



Universidad César Vallejo

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Aplicación de *Saccharomyces spp.* para la biodegradación de
colorantes reactivos de la industria textil. Lima-Perú, 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Chamorro Guerra, Angela Katherine (orcid.org/0000-0001-5460-0309)
Laurente Quequejana, Mayra Alejandra (orcid.org/0000-0001-8905-2189)

ASESORA:

Mgt. Cabello Torres, Rita Jacqueline (orcid.org/0000-0002-9965-9678)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

La presente tesis se encuentra dedicada a nuestro padre “Dios”, quien me fue brindado sabiduría para afrontar las dificultades durante el proceso. Así mismo, dedico este trabajo a mi madre y padre quien a lo largo de este camino me fueron cuidando y enseñando valores para afrontar cualquier obstáculo, también porque me dieron el apoyo incondicional y se esforzaron para poder ayudarme con el desarrollo de mi formación profesional. También le dedico a mi hijo Sebastián, quien ha sido el más grande motivo para salir adelante y no rendirme, de manera que podría llegar a ser un espejo ejemplo para él. A mi hermano Christian Iván y hermana Jenny Luz por estar en este proceso dándome ánimos y apoyo, enseñándome que la vida nunca es fácil pero que si deseamos lograr algo nos debemos esforzar, de la misma manera a mi familia por darme su compañía y ánimos en los buenos y malos momentos.

Angela Katherine Chamorro Guerra

Dedico este proyecto principalmente a mi familia, a mis padres que siempre estuvieron allí apoyándome en todo y tuvieron confianza en mis decisiones durante cada momento de mi vida universitaria. A mi madre, que siempre me acompañó, me tuvo mucha paciencia y se preocupó por mí sin importar nada. A mi padre, por preocuparse por mi educación y por su comprensión durante estos años. A todos los maestros, mis docentes y mi asesora de tesis por brindarme su conocimiento y sabiduría para lograr avanzar en mis estudios, ya que gracias a ellos he llegado tan lejos y logré culminar mi etapa universitaria exitosamente

Mayra Alejandra Laurente Quequejana

AGRADECIMIENTO

Principalmente agradezco a nuestro ser supremo por haberme brindado salud y compañía durante todo el transcurso de realizar mi sueño de culminar mi carrera universitaria. A mis padres por el apoyo, amor, oportunidad para lograr este nivel de éxito. A los catedráticos que mediante su sabiduría nos fueron orientando.

También a nuestra asesora la Mg. Rita Jacqueline Cabello Torres quien nos brindó su apoyo incondicional, conocimientos, experiencias, comprensión, en la elaboración de nuestra tesis.

Angela Katherine Chamorro Guerra

Agradezco a mis padres por su apoyo durante los momentos difíciles que hemos tenido como familia pero que logramos atravesar juntos.

A mi asesora la Mg. Rita Jacqueline Cabello Torres por ser nuestra guía durante el desarrollo de nuestro proyecto de tesis, por todo el conocimiento y paciencia que nos brindó durante cada asesoría, por darnos la oportunidad de culminar nuestro proyecto de tesis. A los docentes que siempre nos apoyaron en el laboratorio de biotecnología con cualquier duda o consulta, siempre estuvieron ahí ayudándonos con sus enseñanzas durante nuestros primeros pasos en el laboratorio.

Mayra Alejandra Laurente Quequejana



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CABELLO TORRES RITA JAQUELINE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Aplicación de la *Saccharomyces* spp. para la biodegradación de colorantes reactivos de la industria textil. Lima-Perú, 2023", cuyos autores son CHAMORRO GUERRA ANGELA KATHERINE, LAURENTE QUEQUEJANA MAYRA ALEJANDRA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 5.00%, 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.

LIMA, 15 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CABELLO TORRES RITA JAQUELINE DNI: 08947396 ORCID: 0000-0002-9965-9678	Firmado electrónicamente por: RCABELLOTO15 el15- 12-2023 11:22:29

Código documento Trilce: TRI - 0697752



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CHAMORRO GUERRA ANGELA KATHERINE, LAURENTE QUEQUEJANA MAYRA ALEJANDRA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación de la Saccharomyces spp. para la biodegradación de colorantes reactivos de la industria textil. Lima-Perú, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro gradoacadémico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
CHAMORRO GUERRA ANGELA KATHERINE DNI: 75603935 ORCID: 0000-0001-5460-0309	Firmado electrónicamente por: ACHAMORROGU25 el 23-01-2024 19:41:56
LAURENTE QUEQUEJANA MAYRA ALEJANDRA DNI: 71400847 ORCID: 0000-0001-8905-2189	Firmado electrónicamente por: MLAURENTEQ el 23- 01-2024 19:51:19

Código documento Trilce: INV - 1561545

Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE LA ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	ix
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	8
III. METODOLOGÍA.....	32
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	32
3.2 Variables y operacionalización.....	37
3.3 Población, muestra y muestreo.....	40
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
3.5 Procedimientos.....	42
3.6 Método de análisis de datos.....	63
3.7 Aspectos Éticos.....	63
IV. RESULTADOS.....	63
V. DISCUSIÓN.....	80
VI. CONCLUSIONES.....	82
VII. RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS.....	84
ANEXOS.....	97

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de colorantes por estructura química.....	11
Tabla 2. Características y porcentaje del grado de fijación de las materias colorantes	13
Tabla 3. Clasificación taxonómica de <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	16
Tabla 4. Elementos para el desarrollo idóneo de la levadura “ <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> ”	17
Tabla 5. Fases de crecimiento microbiano.....	20
Tabla 6: Variables que perjudican el crecimiento.....	22
Tabla 7. Técnicas de tratamiento químico en la reducción de colorantes de vertidos industriales.....	23
Tabla 8. Técnicas de tratamiento físico en la reducción de colorantes de vertidos industriales.....	25
Tabla 9. Técnicas de tratamiento biológico para la reducción de colorantes de vertidos industriales.....	27
Tabla 10. Diseño factorial de 4 factores y 3 niveles.....	33
Tabla 11. Factores utilizados en el diseño factorial.....	35
Tabla 12. Equipo de laboratorio utilizado.....	39
Tabla 13. Resultados del conteo microbiano del crecimiento de la <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	48
Tabla 14. Preparación del agua contaminada según las concentraciones del diseño factorial.....	55
Tabla 15. Cálculo del volumen para las diferentes concentraciones de la curva de calibración.....	56

Tabla 16. Curva de calibración para el colorante Azul Bezaktiv S-RN.....	58
Tabla 17. Resultados de los tratamientos de la 1° y 2° repetición empleando los parámetros fisicoquímicos.....	68
Tabla 18. Resultados de los tratamientos de la 1° y 2° repetición empleando los parámetros fisicoquímicos.....	69
Tabla 19. Resultados de los tratamientos de la 1° y 2° repetición empleando los parámetros fisicoquímicos.....	71
Tabla 20. Resultados de los tratamientos de la 1° y 2° repetición empleando los parámetros fisicoquímicos.....	72
Tabla 21. Resultados de los tratamientos de la 1° y 2° repetición empleando los parámetros fisicoquímicos.....	73
Tabla 22. Análisis estadístico ANOVA de los parámetros concentración inicial del colorante, pH, volumen de inóculo y temperatura para la remoción del colorante.....	77

Índice de figuras

Figura 1. Distintas categorías de colorantes y posible aplicación a nivel industrial.....	10
Figura 2. Impactos negativos de los tintes en el estado de bienestar humano	14
Figura 3. Estructura celular de un hongo tipo levadura encapsulado	15
Figura 4. Cultivo de levadura observado con un microscopio óptico. Las flechas indican el proceso de brotación	18
Figura 5. Ciclo de vida de la <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	18
Figura 6. Ruta metabólica de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> para la producción de etanol	19
Figura 7. Curva de crecimiento de levadura	21
Figura 8. Diagrama de flujo de varios métodos para la eliminación de tintes.....	28
Figura 9. Métodos de tratamiento de base biológica	28
Figura 10. Colorante reactivo Azul Bezaktiv S-RN- The CHT Group	43
Figura 11. Levadura liofilizada- Green Insuquimica	43
Figura 12. Proceso de activación de la levadura liofilizada.....	44
Figura 13. Diagrama de flujo para la elaboración del medio de cultivo agar Sabouraud	46
Figura 14. Proceso de la preparación del medio de cultivo	47
Figura 15. Diagrama de flujo para la siembra de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> mediante medio de cultivo agar Sabouraud en placas Petri	48
Figura 16. Procedimiento para la siembra de <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> en Placa Petri	49

Figura 17. Procedimiento de la preparación de los precultivos	50
Figura 18. Solución de colorante Azul.....	51
Figura 19. Proceso de elaboración para la muestra patrón.....	51
Figura 20. Proceso de preparación de solución madre.....	52
Figura 21. Preparación de concentraciones de colorante a partir de la solución madre	53
Figura 22. Diagrama de flujo del procedimiento de la prueba preliminar de la capacidad de la <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> para eliminar colorantes	55
Figura 23. Elaboración de prueba preliminar de la capacidad de la <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> para eliminar colorantes.....	56
Figura 24. Medición de las concentraciones de colorante	58
Figura 25. Proceso del ajuste del pH del caldo de cultivo utilizando ácido clorhídrico e hidróxido de sodio.....	60
Figura 26. Desarrollo de los ensayos inoculando caldo de cultivo con volumen óptimo para cada concentración.....	60
Figura 27. Preparación de las concentraciones de colorante reactivo (20, 60 y 100 mg L ⁻¹).....	61
Figura 28. a) 2.5 g de levadura disuelta en 250 ml + 5g de glucosa, b) 2.5g de levadura disuelta en 250 ml + 5 g de sacarosa.....	64
Figura 29. Muestra “A” que contiene levadura y glucosa.....	64
Figura 30. Medio de cultivo óptimo con Agar Patata Dextrosa Granulado en placas petri.....	65
Figura 31. Presencia y crecimiento de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en placas petri.....	65

Figura 32. Curva de crecimiento de <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	66
Figura 33. Análisis por periodos de tiempo de un medio sólido con potato dextrose agar granulated que contiene colorante azul (50 mg/l) y <i>saccharomyces cerevisiae</i> en (1) el punto 0, (2) 48h, (3) 168h, (4) 216h, (5) 11 días y (6) 16 días de incubación a una temperatura de 30 °C.....	67
Figura 34. Determinación de la longitud de onda máxima para la concentración de 20 mg/L.....	67
Figura 35. Determinación de la longitud de onda máxima para la concentración de 60 mg/.....	68
Figura 36. Determinación de la longitud de onda máxima para la concentración de 100 mg/L.....	69
Figura 37. Curva de calibración del colorante reactivo azul Bezaktiv S-RN.....	69
Figura 38. Gráfico de barras de la comparación de concentración inicial del colorante y sus concentraciones finales de la 1° y 2° repetición.....	71
Figura 39. Gráfico de barras de la comparación de concentración inicial del colorante y sus concentraciones finales de la 1° y 2° repetición.....	72
Figura 40. Gráfico de barras de la comparación de concentración inicial del colorante y sus concentraciones finales de la 1° y 2° repetición.....	73
Figura 41. Gráfico de barras de la comparación de concentración inicial del colorante y sus concentraciones finales de la 1° y 2° repetición.....	75
Figura 42. Gráfico de barras de la comparación de concentración inicial del colorante y sus concentraciones finales de la 1° y 2° repetición.....	76

Figura 43. Comparación del antes y después de los tratamientos de 20mg/L para determinar concentración final y % de remoción.....	77
Figura 44. Comparación del antes y después del tratamiento de 60mg/L para determinar concentración final y % de remoción.....	77
Figura 45. Comparación del antes y después de los tratamientos de 100 mg/L para determinar concentración final y % de remoción	78
Figura 46. Análisis del espectrómetro UV del colorante reactivo Azul Bezaktiv S-RN antes y después de biodegradación por <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	78

RESUMEN

La presente investigación fue desarrollada para dar una solución ante la problemática ambiental ocasionada por los efluentes textiles de las industrias que son vertidas sin tener ningún tratamiento, así mismo presenta altas cargas de compuesto contaminantes, lo cual se propone una alternativa de solución ecoamigable para tratar dichas aguas residuales textiles por medio de levaduras "*Saccharomyces cerevisiae*". El objetivo del estudio es evaluar la aplicación de *Saccharomyces spp* para la biodegradación de colorantes reactivos de la industria textil, de manera que se busca obtener el inóculo de la levadura que tiene capacidad de degradar los tintes textiles reactivos. Para este estudio se realizó un diseño factorial que presentaba 33 tratamientos con 2 repeticiones para generar los valores óptimos del proceso, los experimentos se ejecutaron empleando concentración de 20, 60 y 100 mg/L de colorante azul Bezaktiv, con variaciones de pH (2, 4.5 y 7), también volumen de inóculo (5, 15 y 25 ml) y temperatura (25, 35 y 45 °C). Para la obtención de la levadura se efectuó la activación, el medio de cultivo óptimo y la siembra en placas Petri para su posterior agregado en el caldo de cultivo YPD, de este modo se realizó las pruebas establecidas en el diseño donde se inocula el caldo YPD a los frascos que contienen el colorante reactivo con sus concentraciones respectivas y sus factores. También se analizó las 66 muestras, parámetros fisicoquímicos, absorbancia, pH, desarrollo de la levadura. Las condiciones que fueron óptimas del cultivo de *Saccharomyces Cerevisiae* para llegar a degradar el colorante azul Bezaktiv S-RN presenta una incubación a 30°C por 3 días. Así mismo de los 66 tratamientos empleados, el tratamiento T21 y T33 con concentración de 100mg/L, pH neutro (7), volumen inóculo (25ml) y temperatura de 45 °C, obtuvieron una mejor capacidad de degradación llegando a tener como resultado una concentración final de 4.800 mg/L y 5.219 mg/L con una remoción de 95.2% y 95%, por lo tanto, se puede resolver esta problemática ambiental de los efluentes textiles.

Palabras Clave: *Saccharomyces cerevisiae*, efluentes textiles, biodegradación.

ABSTRACT

This research was developed to provide a solution to the environmental problems caused by textile effluents from industries that are discharged without any treatment, which also present high loads of polluting compounds, which proposes an alternative eco-friendly solution to treat such textile wastewater by means of yeast "*Saccharomyces cerevisiae*". The objective of the study is to evaluate the application of *Saccharomyces* spp for the biodegradation of reactive dyes from the textile industry, in order to obtain the inoculum of the yeast that has the capacity to degrade reactive textile dyes. For this study, a factorial design was carried out with 33 treatments with 2 repetitions to generate the optimum values of the process. The experiments were carried out using concentrations of 20, 60 and 100 mg/L of Bezaktiv blue dye, with variations of pH (2, 4.5 and 7), also inoculum volume (5, 15 and 25 ml) and temperature (25, 35 and 45 °C). To obtain the yeast, the activation, the optimal culture medium and the seeding in Petri dishes for its subsequent addition in the YPD culture broth were carried out, in this way the tests established in the design where the YPD broth is inoculated into the flasks containing the reactive dye with their respective concentrations and their factors were carried out. The 66 samples were also analyzed, physicochemical parameters, absorbance, pH, yeast development. The optimal conditions for the culture of *Saccharomyces Cerevisiae* to degrade the blue dye Bezaktiv S-RN were incubation at 30°C for 3 days. Likewise, of the 66 treatments used, treatment T21 and T33 with a concentration of 100 mg/L, neutral pH (7), inoculum volume (25 ml) and temperature of 45 °C, obtained a better degradation capacity resulting in a final concentration of 4,800 mg/L and 5,219 mg/L with a removal of 95.2% and 95%, therefore, this environmental problem of textile effluents can be solved.

Keywords: *Saccharomyces cerevisiae*, textile effluents, biodegradation.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo muy acelerado de la industria provoca un aumento de los vertidos de aguas residuales de usos domésticos e industriales (Saravanan et al., 2021). La industrialización ha dado lugar a la generación de grandes cantidades de componentes tóxicos liberados al medio ambiente (Rekik et al., 2019). Las empresas industriales textiles son las principales contribuyentes a los ingresos de los diferentes países donde se realizan estas actividades, debido a que los colores de las prendas son cautivantes para los espectadores, sin embargo, esta producción de prendas textiles genera contaminantes hacia el ambiente y a la calidad de vida humana, convirtiéndose un problema ambiental alarmante (Thao et al., 2023). En Sudamérica, la industria textil es un sector muy importante para la economía; en el año 2018, solo en Brasil, se produjo un promedio de 1.200.000 toneladas de tela (Ramos et al., 2021). En las empresas textiles peruanas, actualmente se están desarrollando nuevas tecnologías para una mayor eficiencia en los procesos de biorremediación y remoción de tintes, dado que el Perú es considerado uno de los mayores países procesadores industriales de lana para teñir (Alarcón et al., 2022).

Aproximadamente entre el 15% - 30% de los pigmentos utilizados en la elaboración de sus productos originan efluentes residuales, dejando a la industria textil como la principal responsable del impacto del recurso hídrico (Nabilah et al., 2023). Sus componentes, que constituyen la mayor parte de las aguas residuales, contienen altos niveles en los parámetros de caracterización (DBO y DQO) (Lellis et al., 2019).

Estos pigmentos son de uso común en las empresa alimentaria, textil, cosmética, entre otras, y se emplean principalmente en la etapa de tintura de telas e hilados en empresas textiles (Sosa-Martínez et al., 2020). Los colorantes generalmente se utilizan con fines industriales, por lo que los pigmentos del grupo azo tienen enlaces (-N=N-), que están unidos por anillos aromáticos, lo que hace que se mantengan firmes durante el proceso de degradación por parte de los grupos microbianos de los colorantes (Ameen et al., 2021). . A nivel industrial, el 50% del total de colorantes utilizados pertenecen a la industria textil, donde la mayoría son del tipo azo (Pande et al., 2019). El inconveniente durante el tratado de las aguas residuales textiles radica en la composición y estructura química de estos colorantes y su baja biodegradabilidad (Wu et al., 2022). Así mismo, estas empresas utilizan colorantes en

grandes cantidades, llegando a gastar porcentajes muy altos de agua, además estos pigmentos que se utilizan en el proceso de teñido y estampado están hechos de materiales sintéticos, artificiales, entre otros; el cual su producción en el año obtendría 700.000 toneladas, de tal forma que el efluente anual liberado como agua residual es de 280.000 toneladas en total (Berradi et al., 2019). Los efluentes textiles que contienen colorantes y son vertidos a los recursos hídricos, como lagunas o mares, generan una reducción en la concentración de oxígeno disuelto y conducen a la generación de condiciones tóxicas en los ambientes acuáticos (Alam et al., 2021). Como sabemos, los contaminantes presentes en el agua impiden el paso de la radiación solar, vital para mantener vivos a los organismos acuáticos (Bibi et al., 2019). Del mismo modo, una presencia abundante de colorantes en el agua puede provocar un crecimiento repentino de fitoplancton, alterando el desempeño fotosintético de los ecosistemas acuáticos (Syafiuddin y Fulazzaky, 2021). Por otra parte, las criaturas terrestres y los humanos se ven afectados por el riesgo de posibles enfermedades y otros efectos sobre la salud generados por la dosis de colorante que se libera al medio ambiente (Barathi et al., 2020). Por lo tanto, se requiere que el proceso para tratar los tintes sea viable, eficiente y sostenible para el medio ambiente (Arunprasath et al., 2019). Estas aguas residuales de colorantes azoicos poseen propiedades de composición complicadas, estabilidad estructural química, alta cromaticidad y alcalinidad (Chen et al., 2020). Por lo que llegan a tener la capacidad de retener y patentar las ondas de luz que dan color durante la apreciación a la vista de las personas (Azanaw et al., 2022). Generalmente, los colorantes y el resultado transformado en “aminas aromáticas” tienen consecuencias tanto en la vida acuática como en la salubridad humana, dando lugar a enfermedades cancerosas y cambios en el ADN de los animales (Afrin et al., 2021). Por tanto, estos pigmentos contaminantes en el agua son notables, reduciendo así la penetración de la luz, alterando los procesos de fotosíntesis y presentando una complejidad al tener un tratamiento biológico, debido a su estructura aromática y sintética, por lo que se complica la degradación por procesos químicos o físicos (Olusegun et al., 2018). La implementación de estas técnicas es lo que permite reducir los impactos negativos al ambiente (Yang et al., 2020).

La estructura que tienen los efluentes textiles es recalcitrante cuando se requiere utilizar métodos que son clásicos para la remediación, por esta razón se aplican

métodos donde se utilizan tecnologías fisicoquímicas, siendo conveniente tratar las aguas residuales, pero el costo es alto y pueden afectar el medio ambiente. A través de la contaminación secundaria (Liu et al., 2021). Se utilizaron diversidad de tecnologías de tratamiento físico y químico para tratar los vertidos textiles (Abd et al., 2021).

Durante los tratamientos químicos, la decoloración de los pigmentos se da a través de compuestos químicos que se agregan desde el exterior o in situ, la capacidad de cancelación del colorante es entre 88,8% a 99%, pero estos procedimientos tienen inconvenientes como: alto costo de adquisición de las sustancias químicas y procesos, consumo excesivo de energía eléctrica, sensibilidad al pH, fuentes contaminantes secundarias (Roy & Saha, 2021).

Los tratamientos físicos son procesos muy sencillos, que se realizan mediante mecanismos de transferencia de masa, utilizándose continuamente para eliminar los pigmentos tóxicos del efluente, estos procedimientos son menos activos con respecto al uso de sustancias químicas, a diferencia de otros tratamientos. También se menciona que es confiable para la cancelación de pigmentos debido a que no se utilizan insumos químicos ni seres vivos. La probabilidad de exclusión es alta, alcanzando el 86,8% al 99% (Hossen., 2022).

Los tratamientos biológicos se consideran soluciones económicas y ecológicas para la degradación de las aguas residuales, especialmente aquellas que contienen colorantes (Pavithra & Jaikumar, 2019). Este tipo de tratamientos son ampliamente utilizados debido a su rentabilidad superior a los tratamientos físicos y químicos (Ahmed et al., 2021). Aprovechan la capacidad del metabolismo de los microorganismos para el proceso de reducción y oxidación en el caso de compuestos inorgánicos y orgánicos (Paździor et al., 2019). Numerosos análisis argumentaron la existencia de la capacidad de varios microorganismos para degradar los colorantes azoicos, pero también es importante tener en cuenta los requerimientos nutricionales especiales que requieren y una adecuada aclimatación previa (Ceretta et al., 2020). Además, los tratamientos biológicos son más complicados de manejar, pueden verse alterados rápidamente por factores externos y requieren más espacio (Keskin et al., 2021).

Así, se da preferencia a la degradación microbiana debido a que la dificultad que presentan estas sustancias químicas demuestra la necesidad de buscar alternativas que sean eco amigables con el medio ambiente y accesibles (Sghaier et al., 2019). Sin embargo, la biorremediación tiene una orientación beneficiosa, sostenible y adecuada para decolorar los compuestos químicos de los colorantes de manera mucho más eficiente, a diferencia de los procedimientos físicos y químicos, por lo que en este tratamiento se aplican microorganismos como: bacterias y hongos que son candidatos fundamentales en la biodegradación (Sheam et al., 2021). Los hongos son muy abundantes en la naturaleza y se caracterizan por sus propiedades de descomposición (Li et al., 2022). Presentan un metabolismo que se adapta fácilmente a modificar las circunstancias del medio, lo cual es fundamental para su subsistencia, siendo además extracelulares y teniendo enzimas (lignina peroxidasa, lacas, manganeso peroxidasa) cooperando en la eliminación de colorantes (Adane & Alemayehu, 2021). Se conocen porque pueden generar una amplia variedad de enzimas utilizadas en el método para efluentes textiles (Hadibarata y Yuniarto, 2020). Por lo que, a la hora de determinar una alternativa, los hongos serían la primera opción para descontaminar el ambiente, debido a la fácil y rápida adaptabilidad en su desarrollo respecto a las condiciones mínimas que requieren (Mahmood et al., 2019). Estos microorganismos también presentan un mejor biosorbente por su condición unicelular y la alta tasa de desarrollo, ya que sus células son susceptibles de ser cultivadas de forma sencilla, además, la fuente de biomasa es accesible, lo cual es posible y factible para la biodegradación de los residuos que contiene pH bajo (Marzall-Pereira et al., 2019). Por otro lado, factores como la pérdida de tiempo limitan su aplicación a gran escala (Li et al., 2022).

Varios investigadores especificaron una amplia variedad de especies de microorganismos como *Acinetobacter calcoaceticus*, *Bacillus cohnii*, *Paracoccus* sp. y *Saccharomyces cerevisiae* como método biológico denominado "biodegradación" para colorantes del grupo azo en empresas textiles (Shahi et al., 2021). Trabajos previos muestran que *Saccharomyces cerevisiae* es más eficiente para la biodegradación de colorantes como el rojo de metilo (Kiayi et al., 2019).

Las "*Saccharomyces cerevisiae*" son utilizadas en investigación porque son muy asequibles, su cultivo es muy sencillo y su reproducción es acelerada, estos hongos

unicelulares pertenecen al grupo de los ascomicetos, la forma que presentan es semiovalada, su tamaño varía de 3 a De 30 micrómetros de diámetro, son eucariotas, por lo tanto, tienen la información genética en el núcleo interno, así mismo se reproducen asexualmente por gemación o también por el proceso de conjugación-reproducción sexual, por lo que pueden llegar a tener haploides (1 copia de cromosomas) o células diploides (2 copias de cromosomas), la reproducción asexual es una mitosis asimétrica en la que las células se dividen dando lugar a la formación de una célula madre y una célula progenitora que tiene un potencial de crecimiento limitado. autorrenovación (Galán et al.,2018).

El progreso y propagación de las células se obtiene a través de un complejo esquema molecular que se repite continuamente para lograr réplicas físicas de la levadura, su ciclo de vida de la *saccharomyce cerevisiae* es un círculo que se define por los eventos fundamentales donde se incorpora al desarrollo de la célula, replicación del ADN, mitosis y citocinesis. Esta división se da en 2 intervalos de fase, de manera que la célula logra un período de crecimiento y organización para las etapas continuas (G1 y G2), así mismo una etapa donde se duplica el ADN "S" donde esos mecanismos logran fijar el ADN cuando se afecta, una vez fijadas las células se acondicionan y se realiza la distribución durante la fase final "M" dando lugar a la mitosis y citocinesis, empezando nuevamente el ciclo de vida (Martinez, 2017).

A pesar de la descripción de todos los beneficios que tiene *Saccharomyces cerevisiae* como: facilidad de manejo, medios de cultivo sin complicaciones, costos no elevados, adaptabilidad (Pérez, 2016), existen limitaciones en cuanto a la causa que interviene en el desenvolvimiento de este microorganismo. (Cuadro 6), que debemos considerar en nuestro proyecto de investigación para obtener los resultados requeridos mediante el manejo de la levadura en condiciones adecuadas.

En el presente trabajo de investigación queremos tratar el agua proveniente de la industria textil mediante el proceso de biorremediación por medio de microorganismos vivos, en este caso el hongo "Saccharomyces cerevisiae", el cual ayudará con el problema general. ¿Cómo se aplica *Saccharomyces spp* para la biodegradación de colorantes reactivos en la industria textil? y los específicos. ¿Cuáles son las condiciones óptimas de cultivo de *Saccharomyces* para la Biodegradación de

Colorantes Reactivos en la Industria Textil? y ¿Cómo se biodegradan los colorantes reactivos de la industria textil?

De acuerdo con lo expuesto en los párrafos mencionados anteriormente, entendemos que la contaminación que existe en el país es provocada por las actividades que realizan las empresas industriales, especialmente las dedicadas al rubro textil, las cuales terminan descargando efluentes sin tratar. Por tanto, la aplicación de aquellas tecnologías eco-amigables con el medio ambiente, como la "Biodegradación", es muy eficiente a la hora de querer eliminar los colorantes recalcitrantes que se encuentran en los efluentes residuales que son resultantes de actividades antropogénicas, ya que se utilizan a los microorganismos "hongos" y "levaduras" que ayudan a cambiar la estructura de los compuestos contaminantes, eliminándolos y haciéndolos inofensivos.

