les agradezco por sus valiosas contribuciones, discusiones enriquecedoras y por compartir su conocimiento y experiencia.

No puedo dejar de mencionar a mi familia y amigos, quienes me brindaron su inquebrantable apoyo emocional y comprensión durante este proceso. A mis padres, hermanos y seres queridos, les estoy profundamente agradecido por su amor incondicional, paciencia y aliento constante.

Por último, pero no menos importante, agradezco a todas las personas que participaron en este estudio o que de alguna manera colaboraron conmigo, ya sea proporcionando información, participando en entrevistas o simplemente brindando palabras de aliento.

Este trabajo no habría sido posible sin la contribución de cada una de estas personas, y por ello les estoy eternamente agradecido.

JURADOS

PRESIDENTE:

SECRETARIO:

VOCAL:

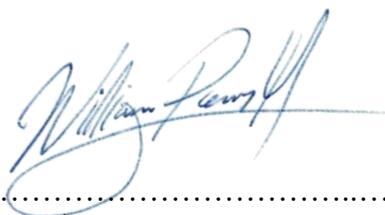
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, William Ángel Porrás Montes, de nacionalidad peruana, identificad@ con DNI N° 07485861, de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt, Bachiller en Farmacia y Bioquímica, autor de la tesis titulada “**EFFECTO DE LA LUZ UV DE ORIGEN COSMÉTICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE LEVADURA *Saccharomyces Cerevisiae* EN LIMA 2023**”

DECLARACIÓN BAJO JURAMENTO:

QUE TODA LA INFORMACIÓN PRESENTADA ES AUTÉNTICA Y VERAZ, siendo resultado del esfuerzo personal, que no ha sido copiado, sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor. En este sentido somos conscientes de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, son objeto de sanciones universitarios y/o legales.

Lima, 12 de mayo de 2024



.....
WILLIAM ÁNGEL PORRAS MONTES
DNI: 07485861

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Iván Emerson Espinoza Álvarez, de nacionalidad peruana, identificad@ con DNI N° 42574494, de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt, Bachiller en Farmacia y Bioquímica, autor de la tesis titulada “**EFFECTO DE LA LUZ UV DE ORIGEN COSMÉTICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE LEVADURA *Saccharomyces Cerevisiae* EN LIMA 2023**”

DECLARACIÓN BAJO JURAMENTO:

QUE TODA LA INFORMACIÓN PRESENTADA ES AUTÉNTICA Y VERAZ, siendo resultado del esfuerzo personal, que no ha sido copiado, sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor. En este sentido somos conscientes de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, son objeto de sanciones universitarios y/o legales.

Lima, 12 de mayo de 2024



.....
IVAN EMERSON ESPINOZA ÁLVAREZ

DNI: 42574494

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	3
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	1
ÍNDICE	1
ÍNDICE DE TABLAS	2
ÍNDICE DE FIGURAS	3
ÍNDICE DE ANEXOS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
I. INTRODUCCIÓN	7
II. MÉTODO	17
2.1. Tipo y diseño de investigación	17
2.1.1. Variables de estudio	17
2.2 Operacionalización de variables	18
2.3. Población, muestra y muestreo (incluir criterios de selección)	19
2.3.2. Muestra	19
2.3.3. Muestreo	20
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	20
2.5. Procedimiento	20
2.5.1. Reactivación de la cepa de estudio	21
2.5.2. Preparación del inóculo	21
2.5.3. Irradiación de células	21
2.6. Método de análisis de datos	22
2.7. Aspectos éticos	22
III RESULTADOS	23
3.1. Reactivación de la cepa de estudio	23
IV. DISCUSIÓN	29
V. CONCLUSIONES	32
VI. RECOMENDACIONES.	33
VII. REFERENCIAS	34
ANEXOS	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados del efecto de la luz UV sobre el crecimiento de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ..	24
Tabla 2: Evaluación cuantitativa del crecimiento de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> luego de irradiación con luz UV de uso cosmético	25
Tabla 3: Resultados del efecto de la luz UV sobre el crecimiento de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ..	26
Tabla 4: Recuento de UFC de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> luego de la exposición a luz UV de uso en laboratorio	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Espectro electromagnético. (Salgado, s/f)	11
Figura 2: Capacidad de penetración de los diferentes tipos de luz UV sobre la capa de ozono y la piel (Pérez et al., 2018)	13
Figura 3: Daño genómico inducido por la radiación ultravioleta: a) fotoproductos principales; b) porcentaje de fotoproductos por tipo de UVR (Wilches et al., 2021).	15
Figura 4: Subunidades homólogas de ADN polimerasa que participan de la respuesta al daño de ADN	16
Figura 6: Modelo de ensayo para la evaluación del efecto de la luz UV sobre un cultivo de levadura. (a) y (c) Zona irradiada (b) y (d) Zona no irradiada.	22
Figura 7: Crecimiento de <i>S. cerevisiae</i> luego de ser irradiada durante 1 minuto por luz UV emitida por una lámpara de secado de uñas.....	24
Figura 8: Crecimiento de <i>S. cerevisiae</i> luego de ser irradiada durante 5 minutos por luz UV emitida por una lámpara de secado de uñas.	24
Figura 9: Crecimiento de <i>S. cerevisiae</i> luego de ser irradiada durante 10 minutos por luz UV emitida por una lámpara de secado de uñas.	24
Figura 10: Crecimiento de <i>S. cerevisiae</i> luego de ser irradiada durante 15 minutos por luz UV emitida por una lámpara de secado de uñas	24
Figura 11: Cuantificación relativa de la densidad poblacional de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> frente a diferentes periodos de irradiación con luz UV de uso cosmético	25
Figura 12: Crecimiento de <i>S. cerevisiae</i> luego de ser irradiada durante 1 minuto por la lámpara UV de una cabina de bioseguridad	27
Figura 13: Crecimiento de <i>S. cerevisiae</i> luego de ser irradiada durante 5 minutos por la lámpara UV de una cabina de bioseguridad	27
Figura 14: Crecimiento de <i>S. cerevisiae</i> luego de ser irradiada durante 10 minutos por la lámpara UV de una cabina de bioseguridad	27
Figura 15: Crecimiento de <i>S. cerevisiae</i> luego de ser irradiada durante 15 minutos por la lámpara UV de una cabina de bioseguridad	27
Figura 16: Cuantificación relativa de la densidad poblacional de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> frente a diferentes periodos de irradiación con luz UV de uso en laboratorio.	28

ÍNDICE DE ANEXOS

RESUMEN

La lámpara de secado de uñas es un equipo cosmético que puede emitir rayos UV A y UV B, y que desde el año 2010 es muy popular debido a los beneficios que ofrece en los procesos de manicura y pedicura. El empleo de estas lámparas es actualmente un tema controversial, dado que los rayos UV A de banda ancha (315–400 nm) son considerados como carcinógeno del Grupo 1 según la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer, e informes recientes sugieren que el uso prolongado podría aumentar el riesgo de desarrollar cáncer de piel debido a su capacidad para inducir daño sobre el ADN. **Objetivo:** Evaluar el efecto inhibitor de la luz UV de origen cosmético sobre el crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae*. **Metodología:** Para probar esta hipótesis, el microorganismo modelo fue expuesto a luz UV de una lámpara de secado de uñas y a una lámpara de una cabina de bioseguridad a diferentes dosis de radiación UV (1', 5', 10' y 15') con sus respectivos controles. Se observó y comparó la densidad poblacional para cada dosis y para ambos tipos de lámpara. **Resultados:** En el caso de la lámpara de secado de uñas, se observó una reducción significativa de la densidad poblacional de *S. cerevisiae* a partir de los 10 minutos de irradiación y, además, la densidad poblacional se redujo en al menos 20% de la población control aplicando una dosis de irradiación de 15 minutos. Mientras que, para la lámpara de la cabina de bioseguridad tipo II, se apreció una reducción de la densidad poblacional desde 1 minuto de dosis de irradiación y se redujo al 59% aproximadamente al ser irradiada durante 15 minutos. **Conclusiones:** La luz UV emitida por lámparas para el secado de uñas es capaz de ejercer un efecto inhibitor sobre el crecimiento de *S. cerevisiae* lo que sugiere que el uso de este tipo de artefactos podría afectar a las células de la piel, sin embargo, es necesario presentar mayor evidencia.

Palabras clave: Lámpara de secado de uñas, radiación UV, efecto inhibitor, *Saccharomyces cerevisiae*, manicura.

ABSTRACT

The nail drying lamp is a cosmetic device that can emit UV A and UV B rays, and has been very popular since 2010 due to the benefits it offers in manicure and pedicure processes. The use of these lamps is currently a controversial issue, since broadband UV A rays (315–400 nm) are considered a Group 1 carcinogen according to the International Agency for Research on Cancer, and recent reports suggest that the use Prolonged use could increase the risk of developing skin cancer due to its ability to induce DNA damage. **Objective:** To evaluate the inhibitory effect of UV light of cosmetic origin on the growth of *Saccharomyces cerevisiae*. **Methodology:** To test this hypothesis, the model microorganism was exposed to UV light from a nail drying lamp and a lamp from a biosafety cabinet at different doses of UV radiation (1', 5', 10' and 15') with their respective controls. The population density will be observed and compared for each dose and for both types of lamp. **Results:** In the case of the nail drying lamp, a significant reduction in the population density of *S. cerevisiae* was observed after 10 minutes of irradiation, and in addition, the population density was reduced by at least 20% of the population control by applying a 15-minute irradiation dose. While, for the type II biosafety cabinet lamp, a reduction in population density was seen from 1 minute of irradiation dose and the duration was reduced to approximately 59% when irradiated for 15 minutes. **Conclusions:** The UV light emitted by nail drying lamps is capable of exerting an inhibitory effect on the growth of *S. cerevisiae*, which suggests that the use of this type of artifact could affect skin cells, however, more evidence needs to be presented.

Keywords: Nail drying lamp, UV radiation, inhibitory effect, *Saccharomyces cerevisiae*, manicure.