Este proyecto de investigación se suma a las diversas investigaciones que se llevaron a cabo para verificar y brindar resultados obtenidos en la biodegradación de colorantes textiles por medio de *Saccharomyces cerevisiae*, de tal manera que se considera aplicar esta tecnología debido a que es poco utilizada en el país.

El uso de compuestos químicos utilizados durante el proceso de teñido genera grandes volúmenes de efluentes que son desaguados a los cuerpos de agua sin ningún tratamiento, por lo que causa efectos negativos perjudiciales para los recursos de los ecosistemas. También podrían causar enfermedades que deterioren la salud de las personas debido a que varios de los colorantes utilizados provocan cáncer e incluso realizan mutagénesis.

Mediante la aplicación de tecnología de "biodegradación" mediante el uso de levadura "*Saccharomyces Cerevisiae*" queremos que todas las empresas industriales enfocadas en la industria textil realicen sus tratamientos óptimos para reutilizar el líquido en otros procesos, colaborando con la reducción de la contaminación al entorno.

En tal sentido, planteamos como **Problema general**: ¿De qué manera se aplica *Saccharomyces spp* para la Biodegradación de Colorantes Reactivos en la Industria Textil? Y como **problemas específicos** tenemos: **(1)** ¿Cuáles son las condiciones óptimas de cultivo de *Saccharomyces* para la Biodegradación de Colorantes

Reactivos en la Industria Textil?; **(2)** ¿Cómo se biodegradan los colorantes reactivos de la industria textil??

Del mismo modo, el **objetivo general** del trabajo de investigación

Evaluar la aplicación de *Saccharomyces spp* para la Biodegradación de Colorantes Reactivos de la Industria Textil. Conteniendo **objetivos específicos** como: **(1)** Analizar las Condiciones de Cultivo de *Saccharomyces* para la Biodegradación de Colorantes Reactivos en la Industria Textil. **(2)** Analizar la Biodegradación de Tintes Reactivos de la Industria Textil.

Posteriormente, se abordó la **hipótesis general**: Existe una Aplicación de *Saccharomyces spp* para la Biodegradación significativa de Tintes Reactivos de la Industria Textil, por otro lado, proponiendo como **hipótesis específicas**: **(1)** Existen ciertas condiciones óptimas de cultivo de *Saccharomyces* para la Biodegradación de Tintes Reactivos en la Industria Textil. **(2)** La aplicación de *Saccharomyces* biodegradará los Tintes Reactivos a través de Eliminación y Absorción.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Mendes et al. (2022), se efectuó un estudio acerca de la capacidad de cepas de *Candida pseudoglebosa*, *Candida parapsilosis* y *Yarrowia lipolytica* aisladas de plantas de tratamiento de aguas residuales para blanquear tintes textiles. Se utilizaron tintes sintéticos y aguas residuales textiles para evaluar el blanqueo por espectrofotometría. En este caso, las levaduras fueron capaces de degradar y decolorar más del 50% por bioadsorción, y también se estimó la producción de enzimas, encontrando oxidorreductasa en todas las levaduras estudiadas. Se evaluó la producción de enzimas y se concluyó que son una herramienta biotecnológica con muchas aplicaciones, como la biodegradación de colorantes en efluentes textiles, y también pueden ser utilizados para la biorremediación.

Dutta y Bhattacharjee (2022), realizaron un estudio comparativo de métodos biológicos y fisicoquímicos para una mayor eficiencia en la eliminación del colorante de las aguas residuales textiles. Hablan de la rentabilidad de los métodos biológicos comparados a los físicoquímicos. Además de mencionar los factores que afectan al método biológico para decolorar colorante, entre ellos, el factor temperatura que consideran el más importante. Resaltan la temperatura como la más necesaria para el crecimiento celular, la máxima temperatura para eliminar colorante es de 35 a 45°C.

Saravanan et al. (2021), en su estudio de biorremediación de colorantes textiles usando levadura, menciona la influencia del pH del medio y el importante papel que cumple en función a la degradación del colorante. Empleo un rango de variación pH de 2 a 7 con diferentes volúmenes de inóculo del cultivo de la levadura. De igual manera, uso diferentes concentraciones de colorante y temperaturas variando de 25 a 45 °C, con el fin de determinar cuáles eran las condiciones óptimas para la biodegradación del colorante.

Kiayi et al. (2023), utilizaron la especie microbiana *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763 para determinar la capacidad de biodegradación del colorante azo carmoisina en un medio acuoso. La carmoisina es un colorante de uso común industrial. La levadura se incubó en condiciones de agitación anaeróbica. Además, se reveló que el extracto de levadura podría alterar positivamente las tasas de blanqueo. Durante la

incubación, los datos obtenidos por espectrofotometría indicaron que, después de 7 horas, *Saccharomyces cerevisiae* fue capaz de eliminar el colorante del medio acuoso. Además, a partir de este estudio se supo que las condiciones ambientales podrían afectar el proceso de decoloración. La agitación resultó beneficiosa para el proyecto, ya que redujo el tiempo necesario para la biodecoloración completa de 8 días a 7 horas.

2.2 Industria textil

Durante el año 1856, la gran mayoría de los colorantes se fabricaban de los recursos naturales como: las flores, raíces, bichos, troncos de los árboles, vegetaciones, entre otros; pero con la demanda que establecen aquellas necesidades de las personas, todas las empresas industriales optaron por depender de los pigmentos elaborados a base de productos sintéticos (Jame & Siddique, 2019).

En la actualidad, las industrias textiles están creciendo para satisfacer aquellas carencias que las personas requieren en cuanto a la moda, llegando a considerarse uno de los principales sectores que fabrican productos textiles y que son los que más contaminación producen (Behera et al., 2021). En esta industria del rubro textil se usan una gran variedad de materia como: lana, algodón, fibras sintéticas, etc; de manera que los efluentes residuales se evidencian en las etapas de proceso y teñido lo cual presentan los contaminantes (Wang et al., 2022). Las empresas industriales del sector textil son grandes consumidoras de volumen de agua, que, sin un tratamiento adecuado, se vierten como efluentes, que contienen cantidades considerables de compuestos contaminantes. Se generan aproximadamente 120 m³ de efluentes residuales por tonelada de fibras teñidas, por lo que el volumen tiene una concentración de 1.100 a 1.300 moléculas de colorante (Guzmán, 2020).

2.3 Tintes

Los tintes de las industrias textiles tienen diversidad de orígenes y usos para tratamientos. Hoy en día se utilizan principalmente estos pigmentos de origen sintético, por lo que su biodegradación es difícil en el medio ambiente. Además, como hay varios colorantes, estos se clasifican por su composición química. La clase "Azo" es la más utilizada, debido a su doble enlace nitrogenado (Zaruma et al., 2018).

2.3.1 Agrupación de colorantes

Actualmente se puede encontrar una gran variedad de colorantes que se encuentran disponibles en los mercados a nivel mundial, sin embargo, se encuentran organizados por composición química y por proceso de utilidad (Zaruma, 2018)

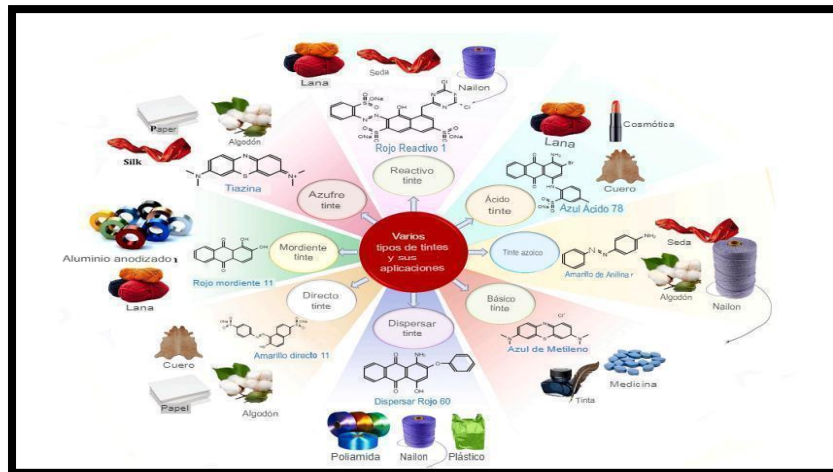
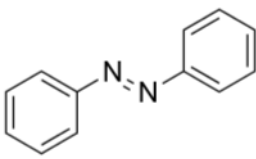
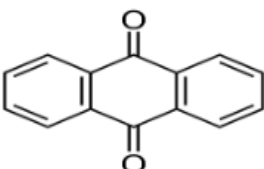


Figura 1. Distintas categorías de colorantes y posible aplicación a nivel industrial (Al Tohamy et al., 2022).

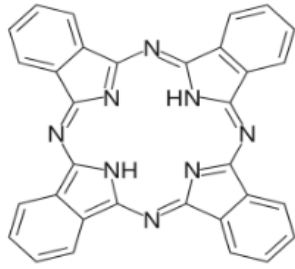
2.3.1.1 Clasificación por su estructura química

La siguiente tabla muestra la agrupación de colorantes aplicados en las empresas industriales.

Tabla 1. Clasificación de colorantes por estructura química.

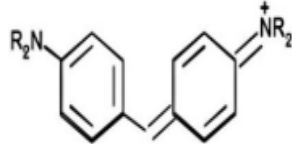
Familia	Grupo cromóforo	Descripción
azoico		Son los más fundamentales en las empresas textiles, su producción es el 70% de los tintes del mercado.
antraquinonas		Es un compuesto orgánico "quinonas tricíclicas" que se originan a partir del antraceno que contiene 1 o más grupos hidroxilo.

ftalocianina



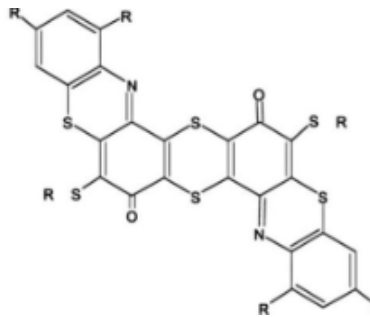
Están formados por la alianza de 4 grupos isoindol, así mismo por 4 átomos de nitrógeno, de manera que existen 16 anillos de átomos, 8 de nitrógeno y 8 de carbono que están cambiados con dobles enlaces

ion arilcarbonio



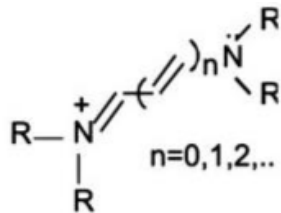
Está formado por 1 átomo de carbonilo unido a 2 o 3 anillos aromáticos.

Sulfuro



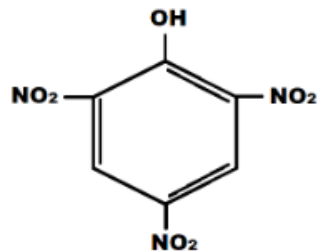
No se pueden disolver en agua, pero sí por reducción si se vuelven solubles. Proporciona una progresión de tonos bajos y apagados.

polimetino



Son pigmentos neutros, catiónicos y no es icónico

nitro



No presentan color cuando están solos. La absorción es cercana a un campo notable debido a la combinación de los grupos auxocromos quebradizos, dando un tono amarillento.

Fuente: Zaruma, 2018

2.3.1.2 Técnicas de separación de colorantes

Los productos químicos peligrosos se han eliminado del agua mediante la aplicación de diferentes técnicas físicas, químicas y biológicas, y los resultados han sido efectivos para reducir las cargas contaminantes (Sintakindi & Ankamwar, 2021). Entre las técnicas encontramos la filtración por membranas accionadas por presión, que presenta numerosas ventajas como su fácil manejo, la ausencia de productos químicos añadidos, su bajo consumo energético y su eficiencia de separación (Van Tran et al., 2019). Por otro lado, la nanofiltración es una de las técnicas de menor consumo energético, no provoca daños a las especies acuáticas y puede realizarse a temperatura ambiente (Aragaw & Bogale, 2021). Asimismo, las membranas de nanocompuestos constituyen un tratamiento muy eficiente a la hora de remover esas moléculas de colorante, además de consumir poca energía y su alta precisión en la separación de colorantes (Wang et al., 2020).

Tabla 2. Características y porcentaje del grado de fijación de las materias colorantes

Nº	Colorante	Características	Inserción (%)
01	ácidos	Carga negativa y unión a los conjuntos catiónicos de la fibra.	89 a 95
02	Reactivo	Formación de átomos no metálicos que pertenecen al mismo elemento que los grupos: Hidróxido, Amoníaco y SH.	50 a 90
03	Complejo metálico	Componga compuestos consistentes utilizando metales y colorantes.	90 a 98
04	Derecho	Se unen a la fibra a través de atractivas interacciones de Van der Waals.	70 a 95
05	Básico	A través de una carga positiva, se incorporan a los compuestos aniónicos de la fibra.	95 a 100
06	Disperso	Son ligeramente solubles, penetrando profundamente en las fibras.	90 a 100
07	De tina	No se puede disolver, lo que lleva a una disminución de los leucoderivados	80 a 95

que son solubles, y se reoxida por exposición al aire.

Fuente: Kapoor et al., 2021.

2.4 Impacto negativo

2.4.1 Ambiental

Las aguas residuales que contienen los pigmentos utilizados en las empresas textiles para la elaboración de prendas textiles son descargadas en extensiones de agua, siendo el contaminante fundamental de la misma, estos efluentes coloreados son indicadores del daño que se ocasiona al recurso hídrico por la hecho de que no cuentan con los tratamientos adecuados, perjudicando directamente a las masas receptoras, sus impactos van desde la reducción del ingreso lumínico, aumento de la DBO, perjudicando la fotosíntesis de las plantas (Sharma et al., 2021)

2.4.2 Salud

Los tintes, al ser productos tóxicos utilizados en las industrias textiles que no se degradan con facilidad, llegan a causar preocupaciones en la calidad de vida humana debido a que provocan enfermedades que duran mucho tiempo y su progresión es lenta, así mismo llegan a ser portados por inhalación o ingestión (Tounsadi et al., 2020).

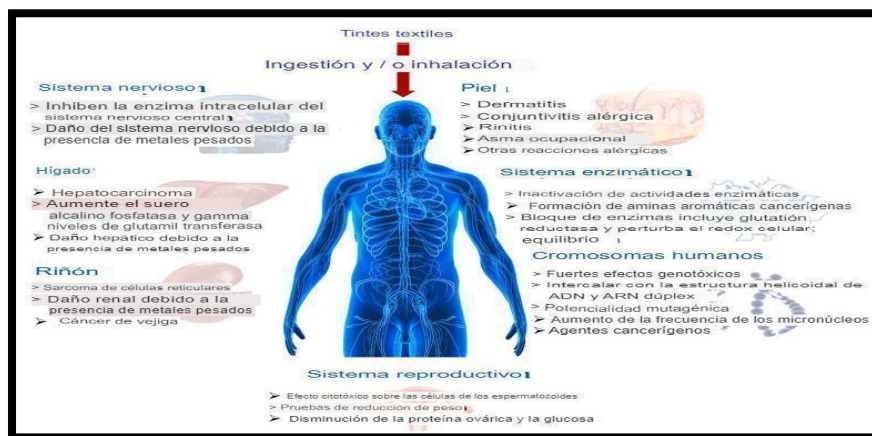


Figura 2. Impactos negativos de los tintes en el estado de bienestar humano (Al-Tohamy et al., 2022).

2.5 Hongos

Los microorganismos "hongos" tienen una estructura eucariota, porque tienen un núcleo con variedad de cromosomas, también hay una delimitación por la membrana nuclear, nucléolo que contiene abundante ARN y mitocondrias, vacuolas, retículo endoplásmico, ribosomas, aparato de Golgi. De una forma que la hace diferente a la estructura que tienen las bacterias (San Emeterio & Andrés, 2002).

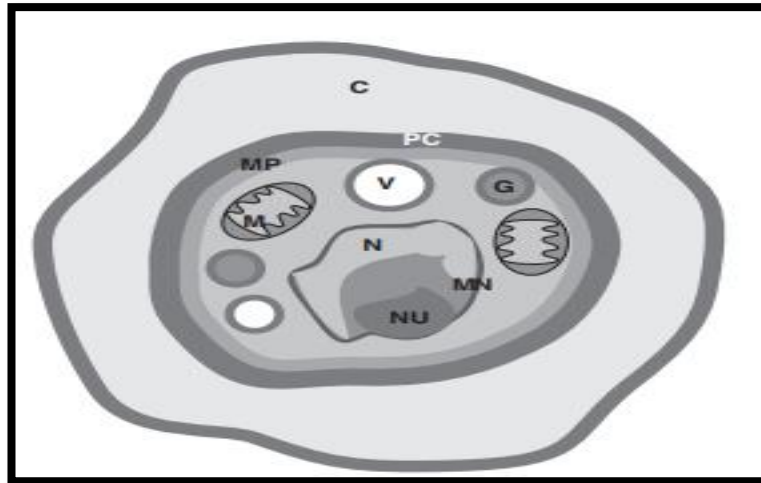


Figura 3. Estructura celular de un hongo tipo levadura encapsulado (San Emeterio y Andrés, 2002).

2.6 Saccharomyces Cerevisiae

La especie de *Saccharomyces cerevisiae* es considerada una levadura, cuya denominación proviene del latín saccharo "azúcar", myces "hongo" y cerevisiae "cerveza". Entonces, es un microbio que colabora en el avance y bienestar de las personas (Suarez & Guevara, 2016).

Tabla 3: Clasificación taxonómica de *Saccharomyces cerevisiae*

Reino	Hongos
División	Amastigomycotes
Subdivisión	ascomicotinas
Clase	ascomicetos
Subclase	Hemiascomycetidae
Orden	endomicetales
Familia	saccharomycetaceae
Género	<i>Saccharomyces</i>
Especies	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>

Fuente: Alexopoulos, 1985.

Existen factores para el adecuado crecimiento de la *Saccharomyces* entre ellos tenemos:

Tabla 4: Elementos para el desarrollo idóneo de la levadura “*Saccharomyces Cerevisiae*”

Presión osmótica	La alimentación de la cepa de <i>Saccharomyces</i> es referente a la ósmosis debido a que el líquido pasa mediante la membrana de una concentración de solución menor a una mayor, de modo que la que se encuentre más concentrada pueda diluirse para que ambas concentraciones se parezcan. Sin embargo, se debe prevenir que las soluciones con compuestos nutritivos sean hipertónicas (concentración de soluto mayor que el interior de la célula afectando su paso de la membrana) o hipotónicas (flujo neto de agua, llegando a aumentar su volumen de la célula)
Temperatura	A mayor temperatura existe un descenso de la biomasa encontrada en las células, de manera disminuye las proteínas y ARN.
Desecación	El secado de la <i>Saccharomyces</i> es considerado el intermediario que impide el crecimiento e incremento del microorganismo.
Luz	La iluminación en estos microbios al no tener clorofila o algún otro color que puedan favorecer en el uso de energía por medio de radiación durante la fotosíntesis es muy perjudicial.
pH	La <i>Saccharomyces</i> puede desenvolverse muy bien en medios ácidos a diferencia de otros, de modo que el pH más adecuado para su crecimiento es de 4-5.

Fuente: Contreras, 2019.



Figura 4. Cultivo de levadura observado con un microscopio óptico. Las flechas indican el proceso de brotación (Galán et al., 2018).

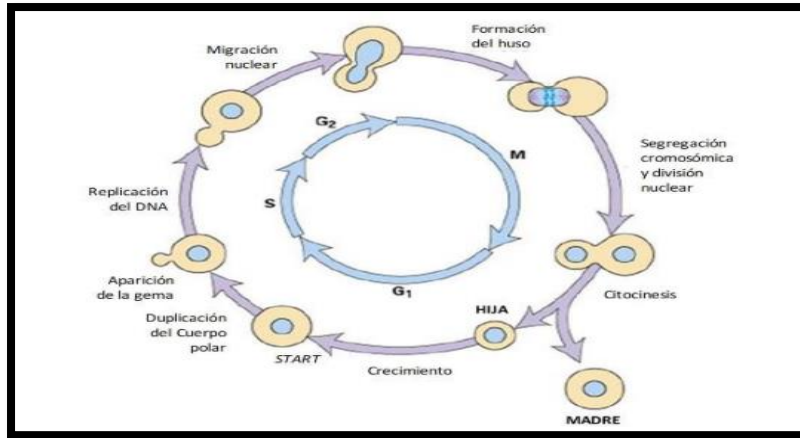


Figura 5. Ciclo de vida de la *Saccharomyces cerevisiae* (Martínez, 2017).

La biodegradación de los tintes de la familia azo mediante las levaduras se da por las enzimas “azoreductasas” presentes en el microorganismo lo cual llegan a catalizar el rompimiento de los enlaces del grupo azoico (-N=N-) (Jame & Siddique, 2019). La utilización de este sistema de enzimas es muy sostenible con el ambiente, también demuestran una degradación completa de la eliminación de los tintes, así mismo este grupo de proteínas se asocian al proceso enzimático “oxidorreductasa” evidenciando su capacidad de separar reductivamente al enlace azoico, de manera que disminuye las sustancias nitrogenadas (Misail & Gawai, 2018).

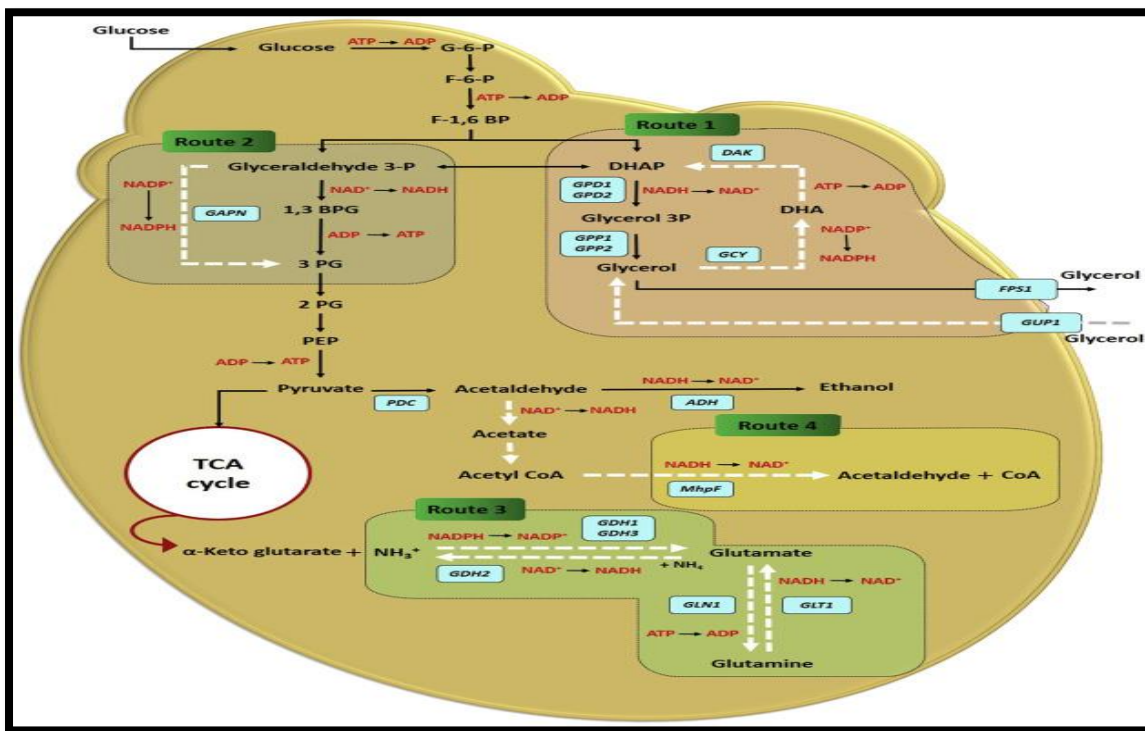


Figura 6. Ruta metabólica de *Saccharomyces cerevisiae* para la producción de etanol (naghshbandi et al., 2019).

El crecimiento de la levadura de cerveza se compone de las siguientes fases:

Tabla 5. Fases de crecimiento microbiano

fase de retraso	La etapa de adaptación tiene un alto nivel enzimático, pero está sujeta a las condiciones de cultivo del microorganismo ya que de ello dependerá que exista o no. Asimismo, la fase podría prolongarse cuando exista: escaso inóculo, la edad de cultivo, la temperatura y el medio de incubación no sean los adecuados. Durante este período, su actividad metabólica es potente, debido a la síntesis de aquellas proteínas de las enzimas, que es fundamental para generar la membrana celular porque de ella depende el ingreso y salida de material de la célula.
fase exponencial	La etapa consiste en el desarrollo extremo del microorganismo, llegando al punto de crecer y reproducirse (asexual) a través de la bipartición de manera que el ADN se duplica, también se divide en dos nuevas células hijas. La velocidad de desarrollo también está ligada a algunas variables: temperatura de incubación, existencia o falta de O ₂ , ácidos débiles, pH, hábitat natural del hongo.
Fase estacionaria	El período comienza cuando el medio de cultivo cambia, por lo que no proporciona el estado ideal para conservar un desarrollo homogéneo. Por lo tanto, los factores fundamentales son: acondicionamiento de nutrientes, aglomeración de sustancias tóxicas y falta de oxígeno. De modo que el aumento de células en un medio de cultivo genera una reducción de nutrientes provocando la imposibilidad de desarrollo.
fase de muerte	La etapa se refiere a la muerte celular porque la energía se gasta al consumir nutrientes, lo que provoca la muerte celular.

Fuente: Segundo, 2015.

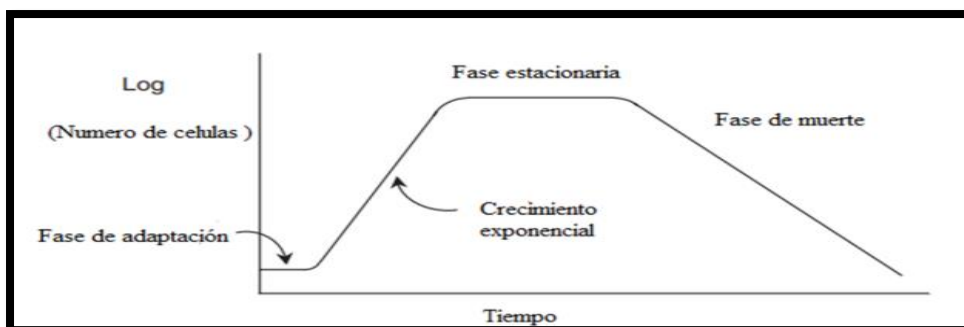


Figura 7. Curva de crecimiento de levadura (Salinas, 2022).

Tabla 6: Variables que perjudican el crecimiento

Oxígeno	Su metabolismo <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dependerá del oxígeno diluido en el ambiente, que se consume muy rápidamente.
pH	Esta variable limita el desarrollo del hongo, debido a que estos microorganismos se ven afectados por el medio en el que se encuentra, ya sea alcalino o ácido. Las condiciones adecuadas que debe tener el medio de cultivo son a través de un pH de 3.5 a 5.5. Asimismo, si el microbio tiene un nivel de estrés y no está regulado, se produce una reducción de ATP, generando debilidad en fósforo, lo que produce falta de capacidad para su desarrollo e incluso puede llegar a tener muerte celular.
Temperatura	Las levaduras son microbios mesófilos porque su temperatura está en el límite de los 50 °C, además los mismos genes que tienen ya están ajustados a dichas temperaturas, por lo que a temperaturas superiores a las establecidas se puede provocar la muerte celular.
Concentración elevada de glucosa	Las altas acumulaciones de glucosa pueden suprimir las vías a través de las cuales respiran los hongos, de modo que cuando el hongo comienza a fermentar, utiliza la variedad de sustrato que encuentra durante el proceso para crear ATP. Comprender que el desarrollo de la levadura está vinculado a la vía de producción de ATP.