I. INTRODUCCIÓN

La luz ultravioleta (UV) es una forma de radiación electromagnética con longitudes de onda más cortas que la luz visible, y se divide en tres categorías: UVA, UVB y UVC. Mientras que la exposición excesiva a la radiación UV se asocia comúnmente con efectos negativos en la salud humana, en el ámbito cosmético, se ha explorado su aplicación para diversos propósitos, como el tratamiento del acné, la mejora de la textura de la piel y la promoción del crecimiento capilar. En los últimos años, se ha dado un aumento en la tendencia de belleza, el uso de uñas artificiales, incluyendo las uñas de seda, gel y acrílicas; con ello también el empleo de las lámparas de secado de uñas se ha incrementado debido a que permite obtener resultados en un tiempo más corto y más durable al usar técnicas como uñas en geles, acrílicos y polímeros. Las lámparas de uñas utilizadas son las ultravioleta o las lámparas de diodos emisores de luz, dichas lámparas curan el esmalte de uñas para ayudarlo a secarse y endurecerse, generalmente en longitudes de onda de 340 a 380 nm (1).

Aunque la interacción entre la luz UV y microorganismos ha sido ampliamente estudiada, la mayoría de la investigación se ha centrado en bacterias y hongos patógenos. La aplicación de luz UV en cosmética es un campo emergente y su impacto específico en el crecimiento de levaduras no ha sido completamente explorado. Comprender cómo la luz UV cosmética afecta el crecimiento de levaduras es esencial para evaluar posibles implicaciones en la producción de productos cosméticos y su estabilidad microbiológica. Además, puede proporcionar información valiosa sobre los mecanismos de respuesta de las levaduras a la radiación UV, lo que podría tener aplicaciones en la mejora de la fermentación industrial y otros procesos biotecnológicos.

La luz UV es un tipo de radiación electromagnética que está presente en la luz solar cuyas longitudes de onda oscilan de los 100 nm a 400 nm, no obstante, puede ser producida de

manera artificial por lámparas de vapor de mercurio (Martínez de Alba et al., 2021). Existen 3 tipos de radiación UV: UV de onda corta (UV C, 100 - 280 nm), UV de onda media (UVB, 280 - 315 nm) y UV de onda larga (UV A, 315 - 400 nm). Los rayos UV A se pueden dividir en UV A de onda corta (UV A 2, 315 - 340 nm) y UV A de onda larga (UV A 1, 340 - 400 nm).

La luz ultravioleta (UV) es una herramienta muy utilizada gracias a las diversas aplicaciones que poseen sus diferentes tipos, y que son empleados con distintos fines en investigación, medicina, esterilización de equipos y materiales, tratamiento de aguas residuales, agricultura, estética, etc.

En la medicina e investigación, los equipos usados para la esterilización de materiales o equipamiento se realizan a través lámparas germicidas ultravioleta (UVGI), las cuales emiten principalmente luz UV C y en el caso de tratamientos médicos, como la fototerapia, utilizan equipos que emiten luz UV A de manera controlada bajo supervisión de un médico (2). En cambio, las lámparas de luz UV de origen cosmético utilizan principalmente luz UV A, pero también pueden emitir luz UV B en pocas cantidades, y se pueden encontrar en las camas o cámaras de bronceado y lámparas de secado de uñas. Evaluaciones entre los años 2010-2011, arrojaron que más del 87 % de los salones de manicura utilizan luz ultravioleta (Estadísticas de la industria, 2011). Se registró que aquellos usuarios recibían servicios de estética en uñas con secado de lámparas de uñas UV de 1 a 4 veces al mes durante períodos de 6 a 10 minutos (3).

Dentro de los antecedentes de la investigación, mencionamos el trabajo desarrollado por Curtis et al (4) quienes estimaron la dosis acumulada de luz ultravioleta para uñas durante un año, resultante que en 10 minutos las manos de una persona reciben una dosis de energía

equivalente al límite diario recomendado para trabajadores al aire libre, llegando a la conclusión que la exposición prolongada a las lámparas UV para uñas aumentaría potencialmente el riesgo de cáncer de piel.

Por otro lado; Shipp et al (5) en su publicación *Further Investigation Into the Risk of Skin Cancer Associated With the Use of UV Nail Lamps* concluyó que el nivel de exposición a los rayos UV-A en una visita de manicura promedio no es lo suficientemente considerable para alcanzar el umbral de daño potencial al ADN y que este sea significativo para el desarrollo de cáncer de piel. Sin embargo, recomiendan el uso de protectores solares o guantes protectores para limitar los posibles riesgos de carcinogénesis y fotoenvejecimiento. Al respecto Ratycz et al (6) presentaron el caso de una mujer de 52 años quien había usado regularmente lámparas UV-A los últimos 18 años desarrollando carcinoma de células escamosas (CCE) en ambas manos. Sin embargo, tenía antecedentes de uso de camas de bronceado, por lo que se concluyó que el uso de estas lámparas presenta un riesgo bajo, pero que pueden producir un efecto exacerbado por la doble exposición de rayos UV-A, pudiendo contribuir a la carcinogénesis.

Sin embargo, Freeman et al (7) mostraron el caso de una mujer de 70 años con antecedentes de uso de lámparas UV-A para procedimientos de manicure y pedicure, y que posteriormente desarrolló lesiones en manos y pies de carcinoma de células escamosas. Por otro lado, se resalta que el uso de estos aparatos se ha popularizado recientemente lo que podría significar el aumento de la incidencia de estos casos los próximos años.

El trabajo de investigación realizado por Zhivagui et al (8) demostraron el efecto citotóxico que provocó la exposición de luz UV-A emitida por una lámpara de secado de uñas a los fibroblastos de prepucio humano y los queratinocitos epidérmicos humanos lo que sugiere podrían dañar el ADN y producir mutaciones. Para la investigación planteamos el siguiente problema general: ¿La radiación UV emitida por las lámparas de secado de uñas es capaz de

afectar al crecimiento de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*? Por lo expuesto en el problema general, podemos mencionar que las manicuras en gel son una tendencia de belleza continua y que se encuentra en aumento debido a su brillo, durabilidad y resistencia a las abolladuras. En la cultura popular existe la creencia de que una uña bien cuidada es un reflejo de salud y estética; así mismo esta parte del cuerpo cumple una función como barrera protectora. Por lo que las uñas artificiales se utilizan con frecuencia para proporcionar resultados inmediatos en la mejora de la apariencia de las uñas.

La exposición a radiación ultravioleta (UV) es una forma de radiación electromagnética que se origina en el sol, sin embargo; puede ser producida tanto en las lámparas solares, como en las camas de bronceado (9).

La radiación ultravioleta presenta un riesgo a la salud, ya que ésta envejece a las células de la piel y pueden dañar el ADN, además estas radiaciones están asociadas a daño dérmico a largo plazo, tal como las arrugas, pero también se considera que desempeñan un papel en algunos tipos de cáncer de piel, por lo que el uso indiscriminado de camas bronceadoras y/o lámparas UV que emiten grandes cantidades de esta radiación, serán un desencadenante de padecer dicho cáncer de piel (10).

También se debe detallar que la incidencia de estos haces de luces, produce cambios en la estructura de doble hélice, ya que esta es absorbida por ARN, ADN y proteínas, lo que conduce a daño celular, mutación, cáncer y muerte celular (11).

En los últimos años, la industria cosmética ha experimentado avances significativos en tecnologías destinadas a mejorar la salud y apariencia de la piel. Uno de estos avances se centra en la aplicación controlada de luz ultravioleta (UV) con fines cosméticos. A diferencia de la exposición solar descontrolada, la luz UV en productos cosméticos se administra en entornos controlados, con el objetivo de aprovechar sus propiedades beneficiosas para la piel sin los riesgos asociados con la radiación solar excesiva (12). Esta exposición repetida a los

rayos UV de las lámparas de uñas genera preocupación sobre el posible riesgo de cáncer de piel de los usuarios. Por ello el presente estudio propone seguir una metodología detallada para evaluar el efecto de la luz UV, haciendo una comparación con el efecto inhibitor y la letalidad microbiana de la luz UV emitida por lámparas cosméticas empleando como microorganismo modelo *Saccharomyces cerevisiae*.

Las lámparas de secado de uñas se han convertido en un artefacto muy popular en los últimos años debido a los beneficios que ofrece en los procesos de belleza, ya que van a ayudar a secar, endurecer y curar el esmalte mucho más rápido (13). En el mercado, existen lámparas fluorescentes UV (300 y 410 nm) y lámparas LED UV (375 a 425 nm), siendo la longitud de onda que emite su principal diferencia, dado que las lámparas LED tienen una irradiación más intensa, requieren un tiempo de exposición más corto para lograr un curado adecuado en comparación con las lámparas fluorescentes UV (14)

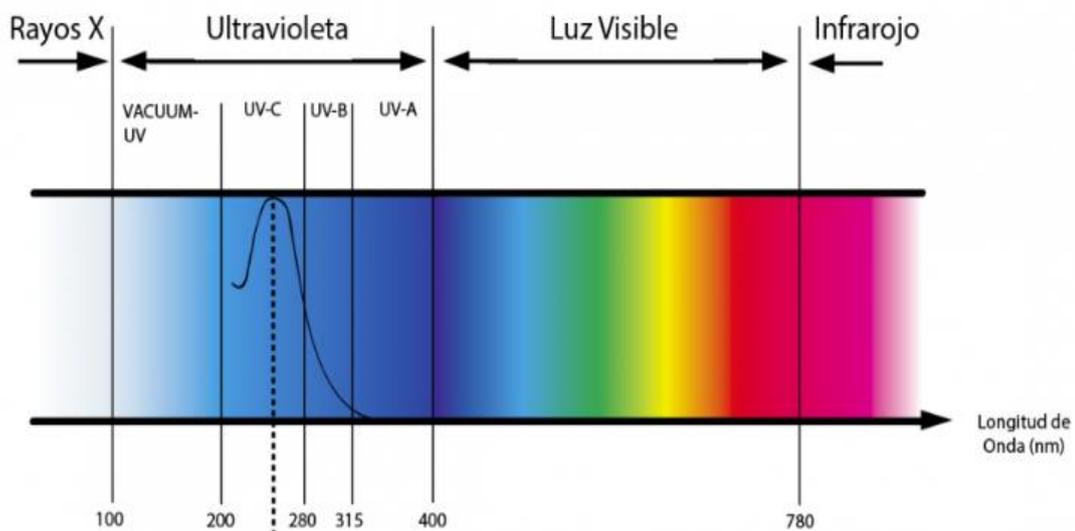


Figura 1: Espectro electromagnético. (Salgado, s/f)

Las manicuras en gel son un tipo de esmalte de uñas con base acrílica, compuesto por una mezcla de monómeros de acrilato, el cual es un material que al ser irradiado con longitudes de onda entre los 340 a 380 nm, se da polimerización al romperse sus enlaces, dando como

resultado la formación de polímeros acrílicos que son materiales plásticos con un elevado peso molecular (15). Además, los recubrimientos utilizados para las uñas artificiales están formulados también para polimerizar después de la exposición a la radiación UV A.