Fuente: González, 2021.

2.7 Métodos físicos, químicos y biológicos

Tabla 7. Técnicas de tratamiento químico en la reducción de colorantes de vertidos industriales.

TÉCNICAS	PROCESO
Oxidación	Se utilizan compuestos químicos como: peróxido de hidrógeno, ferrato de potasio (VI), entre otros. Así, por la degradación de su acción sinérgica de O ₃ y H ₂ O ₂ , obteniéndose la procreación de radicales OH, que es el encargado de oxidar los compuestos tóxicos. Sin embargo, cuando se lleva a cabo la oxidación de aguas textiles contaminadas, ocurre mucho más rápido, la desventaja es que este proceso es costoso y está sujeto a condiciones ambientales de pH.
Ozonización	La sustancia O ₃ (ozono) se considera un oxidante eficaz, porque tiene un alto potencial de oxidación a diferencia del cloro y el peróxido de hidrógeno. Su procedimiento es acelerado y no genera lodos activados, pero si tiene una vida media reducida de aproximadamente 20 minutos, por lo que el caudal debe ser constante elevando el valor del proceso, además es sensible al pH, temperatura, sales.
Proceso Fenton	A través del reactivo utilizado en Fenton, se proporciona un entorno químico adecuado para la manipulación de pigmentos solubles e insolubles en efluentes residuales. Este proceso genera lodos, lo que implica más trabajo para eliminar los residuos generados y, al haber colorantes dispersos, no se realiza una operación adecuada.
Proceso fotoquímico	Para llevar a cabo este proceso se necesita luz y en caso de que se considere añadir el reactivo de Fenton, mediante la luz se activan los radicales hidroxilos, llegando a mineralizar el pigmento contaminante en dióxido de carbono y H ₂ O. El inconveniente es que provoca productos secundarios que son incoloros.
Precipitación química	Esta tecnología es muy económica y sencilla cuando se requiere tratar aguas residuales con compuestos tóxicos, ya que utiliza reactivos alcalino resistentes que provocan un incremento en el nivel de pH de estas aguas contaminadas para hacer que los iones sean insolubles para que puedan precipitar en un medio alcalino, pero la mayoría de los iones químicos quedan en soluciones ácidas, por lo que se generaría un gas que causaría efectos negativos al medio ambiente y a las personas (Zhang & Duan, 2020).
Proceso electroquímico	Se vuelve novedosa de manera comparativa la operación de destruir mediante electroquímica, la cual requiere una pequeña cantidad de sustancias químicas, así mismo el procedimiento no genera lodos, debido a que los compuestos contaminados son adsorbidos por un electrodo “ánodo” que produce una reacción de oxidación. Pero su desventaja es la escasez de equipos electrolíticos, la alta demanda de fuentes de energía, la reducción de la exclusión de tintes.

Fuente: Roy y Saha, 2021, pág. 12-14

Tabla 8. Técnicas de tratamiento físico en la reducción de colorantes de vertidos industriales.

TÉCNICAS	PROCESO
Irradiación	Este procedimiento incluso utiliza radiación para eliminar aquellas moléculas que contienen colorantes tóxicos en los efluentes. Para esta operación se necesitan concentraciones relevantes de oxígeno disuelto para que la radiación fragmente eficientemente las moléculas orgánicas. Asimismo, el oxígeno disuelto debe administrarse de manera persistente porque se agota con mucha facilidad, por lo que su desventaja son los altos costos de operación.
filtración por membrana	Este tratamiento es el más moderno para implementarlo en el proceso de exclusión de colorantes, DQO, salinidad, entre otros. La operación consiste en el paso de los efluentes por medio de una membrana que contiene diminutos poros, de manera que los solutos quedan retenidos, dejando la solución libre de ellos. Así mismo se catalogan las membranas con respecto a los tamaños de los poros que contienen, su beneficio está en el rechazo e inserción del flujo. También es resistente a la temperatura, toxicidad, etc. Pero las limitaciones que tienen son: colmatación y conservación de la membrana, operaciones costosas.
Adsorción	<p><i>Intercambio iónico:</i> Se refieren a soluciones sólidas o líquidas que vienen a atraer aquellos iones que se encuentran con carga negativa o positiva de la mezcla de electrolitos, que a su vez liberan porciones de nuevos iones. A pesar de que este tratamiento es eficiente, presenta dificultades para ser utilizado debido a su alto costo, la discontinuidad de los colores en el efluente no tiene éxito y las sustancias orgánicas son caras.</p> <p><i>Carbón activado:</i> Es un método arcaico pero eficiente porque su preparación es de material carbonoso, además de eliminar compuestos tóxicos presentes en los efluentes residuales. Por lo tanto, este enfoque es adecuado para adsorber tintes catiónicos ácidos, así como pigmentos dispersos reactivos. La dificultad que presenta es que reutilizar el carbón activado reduce su eficacia, es caro.</p>

Fuente: Nachiyar et al., 2023, pág. 7-8.

Tabla 9. Técnicas de tratamiento biológico para la reducción de colorantes de vertidos industriales.

TÉCNICAS	PROCESO
Reactores de biomasa microbiana (RBM)	Otro enfoque, dirigido a la eliminación de color utilizando reactores de biomasa microbiana. Este sistema se encuentra actualmente en fase de investigación y está orientado al tratamiento de colorantes azoicos. No hay resultados eficientes para la eliminación de color en condiciones aeróbicas. Frente a los tratamientos anaerobios existentes, estos colorantes muestran una mayor resistencia, pero mediante tratamientos aerobios pueden eliminarse fácilmente. Por lo tanto, la eficiencia del método presenta variaciones debido al medio de cultivo, tipo de pigmento utilizado. Gran parte de los análisis se enfocan en remover un tinte a la vez, todo esto ante la realidad de la presencia de una variedad de tintes incorporados entre sí.
Tratamientos fúngicos	Este patrón de procedimiento se adhiere a pesar de que los tintes tienen resistencia a la decoloración a través de la actividad microbiana normal. Gran parte de estos experimentos de degradación de colorantes se realizan con enzimas o cultivos completos de hongos. Como se sabe, existen algunas clases de hongos que presentan la capacidad de degradar colorantes a través de sus enzimas como la peroxidasa, la lignina, entre otras. Como ocurre con los reactores de biomasa microbiana, existen cultivos que no son óptimos para eliminar los grupos colorantes. Por lo tanto, es importante caracterizar las aguas residuales y el tipo de cultivo a utilizar.

Fuente: Collivignarelli et al., 2019, pág. 740-741

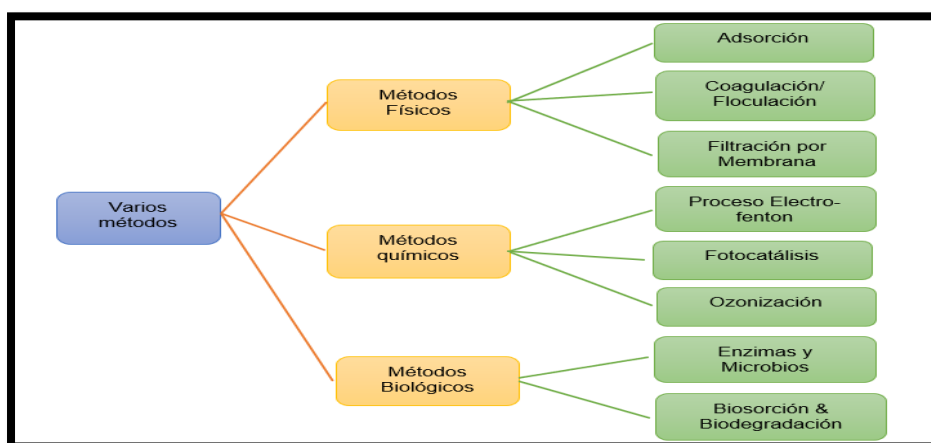


Figura 8. Diagrama de flujo de varios métodos para la eliminación de tintes (Bal & Takur, 2022).

2.7.1 Tratamiento biológico

El método consiste en la eliminación de sustancias contaminantes por medio de microorganismos, debido a que estos poseen enzimas degradantes en su estructura metabólica, gracias a su capacidad de transformar componentes tóxicos en CO₂ y sales que son inorgánicas, por lo que pasan a ser considerados como una alternativa de solución muy barata (Pavithra et al., 2019).

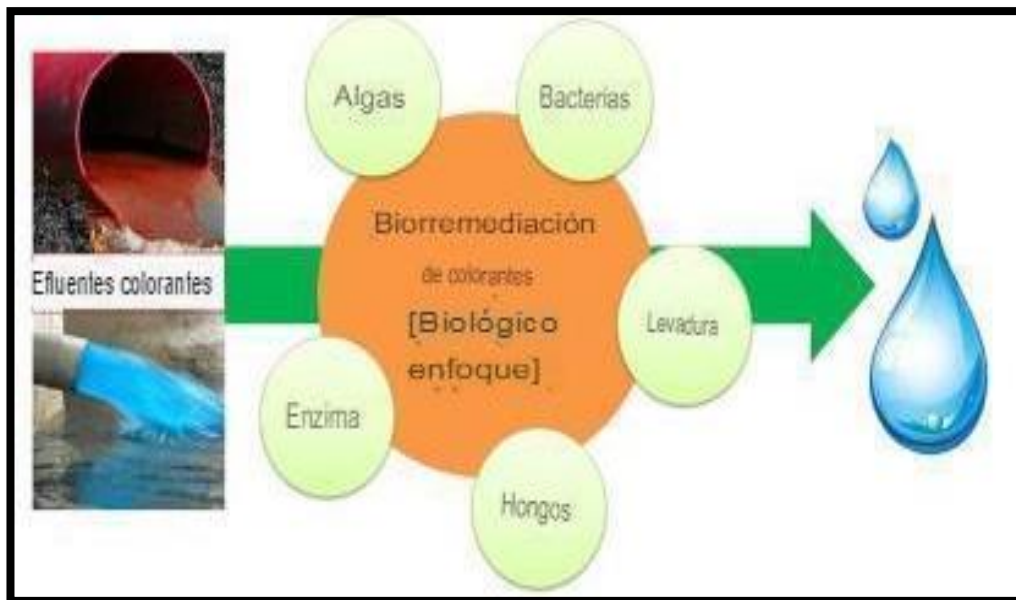


Figura 9. Métodos de tratamiento de base biológica (Singh et al., 2022).

2.8 Biodegradación

El tratamiento biológico “biodegradación” utiliza microorganismos para la descontaminación de tintes, así mismo es un método efectivo, no presenta altos costos, es amigable con el medio ambiente, pues conduce a la mineralización de los tintes textiles (Orozco, 2018). Esta decoloración puede llevarse a cabo por adsorción de las moléculas con respecto a la biomasa de los microbios, sus acciones co-metabólicas dentro del grupo microbiano favorecen el logro de la biodegradación de compuestos tóxicos (Rane et al., 2021).

2.9 Eliminación de colorantes por biodegradación

El modelo teórico para la degradación de los pigmentos ha recibido poca atención, por lo tanto, se necesitan más estudios relacionados para comprender cómo interactúan el adsorbato y el adsorbato a nivel molecular (Osagie et al., 2021). Se aplican procesos de biodegradación o biosorción por microorganismos para lograr una

eliminación de colorantes en efluentes textiles; durante este proceso de adsorción/biosorción, los adsorbentes sintéticos utilizados pueden ser costosos, también requieren un método complementario para eliminar el exceso de desechos, alternativamente, se pueden usar adsorbentes y biosorbentes derivados de biomasa (Mishra et al., 2021). Para comprender el comportamiento de la adsorción del colorante, es importante tener en cuenta los factores de optimización de este proceso, como la velocidad de agitación, la cantidad de nanoadsorbentes, la proporción del concentrado de colorante precedente y la cantidad de nanoadsorbentes (Saxena et al., 2020). El uso de la adsorción ha demostrado ser un método que ofrece una excelente perspectiva para la biodegradación de colorantes, ya que, al conservar la capacidad disponible para el ataque microbiano, el uso de esta técnica de biodegradación-adsorción no solo reduce el volumen de tratamiento de las aguas residuales, sino que también existe una prevención de la generación de contaminantes secundarios causados por la eliminación de biocarbón gastado (Gurav et al., 2021). Gran parte de los análisis de biodegradación que se realizan utilizan el mismo proceso de cultivo, lo que puede generar dificultades para establecer las condiciones óptimas de degradación, la acumulación de biomasa o el tiempo de adaptación del microorganismo (Sosa-Martínez et al., 2020).

2.10 Composición y beneficios de la estructura celular de los hongos como agentes de biosorción

La biosorción viene a utilizar la materia orgánica del reino de los hongos, así como las moléculas que estos poseen, de tal forma que une los metales a su estructura celular (Brown et al., 2023). Como técnica, la biosorción tiene muchas ventajas, como la alta eficiencia en la remoción de metales de las soluciones y su bajo costo, además no genera subproductos y permite regenerar biosorbentes para su reutilización (Priya et al., 2022). La biosorción permite el uso de microorganismos no vivos de la biomasa para que puedan ser alterados por los compuestos tóxicos que presentan los metales, pero que suelen perder esta capacidad de biosorción con el tiempo debido a la obstrucción y ensuciamiento de los sitios activos (Liapun y Motola, 2023). El desarrollo de la biosorción puede verse alterado debido a varios factores, donde se incorpora el pH de la solución, el estado de la biomasa fúngica (viva o muerta) y la edad del hongo (Shalaby et al., 2023). La formación y estructura de la pared celular fúngica es

fundamental en la inmovilización de contaminantes tóxicos, de modo que cualquier alteración en su estructura podría afectar significativamente la eficiencia del procedimiento (Kumar et al., 2021). Las paredes celulares del microorganismo son el primer tramo de la pared fúngica que interacciona con los metales pesados, existen diversos grupos funcionales como: hidroxilo, carbonilo y amino, los cuales se ubican en las estructuras celulares de lo que son bioadsorbentes, llegando a realizar un complejo químico al querer anular el metal pesado compuestos (Priya et al., 2022). Como ventaja que facilita la aplicación de hongos como biosorbentes encontramos el alto potencial de acumulación de metales pesados que pueden ser utilizados en soluciones acuosas (Nowak et al., 2019). La captura de iones de pigmentos y sustancias metálicas tóxicas, a través de la organización de la célula fúngica no viva, se realiza a través de la capacidad que contiene los elementos de su estructura, de manera que requiere de esos iones metálicos para su corto tiempo. Para la reproducción, los microorganismos fúngicos permiten el cultivo de materia orgánica reducida en comparación con los biosorbentes que tienen origen vegetal (Saravanan et al., 2021).

2.11 Parámetros fisicoquímicos que afectan la adsorción

2.11.1 Temperatura

La temperatura óptima de un microorganismo permite el crecimiento y desarrollo adecuado de las actividades metabólicas, jugando un papel crucial durante el proceso de biodegradación, así como en la adsorción, permitiendo la liberación de enzimas degradadoras de colorantes (Singh and Dwivedi, 2020).

2.11.2 pH de la solución

El pH llega a ser considerado como uno de los parámetros fundamentales, que podría perjudicar la producción de biomasa y la tasa de eliminación del colorante, por lo que es fundamental para el crecimiento de los hongos, también puede afectar las acciones enzimáticas, como también el proceso de adsorción (Singh y Dwivedi, 2020). Entonces esta variable altera directamente el procedimiento de adsorción de iones, es responsable de las características superficiales de los adsorbentes, la química de los metales y el grado de ionización (Saravanan et al., 2021).

2.11.3 Efecto del tiempo de contacto y concentración inicial de colorante

Existen varios factores que perturban el proceso de adsorción del pigmento, entre ellos tenemos: cantidad de adsorbente, temperatura, período de contacto y el concentrado inicial que tiene el colorante, etc; estos parámetros deben ser analizados para una posterior optimización que permita mejorar el tratamiento de los colorantes a gran escala (Azari et al., 2020).

2.12 Adsorbentes de biomasa fúngica

La biomasa fúngica se utiliza como bioadsorbente en el proceso de adsorción de metales pesados (Mohamed et al., 2021). Existen muchos estudios que indican que la biomasa fúngica se puede utilizar como adsorbente, principalmente la biomasa viva en un medio de cultivo, por otro lado, la producción de esta biomasa implica costos adicionales (Rozman et al., 2020). A diferencia del bioma que está vivo y el otro no está vivo, existen varias ventajas como: mayor eficiencia, almacenamiento factible, fácil proceso y nula productividad de metabolitos que podrían volverse dañinos (Saravanan et al., 2021).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de estudio es aplicado, porque partirá del conocimiento para ponerlo en práctica, a través de la investigación básica, de modo que se reconozcan los problemas que se deben resolver (Inacio, 2019). Por tanto, se trata el problema de la biodegradación de los colorantes reactivos que se utilizan en empresas industriales enfocadas a la industria textil, los cuales son conocidos por sus efectos nocivos y alta resistencia a los tratamientos convencionales (Zhou et al., 2021).

El presente proyecto de investigación es experimental, debido a que se realizó la manipulación de la variable independiente para establecer la alteración que se ocasiona en la variable dependiente (Álvarez-Risco, 2020). El estudio consiste en realizar experimentos controlados para investigar la capacidad de *Saccharomyces spp.* en el proceso de biodegradación de colorantes reactivos en la industria textil.

Se realiza un diseño experimental factorial de 4 factores con 3 niveles, que influyen en el efecto de bioacumulación de *Saccharomyces spp.* donde: (A) El volumen del inóculo, (B) el pH inicial del medio, (C) la concentración inicial del colorante y (D) la temperatura de incubación. El diseño pretende realizar una evaluación de los factores sobre la capacidad de biodegradación de *Saccharomyces spp.* De los 4 factores se determinó que, como se observa en la Tabla 9, se realiza un procedimiento con 33 corridas y 2 repeticiones, dando un total de 66 veces para realizar el procedimiento. A partir del procedimiento se seleccionarán 10 tratamientos (3 mejores resultados, 3 peores resultados, 4 resultados medios).

Tabla 10. *Diseño factorial de 4 factores y 3 niveles*

Corridas	Factores			
	A	B	C	D
1	+	-	-	+
2	-	-	-	-
3	+	+	+	-
4	0	0	0	0
5	+	-	+	-
6	-	-	+	-
7	-	-	+	+
8	+	+	-	+
9	+	+	-	-
10	-	+	+	-
11	-	+	-	-
12	-	-	-	-
13	-	+	+	+
14	-	+	+	-
15	+	-	-	+

16	-	+	-	+
17	-	-	-	+
18	-	-	+	+
19	+	-	+	+
20	+	+	-	+
21	+	+	+	+
22	-	-	-	+
23	-	-	+	-
24	+	-	-	-
25	-	+	-	-
26	+	+	+	-
27	-	+	+	+
28	+	-	+	-
29	+	-	+	+
30	-	+	-	+
31	+	+	-	-
32	+	-	-	-
33	+	+	+	+

Tabla 11. Factores utilizados en el diseño factorial

Tratamiento	Volumen de inóculo (ml)	pH inicial	Conc. inicial (mg/L)	Temperatura inicial (oC)
Corridas	A	B	C	D
T1	25	2	20	45
T2	5	2	20	25
T3	25	7	100	25
T4	15	4.5	60	35
T5	25	2	100	25
T6	5	2	100	25
T7	5	2	100	45
T8	25	7	20	45
T9	25	7	20	25
T10	5	7	100	25
T11	5	7	20	25
T12	5	2	20	25
T13	5	7	100	45

T14	5	7	100	25
T15	25	2	20	45
T16	5	7	20	45
T17	5	2	20	45
T18	5	2	100	45
T19	25	2	100	45
T20	25	7	20	45
T21	25	7	100	45
T22	5	2	20	45
T23	5	2	100	25
T24	25	2	20	25
T25	5	7	20	25
T26	25	7	100	25
T27	5	7	100	45
T28	25	2	100	25
T29	25	2	100	45
T30	5	7	20	45

T31	25	7	20	25
T32	25	2	20	25
T33	25	7	100	45

3.2 Operacionalización de variables

Las variables del estudio son las siguientes: **(Ver anexo 1)**

Variable independiente (X): Aplicación de *Saccharomyces spp.*

Variable dependiente (Y): Biodegradación de Tintes Reactivos de la Industria Textil

3.3 Población, Muestra y Muestreo

3.3.1 Población

Esta variable está determinada por los colorantes reactivos que utiliza la industria textil ubicada en Lima-Perú. Asimismo, la población es ese universo finito o infinito de los elementos totales que serán analizados (Arias & Covinos, 2021).

3.3.2 Muestra

Durante el efecto del análisis se utilizará 1g del colorante reactivo obtenido de la industria textil de Lima-Perú. Por tanto, la muestra es aquel subconjunto o aquella parte que representa a toda la población investigada (Arias & Covinos, 2021).

3.3.3 Muestreo

Se formaron 66 unidades experimentales con variedad de tiempos, teniendo en cuenta los 4 factores. Para la investigación se realizó un muestreo probabilístico simple, de manera que cada muestra se escoja de manera aleatoria (aleatoria), llegándose a asignarles un número exclusivo para su reconocimiento, así mismo todas tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas (Velazco & Martinez, 2017).

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnica de recopilación de datos

La técnica de la observación es aplicada por las personas que dirigen el proyecto de investigación, de manera que se acoplan con la realidad para que puedan tener ideas para solucionar el problema de estudio (Useche et al., 2019).

En esta investigación se utilizó la técnica de la observación, por lo que se hará un seguimiento detallado del problema que generan los colorantes reactivos en la industria textil para analizarlo posteriormente.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Son todos los medios que se utilizarán para obtener y ordenar los datos de los resultados en función del objeto de análisis, este método es utilizado por las personas que realizan los análisis del estudio para recopilar todos los datos necesarios (Bustos,

2021). En esta investigación utilizaremos las fichas como instrumento para recolectar los datos.

Durante la recolección de datos, se realizaron los siguientes instrumentos de registro de información, los cuales se encuentran detallados en el anexo N° 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

Ficha 1: Ubicación y recolección de la muestra (*Saccharomyces spp.*)

Ficha 2: Ubicación y toma de la muestra (tintura)

Ficha 3: Medición de condiciones de cultivo de *Saccharomyces spp.*

Ficha 4: Medición de los efectos físico-químicos del cultivo de *Saccharomyces spp.*

Ficha 5: Medición de remoción de colorante


Ficha 6: Medición de la absorción de colorantes





3.4.3 Validez del instrumento

Se indica que la validación de los instrumentos en un estudio es aquel grado de medir los instrumentos que presentan conexión con los objetivos (Useche et al., 2019). En el presente proyecto de investigación, la verificación de los instrumentos estuvo a cargo de especialistas enfocados en el tema analizado.

3.4.4 Equipos e instrumentos de medición

Tabla 12. Equipo de laboratorio utilizado

Nombre	Modelo / Serie	País	Función	Imagen
Espectrofotómetro UV	Thermo Scientific / Genesys 10s uv-vis	Estados Unidos	Mide el grado de absorbancia y transmisión de una sustancia química. La cantidad de una solución líquida se puede calcular también realizando la medición de la intensidad de luz. Dependerá del rango de longitud de onda de la fuente de luz. Utiliza luz en el rango visible (400 - 700 nm) y ultravioleta (185 - 400 nm) (Singh y DPursuring, 2019).	

Estufa de secado de convección natural digital	DAIHAN scientific / ThermoStable OF-50	Corea del Sur	Equipo destinado a la esterilización de una gran variedad de instrumentos y materiales sólidos y líquidos usados en laboratorio, tales como contenedores de vidrio, materiales metálicos, medios de cultivo, etc.	
Balanza de precisión	Ohaus / Serie Paj Gold	Estados Unidos	Este equipo de alta capacidad permite pesar con mayor precisión distintos componentes y materiales.	
Incubadora refrigerada	Velp Scientifica / FTC90	Italia	Las incubadoras refrigeradas son ideales para incubar muestras en un ambiente adecuado. En nuestro caso se usó para el crecimiento a una temperatura adecuada de la <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> .	
Autoclave	Greetmed / LS-B50L-II	China	Recipiente que se sella herméticamente, en el cual se puede trabajar con vapor de agua a altas temperatura y presión para la esterilización de instrumentos de laboratorio.	

Fuente: Elaboración propia

3.5 Procedimiento

3.5.1 Obtención de los Colorantes

Todos los colorantes químicos de tipo reactivo que se emplearon se usaron tal y como se recibieron sin ningún tipo de modificación adicional. El colorante Bezaktiv Azul S-RN fue donado por Consorcio La Parcela que importa sus colorantes de The CHT Group.



Figura 10. Colorante reactivo Azul Bezaktiv S-RN- The CHT Group (Elaboración propia, 2023)

3.5.2 Obtención de la *Saccharomyces Cerevisiae*

Se llegó a obtener de la empresa Green Insuquimica lo cual está dedicada a comercializar insumos que contienen una óptima calidad, como es el caso de la levadura de cerveza, de manera que la empresa nos proporcionó la cepa de *saccharomyces cerevisiae* liofilizada.

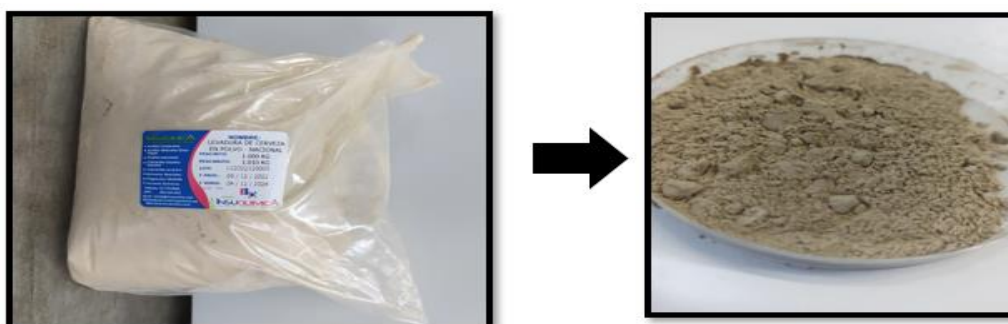


Figura 11. Levadura liofilizada- Green Insuquimica (Elaboración propia, 2023).

3.5.3 Cultivo microbiano

3.5.3.1 Hidratación de la *Saccharomyces Cerevisiae*

Se basó en el modelo metodológico de Saravanan et al. (2021). Al tener la cepa de la levadura de cerveza deshidratada es necesario activarla para emplearla en los siguientes procedimientos. Para ello, en una balanza analítica se pesó 2.5 g de la levadura, así mismo se hizo hervir 250 ml de agua destilada hasta tener una temperatura de 37.5 °C. Luego en un matraz de erlenmeyer se añadió la levadura con el peso determinado, de manera que se agregó el agua y se empezó a mover hasta tener una mezcla homogénea. Para conservarla se le cerró la boquilla con un papel aluminio dejando reposar por 24 h en el equipo de baño maría con una temperatura de 37- 38 °C.

Al siguiente día se le agregó 5g de glucosa a la mezcla para acelerar el proceso de activación, para mantener la temperatura requerida 37- 38 °C tuvo que permanecer a baño maría por 72h. Después de 3 días se observó que la mezcla de levadura estaba lechosa y en la superficie se evidenciaban burbujas, por lo que ya estaba activa y lista para ser empleada.

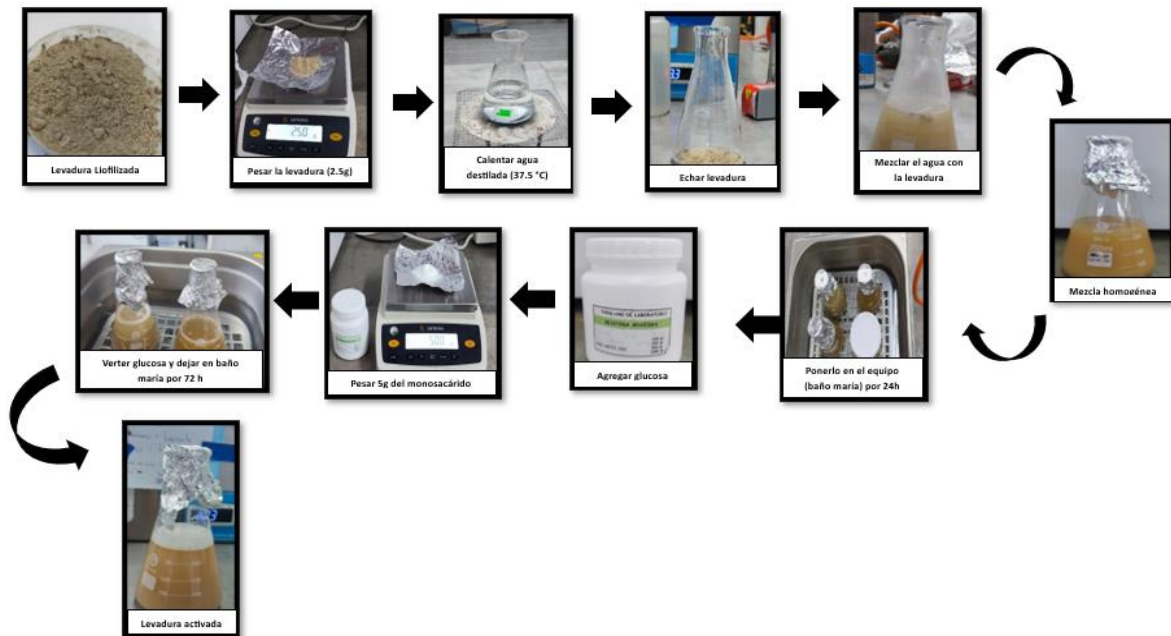


Figura 12. Proceso de activación de la levadura liofilizada (Elaboración propia, 2023).

3.5.3.2 Medio de cultivo

Se basó en el modelo metodológico de Saravanan et al. (2021). Se adquirió el medio cultivo "Potato Dextrose Agar Granulated" y "YPD" para la cepa de *Saccharomyces Cerevisiae*, de la empresa HiMedia Laboratories Private Limited.

Para preparar el medio de cultivo se pesó 32.5 g de Agar en la balanza analítica, después se le añade 500 ml de agua destilada, para llegar a disolver y obtener una mezcla homogénea se tuvo que hacer hervir por aproximadamente 5 minutos. Una vez realizado este proceso se separa en 2 matraces de 250 ml, así mismo se cierran las boquillas con algodón y papel aluminio para evitar cualquier tipo de contaminación. También se lleva a la autoclave por 15 minutos a 121 °C para poder esterilizar.

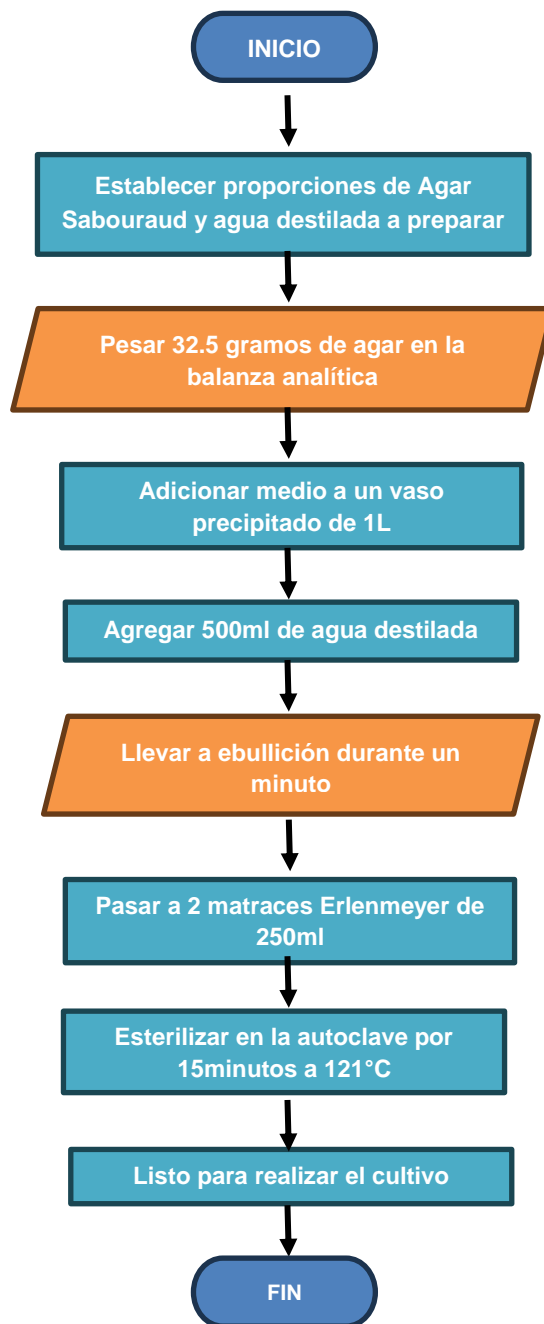


Figura 13. Diagrama de flujo para la elaboración del medio de cultivo agar Sabouraud (Elaboración propia, 2023).

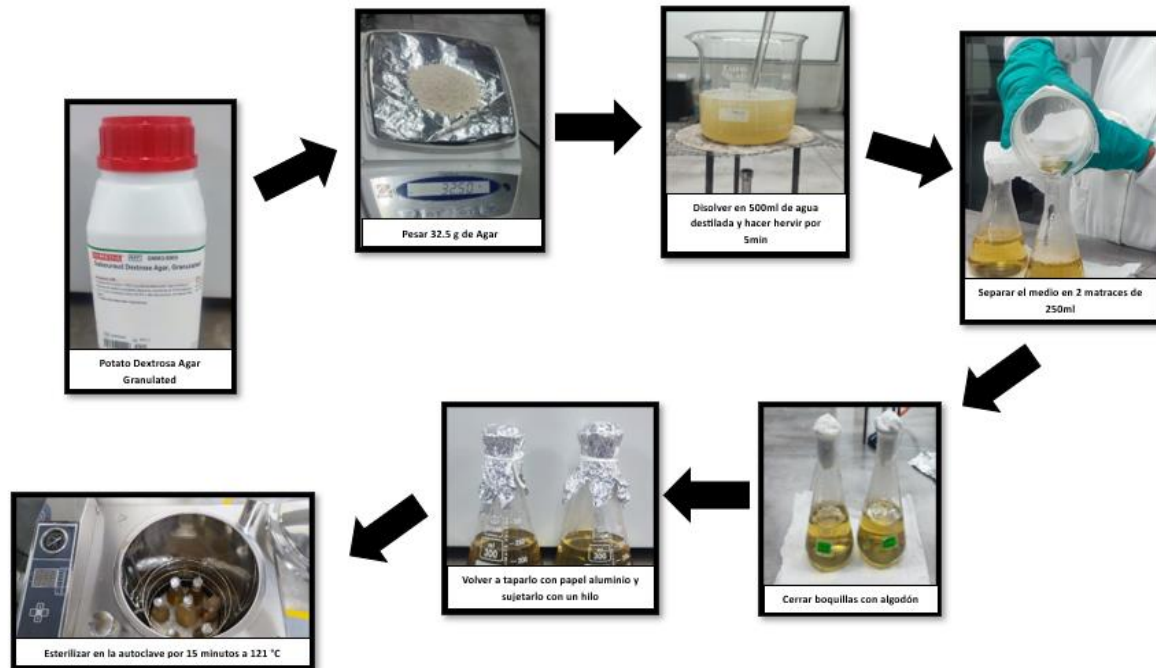


Figura 14. Proceso de la preparación del medio de cultivo (Elaboración propia, 2023).

3.5.3.3 Siembra de *Saccharomyces* en placas petri

Se basó en el modelo metodológico de Saravanan et al. (2021). Para comenzar el procedimiento se realizó la esterilización de las cajas, lo cual se tuvo que envolver cada placa petri con papel craft para llevarlo a la estufa a una temperatura de 170 °C. Al realizar el llenado de medio de cultivo en las placas y la siembra de la levadura tenemos que estar en una temperatura constante para que no se contamine, por lo cual usamos mecheros que ayuden a mantener el calor en el lugar.

Después de tener esterilizados los recipientes se procede a echar 25 ml de medio de cultivo (Agar) en cada placa y se espera 7 minutos hasta que se solidifique. Una vez que se encuentre sólido podemos realizar la siembra. Para lo cual cogemos un asa de siembra e introducimos al matraz que contiene la levadura activa y posteriormente se hace el método estriado en el interior de la placa, al terminar se sella cada placa con parafilm y se procede a incubar a 30°C por un plazo de 72h.

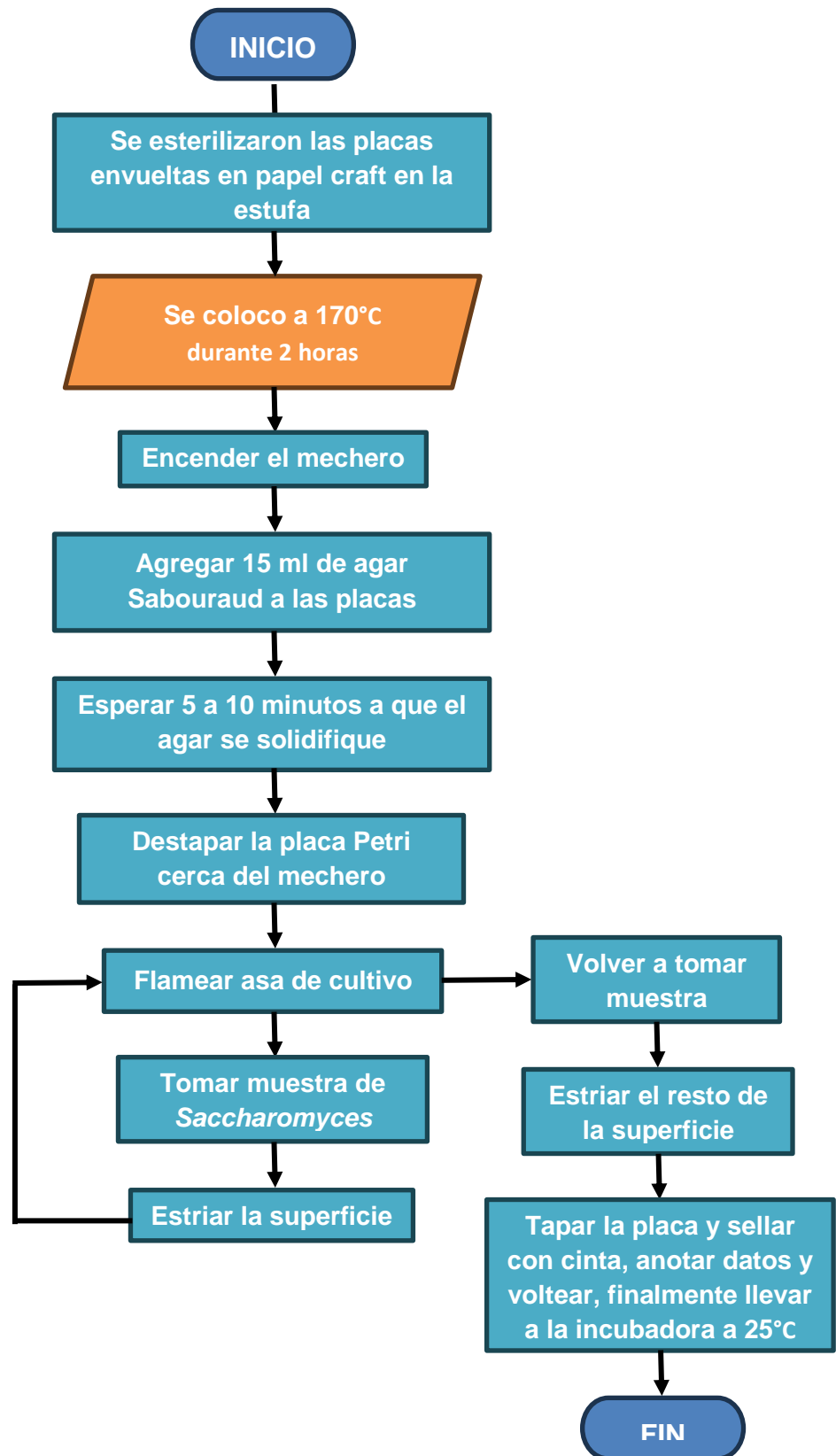


Figura 15. Diagrama de flujo para la siembra de *Saccharomyces cerevisiae* mediante medio de cultivo agar Sabouraud en placas Petri (Elaboración propia, 2023).



Figura 16. Procedimiento para la siembra de *Saccharomyces Cerevisiae* en Placa Petri (Elaboración propia, 2023).

3.5.3.4 Obtención de los precultivos

Se basó en el modelo metodológico de Saravanan et al. (2021). Al llegar a tener las células de *Saccharomyces cerevisiae* ya cultivadas en el medio sólido de Agar a 30 °C por 72 h, se procedió a transferir las células a un medio de YPD para la obtención de los precultivos. De este modo, se preparó 15 g de medio YPD en 300 ml de agua y destilada en un vaso precipitado, para llegar a disolverlo se agitó mediante una varilla y se puso a calentar la mezcla hasta que hierva durante 60s. Luego se echa la mezcla en un matraz, tapando la boquilla con algodón y papel aluminio, dirigiendo la muestra a la autoclave durante 15 min a una temperatura de 121 °C. Una vez enfriado la mezcla se procede a realizar la inoculación de la célula de la *Saccharomyces*, para ello se utiliza mecheros de bunsen para mantener una temperatura idónea donde no exista contaminación, luego se escoge una placa donde está sembrada la levadura y mediante una asa de siembra se agarra un poco para añadirlo a la matraz que contiene el medio YPD, también se realiza la incubación a 30 °C y agitación a 180 rpm durante 19-22 h para alcanzar la densidad óptica máxima $OD_{600nm} \approx 3,9 \pm 0,4$ en la fase logarítmica de crecimiento, se tuvo que realizar mediciones cada 1 h en el espectrofotómetro para determinar la curva de crecimiento (Kiayi et al., 2021).

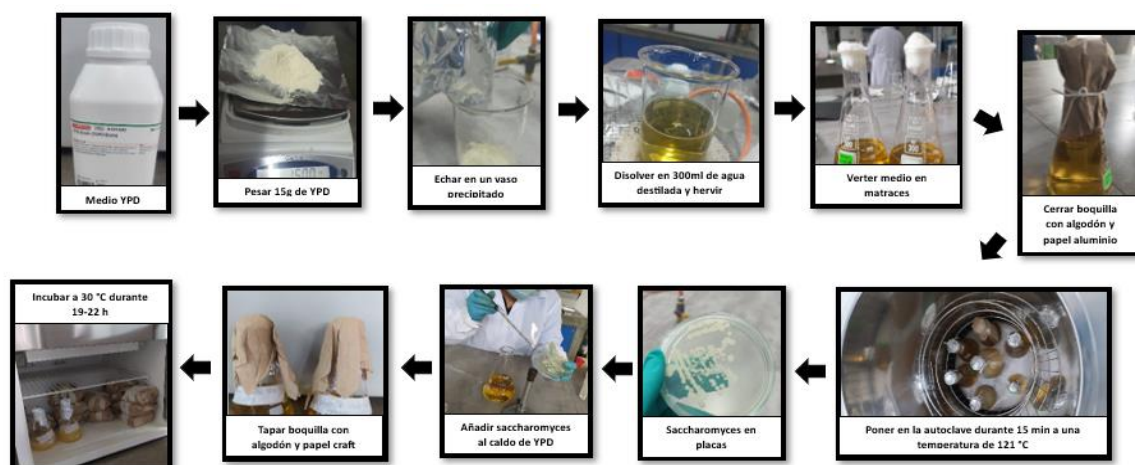


Figura 17. Procedimiento de la preparación de los precultivos (Elaboración propia, 2023).

Tabla 13. Resultados del conteo microbiano del crecimiento de la *Saccharomyces Cerevisiae*

Crecimiento de <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>			
Tiempo (horas)	Factor de crecimiento	Tiempo (horas)	Factor de crecimiento
1	0.062	11	1
2	0.087	12	1.019
3	0.094	13	1.084
4	0.106	14	1.144
5	0.112	15	1.67
6	0.141	16	1.695
7	0.196	17	1.754
8	0.254	18	2.116
9	0.524	19	2.142
10	0.746		

Fuente: Elaboración propia, 2023

Los precultivos se emplearon para la inoculación de los medios utilizados en los experimentos de descoloramiento (Kiayi et al., 2021).

3.5.4 Preparación de las soluciones de los colorantes

Se basó en el modelo metodológico de Saravanan et al. (2021). La solución estándar del colorante se preparó con 1000 mL de agua destilada donde se disolvió 1 g de colorante sin diluir ni purificación (Saravanan et al.,2021).



Figura 18. Solución de colorante Azul (Elaboración Propia, 2023).

- **Muestra patrón:** Primero se pesó la luna de reloj en una balanza analítica para obtener el peso del instrumento, luego se procedió a tarar el equipo para poder pesar 2 g de colorante Azul Bezaktiv S- RN, al tenerlo se llevó a la estufa para secar a 105 °C por 60 min. Después del anterior proceso se llevó al desecador por 15 min.

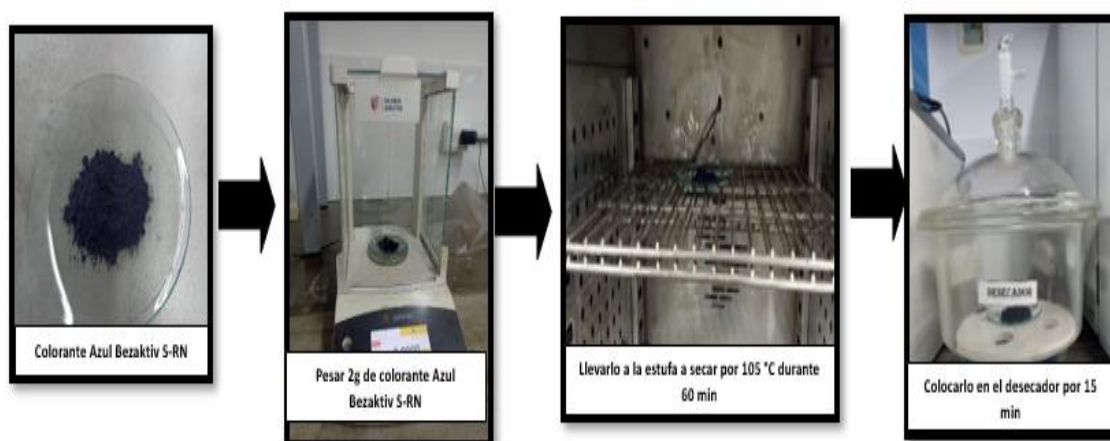


Figura 19. Proceso de elaboración para la muestra patrón (Elaboración propia, 2023).

- **Solución Madre:** Se disolvió 1 g de colorante secado en 100 ml de agua destilada para conseguir una mezcla idónea, luego se llegó a verter en una fiola completando hasta los 1000 ml con agua destilada. A partir de esta solución madre se preparó 3 concentraciones planteadas en el diseño factorial (Saravanan et al., 2021).

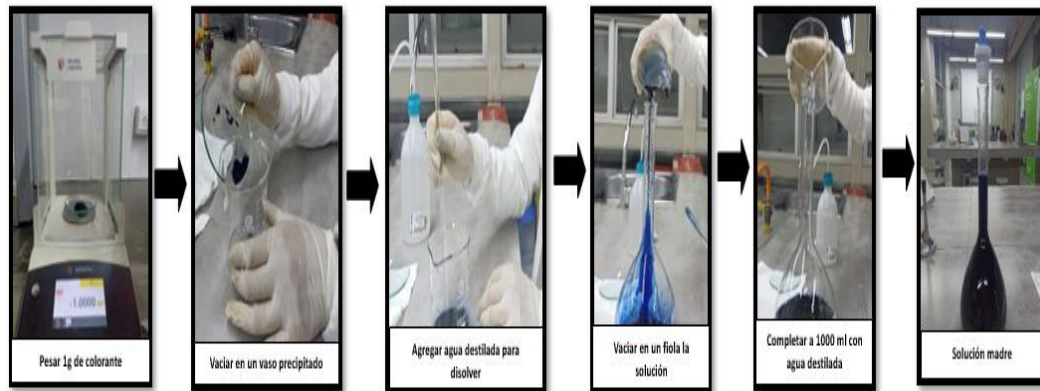


Figura 20. Proceso de preparación de solución madre (Elaboración propia, 2023).

Para la determinación del volumen del agua empleada respecto a las concentraciones establecidas se utilizó la siguiente fórmula:

$$V1 * C1 = V2 * C2$$

- Cálculo del volumen para la concentración de 20 mg/L

$$V1 * 1000 \frac{mg}{L} = 3500 mL * 20 \frac{mg}{L}$$

$$V1 = \frac{3500 mL * 20 mg/L}{1000 mg/L}$$

$$V1 = 70ml$$

- Cálculo del volumen para la concentración de 60 mg/L

$$V1 * 1000 \frac{mg}{L} = 500 mL * 60 \frac{mg}{L}$$

$$V1 = \frac{500 mL * 60 mg/L}{1000 mg/L}$$

$$V1 = 30 ml$$

- Cálculo del volumen para la concentración de 100 mg/L

$$V1 * 1000 \frac{mg}{L} = 3500 mL * 100 \frac{mg}{L}$$

$$V1 = \frac{3500 mL * 100 mg/L}{1000 mg/L}$$

$$V1 = 350 ml$$

Tabla 14. Preparación del agua contaminada según las concentraciones del diseño factorial

Duración 3 días	Volumen de agua contaminada (mL)	Concentración (mg/L)	Réplica	Tratamientos	Total de unidades
3500	3200	20	2	16	32
500	200	60	2	1	2
3500	3200	100	2	16	32

Fuente: Elaboración propia, 2023

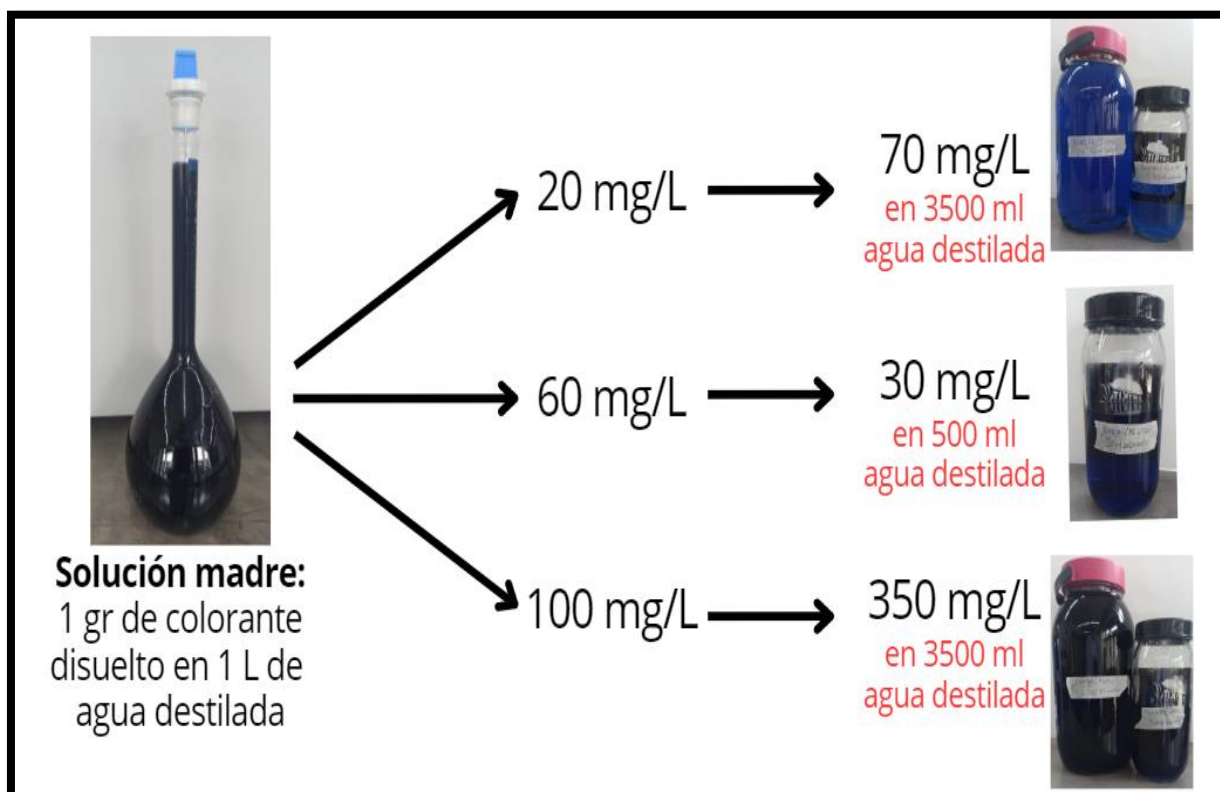


Figura 21. Preparación de concentraciones de colorante a partir de la solución madre (Elaboración propia, 2023).

3.5.5 Prueba preliminar de la capacidad de eliminación de colorantes

Se basó en el modelo metodológico de Kiayi et al. (2019). La determinación de la capacidad de eliminación del colorante de la cepa se determinó a través del método de la placa de estrías. Para realizarlo, se tuvo que pesar 5g de medio YPD y disolverlo en un vaso precipitado que contenía 5 ml de colorante, así mismo se completó la mezcla a 100 ml con agua destilada y se empezó a disolverlo con la varilla. Al tener la mezcla ya homogenizada se pasó a calentarla a 40 °C, luego se dejó enfriar para verter 20 ml en cada placa que contiene la cepa de *saccharomyces* y se incubó a 30 °C. Por otro lado, se realizó otra prueba dónde se extendieron 100 µl de caldo de precultivo en un medio sólido de YPD con colorante (50 mg/l) YPD+C, y se incubaron a 30 °C (Kiayi et al., 2019).