Hoy en día el uso de estas lámparas cosméticas UV es un tema controversial, dado que estos equipos emiten en su mayoría luz UV A, la cual ha sido clasificada por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer como carcinógeno del Grupo 1, basándose en pruebas suficientes de carcinogenicidad tanto en humanos como en modelos experimentales (16). Así mismo, ya se conocía que la radiación ultravioleta presenta un riesgo a la salud, puesto que ésta envejece a las células de la piel y pueden dañar el ADN, además estas radiaciones están asociadas a daño dérmico a largo plazo, tal como las arrugas, pero también se considera que desempeñan un papel en algunos tipos de cáncer de piel debido al uso indiscriminado de camas bronceadoras y/o lámparas UV. También se debe detallar que la incidencia de estos haces de luces, produce cambios en la estructura de doble hélice, a causa de que ésta es absorbida por ARN, ADN y proteínas, lo que conduce a daño celular, mutación, cáncer y muerte celular (17)

Existe mucha preocupación, dado que se han presentado diversos casos clínicos de cáncer en manos y pies en personas con antecedentes del uso repetido por un largo tiempo de estas lámparas UV; a continuación, se presentarán algunos reportes que abordan este problema:

Meza et al (18) reportaron a dos mujeres sanas de edad mediana, sin antecedentes familiares de cáncer en la piel, y que presentaron cánceres de piel no melanoma en el dorso de sus manos. Así mismo, ambas mujeres mencionan el uso habitual de lámparas de secado de uñas, lo que sugiere que el empleo prolongado en el tiempo de estos equipos podrían ser un factor de riesgo para el desarrollo de cáncer en piel.

Debido a los reportes anteriormente citados, se sugiere que la exposición a la luz UV de las lámparas de uñas es un factor de riesgo para el desarrollo de cáncer de piel; sin embargo, es necesaria una mayor investigación a través de pruebas de carcinogenicidad en modelos experimentales (19)

El espectro de luz UV se puede clasificar en función del efecto sobre la piel humana y sobre la capacidad de inducir daño sobre el ADN. La Luz UV A representa el 90% de radiación UV que llega a la superficie terrestre, es capaz de penetrar hasta las capas más profundas de la piel (20). Por otro lado, la luz UV B representa el otro 10% de los rayos UV que ingresan al planeta, penetra la capa más externa de la piel e induce en gran medida (**Figura 2**).

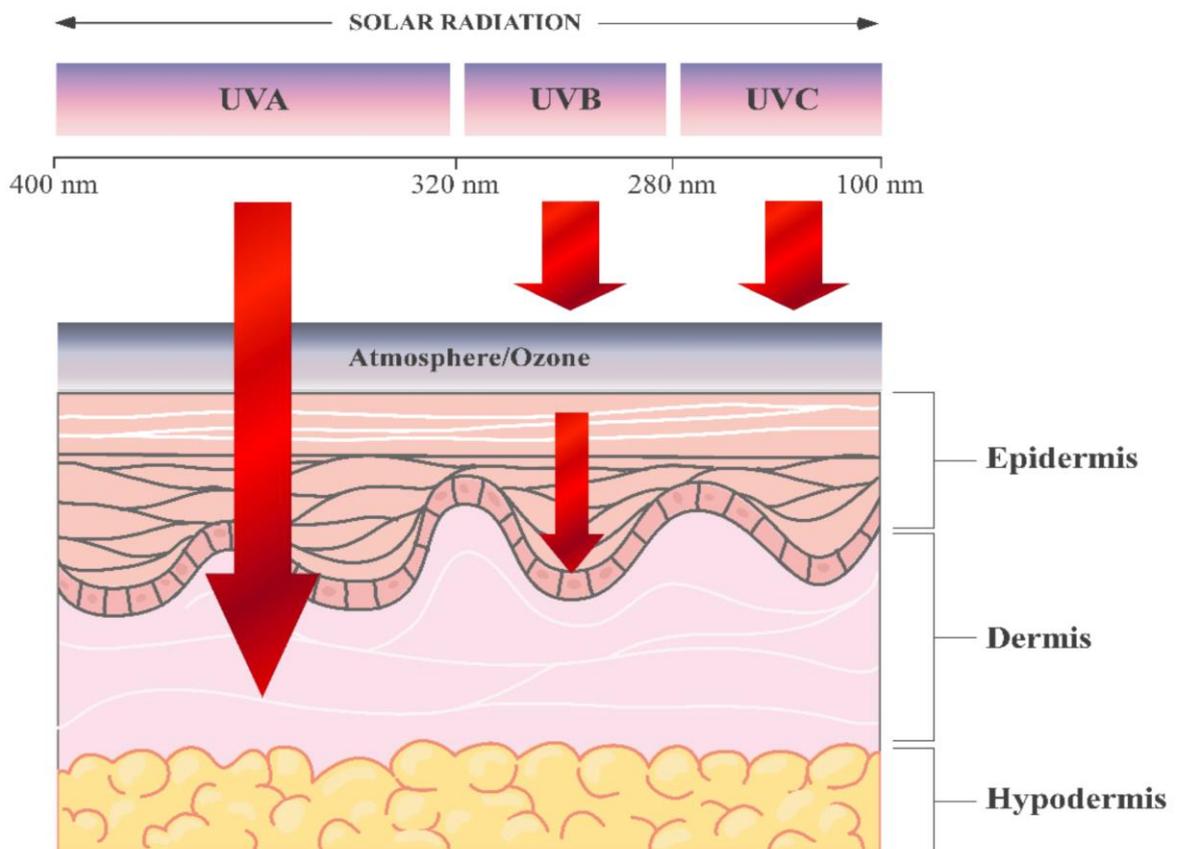


Figura 2: Capacidad de penetración de los diferentes tipos de luz UV sobre la capa de ozono y la piel (Pérez et al., 2018)

Saccharomyces cerevisiae es un microorganismo eucariota unicelular que mide aproximadamente 5 μm y posee un ADN genómico nuclear de 12068 kilobases (kb) organizado en 16 cromosomas, sus células se dividen por mitosis cada 90 minutos mediante el proceso de gemación, dando como resultado una célula hija más pequeña y genéticamente idéntica a la célula madre (21). Las células de levadura son relativamente fáciles de cultivar en condiciones de laboratorio, ya que no necesitan un medio complejo, poseen un ciclo de vida corto y son de fácil manipulación. Además de ello, esta levadura posee un genoma completamente secuenciado, una amplia caja de herramientas moleculares junto con la fuerte conservación de las vías biológicas y bioquímicas básicas de los eucariotas, lo que la convierte en una herramienta muy valiosa para todos los aspectos de la investigación básica y un excelente organismo modelo para estudiar los procesos celulares (22)

El ADN es susceptible a sufrir daños tanto por factores endógenos como externos, como la luz ultravioleta (UV), la radiación ionizante y los agentes alquilantes. El mecanismo de acción por el que la luz UV inactiva a los microorganismos es debido al daño fotoquímico del ADN (23). La radiación UV promueve la formación de moléculas dobles o dímeros entre los nucleótidos adyacente, pudiendo dar la formación de dímeros de timina - timina, pero también pueden darse la formación de dímeros de citosina - citosina o citosina - timina, pero en menor concurrencia. Cuando se forman una gran cantidad de estos dímeros, los ácidos nucleicos no se pueden replicar y como consecuencia se inhibe su reproducción y crecimiento (24).

La eficiencia de la inhibición del crecimiento por la luz UV depende en gran medida de la longitud de onda empleado, siendo las longitudes de onda corta UV C las más tóxicas para el ADN, mientras que las longitudes de onda larga UV A son menos efectivas (25), pero la

irradiación prolongada causa daño acumulativo, produciendo (ROS) especies reactivas de oxígeno (26).

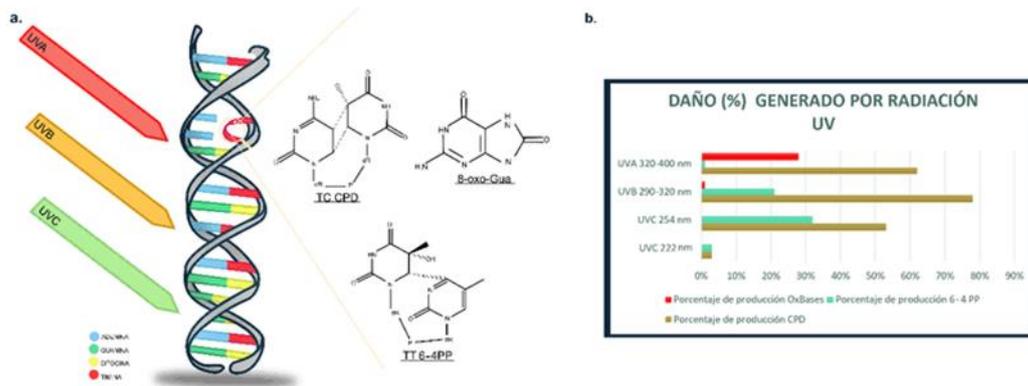


Figura 3: Daño genómico inducido por la radiación ultravioleta: a) fotoproductos principales; b) porcentaje de fotoproductos por tipo de UVR (Wilches et al., 2021).