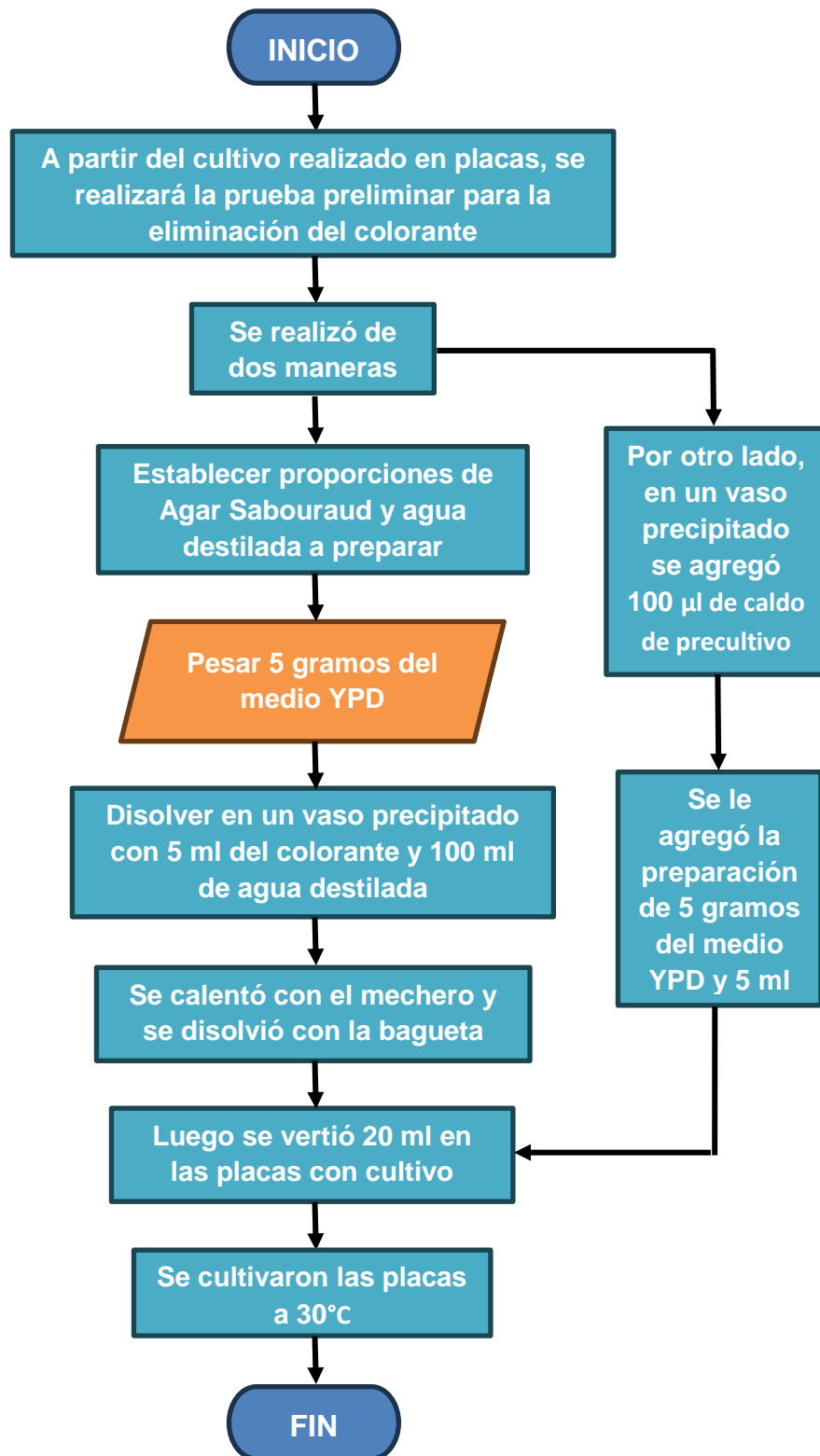


Figura 22. Diagrama de flujo del procedimiento de la prueba preliminar de la capacidad de la *Saccharomyces Cerevisiae* para eliminar colorantes (Elaboración propia, 2023).

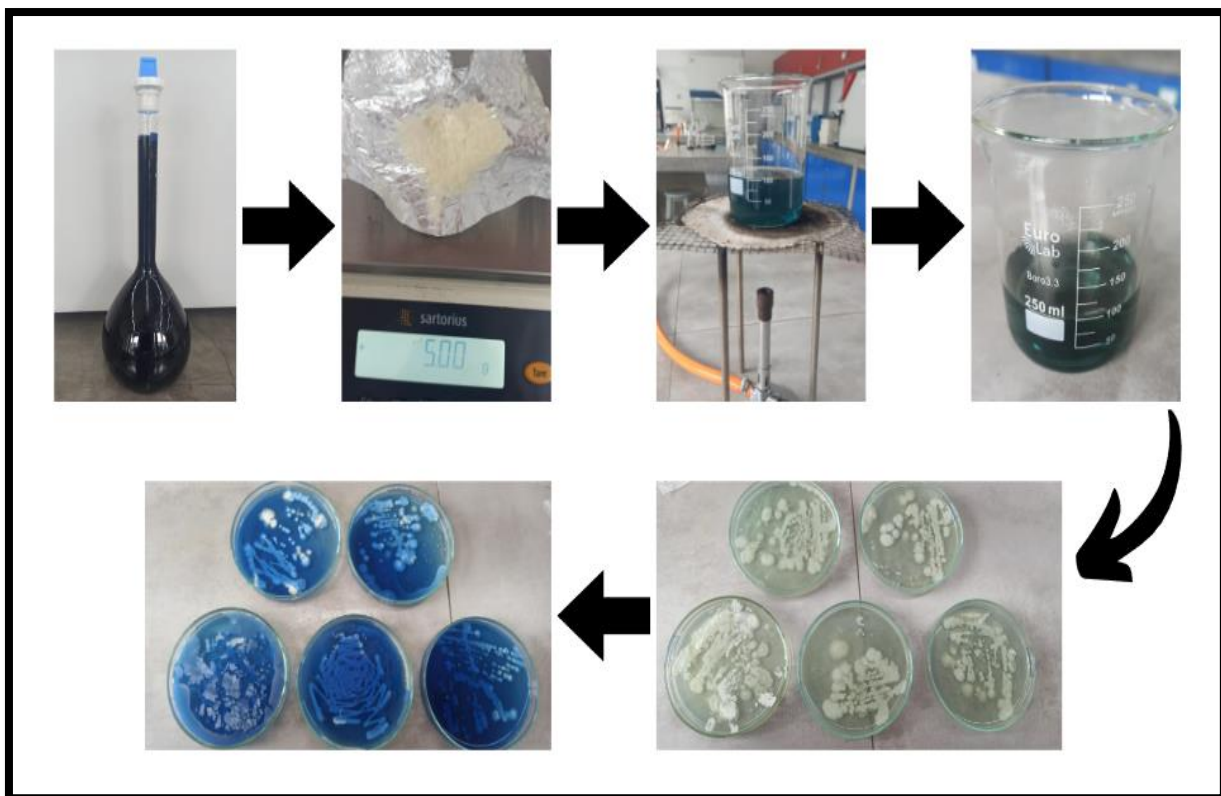


Figura 23. Elaboración de prueba preliminar de la capacidad de la *Saccharomyces Cerevisiae* para eliminar colorantes (Elaboración propia, 2023).

Diariamente se supervisó el crecimiento y la presencia de nuevas colonias, también los cambios en la coloración del medio de agar, así mismo antes se hizo un barrido en el equipo para identificar la longitud de onda del colorante. De modo que al realizar la medición se determinó que todas las muestras de colorante se leerán a 606 nm.

Luego se prepara una curva de calibración del colorante para calcular las concentraciones, de modo que se realiza la repetición de aplicación de la fórmula. Asimismo, con esta curva se analiza cuánto de colorante va quedando en las muestras de la prueba preliminar.

$$C1 * V1 = C2 * V2$$

Tabla 15. Cálculo del volumen para las diferentes concentraciones de la curva de calibración

Enrosado (50ml)		
Código	Concentración (mg/L)	Muestra patrón (mL)
B	0	0
I	10	0.5
II	20	1
III	30	1.5
IV	40	2
V	50	2.5
VI	60	3
VII	70	3.5
VIII	80	4
IX	90	4.5
X	100	5

Fuente: Elaboración propia, 2023

Después de obtener los volúmenes que se emplearán en cada fiola, se completa con agua destilada hasta 50 ml para su posterior lectura en el espectrofotómetro.

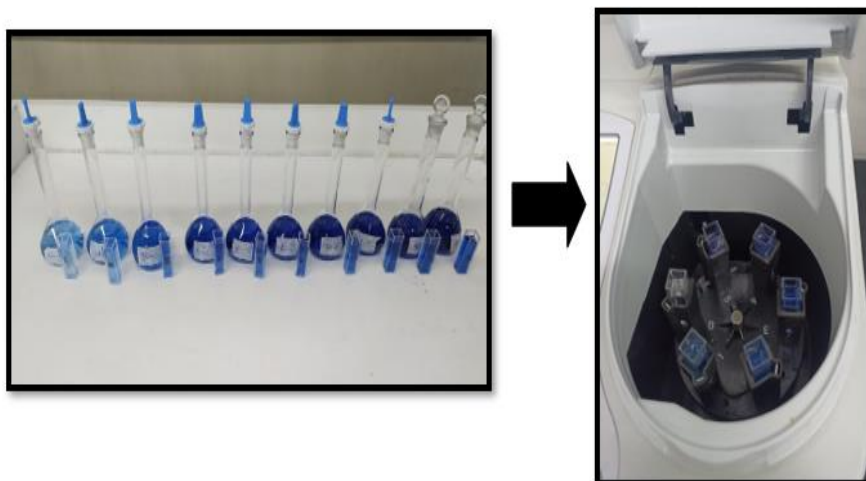


Figura 24. Medición de las concentraciones de colorante (Elaboración propia, 2023).

Tabla 16. Curva de calibración para el colorante Azul Bezaktiv S-RN

Concentración (mg/L)	Absorbancia
0	0
10	0.109
20	0.242
30	0.354
40	0.476
50	0.595
60	0.709
70	0.830
80	0.945
90	1.069
100	1.198

Fuente: Elaboración propia, 2023

Posteriormente, se recogieron colonias de la superficie de la placa descolorida mediante un asa de inoculación y se hizo una evaluación de la posible adsorción del colorante usando la biosorción. La prueba de biosorción se realiza en colonias cultivadas en otras placas YPD+C varios días después de la eliminación completa del colorante.

3.5.6 Efecto de bioacumulación

3.5.6.1 Efecto del volumen de inóculo

Se basó en el modelo metodológico de Kiayi et al. (2019). Para este estudio se realizó bioacumulación por lotes del colorante Azul Bezaktiv SR-N usando *Saccharomyce* spp. El proceso de decoloración se realizó para determinar el patrón temporal de eliminación del colorante y producción de biomasa.

Se utilizó como referencia la metodología de (Kiayi et al., 2019) Para lograr esto, se inoculó 100 mL de colorante a los 33 frascos Duran, lo cual tenía 100, 60 y 20 mg/L-

1 de concentración, así mismo el volumen del inóculo que contiene precultivo varió de 5% al 25%, luego fueron incubadas a diferentes temperaturas, de modo que se pueda observar la capacidad de absorción del colorante Azul Bezaktiv S- RN. Posteriormente, se extrajeron muestras de 2ml en intervalos de tiempo establecido, se centrifugó a 13000 rpm ($16.060 \times g$, durante 10 min) usando la centrifugadora para la eliminación de células y luego se evaluó a través del método de espectrofotometría para determinar la densidad óptica de manera que se mida la concentración del colorante usando un gráfico estándar. Además, el pellet de la levadura cosechada del cultivo en un medio descolorido se separa para ser pesado de manera que se determine la concentración de biomasa y se evaluó para una posible adsorción del colorante usando un método de biosorción, llegando a estimar la densidad óptica de la solución a 606 nm para el colorante, utilizando el espectrofotómetro (Kiayi et al., 2019).

3.5.6.2 Efecto del pH del medio

La metodología se basó en la investigación de Saravanan et al. (2021). La influencia del pH del medio en la acumulación del colorante ejerce un papel importante. Se investigó la varianza del pH del medio de 2 a 7. Por lo que, se preparó 100 mL de caldo de cultivo en 6 matraces y se ajustó el pH usando 0,1N de HCL y 0,1N de NaOH de 2 a 7.



Figura 25. Proceso del ajuste del pH del caldo de cultivo utilizando ácido clorhídrico e hidróxido de sodio (Elaboración propia, 2023).

Una vez realizado el ajuste del pH que se requiere se procede a inocular el volumen óptimo del caldo a los frascos de ensayo.

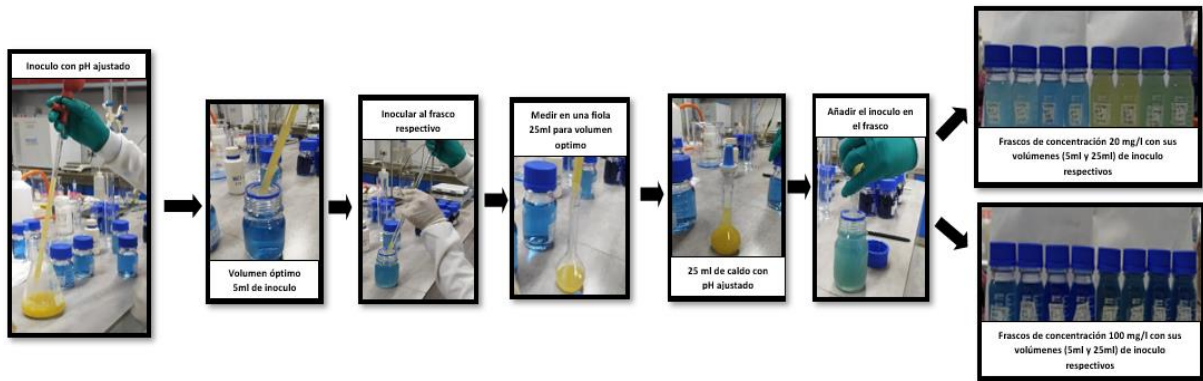


Figura 26. Desarrollo de los ensayos inoculando caldo de cultivo con volumen óptimo para cada concentración (Elaboración propia, 2023).

Los valores de la absorbancia se determinaron usando el espectrofotómetro UV. La concentración de bioacumulación de la *Saccharomyces cerevisiae* se investigó para el colorante a un pH entre 2, 4.5 y 7 (Saravanan et al., 2021).

3.5.6.3 Efecto de la concentración inicial de colorante

Se utilizó como referencia la metodología de Saravanan et al. (2021). La concentración inicial sobre la bioacumulación del colorante usando *Saccharomyces cerevisiae* vivo en diferentes concentraciones (20, 60 y 100 mg L⁻¹) con un volumen de inóculo óptimo y un pH estable del medio para todas las concentraciones iniciales.



Figura 27. Preparación de las concentraciones de colorante reactivo 20, 60 y 100 mg L⁻¹ (Elaboración propia, 2023).

Los frascos se incubaron en un agitador rotatorio a una velocidad controlada a 150 rpm y a temperatura ambiente. Las muestras que se recogieron se centrifugaron a 12 mil rpm por un tiempo de 10 min. El sobrenadante se separó y se estimó la DO de la solución usando un espectrofotómetro UV. El porcentaje de eliminación del color (absorción) determina la relación que existe entre la concentración inicial del colorante y la concentración bioacumulada de este (Saravanan et al., 2021).

3.5.6.4 Efecto de la temperatura de incubación

Se utilizó como referencia la metodología de Saravanan et al. (2021). Este efecto sobre la bioacumulación del colorante Azul Bezaktiv S-RN se estudió a temperaturas diferentes (25, 35 y 45 °C) usando *Saccharomyces cerevisiae* viva. Este proceso se realizó en el caldo de cultivo para cada colorante con un volumen de inóculo óptimo (5, 15 y 25 %), también con pH (2, 4.5 y 7) junto con las concentraciones de tinte máxima (20, 60 y 100 mg L⁻¹). Tras la incubación de equilibrio durante 120 h, las muestras fueron centrifugadas a 12 mil rpm por un tiempo de 10 min. Luego, el sobrenadante fue utilizado para medir el valor de absorbancia utilizando un espectrofotómetro UV (Saravanan et al., 2021).

3.5.6.5 Efecto del biosorbente

Se utilizó como guía la metodología de Saravanan et al. (2021). La morfología de la superficie y los grupos funcionales del cultivo de levadura se analizaron mediante SEM (JEOL JSM-6360) y análisis FTIR. La morfología externa de la biomasa de levadura antes de las acumulaciones de colorante se observó mediante SEM con un microscopio óptico. Se observó mediante SEM con una ampliación de 10 µm a 15 kV. Para el análisis FTIR, las muestras se secaron a 105 °C durante 5 min y se mezclaron con (expansión) KBr en proporción 1:120 (Saravanan et al., 2021).

3.5.3.6 Efecto estadístico

La metodología de Saravanan et al. (2021). Se realizó la investigación estadística con un estudio analítico de la varianza ANOVA (Saravanan et al., 2021).

El método de análisis de la varianza (ANOVA) se usó para verificar la existencia de una diferencia significativa entre los porcentajes de remoción del colorante para cada

parámetro: Concentración inicial del colorante, pH, Volumen de inóculo y Temperatura.

¿Hay diferencia significativa entre los porcentajes de remoción del colorante para cada parámetro?

Hipótesis Nula (H₀): No hay diferencia significativa entre los porcentajes de remoción del colorante para cada parámetro. Nivel de significancia= 95%

Hipótesis Alternativa (H₁): Si hay diferencia significativa entre los porcentajes de remoción del colorante para cada parámetro. Nivel de significancia= 95%

Si el $p < 0.05$, la hipótesis nula se rechaza.

3.6 Método de análisis de datos

Los parámetros llegaron a ser estudiados utilizando el programa Microsoft Excel 2010 para procesar los datos cuantitativos, para la obtención e interpretación de gráficos, debido a que la investigación es experimental. También se empleó GraphPad Prism 10.

3.7 Aspectos éticos

El proyecto titulado “Aplicación de *Saccharomyces spp.* para la biodegradación de colorantes reactivos de la industria textil. Lima-Perú, 2023” presenta información con total confiabilidad para colaborar con una solución a los problemas establecidos de las industrias textiles, los procesos que se llevarán a cabo deberán mostrar resultados verídicos, de tal forma que como ingeniero se respeten los aspectos éticos y se valore el medio ambiente para que la humanidad reflexione sobre los deberes, responsabilidades que tiene con el cuidado del medio ambiente. Asimismo, se cita a cada autor en cada párrafo informativo para poder respetar aquellos documentos que tengan algún tipo de vínculo con el tema; también se nombran en la bibliografía del documento. Finalmente, el procedimiento y análisis de este estudio se realizará en el laboratorio de biotecnología de la UCV, por lo que todos los resultados que obtendremos serán precisos.

IV. RESULTADOS

4.1 Cultivo microbiano

Respecto a la activación de la levadura que estaba liofilizada se pudo evidenciar que los monosacáridos y disacáridos son compuestos elementales para el desarrollo de la cepa *Saccharomyces*, cabe resaltar que la glucosa tiene una rápida respuesta a diferencia que la sacarosa. Por lo cual durante el proceso se realizó 2 estudios: 1 contenía levadura- sacarosa y la otra tenía levadura- glucosa, de tal manera que se observó que en 24 h el matraz erlenmeyer que contenía glucosa presentaba burbujas en la superficie mientras que la otra seguía igual. Al pasar las 72 h de realizar este procedimiento ambos matraces con sus correspondientes insumos se encontraban activas, pero una con mayor cantidad de burbujas y más lechosa que la otra. Entonces se procedió a utilizar la solución “A” que da mejor resultado.



Figura 28. a) 2.5 g de levadura disuelta en 250 ml + 5g de glucosa, b) 2.5g de levadura disuelta en 250 ml + 5 g de sacarosa (Elaboración propia, 2023).



Figura 29. Muestra “A” que contiene levadura y glucosa (Elaboración propia, 2023).

Para el medio de cultivo se evidenció que el Agar Patata Dextrosa Granulado es una mezcla idónea para el desarrollo de los microorganismos como hongos en especial la cepa *saccharomyces*, de modo que al añadirlo en las placas el proceso de solidificación fue más rápido, por lo cual en el laboratorio se empleó una cantidad determinada para añadir a la levadura activa en la superficie del medio y pueda ser incubada a una temperatura óptima.

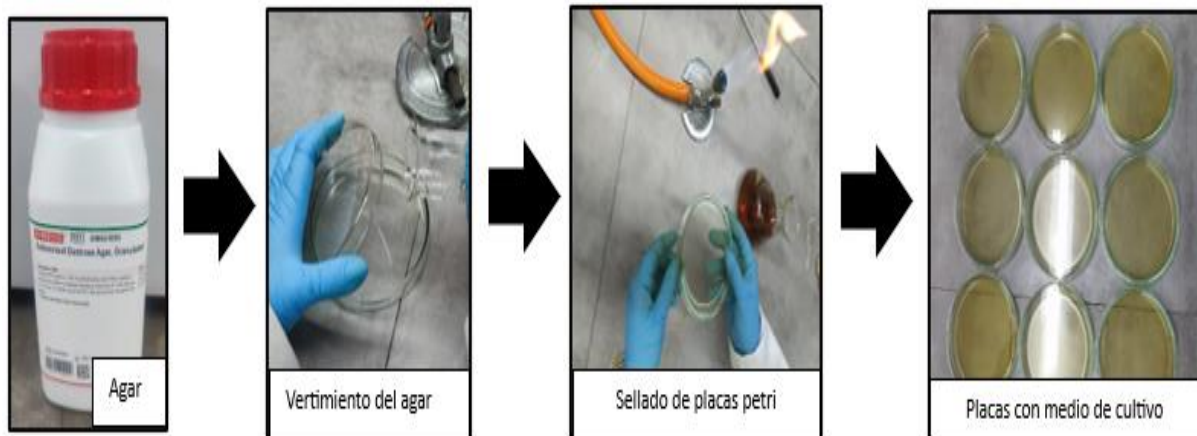


Figura 30. Medio de cultivo óptimo con Agar Patata Dextrosa Granulado en placas petri (Elaboración propia, 2023).

Al realizar la siembra de la levadura con el método de estriado en un medio de cultivo de agar podemos notar que esta fue creciendo óptimamente, durante 3 días observamos el aumento de ellas en las placas, lo cual está lista para ser utilizada en los siguientes procedimientos.

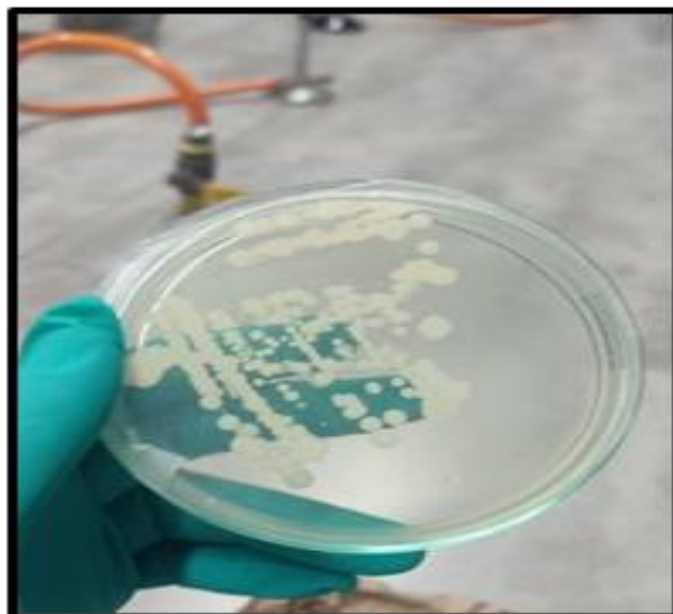


Figura 31. Presencia y crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae* en placas petri (Elaboración propia, 2023).

Tras la correspondiente activación de la levadura y su posterior cultivo, se logró el crecimiento adecuado de esta en las placas Petri. A partir de estas se hizo otro cultivo en caldo YPD, que nos permitió medir la densidad óptica en el espectrofotómetro UV ajustado a 600 nm.

Curva de Crecimiento

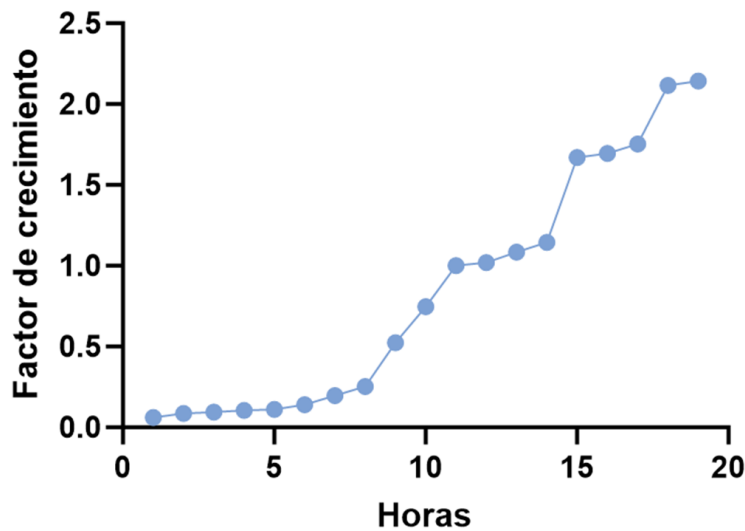


Figura 32. Curva de crecimiento de *Saccharomyces Cerevisiae* (Elaboración propia, 2023).

4.2 Prueba de actividad durante la decoloración en placas petri en un medio sólido

Los análisis realizados en la placa Fig.29 demostraron que las colonias cultivadas de la levadura (*saccharomyces cerevisiae*) se manifestaron en un medio “Potato Dextrose Agar Granulated” con el método de estriado, lo cual contenía colorante reactivo Azul Bezaktiv S- RN (50 mg/l), luego de 48h de ser incubado a 30 °C. Así mismo lograron su crecimiento máximo después de 96 h.

También la decoloración del tinte se notó a partir de las 216h, de manera que se completó el proceso de desaparición del colorante en 16 días de incubación a 30 °C. Posterior a ello no se notó más cambios en la prueba.

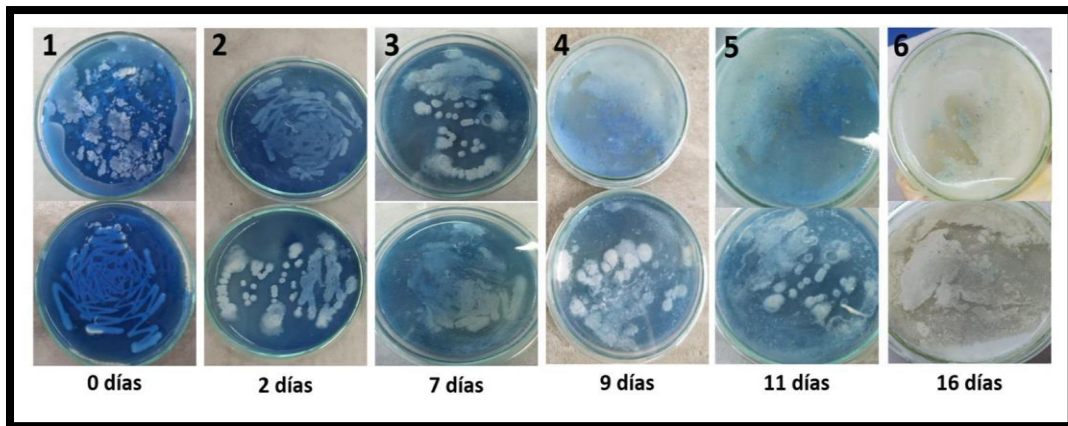


Figura 33. Análisis por periodos de tiempo de un medio sólido con potato dextrose agar granulated que contiene colorante azul (50 mg/l) y *saccharomyces cerevisiae* en (1) el punto 0, (2) 48h, (3) 168h, (4) 216h, (5) 11 días y (6) 16 días de incubación a una temperatura de 30 °C (Elaboración propia, 2023).

4.3 Determinación del espectro de absorción del colorante Azul Bezaktiv S-RN a diferentes concentraciones

4.3.1 Longitud de onda máxima para la concentración de 20 mg/L

Se realizó un barrido de 360 a 800 nm en el espectrofotómetro UV y se identificó que la onda máxima fue de 612 nm con una absorbancia de 0.201 A, para la concentración de 20 mg/L, véase en la Fig.30.