El daño inducido en el ADN puede presentarse en forma de roturas de una sola cadena (SSB) y roturas de doble cadena (DSB). Los DSB son considerados más dañinos debido a que este tipo de lesión suele no repararse de manera eficiente. Una vez producido el daño al ADN, se activa la respuesta al daño para reparar el ADN y asegurar la supervivencia celular (27). Dentro de las vías de reparación del ADN de *Saccharomyces cerevisiae*, encontramos: Mecanismos de reparación por escisión de bases (BER), reparación de errores de coincidencia (MMR) y reparación por escisión de nucleótidos para SSB y Mecanismo de recombinación homóloga (HR) y la unión de extremos no homólogos (NHEJ) para DSB. Sin embargo, en el proceso central de reparación del ADN de las diferentes vías ya mencionadas es muy similar entre levaduras y humanos, donde aproximadamente 70% de las proteínas reparadoras del ADN de levadura presentan un homólogo humano (28)

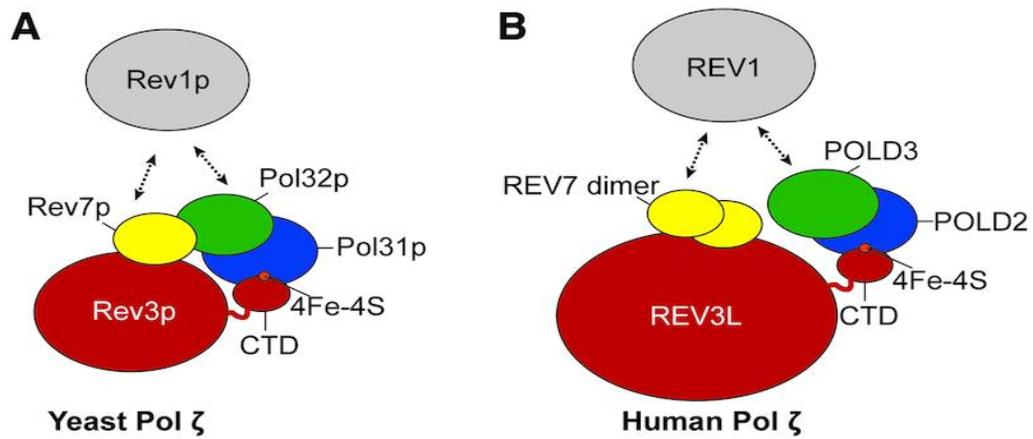


Figura 4: Subunidades homólogas de ADN polimerasa que participan de la respuesta al daño de ADN

Por ello el presente estudio propone seguir una metodología detallada para evaluar el efecto de la luz UV, haciendo una comparación del efecto inhibitor de la luz UV emitida por lámparas cosméticas con el de una lámpara UV de una cabina de bioseguridad tipo II empleando como microorganismo modelo la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (21). Los resultados de este estudio podrían ayudar a comprender mejor los efectos de la exposición a la luz UV y advertir sobre el uso recurrente en la salud humana.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

El presente estudio es de tipo analítico ya que se compara y establece una relación causal entre las variables. Es transversal, puesto que se estudian las variables en mismo periodo de tiempo y se recolectan los datos de manera simultánea en un tiempo determinado. Además, el estudio es prospectivo, debido a que los resultados se obtendrán después de su planteamiento (29). El diseño de la investigación es de tipo experimental, ya que el investigador va a manipular la variable independiente para observar su efecto sobre la variable dependiente, y además va a controlar las otras variables existentes para evitar que afecten en los resultados (30). El diseño de la investigación se puede representar de la siguiente manera:

El diseño de la investigación es experimental y se puede representar de la siguiente manera:



Donde:

GE1: Grupos de cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

M1: Luz ultravioleta

O1: Efecto observado

2.1.1. Variables de estudio

- a. **Variable independiente:** Efecto de la luz ultravioleta
- b. **Variable dependiente:** Crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae*.

2.2 Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR	NATURALEZA	ESCALA DE MEDICION
Luz ultravioleta	El tiempo de radiación UV es una forma de radiación electromagnética con una longitud de onda más corta que la de la luz visible, pero más larga que la de los rayos X.	Operacionalmente, en una forma cuantificable para determinar el tiempo que transcurre para lograr la irradiación de una muestra determinada, en nuestro caso de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	Efecto del tiempo de irradiación UV	Cuantitativo	Escala.
Crecimiento de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Las levaduras pueden crecer en alimentos con valores de pH bajos (5,0 o menos) y en presencia de azúcares, ácidos orgánicos y otras fuentes de carbono de fácil metabolización. Durante este crecimiento, las levaduras metabolizan algunos componentes del alimento para elaborar metabolitos.	Crecimiento de la población de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Crecimiento de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Cuantitativo	Escala.

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

- **Población de estudio:** todas las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* que podrían ser potencialmente expuestas a la luz UV de origen cosmético.
- **Población microbiológica:** Está conformada por la cepa de levadura *Saccharomyces cerevisiae* procedente del laboratorio BIOTECOOP empleada para la exposición a la luz UV de origen cosmético.

2.3.2. Muestra

- **Muestra de estudio:**
La muestra serían las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* seleccionadas de la población para ser parte del estudio.
- **Criterios de inclusión:**
 - Levaduras *Saccharomyces cerevisiae* en fase de crecimiento activo.
 - Levaduras *Saccharomyces cerevisiae* de la misma cepa.
 - Levaduras *Saccharomyces cerevisiae* que no han sido previamente expuestas a luz UV de origen cosmético.
- **Criterios de exclusión:**
 - Levaduras *Saccharomyces cerevisiae* en fase de reposo o senescencia.
 - Levaduras *Saccharomyces cerevisiae* de cepas diferentes a la especificada para el estudio.
 - Levaduras *Saccharomyces cerevisiae* que han sido previamente expuestas a luz UV de origen cosmético.
- **Muestra biológica:**
Cultivo de levadura *S. cerevisiae* cepa *wild type*.

2.3.3. Muestreo

El muestreo realizado es de tipo no probabilístico por conveniencia, ya que la selección de las muestras para el análisis se hizo en función de su disponibilidad y proximidad para el investigador.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas:

- Cultivo celular: El cultivo de levaduras es una técnica fundamental en microbiología que implica el crecimiento controlado de células viables, no afectadas por la radiación en condiciones de laboratorio.
- Preparación del inóculo: suspensión del cultivo celular hasta alcanzar la turbidez del patrón 0.5 de McFarland.
- Exposición a la radiación UV: Irradiación de células cultivadas en superficie de un medio sólido a fin de determinar el efecto sobre la viabilidad celular.

2.4.2. Instrumentos

- Placas de Petri: recipientes planos y circulares que se utilizan para contener el medio de cultivo. La muestra diluida se coloca sobre la superficie del medio y se extiende uniformemente después de la irradiación y antes de la incubación.
- Lámpara UV: lámpara UV/VIS de uso cosmético para procedimientos de manicure. Contiene un contador automático de 30 segundos por exposición.

2.5. Procedimiento

Los ensayos de la fase experimental se realizaron en el laboratorio BIOTECOOP, según el procedimiento que se detalla a continuación:

2.5.1. Reactivación de la cepa de estudio

Se reactivó la cepa de *Saccharomyces cerevisiae* criopreservada en una placa con agar YPG (peptona de carne 20 g/L, Dextrosa anhidra 20 g/L, Extracto de levadura 10 g/L y Agar agar 15 g/L) + cloranfenicol al 0.05% para eliminar la posible contaminación bacteriana y obtener un cultivo puro para proceder con las pruebas de ensayo.

2.5.2. Preparación del inóculo

Del cultivo puro sembrado en medio sólido se tomaron de 2 a 5 colonias de *Saccharomyces cerevisiae*, se colocaron en 10 mL de solución salina al 0.085% y se ajustó hasta obtener una turbidez compatible con la concentración de 0.5 en la escala MacFarland.

2.5.3. Irradiación de células

Se utilizó la Lámpara LED UV Profesional Secadora Uñas 48w Manicure Sun6s y la lámpara UV de una cabina de bioseguridad tipo II, como control de referencia para analizar el posible efecto inhibitor que la luz UV puede provocar sobre el crecimiento de la levadura *S. cerevisiae*.

Este ensayo se realizó por duplicado para diferentes intervalos de tiempo establecido: 1', 5', 10' y 15'. Para ello, se dividió cada placa de Agar YPG en cuatro partes, donde se colocó 10 uL de la solución de *S. cerevisiae* al 0.5 en la escala de Mc Farland y se diseminó con la ayuda de un asa de siembra.

Luego, se cubrió una de las mitades de la placa con papel aluminio para evitar el contacto con la luz UV, y se procedió a exponer cada placa bajo la lámpara UV (control y de prueba) en cada intervalo de tiempo respectivo y se envolvieron las placas con un papel oscuro para no haya contacto con la luz visible y evitar la fotorreactivación. Acto seguido, las placas se incubaron por 48 horas a 30 °C.

Finalmente, se analizó la densidad de crecimiento en cada cuadrante y se compararon entre sí para determinar en qué intervalo de tiempo la radiación UV emitida afecta el crecimiento de la levadura.

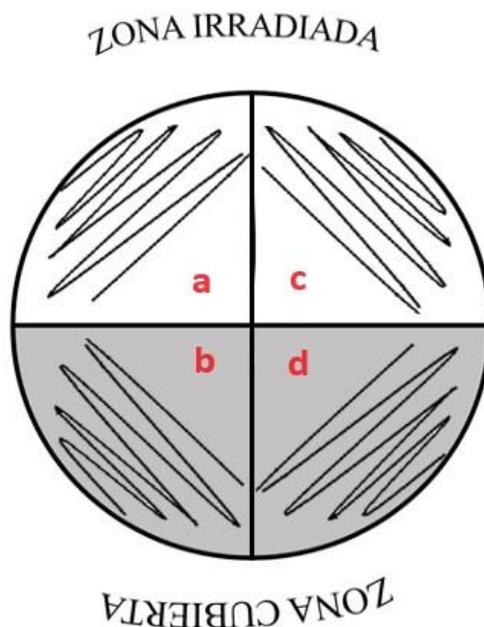


Figura 5: Modelo de ensayo para la evaluación del efecto de la luz UV sobre un cultivo de levadura. (a) y (c) Zona irradiada (b) y (d) Zona no irradiada.

2.6. Método de análisis de datos

Los resultados fueron reportados de forma semicuantitativa bajo tres niveles de crecimiento: escaso, regular o abundante y cuantitativa representados por el número de UFC contadas luego del tiempo de exposición a luz UV. Los resultados son comparados frente a un control de crecimiento no irradiado.

2.7. Aspectos éticos

El estudio fue desarrollado siguiendo fielmente los lineamientos establecidos en el Reglamento General de Investigación de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt. Por ende, la presente investigación cumplió con todos los aspectos éticos concernientes al manejo y manipulación de las cepas de *Saccharomyces cerevisiae*.

III RESULTADOS

3.1. Reactivación de la cepa de estudio.

La cepa de levadura *S. cerevisiae* fue proporcionada por el laboratorio BIOTECOOP y cultivada en placa con medio YPG. Posterior al periodo de incubación a 30°C, se observó el crecimiento de colonias medianas, blancas, redondas, convexas y de textura cremosa, descripción que concuerda con las características de las colonias pertenecientes a la levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

Posteriormente, se analizaron y compararon las densidades poblacionales obtenidas en cada cuadrante, teniendo en cuenta que los cuadrantes a y c fueron irradiados con lámpara de luz UV a un determinado tiempo y los cuadrantes b y d fueron los controles que no recibieron ninguna dosis de luz UV. Así mismo, los resultados se contrastaron con las densidades poblacionales obtenidas al ser irradiadas con la lámpara UV de la cabina de bioseguridad tipo II que corresponden al mismo tiempo de irradiación.

3.2. Efecto de la luz ultravioleta emitida por una lámpara cosmética sobre el crecimiento de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

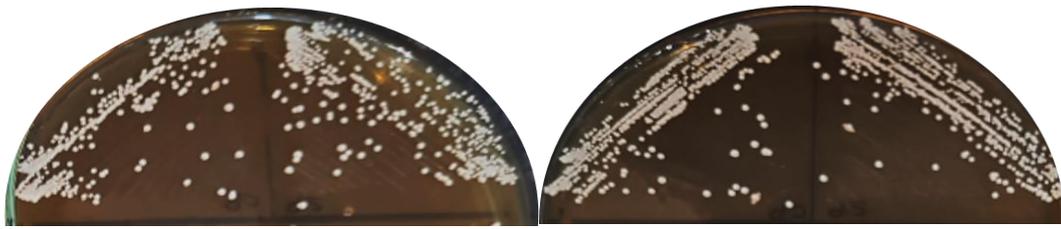
Las **Figura 6 - Figura 9** corresponden al crecimiento de *S. cerevisiae* luego de la aplicación de dosis de irradiación de 1, 5, 10 y 15 minutos, respectivamente con luz UV de una lámpara de uso cosmético. Como puede observarse, la reducción de la densidad poblacional significativa no es notable; particularmente en los cuadrantes a y d (cuadrantes irradiados) en comparación de los controles b y d (cuadrantes no irradiados).

En la **Tabla 1** se muestran los resultados semicuantitativos del efecto de la radiación con luz UV en la cepa de *S. cerevisiae*; como puede observarse, el crecimiento, en todas las placas de la evaluación, fue abundante.

Tabla 1: Resultados del efecto de la luz UV sobre el crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae*

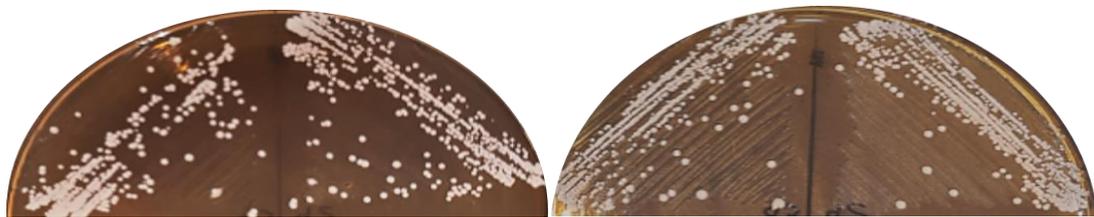
Tiempo	Lámpara UV – uso cosmético		Control No irradiado	
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 1	Réplica 2
1 min	Abundante	Abundante	Abundante	Abundante
5 min	Abundante	Abundante	Abundante	Abundante
10 min	Abundante	Abundante	Abundante	Abundante
15 min	Abundante	Abundante	Abundante	Abundante

Fuente: Elaboración propia.



a b c d

Figura 6: Crecimiento de *S. cerevisiae* luego de ser irradiada durante 1 minuto por luz UV emitida por una lámpara de secado de uñas



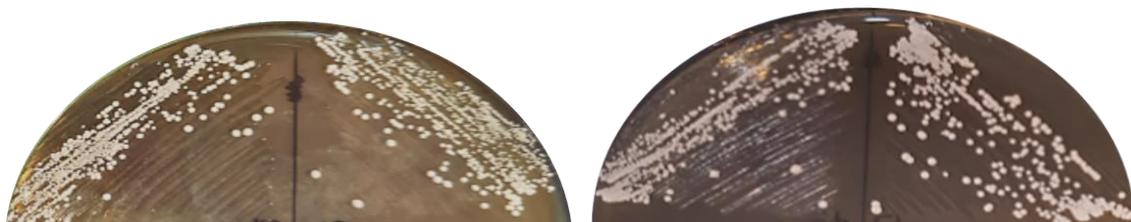
a b c d

Figura 7: Crecimiento de *S. cerevisiae* luego de ser irradiada durante 5 minutos por luz UV emitida por una lámpara de secado de uñas.



a b c d

Figura 8: Crecimiento de *S. cerevisiae* luego de ser irradiada durante 10 minutos por luz UV emitida por una lámpara de secado de uñas.



a b c d

Figura 9: Crecimiento de *S. cerevisiae* luego de ser irradiada durante 15 minutos por luz UV emitida por una lámpara de secado de uñas

Tabla 2: Evaluación cuantitativa del crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae* luego de irradiación con luz UV de uso cosmético

Tiempo	Lámpara UV – uso cosmético		Control - No irradiado		% de mortandad
	L-R1	L-R2	CL-R1	CL-R2	
1 min	400	395	484	399	10
5 min	331	414	406	478	16
10 min	303	301	343	390	18
15 min	287	297	374	346	19

Fuente: elaboración propia

De igual manera; en la **Figura 10** se muestra el efecto de la luz UV de uso cosmético en *S. cerevisiae*. El gráfico muestra una ligera disminución de la densidad poblacional de *S. cerevisiae* (UFC) en los grupos control a partir de los 10 min de exposición; sin embargo, la tendencia en los grupos del tratamiento es la misma; por lo tanto, no se trata de un patrón de disminución asociado al efecto de la luz UV frente al tiempo de exposición.

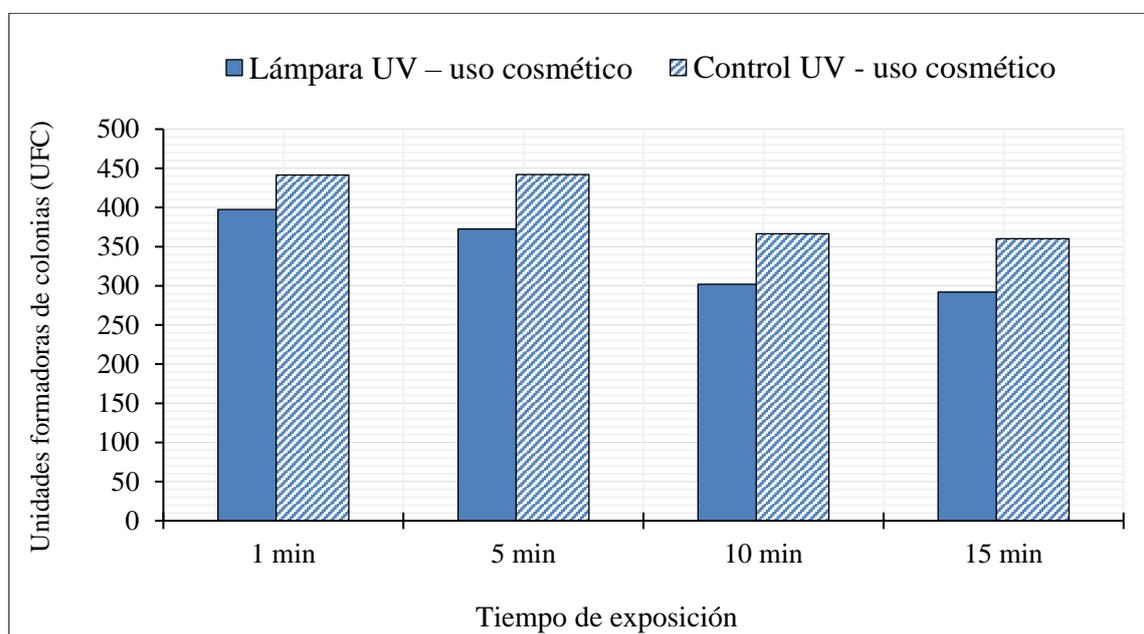


Figura 10: Cuantificación relativa de la densidad poblacional de *Saccharomyces cerevisiae* frente a diferentes periodos de irradiación con luz UV de uso cosmético

3.3. Efecto de la luz ultravioleta emitida por una lámpara UV perteneciente a una cabina de bioseguridad tipo II sobre el crecimiento de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*

Los resultados semicuantitativos del efecto de la radiación con luz UV en la cepa de *S. cerevisiae* se muestran en la **Tabla 3**; mientras que, los resultados cuantitativos pueden

observarse con detalle en la **Tabla 4**, como puede observarse, el crecimiento, en todas las placas de evaluación fue abundante; excepto a los 15 min de exposición, tiempo en el que el recuento disminuyó de abundante a regular (**Tabla 3**).