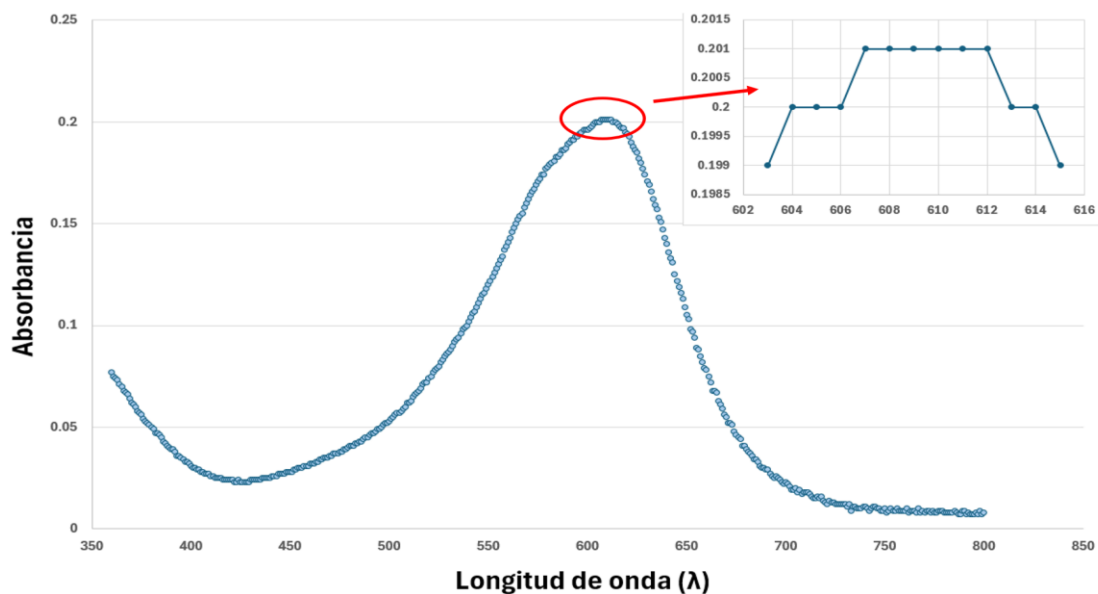


Figura 34. Determinación de la longitud de onda máxima para la concentración de 20 mg/L (Elaboración propia, 2023).

Se realizó un barrido de 360 a 800 nm en el espectrofotómetro UV y se identificó que la onda máxima fue de 608 nm con una absorbancia de 0.650 A, véase en la Fig.

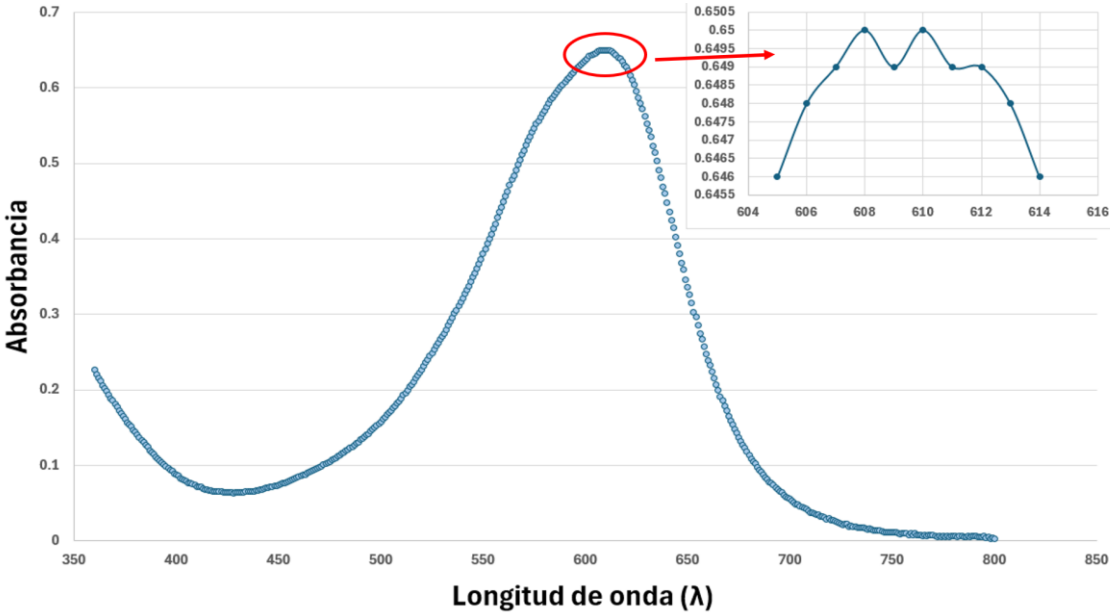


Figura 35. Determinación de la longitud de onda máxima para la concentración de 60 mg/L (Elaboración propia, 2023).

Se realizó un barrido de 360 a 800 nm en el espectrofotómetro UV y se identificó que la onda máxima fue de 610 nm con una absorbancia de 0.980 A, véase en la Fig.32

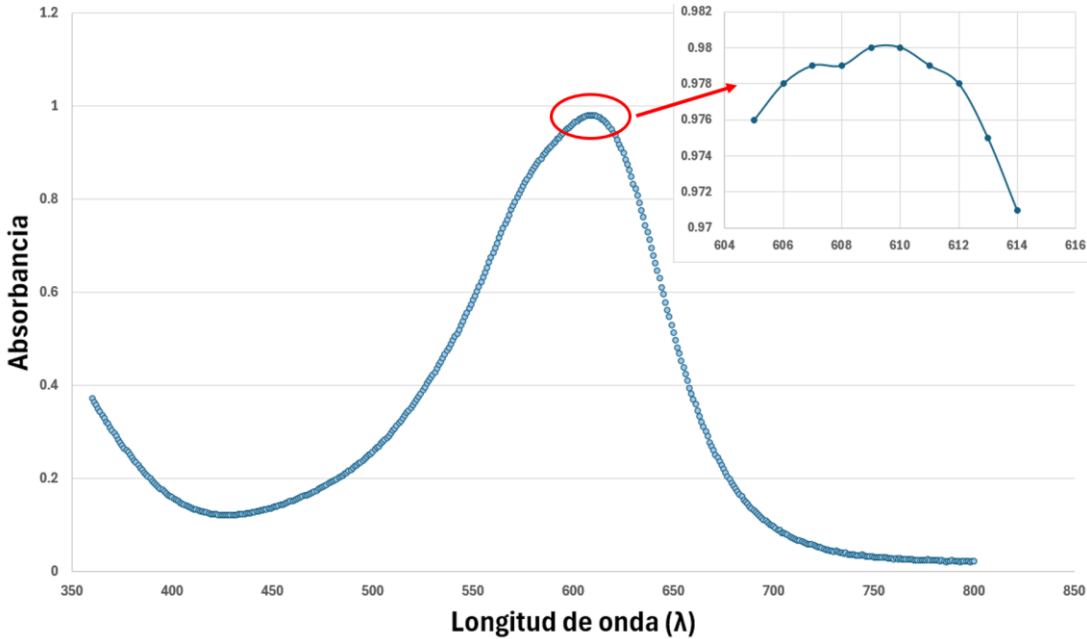


Figura 36. Determinación de la longitud de onda máxima para la concentración de 100 mg/L (Elaboración propia, 2023).

Mediante la longitud de onda (606 nm) fijada, se empleó la realización de la curva de calibración estándar del colorante reactivo azul bezaktiv S-RN, lo cual se llegó a considerar 10 concentraciones diferentes. Como se puede observar en la Fig. 33 donde se evidencia que el $R^2 = 0.9998$, por lo que presenta una regresión lineal casi perfecta.

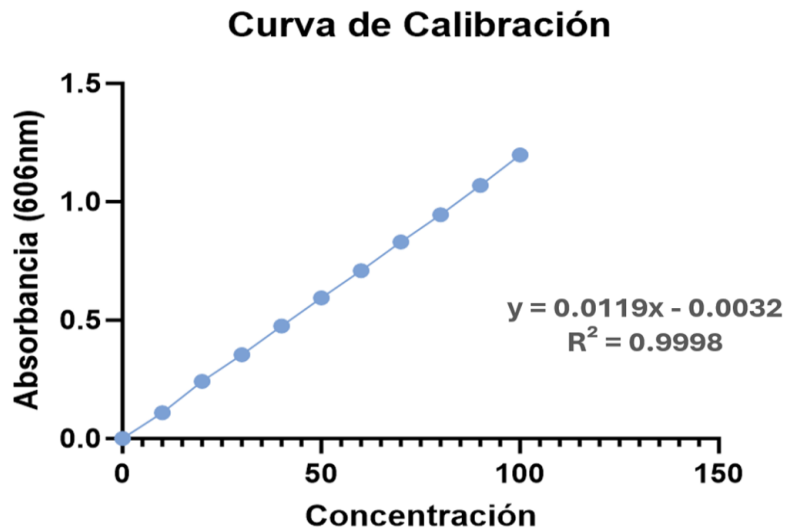


Figura 37. Curva de calibración del colorante reactivo azul bezaktiv S-RN (Elaboración propia, 2023).

4. Efecto de bioacumulación

Se analizaron 3 concentraciones de colorante reactivo azul bezaktiv S-RN (20, 60, 100 mg/L) que manifestaron diferencias en la concentración final y el % de remoción, debido a los factores (pH, volumen de inóculo y temperatura).

Las concentraciones finales y el % de remoción halladas para los tratamientos a una temperatura constante de 25 °C son las siguientes:

En la tabla 17, se observa los resultados obtenidos de los parámetros físicoquímicos en la 1° y 2° repetición de los tratamientos para la concentración de 20 mg/L que tenían una variación de 5 - 25 ml en el volumen de inóculo, pH (2 y 7) .

Tabla 17. Resultados de los tratamientos de la 1° y 2° repetición empleando los parámetros fisicoquímicos

N° Corri das	DATOS INICIALES				Resultados obtenidos de la 1° REPETICIÓN			Resultados obtenidos de la 2° REPETICIÓN		
	conce ntració n inicial (mg/L)	pH de la solu ción	volu men de inoc ulo	tempe ratura	absorb ancia	conce ntración final (mg/L)	% de remo ción	absorb ancia	conce ntració n final (mg/L)	% de remo ción
T 2	20	2	5	25	0.061	5.386	73.1	0.029	2.704	86.5
T 9	20	7	25	25	0.081	7.062	65	0.046	4.129	79.4
T 11	20	7	5	25	0.038	3.459	83	0.032	2.956	85.2
T 12	20	2	5	25	0.067	5.889	71	0.029	2.704	86.5
T 24	20	2	25	25	0.08	6.978	65.1	0.079	6.895	65.5
T 25	20	7	5	25	0.044	3.962	80.2	0.039	3.543	82.2
T 31	20	7	25	25	0.205	17.454	12.73	0.047	4.213	79
T 32	20	2	25	25	0.1	8.655	57	0.04	3.626	82

Fuente: Elaboración propia, 2023

Se llega a observar que el % de remoción máximo para una concentración de 20mg/L de colorante Azul Bezaktiv S-RN, se obtuvo de ambos tratamientos T2 y T12 que presentan un pH ácido (2), volumen de inóculo 5 ml, de manera que se tiene como resultado una concentración final de 2.704 mg/L y una remoción de 86.5 %.

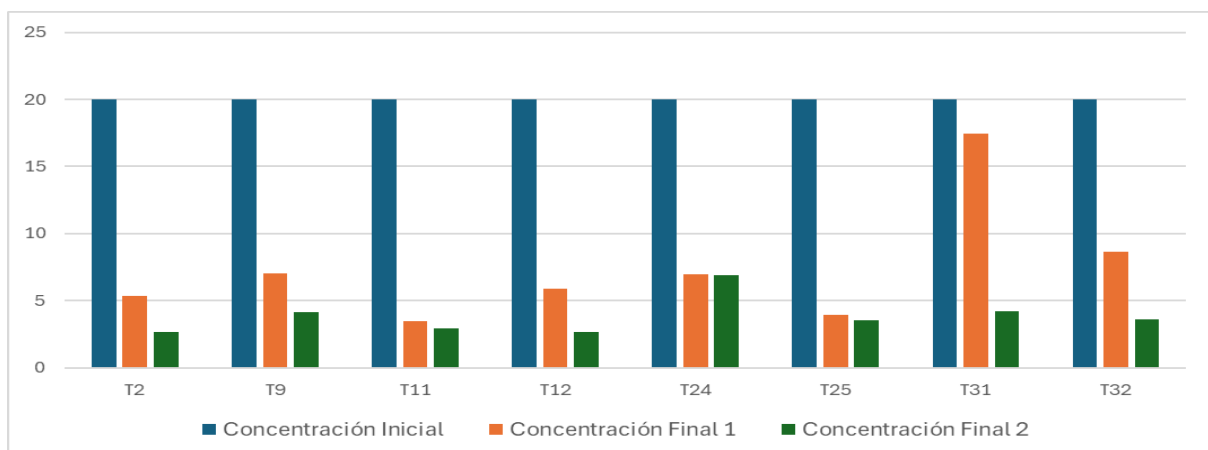


Figura 38. Gráfico de barras de la comparación de concentración inicial del colorante y sus concentraciones finales de la 1° y 2° repetición (Elaboración propia, 2023).

En la tabla 18, se observa los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos en la 1° y 2° repetición de los tratamientos para la concentración de 100 mg/L que tenían una variación de 5 - 25 ml en el volumen de inóculo, pH (2 y 7).

Tabla 18. Resultados de los tratamientos de la 1° y 2° repetición empleando los parámetros fisicoquímicos

N° Corridos	DATOS INICIALES				Resultados obtenidos de la 1° REPETICION			Resultados obtenidos de la 2° REPETICION		
	concentración inicial (mg/L)	pH de la solución	volumen de inóculo	temperatura	absorbancia	Concentración Final (mg/L)	% de remoción	absorbancia	concentración final (mg/L)	% de remoción
T 3	100	7	25	25	0.197	16.783	83.2	0.121	10.414	90
T 5	100	2	25	25	0.115	9.912	90.1	0.105	9.074	91
T 6	100	2	5	25	0.221	18.795	81.2	0.196	16.700	83.3
T 10	100	7	5	25	0.648	54.579	45.4	0.589	49.634	50.3
T 14	100	7	5	25	0.71	59.775	40.2	0.533	44.941	55.1
T 23	100	2	5	25	0.227	19.298	81	0.126	10.833	89.1
T 26	100	7	25	25	0.236	20.052	80	0.078	6.811	93.19
T 28	100	2	25	25	0.098	8.487	92	0.089	7.733	92.2

Fuente: Elaboración propia, 2023

Se llega a observar que el % de remoción máximo para una concentración de 100 mg/L de colorante Azul Bezaktiv S-RN, se obtuvo del tratamiento T26 que presentan un pH neutro (7), volumen de inóculo 25 ml, de manera que se tiene como resultado una concentración final de 6.811 mg/L y una remoción de 93.19%.

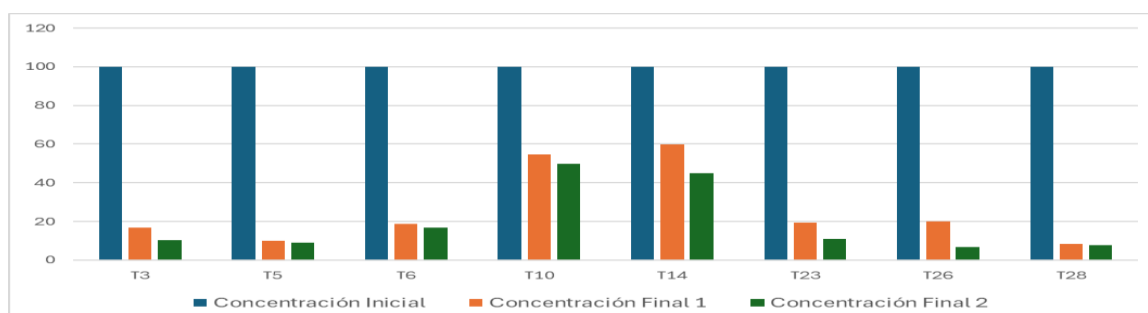


Figura 39. Gráfico de barras de la comparación de concentración inicial del colorante y sus concentraciones finales de la 1° y 2° repetición (Elaboración propia, 2023).

Las concentraciones finales y el % de remoción halladas para los tratamientos a una temperatura constante de 35 °C son las siguientes:

En la tabla 19, se observa los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos en la 1° y 2° repetición de los tratamientos para la concentración de 60 mg/L que tenían 15 ml de volumen de inóculo, pH (4.5).

Tabla 19. Resultados de los tratamientos de la 1° y 2° repetición empleando los parámetros fisicoquímicos

N° Corri das	DATOS INICIALES				Resultados obtenidos de la 1° REPETICIÓN			Resultados obtenidos de la 2° REPETICIÓN		
	conce ntració n inicial (mg/L)	pH de la sol ució n	volu men de inoc ulo	tempe ratura	absorb ancia	conce ntració n Final (mg/L)	% de remoc ión	absorb ancia	conce ntració n final (mg/L)	% de remoci ón
T 4	60	4.5	15	35	0.224	19.046	68.3	0.205	17.454	71

Fuente: Elaboración propia, 2023

Se llega a observar que el % de remoción máximo para una concentración de 60 mg/L de colorante Azul Bezaktiv S-RN, presentan un pH ácido (4.5), volumen de inóculo 15 ml, de manera que se tiene como resultado una concentración final de 17.454 mg/L y una remoción de 71%.

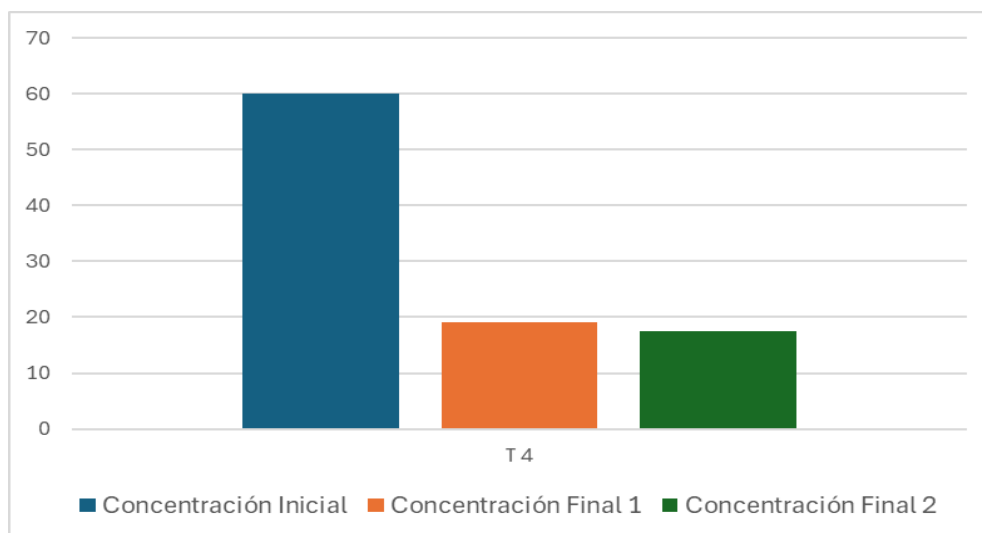


Figura 40. Gráfico de barras de la comparación de concentración inicial del colorante y sus concentraciones finales de la 1° y 2° repetición (Elaboración propia, 2023).

Las concentraciones finales y el % de remoción halladas para los tratamientos a una temperatura constante de 45 °C son las siguientes:

En la tabla 20, se observa los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos en la 1° y 2° repetición de los tratamientos para la concentración de 20mg/L que tenían una variación de 5 - 25 ml en el volumen de inóculo, pH (2 y 7).

Tabla 20. Resultados de los tratamientos de la 1° y 2° repetición empleando los parámetros fisicoquímicos

N° Corridos	DATOS INICIALES				Resultados obtenidos de la 1° REPETICIÓN			Resultados obtenidos de la 2° REPETICIÓN		
	concentración inicial (mg/L)	pH de la solución	volumen de inóculo	temperatura	absorbancia	Concentración Final (mg/L)	% de remoción	absorbancia	Concentración final (mg/L)	% de remoción
T 1	20	2	25	45	0.071	6.224	69	0.074	6.476	68
T 8	20	7	25	45	0.117	10.079	50	0.048	4.297	79
T 15	20	2	25	45	0.05	4.464	78	0.048	4.297	79
T 16	20	7	5	45	0.13	11.169	44.1	0.047	4.213	79
T 17	20	2	5	45	0.094	8.152	59.2	0.09	7.816	61
T 20	20	7	25	45	0.123	10.582	47.1	0.065	5.721	71.4
T 22	20	2	5	45	0.095	8.235	59	0.077	6.727	66.4
T 30	20	7	5	45	0.131	11.252	44	0.048	4.297	79

Fuente: Elaboración propia, 2023

Se llega a observar que el % de remoción máximo para una concentración de 20 mg/L de colorante Azul Bezaktiv S-RN, se obtuvo del tratamiento T8, T15, T16, T30 que presentan un pH neutro (2 y 7), volumen de inóculo 5 y 25 ml, de manera que se tiene como resultado una concentración final de 4.297 y 4.213 mg/L y una remoción de 79%.

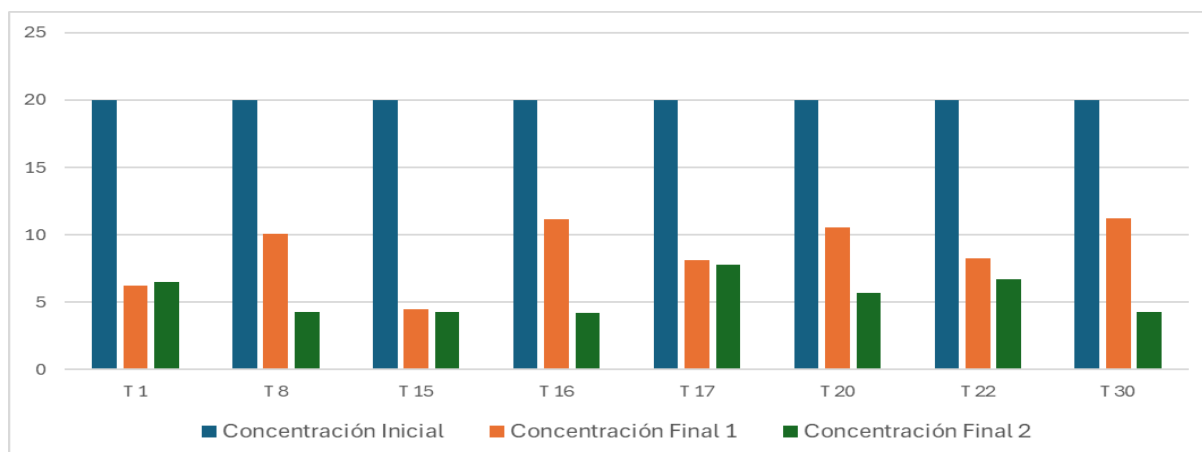


Figura 41. Gráfico de barras de la comparación de concentración inicial del colorante y sus concentraciones finales de la 1° y 2° repetición (Elaboración propia, 2023).

En la tabla 21, se observa los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos en la 1° y 2° repetición de los tratamientos para la concentración de 100mg/L que tenían una variación de 5 - 25 ml en el volumen de inóculo, pH (2 y 7).

Tabla 21. Resultados de los tratamientos de la 1° y 2° repetición empleando los parámetros fisicoquímicos

N° Corridos	DATOS INICIALES				Resultados obtenidos de la 1° REPETICION			Resultados obtenidos de la 2° REPETICION		
	concentración inicial (mg/L)	pH de la solución	volumen de inóculo	temperatura	absorbancia	Concentración Final (mg/L)	% de remoción	absorbancia	concentración final (mg/L)	% de remoción
T 7	100	2	5	45	0.086	7.481	93	0.082	7.146	93
T 13	100	7	5	45	0.562	47.372	53	0.53	44.690	55.3
T 18	100	2	5	45	0.132	11.336	89	0.092	7.984	92
T 19	100	2	25	45	0.125	10.750	89.2	0.087	7.565	92.4
T 21	100	7	25	45	0.362	30.611	69.4	0.054	4.800	95.201
T 27	100	7	5	45	0.539	45.444	55	0.498	42.008	58
T 29	100	2	25	45	0.118	10.163	90	0.083	7.230	93
T 33	100	7	25	45	0.365	30.862	69.1	0.059	5.219	95

Fuente: Elaboración propia, 2023

Se llega a observar que el % de remoción máxima para una concentración de 100 mg/L de colorante Azul Bezaktiv S-RN, se obtuvo del tratamiento T21 y T33 que presentan un pH neutro (7), volumen de inóculo 25 ml, de manera que se tiene como resultado una concentración final de 4.800 mg/L y 5.219 mg/L con una remoción de 95.2% y 95%.

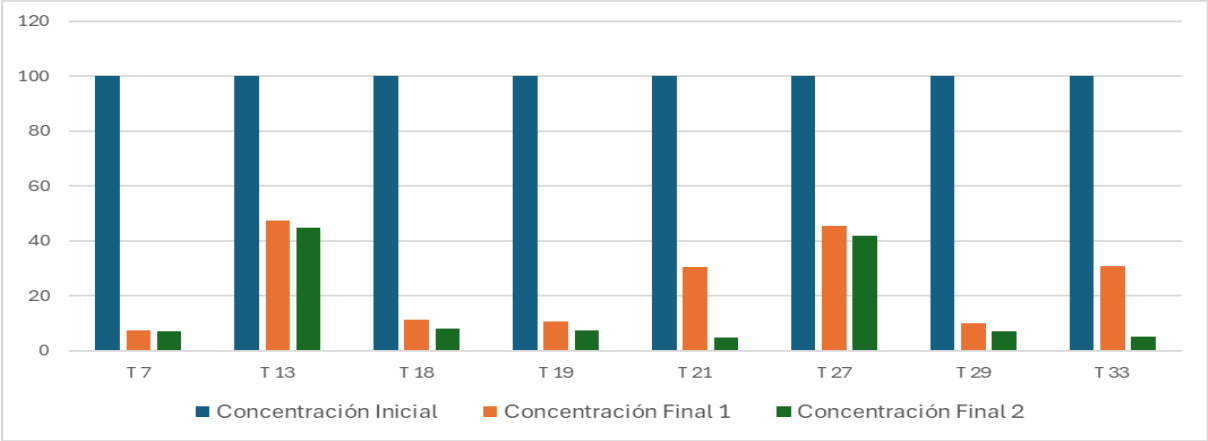


Figura 42. Gráfico de barras de la comparación de concentración inicial del colorante y sus concentraciones finales de la 1° y 2° repetición (Elaboración propia, 2023).

En la Fig 39. Se puede evidenciar que los valores de absorbancia de las muestras que contenía una concentración de 20mg/L de colorante con una temperatura de 25-45°C fueron por debajo del DO establecido (0.201 A), de manera que significa que los tratamientos presentan concentración final y remoción adecuada.

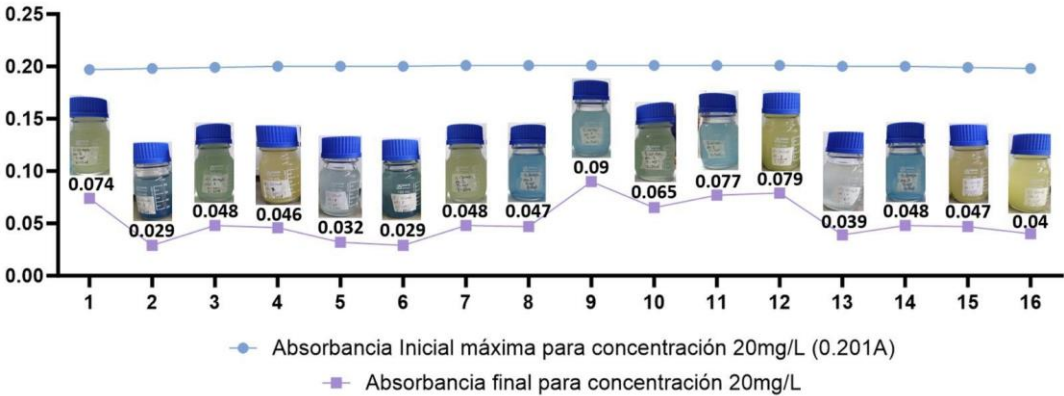


Figura 43. Comparación del antes y después de los tratamientos de 20mg/L para determinar concentración final y % de remoción (Elaboración propia, 2023).