Tabla 3: Resultados del efecto de la luz UV sobre el crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae*

Tiempo	Lámpara UV – uso laboratorio		Control No irradiado	
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 1	Réplica 2
1 min	Abundante	Abundante	Abundante	Abundante
5 min	Abundante	Abundante	Abundante	Abundante
10 min	Abundante	Abundante	Abundante	Abundante
15 min	Regular	Regular	Abundante	Abundante

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Recuento de UFC de *Saccharomyces cerevisiae* luego de la exposición a luz UV de uso en laboratorio

Tiempo	Lámpara UV – uso laboratorio		Control No irradiado		% de mortandad
	C-R1	C-R2	CC-R1	CC-R2	
1 min	306	407	310	399	-1
5 min	436	299	426	331	3
10 min	213	259	270	325	21
15 min	152	235	521	414	59

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la exposición de *S. cerevisiae* a la luz UV emitida por una cabina de bioseguridad tipo II, se observa una disminución de la densidad poblacional significativa a partir de la aplicación de 15 minutos de tiempo de irradiación **Figura 14**, estimándose una reducción de aproximadamente el 59% con respecto al crecimiento de los controles empleados en el ensayo.

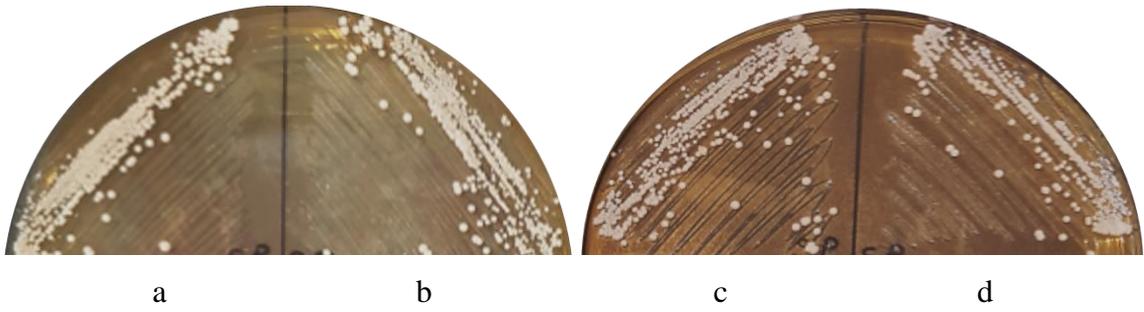


Figura 11: Crecimiento de *S. cerevisiae* luego de ser irradiada durante 1 minuto por la lámpara UV de una cabina de bioseguridad

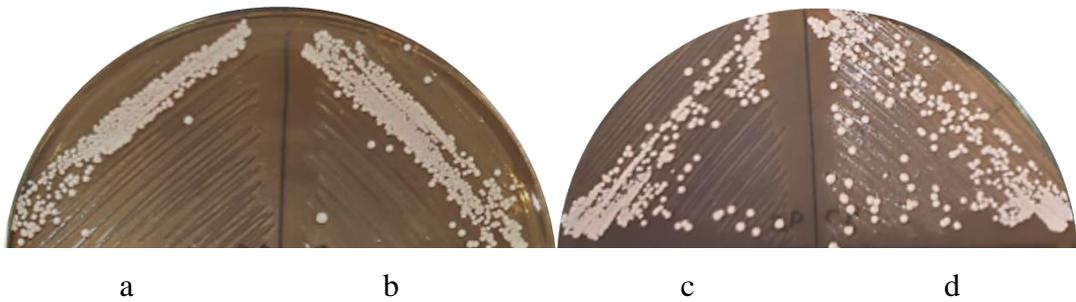


Figura 12: Crecimiento de *S. cerevisiae* luego de ser irradiada durante 5 minutos por la lámpara UV de una cabina de bioseguridad

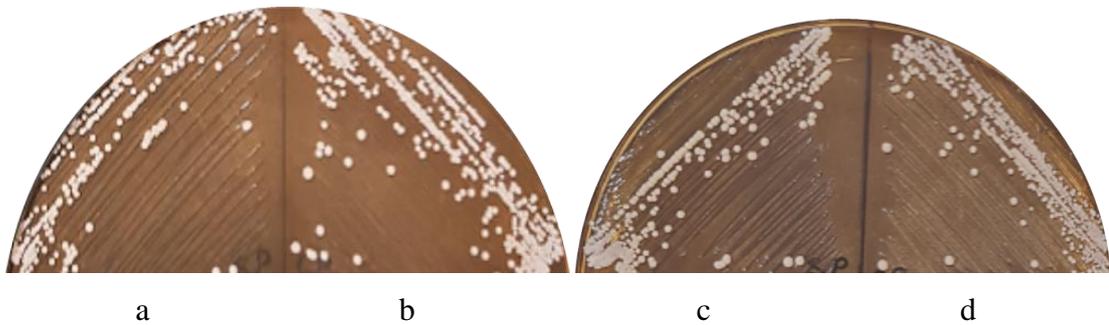


Figura 13: Crecimiento de *S. cerevisiae* luego de ser irradiada durante 10 minutos por la lámpara UV de una cabina de bioseguridad

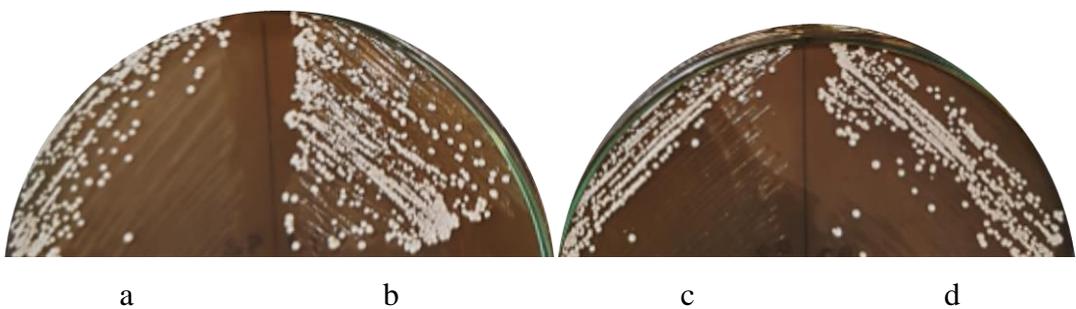


Figura 14: Crecimiento de *S. cerevisiae* luego de ser irradiada durante 15 minutos por la lámpara UV de una cabina de bioseguridad

Finalmente, en la **Figura 15** se muestra el efecto de la luz UV de uso en laboratorio en *S. cerevisiae*. El gráfico muestra una disminución en la densidad poblacional de *S. cerevisiae* (UFC) en los grupos expuestos a partir de los 10 minutos de exposición; sin embargo, al compararlo con sus grupos control según el tiempo de exposición, no se observó diferencia significativa.

A diferencia del ensayo anterior, la densidad de la población del grupo control a los 15 minutos de exposición es más alta. Por el contrario, en el grupo expuesto a la luz UV de uso en laboratorio, mostró disminución de la densidad poblacional de hasta 59% en comparación con su grupo control (**Tabla 4 y Figura 15**).

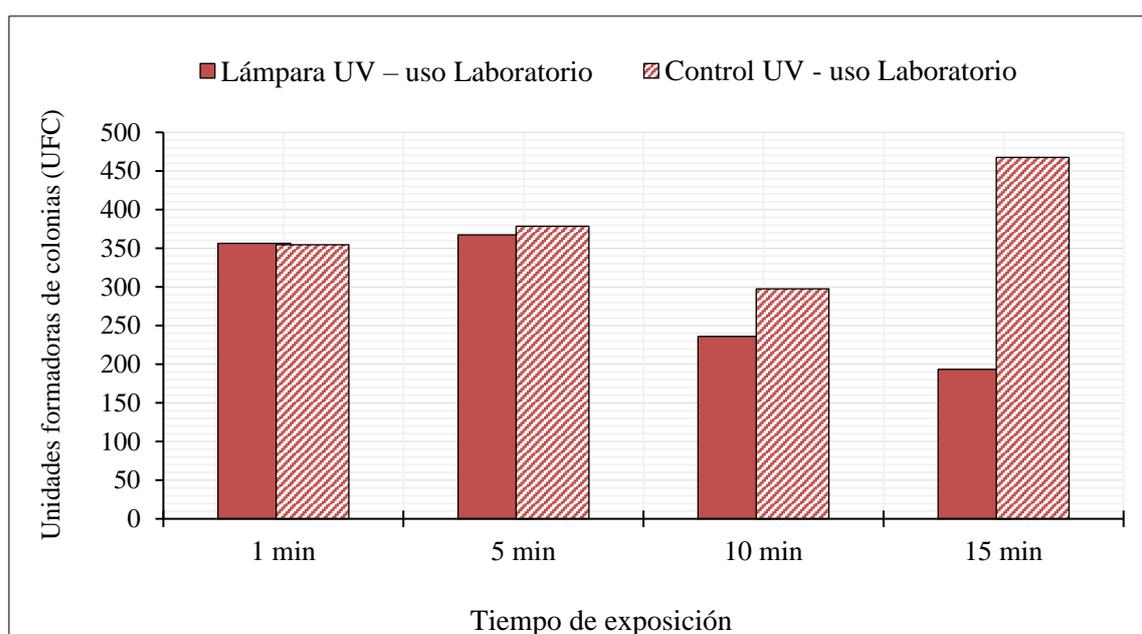


Figura 15: Cuantificación relativa de la densidad poblacional de *Saccharomyces cerevisiae* frente a diferentes periodos de irradiación con luz UV de uso en laboratorio.

IV. DISCUSIÓN

Saccharomyces cerevisiae es un hongo unicelular ampliamente utilizado en investigaciones biológicas y biomédicas debido a su fácil manipulación, su genoma conocido y a que es un organismo eucariota que posee una fuerte conservación de las vías biológicas y bioquímicas básicas, por lo que se le considera un modelo excelente para el estudio de la respuesta al daño del ADN en humanos, ya que además poseen un 70% de similitud en cuanto a las proteínas que participan en la reparación del ADN (Vanderwaeren, Dok, Voordeckers, Nuyts, & Verstrepen, 2022). Para la presente tesis se usó una cepa haploide de *S. cerevisiae* debido a que las cepas diploides, por poseer doble juego de cromosomas, pueden recuperar los daños al ADN de forma más fácil y efectiva.

Si bien es cierto, existe una mayor investigación sobre la carcinogénesis que es capaz de producir la radiación ultravioleta de onda corta UVC, sin embargo, la radiación UVA también puede ser cancerígena debido a que provoca especies reactivas de oxígeno (ROS) al ser absorbida por moléculas celulares (Hauser, Abraham, Barcelona, & Becker, 2019). Los resultados obtenidos demostraron que la exposición de la luz UV proveniente de una lámpara de secado de uñas ejerce un ligero efecto inhibitorio sobre el crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae*. Se observó una disminución sobre la tasa de crecimiento de la levadura luego de haber sido expuesta durante 15 minutos a la luz UV de la lámpara cosmética, estimándose una reducción de la densidad poblacional de aproximadamente el 19% con respecto a los controles no irradiados. Por otro lado, se pudo observar una reducción de la densidad poblacional de la levadura al ser expuesta a la luz UV proveniente de una cabina de bioseguridad tipo II durante todos los intervalos de tiempo aplicados, siendo mayor a los 15 minutos de exposición, determinándose una reducción de la densidad poblacional de la levadura de hasta 59%.

Las lámparas empleadas para el secado de esmalte para uñas en gel liberan radiación UVA con muy poca o, y en la mayoría de casos, ninguna radiación UVB (Shipp, Warner, Rueggeberg, & Davis, 2014). Los rayos UVA de banda ancha (315-400 nm) han sido ampliamente estudiados en el contexto de dispositivos de bronceado; alcanzando la clasificación de cancerígenos por la Agencia para la investigación del Cáncer (El Ghissassi, y otros, 2009); ya que, se ha reportado que llegan a penetrar la dermis profunda (Battie, y otros, 2014) e incluso inducen la formación de tumores en ratones (Trucco, y otros, 2019). En este estudio determinamos que la exposición a luz UVA de una lámpara de secado de uñas y luz UVC de cámara de seguridad tipo II tienen efectos inhibitorios sobre el crecimiento de *S. cerevisiae*; así como en su viabilidad celular luego de diferentes periodos de irradiación, siendo mayor luego de 15 minutos de exposición en ambos escenarios.

La luz UVA tiene la capacidad de excitar los cromóforos celulares y genera especies reactivas de oxígeno que pueden reaccionar con el ADN para producir daño oxidativo mutagénico sobre éste (Ravanat, Douki, & Cadete, 2001) que puede inhibir el desarrollo y crecimiento celular. En el ensayo con luz UVA si bien hubo una tendencia en la población a disminuir en función del tiempo de exposición, estos resultados no fueron estadísticamente significativos en comparación con los grupos control observándose similar proliferación de la levadura tanto en las placas tratadas como irradiadas. De hecho, algunas referencias sugieren la capacidad de la luz ultravioleta para promover el crecimiento celular y facilitar la liberación de hormonas intercelulares que promueven la proliferación y estimulación del crecimiento (Sperti, Loofbourow, & Dwyer, 1937).

Se destacar que, en la mayoría de los casos, durante una sesión de manicura, tanto las uñas como las manos se irradian en promedio hasta 10 minutos con un secador de uñas UV por sesión (Ratycz, Lender, & Gottwald, 2019). En ese sentido, se debe indicar que, si bien en

el presente estudio se han observado efectos inhibitorios sobre el desarrollo de *S. cerevisiae* relativamente bajo, aun se debe investigar el potencial efecto acumulativo de esta exposición durante la vida de los usuarios.

En el ensayo con luz UVC de la cámara de seguridad tipo II, se observó una tendencia a la disminución en función del tiempo a partir de los diez minutos de exposición; llegando a disminuir hasta un 59% luego de 15 minutos; de hecho, numerosos estudios han mostrado el rol de la luz UV del tipo C como herramienta de inactivación de diferentes tipos de microorganismos, incluidas las levaduras (Muangkaew, Suwanmanee, Singkum, Pumeesat, & Luplertlop, 2018); (Dumas Oviedo, Rojas, Borda, & Durango, 2013). La mayoría de estos estudios muestran un efecto considerable sobre la supervivencia de este tipo de microorganismo luego de 15 minutos de exposición (Chen, Lee, Oh, & Preston, 2011).

Dado que existe un alto nivel de homología entre los sistemas de reparación del ADN de *Saccharomyces cerevisiae* y los mamíferos; *Saccharomyces cerevisiae* representa un organismo modelo conveniente con considerable relevancia también para el estudio del efecto de la luz UV en las células humanas (Haider, y otros, 1997) (Parapouli, Vasileiadis, Afendra, & Hatziloukas, 2020). En ese sentido, los niveles de afectación a las células de levadura reportados en el presente estudio pueden extrapolarse a escenarios de posibles impactos a las células humanas expuestas a las diferentes fuentes ambientales de luz ultravioleta.

V. CONCLUSIONES

La exposición a la luz ultravioleta (UV) proveniente de lámparas de secado de uñas y de cabinas de bioseguridad tipo II tiene efectos inhibidores sobre el crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae*, mostrando una reducción en la tasa de crecimiento y en la densidad poblacional de la levadura.

La radiación UV-A, aunque menos estudiada en comparación con la UV-C, también puede ser cancerígena debido a su capacidad para generar especies reactivas de oxígeno que pueden dañar el ADN y afectar la viabilidad celular.

La luz UV-A puede inducir daño oxidativo mutagénico en el ADN, lo que puede inhibir el desarrollo y crecimiento celular. Sin embargo, los efectos observados en este estudio sobre la proliferación de la levadura no fueron estadísticamente significativos en comparación con los grupos control.

La exposición a la luz UV durante las sesiones de manicura, aunque relativamente baja en este estudio, podría tener efectos acumulativos sobre la salud de los usuarios, por lo que se recomienda investigar más a fondo este potencial efecto a lo largo de la vida de los individuos.

S. cerevisiae representa un organismo modelo relevante para estudiar el efecto de la luz UV en las células humanas debido a la homología entre los sistemas de reparación de este hongo y los mamíferos, lo que sugiere que los resultados obtenidos pueden ser extrapolables a otras fuentes de luz UV y a sistemas biológicos más complejos.

VI. RECOMENDACIONES

Basándonos en los datos presentados, se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

- Dado que la exposición a la luz UV de lámparas de secado de uñas y cabinas de bioseguridad tipo II tiene efectos inhibidores sobre el crecimiento de *S. cerevisiae*, se recomienda reducir la exposición a estas fuentes de luz, especialmente durante sesiones prolongadas de manicura.
- Para aquellas personas que trabajan con lámparas de secado de uñas o en entornos con exposición a luz UV, se recomienda el uso de protección adecuada, como guantes o cremas protectoras, para reducir la exposición directa a la radiación UV.
- Se sugiere realizar más investigaciones para estudiar el potencial efecto acumulativo de la exposición a la luz UV a lo largo de la vida de los individuos, especialmente en aquellos que están expuestos de manera regular, como los trabajadores de salones de belleza.
- Se pueden explorar alternativas más seguras para el secado de uñas, como el uso de ventiladores o métodos de secado al aire, que no impliquen la exposición a la radiación UV.
- Es importante que las autoridades reguladoras establezcan normativas y controles adecuados sobre la utilización de lámparas de secado de uñas y otras fuentes de luz UV en entornos de trabajo, para garantizar la seguridad de los trabajadores y usuarios.

VII. REFERENCIAS

1. Shihab N, Lim H. Possible cutaneous carcinogenic risk of exposure to UV nail lamp: a review. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2018;34(6):362–365.
2. Durán M, García J, Sánchez A. Efectividad de la fototerapia en la hiperbilirrubinemia neonatal. *Enfermería universitaria*. 2015;12(1):41-45.
3. Schoon D, Bryson P, McConnell J. Do UV nail lamps emit unsafe levels of ultraviolet light? [Internet]. Disponible en: <http://www.schoonscientific.com/downloads/UV-Nail-Lamp-Facts.pdf>
4. Curtis J, Tanner P, Judd C, Childs B, Hull C, Leachman S. Acrylic nail curing UV lamps: High-intensity exposure warrants further research of skin cancer risk. *J Am Acad Dermatol*. 2013;69(6):1069–1070.
5. Shipp L, Warner C, Rueggeberg F, Davis L. More research on skin cancer risk associated with the use of UV nail lamps. *JAMA Dermatol*. 2014;150(7):775–776. doi:10.1001/jamadermatol.2013.8740.
6. Ratycz MC, Lender JA, Gottwald LD. Multiple Dorsal Hand Actinic Keratoses and Squamous Cell Carcinomas: A Unique Presentation following Extensive UV Nail Lamp Use. *Case Reports Dermatol*. 2019;286–291. doi:10.1159/000503273.
7. Freeman C, Hull C, Sontheimer R, Curtis J. Squamous Cell Carcinoma of the Dorsal Hands and Feet after Repeated Exposure to Ultraviolet Nail lamps. *Dermatology Online J*. 2020;26:1-3. doi:10.5070/D3263047974.
8. Zhivagui M, Hoda A, Valenzuela N, et al. DNA damage and somatic mutations in mammalian cells after irradiation with a nail polish dryer. *Nat Commun*. 2023;14:276. doi:10.1038/s41467-023-35876-8.