Así mismo en la Fig.40 se analizó que el valor de absorbancia de la muestra con concentración 60mg/L a una temperatura establecida (35°C), llegando a mostrar

valores menores a la que está establecido (0.650 A), siendo así que la concentración final y remoción es adecuada.

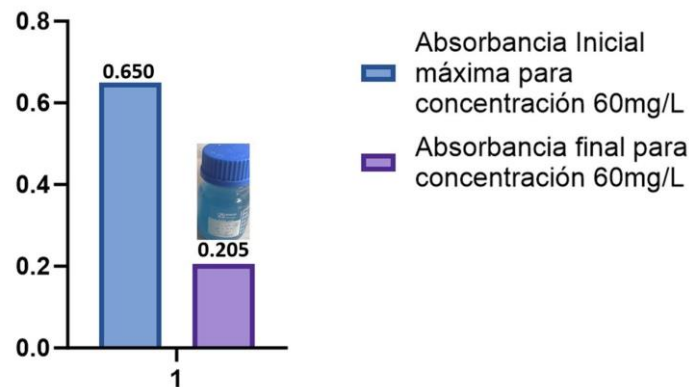


Figura 44. Comparación del antes y después del tratamiento de 60mg/L para determinar concentración final y % de remoción (Elaboración propia, 2023).

También en la Fig. 41 Observamos que los rangos de absorbancia de las muestras que contenía una concentración de 100mg/L de colorante con una temperatura de 25-45°C fueron por debajo del DO establecido (0.980 A), de manera que significa que los tratamientos presentan concentración final y remoción adecuada.

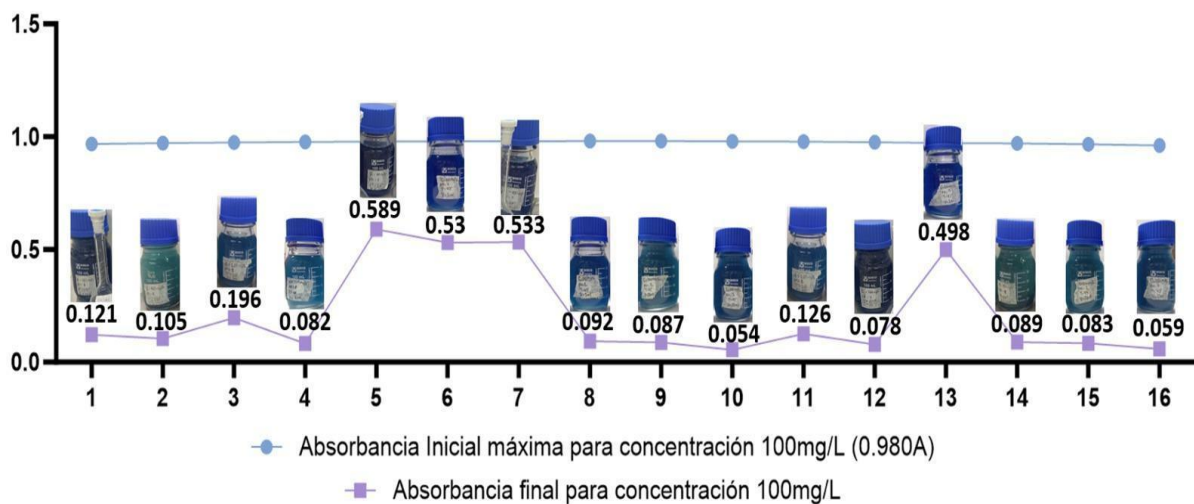


Figura 45. Comparación del antes y después de los tratamientos de 100 mg/L para determinar concentración final y % de remoción (Elaboración propia, 2023).

Así mismo las soluciones del colorante reactivo sin decolorar y la solución de colorante tratada con caldo de cultivo de *Saccharomyces* llegaron a ser analizados en el espectrofotómetro UV. En la Fig.43 se llega a observar que el valor de la absorbancia de la solución con colorante y caldo de cultivo de *Saccharomyces* que fue tratada presenta una concentración de 100 mg/L, logrando tener una disminución a comparación de aquella solución que tiene solo colorante. De este modo, se evidencia que el tratamiento T21 y T33 que presentan un pH neutro (7), volumen de inóculo 25 ml, a una temperatura de 45 °C tienen una concentración final de 4.800 mg/L y 5.219 mg/L con una remoción de 95.2% y 95%, demostrando que es la que más biodegradación de colorante tiene a diferencia de los demás tratamientos que fueron empleados en las mismas condiciones.

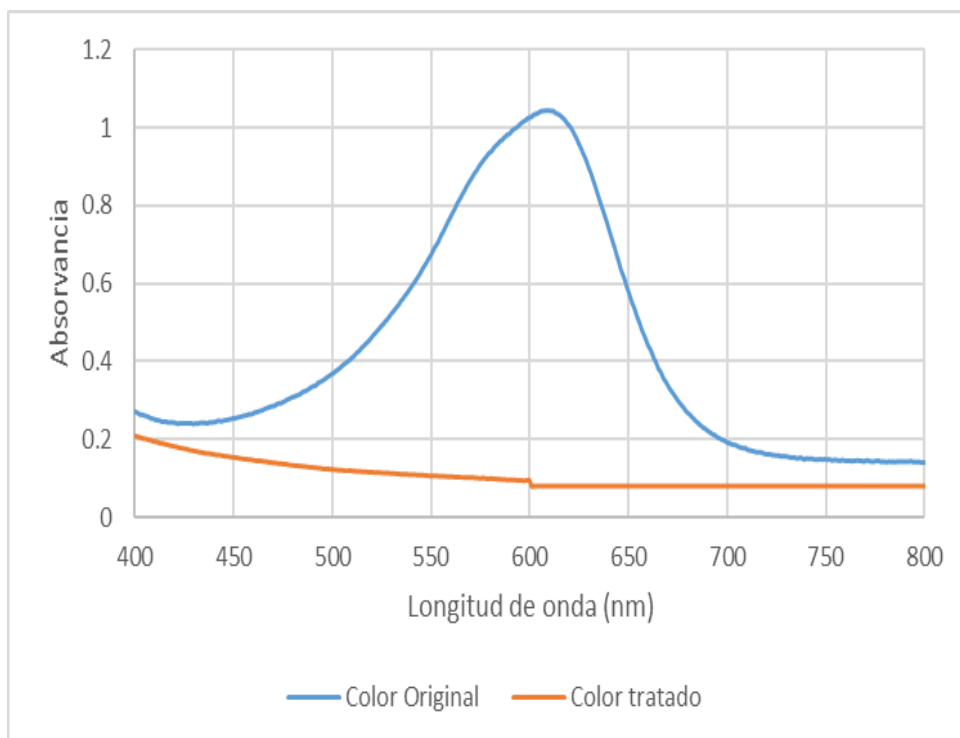


Figura 46. Análisis del espectrómetro UV del colorante reactivo Azul Bezaktiv S-RN antes y después de biodegradación por *Saccharomyces Cerevisiae* (Elaboración propia, 2023).

4. Análisis Estadístico ANOVA

Se determinó mediante el análisis ANOVA de los parámetros concentración inicial del colorante, pH, volumen de inóculo y temperatura, que las variables de cada uno de los parámetros afectaron significativamente el porcentaje de remoción del colorante.

Tabla 22. Análisis estadístico ANOVA de los parámetros concentración inicial del colorante, pH, volumen de inóculo y temperatura para la remoción del colorante.

Parámetros	Co	pH		Vin	Temp
ANOVA	P<0.05 P=0	P<0.05 P=0		P<0.05 P=0.03	P>0.05 P=0.398
Parámetros	Co*pH	Co*Vin	Co*Temp	pH*Vin	Vin*Temp
ANOVA	P<0.05 P=0.003	P<0.05 P=0	P>0.05 P=0.07	P>0.05 P=0.121	P>0.05 P=0.22
Parámetros	Co*pH*Vin			Co*Vin*Temp	
ANOVA	P<0.05 P=0.001			P<0.05 P=0.003	

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

En el Perú, hay gran cantidad de normas para la protección del ambiente y para la regularización del uso de componentes tóxicos en las aguas como en la Ley N°29338 Ley de Recursos Hídricos en donde se establecen los Límites Máximos Permisibles (LMP) de los productos contaminantes, a pesar de ello, por el excesivo uso de estos productos, los lagos, ríos y mares se ven expuestos a la contaminación afectando con ello a la población. En la actualidad, en nuestro país no existe un Decreto Supremo que trate específicamente el tema de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para efluentes textiles.

Con este trabajo de investigación planteamos una solución mediante la biodegradación de colorantes reactivos haciendo uso de microorganismos, en este caso la *Saccharomyces cerevisiae*, ya que se ha demostrado que tienen la capacidad para la decoloración.

- Para realizar nuestra prueba preliminar de colorante, se cultivó la levadura según el estudio de Saravanan et al. (2021), en agar dextrosa Sabouraud con la muestra aclimatada y agregando el colorante. La prueba preliminar se realizó mediante el método de placa rayada y se cultivó usando agar Sabouraud a 30 °C, se evidenciaron resultados a partir de los 9 días y a los 16 días hubo una remoción del colorante total. En el caso de Kiayi et al. (2019), utilizaron un medio para cultivo YPD y se empezó a evidenciar cambios a las 24 horas y la desaparición en su gran mayoría del colorante a los 4 días. Según Azeez y Al-Zuhairi (2022), realizaron un estudio con un pH de rango 2 a 10 para biodegradar un colorante textil usando una concentración de 50 mg/L y 25°C como temperatura para la incubación de la levadura. Como resultados ellos obtuvieron que el aumento del pH los llevó a la disminución en la concentración del colorante, eso dio un incremento en cuanto a la eficiencia de este procedimiento. Como porcentaje de remoción de colorante, evaluando de acuerdo con el pH inicial consiguieron un 85%, mejorando hasta alcanzar un 92,17% mientras aumentaba el pH. Finalmente, consiguieron un resultado con la mayor remoción usando el pH de 6,5. Para nuestro experimento, nosotras usamos los valores de 2, 4.5 y 7 de pH. Siendo el mayor pH de 7 el que dio mejores resultados para los porcentajes de remoción.
- El precultivo de la *Saccharomyces Cerevisiae* se realizó en caldo YPD a una temperatura de 30 °C a condiciones estáticas, en donde se le agregó glucosa

luego de 24h de activar la levadura. Luego de alcanzar una densidad óptica máxima de $OD_{600nm} \approx 2,1$ en la fase exponencial de crecimiento, se usó para inocular las muestras para decoloración. A diferencia de Kiayi et al. (2019), que usó un medio YPD e incubó con agitación de 180 rpm, alcanzando la densidad óptica máxima $OD_{600nm} \approx 3,9 \pm 0,4$ para inocular. Según Dutta y Bhattacharjee (2022), el parámetro más impactante para el cultivo de la levadura es la temperatura, ya que al aumentar ésta, aumenta también la velocidad de la eliminación del colorante. La temperatura máxima para el crecimiento celular y degradación del colorante es de 35 a 45 °C. Datos que se usaron al momento de incubar las muestras inoculadas con colorante, con temperaturas de 25, 35 y 45 °C. Como resultado, las muestras incubadas a 45°C dieron mejores resultados, incluyendo el máximo porcentaje de remoción con 95%.

- El proceso de decoloración del colorante Azul Bezaktiv S-RN mediante *Saccharomyces Cerevisiae* se realizó a condiciones estáticas durante la incubación. Tanto visualmente como en la espectrofotometría se evidenció que el colorante desaparecía en YPD+C al cabo de 6 días de incubación, mientras que aún permanecía en otras muestras. Por otro lado, en los resultados obtenidos por Kiayi et al. (2019), a condiciones estáticas de incubación la carmoisina desapareció en YD+C luego de 8 días, siendo más tiempo de decoloración con la diferencia de que nosotros usamos YPD+C. En cambio, sus resultados a condiciones de agitación durante la incubación fueron que la carmoisina desapareció tras 7 horas. La agitación incrementa la accesibilidad de los microorganismos a los nutrientes, esto como consecuencia, aumenta la eficiencia de eliminación del colorante. Los resultados del porcentaje de remoción fueron 62% y máximo 83%. Mientras que para nosotros, los resultados para la remoción fueron de 95.2%, 95%, 93.1% y 93%, siendo los mejores resultados respectivamente. Según Mendes et al. (2022), la capacidad del crecimiento de las cepas, su decoloración y la composición molecular del colorante pueden tener relación con la diferencia de resultados en el proceso de degradación del colorante.

VI. CONCLUSIONES

1. El tiempo es crucial para la eliminación completa del colorante como señalan diferentes estudios, por ende, la velocidad de biodegradación puede variar dependiendo de las condiciones de cultivo y el tipo de levadura usada. El medio de cultivo también influye en el crecimiento de la levadura, se concluye que para la prueba preliminar el medio YPD fue más rápido que el agar Sabouraud para el crecimiento y el proceso de biodegradación de la levadura. De acuerdo con el cultivo de la *Saccharomyces*, factores como el pH son muy importantes para el crecimiento de la levadura, el ajuste del pH puede ser una estrategia clave para una mayor eficiencia de la remoción del colorante. También el medio de cultivo "Agar Patata Dextrosa Granulado" favorece en su desarrollo debido a su rápida solidificación. Por otro lado, al realizar la siembra la levadura crece óptimamente alcanzando una fase logarítmica requerida en 3 días con una DO de 2.142A a 600nm.
2. En nuestro estudio se resalta la importancia del crecimiento inicial de la levadura, de igual manera las condiciones de cultivo, la temperatura de incubación, factores para una mayor eficiencia en la remoción del colorante. La fase exponencial del crecimiento de la levadura es importante para un mejor resultado de remoción de colorante, para ello debe usarse cuando alcance una densidad óptica específica. Igualmente, la temperatura influye en la velocidad de remoción del colorante. Los datos indicaron que un rango óptimo para la degradación del colorante y el crecimiento celular es de 35 a 45°C, con un máximo rendimiento observado a 45 °C. Se demuestra que el ajuste de las condiciones de cultivo puede tener un impacto en la capacidad de degradación de la levadura.
3. Las condiciones de incubación, la composición del colorante y características de la cepa de levadura usadas son factores que influyen en la eficiencia de remoción del colorante. La interacción entre estos factores puede explicar las diferencias observadas en los porcentajes de remoción y en los tiempos para la degradación entre los diferentes estudios. Los valores óptimos obtenidos con el diseño experimental factorial resultaron en que los parámetros que afectan significativamente a la remoción del colorante son concentración inicial del colorante, pH y volumen de inóculo, teniendo como valor p a 0 para concentración

inicial del colorante, 0 para el pH y 0.03 para volumen de inóculo. Por otro lado, la interacción de concentración inicial del colorante y el pH tienen un valor p de 0.003 y la interacción de concentración inicial del colorante y volumen de inóculo tienen un valor p de 0. La interacción de $Co \cdot pH \cdot Vin$ tiene un valor p de 0.001 y $Co \cdot Vin \cdot Temp$ tiene un valor de p 0.003 siendo interacciones significativas para la remoción del colorante.

VII. RECOMENDACIONES

1. En el presente trabajo de investigación se recomienda dar un mayor tiempo de análisis como mínimo 4 meses, para poder observar el crecimiento y la decadencia de la biomasa de la cepa "*saccharomyces cerevisiae*", así mismo ver cuál es el % máximo de absorción del colorante reactivo azul bezaktiv u otros pigmentos debido a que la cepa presenta una alta capacidad de para biodegradar colorantes reactivos.
2. Así mismo se sugiere que la temperatura que se debe considerar en el proceso de activación y cultivo de la levadura es de 25 a 30 °C en incubación durante 3 días.
3. Utilizar el medio de cultivo "Potato Dextrose Agar Granulated", debido a que se solidifica mucho más rápido y se puede realizar la siembra de la cepa con facilidad en las placas petri.
4. Replicar las levaduras en diferentes placas para evitar que lleguen a la fase de muerte.

REFERENCIAS

1. ABDEL-RAHIM, Wafaa M., et al. Biodegradation of azo dyes by bacterial or fungal consortium and identification of the biodegradation products. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 2021, vol.. 47, no3, p. 269-276. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S168742852100042X>
2. ADANE, Teshale; ADUGNA, Amare Tiruneh; ALEMAYEHU, Esayas. Textile industry effluent treatment techniques. *Journal of Chemistry*, 2021, vol. 2021, p.1-14. <https://doi.org/10.1155/2021/5314404>
3. AFRINSadia, et al. The degradation of textile industry dyes using the effective bacterial consortium. *Heliyon*, 2021, vol. 7, no10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08102>
4. AHMED, SF, et al. Recent developments in physical, biological, chemical, and hybrid treatment techniques for removing emerging contaminants from wastewater. *Journal of hazardous materials*, 2021, vol. 416, p. 125912. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125912>
5. ALAM, Rafiqul, et al. Biodegradation and metabolic pathway of anthraquinone dyes by *Trametes hirsuta* D7 immobilized in light expanded clay aggregate and cytotoxicity assessment. *Journal of Hazardous Materials*, 2021, vol. 405, p. 124176. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124176>
6. ALARCÓN, Miguel AD Flores, et al. Intensification of Red-G dye degradation used in the dyeing of alpaca wool by advanced oxidation processes assisted by hydrodynamic cavitation. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2022, vol.. 89, p. 106144. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106144>
7. ALEXOPOULUS (1985). *Introduction to mycology*. John Wiley & Sons. Inc., New York.
8. ALTERTHUM A. *Microbiology*. Sixth Ed. Brazil: Atheneu; 2015
9. AL-TOHAMY, Rania, et al. A critical review on the treatment of dye-containing wastewater: Ecotoxicological and health concerns of textile dyes and possible

remediation approaches for environmental safety. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2022, vol. 231, p. 113160.<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.113160>

10. AMEEN, Fuad, et al. Decolorization of acid blue 29, disperse red 1 and congo red by different indigenous fungal strains. *Chemosphere*, 2021, vol. 271, p. 129532.<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129532>

11. ARIAS GONZALES, Jose Luis; COVINS GALLARDO, Mitsuo. Research design and methodology. 2021.<http://hdl.handle.net/20.500.12390/2260>

12. ARAGAW, Tadele Assefa; BOGALE, Fekadu Mazengiaw. Biomass-based adsorbents for removal of dyes from wastewater: a review. *Frontiers in Environmental Science*, 2021, vol. 9, p. 558.<https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.764958>

13. ARUNPRASATH, T., et al. Biodegradation of triphenylmethane dye malachite green by a newly isolated fungus strain. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 2019, vol. 17, p. 672-679.<https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.01.030>

14. ATYKYAN, N.; REVIN, V. The effect of medium composition and culture condition on the growth and accumulation of protein in yeast *Saccharomyces* spp. and *Candida* spp. *Journal of Biotechnology*, 2019, vol. 305, p. S56.<https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2019.05.198>

15. AZANAW, Aklilu, et al. Textile effluent treatment methods and eco-friendly resolution of textile wastewater. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2022, p. 100230.<https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100230>

16. AZARI, Ali, et al. Comprehensive systematic review and meta-analysis of dyes adsorption by carbon-based adsorbent materials: Classification and analysis of last decade studies. *Chemosphere*, 2020, vol. 250, p. 126238.<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126238>

17. BANKOLE, Paul Olusegun, et al. Biodegradation and detoxification of Scarlet RR dye by a newly isolated filamentous fungus, *Peyronellaea prosopidis*. *Sustainable Environment Research*, 2018, vol. 28, no. 5, p. 214-222.<https://doi.org/10.1016/j.serj.2018.03.001>

18. BAL, Gurleen; THAKUR, Archana. Distinct approaches of removal of dyes from wastewater: A review. *Materials Today: Proceedings*, 2022, vol. 50, p. 1575-1579. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.119>
19. BARATHI, Selvaraj, et al. Biodegradation of textile dye Reactive Blue 160 by *Bacillus firmus* (Bacillaceae: Bacillales) and non-target toxicity screening of their degraded products. *Toxicology Reports*, 2020, vol. 7, p.16-22. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2019.11.017>
20. BEHERA, Meerambika, et al. A review on the treatment of textile industry waste effluents towards the development of efficient mitigation strategy: An integrated system design approach. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2021, vol. 9, no4, p. 105277. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105277>
21. BERRADI, Mohamed, et al. Textile finishing dyes and their impact on aquatic environments. *Heliyon*, 2019, vol. 5, not 11. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02711>
22. BENKHAYA, Said; M'RABET, Souad; THE HARFI, Ahmed. A review on classifications, recent synthesis and applications of textile dyes. *Inorganic Chemistry Communications*, 2020, vol. 115, p. 107891. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2020.107891>
23. BIBI, Ismat, et al. Biodegradation of synthetic orange G dye by *Pleurotus sojar-caju* with *Punica granatum* peel as natural mediator. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 2019, vol. 22, p.101420. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101420>
24. BROWN, Rebecca Metal. Current nature-based biological practices for rare earth elements extraction and recovery: Bioleaching and biosorption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2023, vol. 173, p. 113099. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.113099>
25. BUSTS, Marcelo Remigio Castillo. Techniques and instruments to collect data on the educational social fact. *Scientific journal challenges of science*, 2021, vol. 5, not 10, p. 50-61.

26. CERETTA, María Belén, et al. Biological degradation coupled to photocatalysis by ZnO/polypyrrole composite for the treatment of real textile wastewater. *Journal of Water Process Engineering*, 2020, vol. 35, p. 101230. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101230>
27. CHEN, Guotao, et al. Genome and transcriptome analysis of a newly isolated azo dye degrading thermophilic strain *Anoxybacillus* sp. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2020, vol. 203, p. 111047. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111047>
28. COLLIVIGNARELLI, Maria Cristina. et al. Treatments for color removal from wastewater: State of the art. *Journal of environmental management*, 2019, vol. 236, p. 727-745. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.094>
29. CONTRERAS MONTALVO, José David. Evaluación de los parámetros cinéticos de *Saccharomyces cerevisiae* en medio de cultivo a base de melaza con y sin aireación. 2019.
30. DUTTA, Subhasish; BHATTACHARJEE, Joyani. A comparative study between physicochemical and biological methods for effective removal of textile dye from wastewater. En *Development in wastewater treatment research and processes*. Elsevier, 2022. p. 1-21. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85657-7.00003-1>
31. FLÓREZ, María Consuelo Jaramillo, et al. Bioremediation of Azo Blackstain by Immobilized Yeast in Gelatin. *USBMed Engineering*, 2018, vol. 9, no 1, p. 30-38. <https://doi.org/10.21500/20275846.3199>
32. GALAN, Blanca Fernandez, et al. INFLUENCE OF THE FACTORS ENVIRONMENTAL IN THE KINETICS OF YEAST GROWTH. *Editorial S.*, 2018, vol. 17, no 21, p. 95.
33. GONZÁLEZ SALAZAR, Alba Lizeth. Theoretical analysis of the growth phases of *Saccharomyces cerevisiae* mediated by learning and knowledge technologies. 2021.
34. GURAV, Ranjit. et al. Application of macroalgal biomass derived biochar and bioelectrochemical system with *Shewanella* for the adsorptive removal and biodegradation of toxic azo dye. *Chemosphere*, 2021, vol. 264, p. 128539. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128539>

35. GUZMAN HERNANDEZ, David, et al. Discoloration of a mixture of textile dyes by a fungus-bacteria consortium. 2020.
36. HADIBARATA, Tony; YUNIARTO, Adhi. Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons by high-laccase basidiomycetes fungi isolated from tropical forest of Borneo. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 2020, vol. 28, p. 101717. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101717>
37. HOSSEN, Mohammed Khalid. A Study of Large-eddy Simulation using Statistical and Machine Learning Techniques. *Journal of Engineering Advancements*, 2022, vol. 3, no 03, p.96-103. <https://doi.org/10.38032/jea.2022.03.004>
38. HUANG, X., ZOU, X., & ZHONG, J. (2018). Degradation of azo dyes using Yeasts: Effects of yeast strains and culture conditions. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6(1), 1319-1326. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.01.045>
39. JADHAV, Rahul R., et al. In situ treatment of real textile effluent in constructed furrows using consortium of *Canna indica* and *Saccharomyces cerevisiae* and subsequent biochemical and toxicity evaluation. *Environmental Pollution*, 2023, vol. 327, p. 121583. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121583>
40. KAPOOR, Riti Thapar, et al. Exploiting microbial biomass in treating azo dyes contaminated wastewater: Mechanism of degradation and factors affecting microbial efficiency. *Journal of Water Process Engineering*, 2021, vol. 43, p. 102255. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102255>
41. KESKIN, Basak, et al. Pilot and full-scale applications of membrane processes for textile wastewater treatment: A critical review. *Journal of Water Process Engineering*, 2021, vol. 42, p. 102172. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102172>
42. KIAYI, Zahra, et al. Microbial degradation of azo dye carmoisine in aqueous medium using *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763. *Journal of hazardous materials*, 2019, vol.373, p. 608-619. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.03.111>
43. KUMAR, Amit, et al. Myco-remediation: A mechanistic understanding of contaminants alleviation from natural environment and future prospect. *Chemosphere*, 2021, vol. 284, p. 131325. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131325>

44. LELLIS, Bruno, et al. Effects of textile dyes on health and the environment and bioremediation potential of living organisms. *Biotechnology Research and Innovation*, 2019, vol. 3, not 2, p. 275-290. <https://doi.org/10.1016/j.biori.2019.09.001>
45. LI, Xiaolin, et al. Improving enzymatic hydrolysis of lignocellulosic biomass by bio-coordinated physicochemical pretreatment—A review. *Energy reports*, 2022, vol. 8, p. 696-709. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.12.015>
46. LI, Zhe, et al. Plastic leachates lead to long-term toxicity in fungi and promote biodegradation of heterocyclic dye. *Science of The Total Environment*, 2022, vol. 806, p.150538. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150538>
47. LIAPUN, Viktoriia; MOTOLA, Martin. Current overview and future perspective in fungal biorecovery of metals from secondary sources. *Journal of Environmental Management*, 2023, vol. 332, p. 117345. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117345>
48. LIU, Jiashu, et al. Chemically induced oxidative stress improved bacterial laccase-mediated degradation and detoxification of the synthetic dyes. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2021, vol. 226, p. 112823. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112823>
49. OROZCO ROMERO, Karen Lisette. Biodegradation of direct blue dye by bacterial consortia isolated from a textile effluent from Lima, Peru. 2018.
50. INACIO, Edson Jorge Huaire. Research method. 2019.
51. MAHMOOD, Raja T., et al. First report on implementation of response surface methodology for the biodegradation of textile industrial effluents by *Coniophora puteana* IEBL-1. *Archives of Environmental Protection*, 2019, p.48-59-48-59. <https://doi.org/10.24425/aep.2019.130241>
52. MARTÍNEZ LÁINEZ, Joan Marc, et al. Regulation of the cell cycle by ploidy in *Saccharomyces cerevisiae*. 2017.