9. Beani JC. Ultraviolet A-induced DNA damage: role in skin cancer. *Bull Acad Natl Med.* 2014;198(2):273-95. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26263704>
10. De Vries E, Arnold M, Altsitsiadis E, Trakatelli M, Hinrichs B, Stockfleth E, et al. Potential impact of interventions resulting in reduced exposure to ultraviolet (UV) radiation (UVA and UVB) on skin cancer incidence in four European countries, 2010–2050. *Br J Dermatol.* 2012;167(2):53–62. doi:10.1111/j.1365-2133.2012.11087.x.
11. Gray NF. Ultraviolet disinfection. En: Steven L, Yates MV, Williams DW, Calmers RM, Gray NF, editores. *Microbiology of waterborne diseases.* Elsevier; 2014. p. 617-630.
12. Gatica M, Pastor M, Silvestre J. Allergic contact dermatitis due to acrylates in permanent enamels. *Dermo-sifiliographic Acts.* 2018;109(6):508–514. doi:10.1016/j.ad.2017.08.010.
13. Schwartz C, Ezaldein H, Merati M. Ultraviolet Light Gel Manicures: Is There a Risk of Skin Cancer on the Hands and Nails of Young Adults? *J Clin Aesthet Dermatol.* 2020;13(7):45-46. PMID: 32983337; PMCID: PMC7492020.
14. Battie C, Jitsukawa S, Berned F, Del Bino S, Marionnet C, Verschoore M. New insights in photoaging, UVA induced damage and skin types. *Exp Dermatol.* 2014;7-12.
15. Chen S, Lee R, Oh H, Preston C. The impact of ultraviolet radiation on *Saccharomyces cerevisiae* survival. *The Expedition.*
16. Parapouli M, Vasileiadis A, Afendra A, Hatziloukas E. *Saccharomyces cerevisiae* and its industrial applications. *AIMS Microbiol.* 2020;1-31.
17. Jorde LB, Carey JC, Bamshad MJ. *Genética médica.* Elsevier; 2020.

18. Meza NYC, Gascón MB, Armendariz-Anguiano AL, Cruz AJ. Validación del Cuestionario de Actividad Física del IPAQ en Adultos Mexicanos con Diabetes Tipo 2. *J Negat No Posit Results*. 2016;1(3):93-99.
19. Hauser M, Abraham P, Barcelona L, Becker J. UV Laser-Induced, Time-Resolved Transcriptome Responses of *Saccharomyces cerevisiae*. *G3* (Bethesda, Md.). 2019;2549-2560.
20. Dumas Oviedo D, Rojas J, Borda R, Durango M. Efecto de la exposición a la luz ultravioleta uv-c en la viabilidad de especies de *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium*. *J Eng Technol*. 2013;18-28.
21. El Ghissassi F, Baan R, Straif K, et al. A review of human carcinogens—Part D: radiation. *Lancet Oncol*. 2009;751-752.
22. Garzona L, Garzona G. Uso de cámaras de bronceado y cáncer de piel. *Rev Costarric Salud Pública*. 2017;26(1):22-29.
23. Haider T, Sommer R, Cabaj A, Heidenreich E, Pribil W, Kundi M. Recombination mechanism: A putative cause of deviation in time-dose reciprocity during UV irradiation of yeast. *ResearchGate*. 1997;376-377.
24. Martínez de Alba AE, Rubio MB, Morán-Diez ME, Bernabéu C, Hermosa R, Monte E. Microbiological evaluation of the disinfecting potential of UV-C and UV-C plus ozone generating robots. *Microorganisms*. 2021;9(1):172. doi:10.3390/microorganisms9010172
25. Muangkaew W, Suwanmanee S, Singkum P, Pumeesat P, Luplertlop N. Effects of UVC Irradiation on Growth and Apoptosis of *Scedosporium apiospermum* and *Lomentospora prolificans*. *Hindawi*. 2018;1-8.
26. Pfeifer GP. Mechanisms of UV-induced mutations and skin cancer. *Genome Instab Dis*. 2020;1:99–113. doi:10.1007/s42764-020-00009-8

27. Pérez A, Barraji3n E, Herranz M, Micol V. Nutraceuticals for skin care: A comprehensive review of human clinical studies. *Nutrients*. 2018;10(4):403. doi:10.3390/nu10040403
28. Ravanat J, Douki T, Cadete J. Direct and indirect effects of UV radiation on DNA and its components. *J Photochem Photobiol B*. 2001;88-102.
29. Cvetkovic-Vega A, Maguiña JL, Soto A, Lama-Valdivia J, L3pez LEC. Estudios transversales. *Rev Fac Med Humana*. 2021;21(1):179-185.
30. Cataldo R, Arancibia M, Stojanova J, Papuzinski C. Conceptos generales en bioestadística y epidemiología clínica: estudios observacionales con diseños transversal y ecol3gico. *Medwave*. 2019;19(08).

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis General	Variables	Población	Metodología
<p>¿Cuál será el efecto de la luz ultravioleta emitida por una lámpara cosmética sobre el crecimiento de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>¿Cuál será el efecto inhibitorio de la luz UV-A emitida por una lámpara cosmética sobre el crecimiento de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> a diferentes rangos de tiempo?</p> <p>¿Cuál será el efecto inhibitorio de la luz UV-A emitida por una lámpara cosmética sobre el crecimiento de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> a diferentes concentraciones celulares medidas por turbidimetría?</p>	<p>Evaluar el efecto de la luz ultravioleta emitida por una lámpara cosmética sobre el crecimiento de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>Evaluar el efecto inhibitorio de la luz UV-A emitida por una lámpara cosmética sobre el crecimiento de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> a diferentes rangos de tiempo.</p> <p>Evaluar el efecto inhibitorio de la luz UV-A emitida por una lámpara cosmética sobre el crecimiento de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> a diferentes concentraciones celulares medidas por turbidimetría.</p>	<p>H0: La radiación UV emitida por la lámpara de secado de uñas inhibe el crecimiento de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>.</p> <p>H1: La radiación UV emitida por la lámpara de secado de uñas no inhibe el crecimiento de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>.</p>	<p>Variable dependiente: Densidad poblacional de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>.</p> <p>Variable independiente: Tiempo de irradiación.</p>	<p>Población microbiológica: Estará conformada por cepas de levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en la ciudad de Lima, 2023, procedente del laboratorio BIOTECOOP.</p>	<p>Tipo de investigación: Explicativo, cuantitativo, descriptivo.</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p>Muestra de estudio 2 a 5 colonias de <i>Saccharomyces cerevisiae</i></p> <p>Técnicas de recopilación de información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Técnica: Análisis de laboratorio. • Instrumento: Ficha de recolección de datos. <p>Técnicas de procesamiento de información:</p> <p>La data se ingresará y se analizará utilizando Excel y SPSS-27.</p>

Anexo 2:

Ficha de recolección de datos

Diluciones del desinfectante	Tiempo de irradiación		
	1	2	3
Replicas			
X1			
X2			
X3			

X → Réplicas

TI → Tiempo de irradiación

Fuente: Elaboración propia 2023.

Anexo 3

**FORMATO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUIMICA
APRECIACION DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

Estimado profesional, usted ha sido invitado a participar en el proceso de apreciación de un instrumento de investigación; el presente formato es para que usted pueda hacernos llegar sus apreciaciones respectivas sobre el instrumento de medición; agradecemos de antemano sus aportes que permitirán validar el instrumento y obtener información efectiva.

A continuación, sírvase identificar el criterio y marque con un aspa en la casilla que usted considere conveniente, además puede hacernos llegar alguna otra apreciación en la columna de observaciones. Investigación titulada: **“EFECTO DE LA LUZ UV DE ORIGEN COSMÉTICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE LEVADURA *Saccharomyces cerevisiae* EN LIMA 2023”**

Criterios	Apreciación		Observación
	SI	NO	
1. El instrumento responde al planteamiento del problema.			
2. El instrumento responde a los objetivos de la investigación.			
3. El instrumento responde a la Operacionalización de variables.			
4. Los ítems responden a los objetivos del estudio.			
5. La estructura que presenta el instrumento es secuencial.			
6. Los ítems están redactados en forma clara y precisa.			
7. El número de ítems es adecuado.			
8. Los ítems del instrumento son válidos.			
9. ¿se debe de incrementar el número de ítems.			
10. Se debe de eliminar algún ítem.			

Sugerencias para mejorar el instrumento:

.....

Apellidos y Nombres:

Grado Académico y Profesión:

Firma: Fecha:

● 1% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 1% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	tofuncional.com Internet	<1%
2	coursehero.com Internet	<1%
3	es.unionpedia.org Internet	<1%
4	repositorioinstitucional.buap.mx Internet	<1%

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

BLOQUES DE TEXTO EXCLUIDOS

UNIVERSIDAD PRIVADA DE HUANCAYO

repositorio.uroosevelt.edu.pe

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han con...

repositorio.unesum.edu.ec

DECLARATORIA DE AUTENTICIDADYo

repositorio.uroosevelt.edu.pe

DECLARACIÓN BAJO JURAMENTO:QUE TODA LA INFORMACIÓN PRESENTADA E...

repositorio.uroosevelt.edu.pe

DECLARATORIA DE AUTENTICIDADYo

repositorio.uroosevelt.edu.pe

DECLARACIÓN BAJO JURAMENTO:QUE TODA LA INFORMACIÓN PRESENTADA E...

repositorio.uroosevelt.edu.pe

ÍNDICE DE TABLAS

repositorio.uroosevelt.edu.pe

172.1

repositorio.ucv.edu.pe

2.3.2. Muestra

core.ac.uk

212.6. Método de análisis de

repositorio.uoosevelt.edu.pe

Anexo 3FORMATO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO ESCUELA PROFESIONAL DE

repositorio.uoosevelt.edu.pe

Observación 1. El instrumento responde al planteamiento del problema. 2. El instru...

repositorio.uoosevelt.edu.pe