53. MARZALL-PEREIRA, Miriam. et al. Neopestalotiopsis species presenting wide dye destaining activity: report of a mycelium-associated laccase. Microbiological research, 2019, vol. 228, p.. 126299. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2019.126299>
54. MENDES, Marta, et al. Screening for a more sustainable solution for decolorization of dyes and textile effluents using Candida and Yarrowia spp. Journal of Environmental Management, 2022, vol. 307, p. 114421. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114421>
55. MIGUEL-SIMBRÓN, San, et al. Measurement quality in scientific research in high altitude context: atomic level analysis of interlaboratory study, Deuterium Oxide by FTIR-2021. Hospital de Clínicas Notebooks, 2022, vol. 63, no 2, p. 94-102. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1652-67762022000200014&script=sci_arttext
56. MISHRA, Saurabh; CHENG, Liu; MAITI, Abhijit. The utilization of agro-biomass/by-products for effective bio-removal of dyes from dyeing wastewater: A comprehensive review. Journal of Environmental Chemical Engineering, 2021, vol. 9, no1 p. 104901. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104901>
57. MOHAMED, Latifa A., et al. Mechanistic investigation of the mass transfer stages involved during the adsorption of aqueous lead onto Scopulariopsis brevicompactum fungal biomass. Environmental Challenges, 2021, vol. 5, p. 100373. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100373>
58. NABILAH, Badzlin, et al. Methylene Blue biodecolorization and biodegradation by immobilized mixed cultures of Trichoderma viride and Ralstonia pickettii into SA-PVA-Bentonite matrix. Arabian Journal of Chemistry, 2023, vol. 16, no 8, p. 104940. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2023.104940>
59. NACHIYAR, C. Valli, et al. Developments in treatment technologies of dye-containing effluent: A review. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, 2023, p. 100339. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100339>
60. NAGHSHBANDI, Mohammad Pooya, et al. Progress towards improving ethanol production through decreased glycerol generation in Saccharomyces cerevisiae by

metabolic and genetic engineering approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2019, vol. 115, p. 109353. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109353>

61. NEUPANE, Bhanu Bhakta, et al. Optical microscopic study of surface morphology and filtering efficiency of face masks. *PeerJ*, 2019, vol. 7, p. e7142. <https://doi.org/10.7717/peerj.7142>

62. NOWAK, Katarzyna. et al. Fungal (1→3)- α -d-glucans as a new kind of biosorbent for heavy metals. *International journal of biological macromolecules*, 2019, vol.137, p. 960-965. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.07.036>

63. OSAGIE, Christian, et al. Dyes adsorption from aqueous media through the nanotechnology: A review. *Journal of Materials Research and Technology*, 2021, vol. 14, p.2195-2218. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.07.085>

64. PANDE, Veni, et al. Biodegradation of toxic dyes: a comparative study of enzyme action in a microbial system. In *Smart bioremediation technologies*. Academic Press, 2019. p. 255-287. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818307-6.00014-7>

65. PAVITHRA, K. Grace, et al. Removal of colorants from wastewater: A review on sources and treatment strategies. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 2019, vol.75, p. 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2019.02.011>

66. PAŹDZIOR, Katarzyna; BILIŃSKA, Lucyna; LEDAKOWICZ, Stanislaw. A review of the existing and emerging technologies in the combination of AOPs and biological processes in industrial textile wastewater treatment. *Chemical Engineering Journal*, 2019, vol. 376, p. 120597. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.12.057>

67. PEREZ MONTOYA, Luz Mariana. *Theoretical-experimental analysis of the fermentative metabolic pathway of Saccharomyces cerevisiae to obtain ethanol*. 2016. Master's Thesis. Thesis (MC)--Center for Research and Advanced Studies of the IPN Department of Biotechnology and Bioengineering.

68. PREETHI, P. Sai, et al. Advances in bioremediation of emerging contaminants from industrial wastewater by oxidoreductase enzymes. *Bioresource Technology*, 2022, vol. 359, p. 127444. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127444>

69. PRIYA, a. How are you. Biosorption of heavy metals by microorganisms: Evaluation of different underlying mechanisms. *Chemosphere*, 2022, vol. 307, p. 135957. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135957>
70. RAEES, Alia, et al. Adsorption Potential of *Schizophyllum commune* White Rot Fungus for Degradation of Reactive Dye and Condition Optimization: A Thermodynamic and Kinetic Study. *Adsorption Science & Technology*, 2023, vol. 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/4725710>
71. RAMOS, Márcio Daniel Nicodemos, et al. A critical analysis of the alternative treatments applied to effluents from Brazilian textile industries. *Journal of Water Process Engineering*, 2021, vol. 43, p. 102273. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102273>
72. Rane, A. & Joshi, SJ (2021). Biodecolorization and biodegradation of dyes: a review. *The Open Journal of Biotechnology*, 15(1).
73. REKIK, Hatem, et al. Physical and enzymatic properties of a new manganese peroxidase from the white-rot fungus *Trametes pubescens* strain i8 for lignin biodegradation and textile-dyes biodecolorization. *International journal of biological macromolecules*, 2019, vol. 125, p. 514-525. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.12.053>
74. ROY, Mouni; SAHA, Rajnarayan. Dyes and their removal technologies from wastewater: A critical review. *Intelligent environmental data monitoring for pollution management*, 2021, p. 127-160. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819671-7.00006-3>
75. ROZMAN, Ula, et al. Potential of waste fungal biomass for lead and cadmium removal: characterization, biosorption kinetic and isotherm studies. *Environmental Technology & Innovation*, 2020, vol. 18, p. 100742. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.100742>
76. SAMADI, Zahra, et al. Effects of turbulent mixing and orbitally shaking on cell growth and biomass production in active fluids. *AJBSR*, 2022, vol. fifteen, p. 396-404. <http://dx.doi.org/10.34297/AJBSR.2022.15.002129>

77. Salinas Quito, DF (2022) Kinetics of the growth of *saccharomyces cerevisiae* yeasts in different substrates(complex exam). UTMACH, Faculty of Chemical and Health Sciences, Machala, Ecuador. 35p.<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/18609>
78. SARAVANAN, A., et al. Simultaneous removal of Cu(II) and reactive green 6 dye from wastewater using immobilized mixed fungal biomass and its recovery. *Chemosphere*, 2021, vol. 271, p. 129519.<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129519>
79. SARAVANAN, A., et al. Adsorption characteristics of magnetic nanoparticles coated mixed fungal biomass for toxic Cr(VI) ions in aquatic environment. *Chemosphere*, 2021, vol. 267, p. 129226.<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129226>
80. SARAVANAN, Panneerselvam, et al. Bioremediation of synthetic textile dyes using live yeast *Pichia pastoris*. *Environmental Technology & Innovation*, 2021, vol. 22, p.. 101442.<https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101442>
81. SAXENA, Megha; SHARMA, Niharika; SAXENA, Reena. Highly efficient and rapid removal of a toxic dye: adsorption kinetics, isotherm, and mechanism studies on functionalized multiwalled carbon nanotubes. *Surfaces and Interfaces*, 2020, vol. twenty-one, p.100639.<https://doi.org/10.1016/j.surfin.2020.100639>
82. SGHAIER, Imtinen, et al. Recent advances in textile wastewater treatment using microbial consortia. *J.Text. Eng. Fash. technology*, 2019, vol. 5, not 3, p.134-146.<https://doi.org/10.15406/jteft.2019.05.00194>
83. SHAHI, Amrita, et al. Biodegradation of reactive red 120 in microbial fuel cell by *Staphylococcus equorum* RAP2: statistical modeling and process optimization. *Journal of Water Process Engineering*, 2021, vol. 40, p. 101913.<https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101913>
84. SHALABY, Marwa A., et al. Biosorption performance of the multi-metal tolerant fungus *Aspergillus* sp. for removal of some metallic nanoparticles from aqueous solutions. *Heliyon*, 2023, vol. 9, not 5.<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16125>

85. SHARMA, Jyotshana; SHARMA, Shubhangani; SONI, Vineett. Classification and impact of synthetic textile dyes on Aquatic Flora: A review. *Regional Studies in Marine Science*, 2021, vol.45, p. 101802. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101802>
86. SHEAM, Md Moinuddin, et al. Mycoremediation of reactive red HE7B dye by *Aspergillus salinarus* isolated from textile effluents. *Current Research in Microbial Sciences*, 2021, vol.2 P. 100056. <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2021.100056>
87. SINGH, Arvind, et al. Biological remediation technologies for dyes and heavy metals in wastewater treatment: New insight. *Bioresource Technology*, 2022, vol. 343, p. 126154. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126154>
88. SINGH, Garima; DWIVEDI, SK Decolorization and degradation of Direct Blue-1 (Azo dye) by newly isolated fungus *Aspergillus terreus* GS28, from sludge of carpet industry. *Environmental Technology & Innovation*, 2020, vol. 18, p. 100751. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.100751>
89. Singh, P., & DPursuring, P. (2019). *Laboratory Instrumentation and Technique*. Dwarka, New Delhi. https://www.researchgate.net/profile/dr-singh-97/publication/355163905_Laboratory_Instrumentation_and_Techniques/links/6161a98a0bf51d48175fbfe3/Laboratory-Instrumentation-and-Techniques.pdf
90. SINTAKINDI, Aneeta; ANKAMWAR, Balaprasad. Fungal biosorption as an alternative for the treatment of dyes in waste waters: a review. *Environmental Technology Reviews*, 2021, vol. 10, no1 p. 26-43. <https://doi.org/10.1080/21622515.2020.1869322>
91. SOSA-MARTÍNEZ, Jazel Doménica, et al. Synthetic dyes biodegradation by fungal ligninolytic enzymes: Process optimization, metabolites evaluation and toxicity assessment. *Journal of Hazardous Materials*, 2020, vol.400, p. 123254. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123254>
92. SUAREZ, C.; GARRIDO, N.; GEVARA, C. 'Saccharomyces cerevisiae yeast and alcohol production'. 2016.
93. SYAFI UDDIN, Achmad; FULAZZAKY, Mohamad Ali. Decolorization kinetics and mass transfer mechanisms of Remazol Brilliant Blue R dye mediated by different fungi.

Biotechnology Reports, 2021, vol. 29, p. e00573. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00573>

94. THAO, Trinh Thi Phuong, et al. Microbial biodegradation of recalcitrant synthetic dyes from textile-enriched wastewater by *Fusarium oxysporum*. *Chemosphere*, 2023, vol. 325, p. 138392. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138392>

95. TOUNSADI, Hanane, et al. Impact of chemical substances used in the textile industry on the employee's health: Epidemiological study. *Ecotoxicology and environmental safety*, 2020, vol. 197, p. 110594. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110594>

96. USECHE, Maria Cristina, et al. Techniques and instruments for qualitative-quantitative data collection. 2019.

97. GOTRAN, Thi Tuong; KUMAR, S. Rajesh; LUE, Shingjiang Jessie. Separation mechanisms of binary dye mixtures using a PVDF ultrafiltration membrane: Donnan effect and intermolecular interaction. *Journal of Membrane Science*, 2019, vol. 575, p.38-49. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2018.12.070>

98. VELASCO, M.. LYP; MARTÍNEZ, M. Probabilistic and non-probabilistic sampling. Licensed at, 2017, p. 3.

99. WANG, Ting, et al. Interfacial polymerized and pore-variable covalent organic framework composite membrane for dye separation. *Chemical Engineering Journal*, 2020, vol. 384, p. 123347. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.123347>

100. WANG, Yumeng, et al. Magnetically stimulated azo dye biodegradation by a newly isolated osmo-tolerant *Candida tropicalis* A1 and transcriptomic responses. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2021, vol. 209, p. 111791. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111791>

101. Wu, Kangli, et al. Decolourization and biodegradation of methylene blue dye by a ligninolytic enzyme-producing *Bacillus thuringiensis*: degradation products and pathway. *Enzyme and Microbial Technology*, 2022, vol. 156, p.109999. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2022.109999>

102. Yang, John et al. Biodegradation of crystal violet mediated by CotA from *Bacillus amyloliquefaciens*. *Journal of bioscience and bioengineering*, 2020, vol. 130, no. 4, p. 347-351. <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2020.05.005>
103. ZARUMA, Pablo, et al. Industrial textile dyes and optimal treatments of their wastewater effluents: a brief review. *Magazine of the Faculty of Chemical Sciences*, 2018, no 19, p. 38-47.
104. ZHANG, Yue; DUAN, Xiumei. Chemical precipitation of heavy metals from wastewater by using the synthetic magnesium hydroxy carbonate. *Water Science and Technology*, 2020, vol. 81, not 6, p.1130-1136. <https://doi.org/10.2166/wst.2020.208>
105. ZHOU, Renwu, et al. Underwater microplasma bubbles for efficient and simultaneous degradation of mixed dye pollutants. *Science of the Total Environment*, 2021, vol. 750, p. 142295. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.14229>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN DEL CONCEPTO	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: Aplicación de condiciones de cultivo para <i>Saccharomyces spp.</i>	Cultivo de <i>Saccharomyces spp.</i>: La levadura de este hongo posee enzimas azoreductasas, catalizan la composición de la sustancia en la existencia de coenzimas que reducen las siguientes moléculas: FADH ₂ , NADH y NADPH. De tal manera que exponiendo su capacidad de adaptación cuando se utiliza como un microorganismo que degrada colorantes azoicos (Floréz et al., 2018)	El cultivo de <i>Saccharomyces spp</i> se colocó en un medio que contenía glucosa, peptona y extracto de levadura, para medir sus características físicas y químicas como el desarrollo microbiano. Entonces, para lograr una mayor eficiencia, buscamos lograr condiciones óptimas de cultivo.	Condiciones de crecimiento	pH, medio de cultivo óptimo, temperatura	<i>Ordinal</i>
			Efectos de los factores físico-químicos	pH, temperatura de incubación, volumen de inóculo, concentración de colorante inicial	
Variable dependiente:	Biodegradación: Es un tratamiento biológico, que consiste en incluir microorganismos para poder	La cantidad de colorante reactivo biodegradado por el hongo	Eliminación de colorantes	Eficiencia de eliminación de tinte	

Biodegradación de colorantes reactivos de la industria textil	descontaminar el medio ambiente, así mismo es un método con gran eficiencia, bajo costo y sustentable con el medio ambiente (Barathi et al., 2020).	" <i>saccharomyces spp</i> " se medirá por el método de placa de rayas.	Absorción de tinte	Capacidad de absorción de colorante, concentraciones de bioacumulación.	<i>Ordinal</i>
	<p>Tintes reactivos:</p> <p>Son compuestos orgánicos insaturados y complicados que absorben la radiación para dar color a la visibilidad del ojo humano. Presentan un acople de clases cromóforas, aromáticas y auocrómicas, por lo que son recalcitrantes ante la implementación de métodos para blanquear el área contaminada (Benkhaya et al., 2020)</p>				

Anexo 2. Solicitud de validación de instrumentos de recojo de información

SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Sr.: **Dr. Eduardo Espinoza Farfán**

Yo, **Chamorro Guerra, Angela Katherine y Laurente Quequejana, Mayra Alejandra, identificado (s)** con DNI N° **75603935** y **71400847**, respectivamente, alumnos(a) de la EP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto nos presentamos y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando cuyo título “**Aplicación de Saccharomyces spp. para la biodegradación de colorantes reactivos de la industria textil. Lima-Perú, 2023**”, solicito a Ud. se sirva validar los instrumentos que le adjuntamos bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Matriz de operacionalización de variables
- Instrumentos
- Fichas de validación de instrumentos

A usted, rogamos acceder nuestra petición.

Lima, 18 de diciembre de 2023

SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Sr.: **Dr. Fernando Sernaque Auccahuassi**

Yo, **Chamorro Guerra, Angela Katherine y Laurente Quequejana, Mayra Alejandra, identificado (s)** con DNI N° **75603935** y **71400847**, respectivamente, alumnos(a) de la EP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto nos presentamos y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando cuyo título “**Aplicación de *Saccharomyces spp.* para la biodegradación de colorantes reactivos de la industria textil. Lima-Perú, 2023**”, solicito a Ud. se sirva validar los instrumentos que le adjuntamos bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Matriz de operacionalización de variables
- Instrumentos
- Fichas de validación de instrumentos

A usted, rogamos acceder nuestra petición.

Lima, 18 de diciembre de 2023

SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Sr.: **Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales**

Yo, **Chamorro Guerra, Angela Katherine y Laurente Quequejana, Mayra Alejandra, identificado (s)** con DNI N° **75603935** y **71400847**, respectivamente, alumnos(a) de la EP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto nos presentamos y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando cuyo título “**Aplicación de *Saccharomyces spp.* para la biodegradación de colorantes reactivos de la industria textil. Lima-Perú, 2023**”, solicito a Ud. se sirva validar los instrumentos que le adjuntamos bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Matriz de operacionalización de variables
- Instrumentos
- Fichas de validación de instrumentos

A usted, rogamos acceder nuestra petición.

Lima, 18 de diciembre de 2023

Anexo 3. Ficha de recolección de datos - Ubicación y recolección de la muestra (*Saccharomyces spp.*)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ficha 1		FICHA DE RECOGIDA DE DATOS UBICACIÓN Y RECOGIDA DE LA MUESTRA (SACCHAROMYCES SPP.)						
Calificación		Aplicación de <i>Saccharomyces spp.</i> para la biodegradación de colorantes reactivos de la industria textil. Lima-Perú, 2023						
Línea de investigación		Calidad y manejo de los recursos naturales						
Responsable		-Chamorro Guerra, Ángela Katherine -Lauren Quequejana, Mayra Alexandra						
Asesor		mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline						
Lugar		Distrito						
Provincia		Departamento						
Datos del sitio de estudio								
Muestra	Coordenadas UTM		Volumen (L)	parámetros medida in situ		Fecha	Hora	Observaciones
	Norte	Este		Temperatura (°C)	pH			
<i>Saccharomyces spp.</i>								

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Eduardo Espinoza Farfán**

1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA-ESTE**

1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ubicación y recolección de la muestra (Saccharomyces spp.)**

1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine – Laurente Quequejana, Mayra Alejandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINION DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



DNI: 40231227

Lima, 18 de diciembre del 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Fernando Sernaque Auccahuassi**

1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA-ESTE**

1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ubicación y recolección de la muestra (*Saccharomyces spp.*)**

1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine – Laurente Quequejana, Mayra Alejandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



DNI: 07268863

Lima, 18 de diciembre del 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales**

1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA-ESTE**

1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ubicación y recolección de la muestra (*Saccharomyces spp.*)**

1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine – Laurente Quequejana, Mayra Alejandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:


90%



Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales
DNI 40323063

Lima, 18 de diciembre del 2023

Anexo 4. Ficha de recolección de datos - Ubicación y toma de la muestra (tintura)

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
Ficha 2	FICHA DE RECOGIDA DE DATOS UBICACIÓN Y RECOGIDA DE LA MUESTRA (TINTE)
Calificación	Aplicación de <i>Saccharomyces spp.</i> para la biodegradación de colorantes reactivos de la industria textil. Lima-Perú, 2023
Línea de investigación	Calidad y manejo de los recursos naturales
Responsable	-Chamorro Guerra, Ángela Katherine -Lauren Quequejana, Mayra Alexandra
Asesor	mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline
DATOS DE TINTE	
LUGAR DE COMPRA DEL TINTE	
TIPO DE TINTE	
NOMBRE DEL TINTE	
DESCRIPCIÓN DEL TINTE	

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Eduardo Espinoza Farfán**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ubicación y recolección de la muestra (Colorante)**
 1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine – Laurente Quequejana, Mayra Alejandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



Lima, 18 de diciembre del 2023

DNI: 40231227

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Fernando Sernaque Auccahuassi**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ubicación y recolección de la muestra (Colorante)**
- 1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine – Laurente Quequejana,**

Mayra Alejandra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



DNI: 07268863

Lima, 18 de diciembre del 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ubicación y recolección de la muestra (Colorante)**
 1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine – Laurente Quequejana, Mayra Alejandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales
DNI 40323063

Lima, 18 de diciembre del 2023

Anexo 5. Ficha de recolección de datos - Medición de condiciones de cultivo de *Saccharomyces spp.*

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
Ficha 3	MEDICIÓN DE LAS CONDICIONES DE CULTIVO DE SACCHAROMYCES SPP.	
Calificación	Aplicación de <i>Saccharomyces spp.</i> para la biodegradación de colorantes reactivos de la industria textil. Lima-Perú, 2023	
Línea de investigación	Calidad y manejo de los recursos naturales	
Responsable	-Chamorro Guerra, Ángela Katherine -Lauren Quequejana, Mayra Alexandra	
Asesor	mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline	
Condiciones de cultivo de <i>Saccharomyces spp.</i>		
Indicadores	unidades	Resultados
pH	-	
Temperatura	°C	
Medio de cultivo óptimo	-	

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Eduardo Espinoza Farfán**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Medición de las condiciones de cultivo de la *Saccharomyces spp.***
 1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine –
 Laurente Quequejana, Mayra Alejandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



Lima, 18 de diciembre del 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Fernando Sernaque Auccahuassi**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Medición de las condiciones de cultivo de la *Saccharomyces spp.***
- 1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine – Laurente Quequejana, Mayra Alejandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



DNI: 07268863

Lima, 18 de diciembre del 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Medición de las condiciones de cultivo de la *Saccharomyces spp.***
 1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine – Laurente Quequejana, Mayra Alejandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales
DNI 40323063

Lima, 18 de diciembre del 2023

Anexo 6. Ficha de recolección de datos - Medición de los efectos físico-químicos del cultivo de *Saccharomyces spp.*

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
Ficha 4	MEDICIÓN DE LOS EFECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DEL CULTIVO DE SACCHAROMYCES SPP.	
Calificación	Aplicación de <i>Saccharomyces spp.</i> para la biodegradación de colorantes reactivos de la industria textil. Lima-Perú, 2023	
Línea de investigación	Calidad y manejo de los recursos naturales	
Responsable	-Chamorro Guerra, Ángela Katherine -Lauren Quequejana, Mayra Alexandra	
Asesor	mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline	
Efectos físico químicos del cultivo de <i>Saccharomyces spp.</i>		
Indicadores	unidades	Resultados
pH	-	
Temperatura	°C	
volumen de inóculo	-	
Concentración de tinte inicial	mg l ⁻¹	

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Eduardo Espinoza Farfán**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Medición de los efectos físico-químicos del cultivo de la *Saccharomyces spp.***
 1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine – Laurente Quequejana, Mayra Alejandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



Lima, 18 de diciembre del 2023

DNI: 40231227

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Fernando Sernaque Auccahuassi**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Medición de los efectos físico-químicos del cultivo de la *Saccharomyces spp.***
 1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine – Laurente Quequejana, Mayra Alejandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



DNI: 07268863

Lima, 18 de diciembre del 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Medición de los efectos físico-químicos del cultivo de la *Saccharomyces spp.***
 1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine – Laurente Quequejana, Mayra Alejandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales
DNI 40323063

Lima, 18 de diciembre del 2023

Anexo 7. Ficha de recolección de datos - Medición de remoción de colorante

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
Ficha 5	MEDICIÓN DE LA ELIMINACIÓN DE COLORANTE	
Calificación	Aplicación de <i>Saccharomyces spp.</i> para la biodegradación de colorantes reactivos de la industria textil. Lima-Perú, 2023	
Línea de investigación	Calidad y manejo de los recursos naturales	
Responsable	-Chamorro Guerra, Ángela Katherine -Lauren Quequejana, Mayra Alexandra	
Asesor	mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline	
Eliminación de tintes de aguas residuales textiles		
Indicadores	unidades	Resultados
Eficiencia de eliminación de tinte	%	

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Eduardo Espinoza Farfán**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Medición de la remoción del colorante**
 1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine – Laurente Quequejana, Mayra Alejandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



Lima, 18 de diciembre del 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Fernando Sernaque Auccahuassi**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Medición de la remoción del colorante**
 1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine – Laurente Quequejana, Mayra Alejandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



DNI: 07268863

Lima, 18 de diciembre del 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Medición de la remoción del colorante**
 1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine – Laurente Quequejana, Mayra Alejandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales
DNI 40323063

Lima, 18 de diciembre del 20223

Anexo 8. Ficha de recolección de datos - Medición de la absorción de colorantes

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
Hoja 7	MEDICIÓN DE ABSORCIÓN DE COLORANTE	
Calificación	Aplicación de <i>Saccharomyces spp.</i> para la biodegradación de colorantes reactivos de la industria textil. Lima-Perú, 2023	
Línea de investigación	Calidad y manejo de los recursos naturales	
Responsable	-Chamorro Guerra, Ángela Katherine -Lauren Quequejana, Mayra Alexandra	
Asesor	mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline	
absorción de tinte		
Indicadores	unidades	Resultados
capacidad de absorción de colorante	%	
Concentraciones de bioacumulación	-	
Concentración máxima de biomasa seca	-	

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Eduardo Espinoza Farfán**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Medición de la absorción del colorante**
 1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine – Laurente Quequejana, Mayra Alejandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



Lima, 18 de diciembre del 2023

DNI: 40231227

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Fernando Sernaque Auccahuassi**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Medición de la absorción del colorante**
- 1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine – Laurente Quequejana, Mayra Alejandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



DNI: 07268863

Lima, 18 de diciembre del 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y gestión de los recursos naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Medición de la absorción del colorante**
 1.5. Autoras de Instrumento: **Chamorro Guerra, Angela Katherine – Laurente Quequejana, Mayra Alejandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales
DNI 40323063

Lima, 18 de diciembre del 2023

Anexo 9. Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DEFINICIÓN DEL CONCEPTO	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
PG: ¿De qué manera se aplica Saccharomyces spp para la Biodegradación de Colorantes Reactivos en la Industria Textil?	HG: Existe una aplicación de la Saccharomyces spp. para la Biodegradación Significativa de Colorantes Reactivos de la Industria Textil	OG: Evaluar la Aplicación de Saccharomyces spp. para la Biodegradación de Colorantes Reactivos de la Industria Textil	Variable independiente: Aplicación de Saccharomyces spp.	Cultivo de Saccharomyces spp: La levadura de este hongo posee enzimas azoreductasas, catalizando la composición de la sustancia en la existencia de coenzimas que reducen las siguientes moléculas: FADH ₂ , NADH y NADPH. De tal manera que exponiendo su capacidad de adaptación cuando se utiliza como un microorganismo que degrada colorantes azoicos (Floréz et al., 2018)	El cultivo de Saccharomyces spp se colocó en un medio que contenía glucosa, peptona y extracto de levadura, para medir sus características físicas y químicas como el desarrollo microbiano. Entonces, para lograr una mayor eficiencia, buscamos lograr condiciones óptimas de cultivo.	Condiciones de crecimiento	pH, medio de cultivo óptimo, temperatura	Ordinal
PE1: ¿Cuáles son las condiciones óptimas de cultivo de Saccharomyces para la Biodegradación de Colorantes Reactivos en la Industria Textil?	HE1: Existen ciertas condiciones óptimas de cultivo de Saccharomyces para la Biodegradación de Colorantes Reactivos en la Industria Textil	SO1: Analizar las condiciones de cultivo de Saccharomyces para la Biodegradación de Colorantes Reactivos en la Industria Textil				Efectos físico-químicos	pH, temperatura de incubación, volumen de inóculo, concentración de colorante inicial	
PE2:¿Cómo se biodegradan los colorantes reactivos de la industria textil??	HE2: La aplicación de Saccharomyces biodegradará los colorantes	SO2: Analizar la biodegradación de colorantes reactivos en la industria textil	Variable dependiente:	Biodegradación: Es un tratamiento biológico, que consiste en	La cantidad de colorante reactivo biodegradado por el	Eliminación de colorantes	Eficiencia de eliminación de tinte	

	reactivos mediante eliminación y absorción.		Biodegradación de reactivos colorantes de la industria textil	<p>incluir microorganismos para poder descontaminar el medio ambiente, así mismo es un método con gran eficiencia, bajo costo y sustentable con el medio ambiente (Barathi et al., 2020).</p> <p>Tintes reactivos:</p> <p>Son compuestos orgánicos insaturados y complicados que absorben la radiación para dar color a la visibilidad del ojo humano. Presentan un acople de clases cromóforas, aromáticas y auocrómicas, por lo que son recalcitrantes ante la implementación de métodos para blanquear el área contaminada (Benkhaya et al., 2020)</p>	hongo "saccharomyces spp" se medirá por el método de placa de rayas.	Absorción de tinte	Capacidad de absorción de colorante, concentraciones de bioacumulación,	<i>Ordinal</i>
--	---	--	---	--	--	--------------------	---	----------------