



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Efectos del agua ozonizada y tiempo de contacto, en el poder germinativo en semillas de frejol loctao (*vigna radiata*)

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Barrantes Gomez, Fabiola Margarita ([orcid.org/0000-0001-7725-3135](https://orcid.org/0000-0001-7725-3135))

Perez Ocupa, Nils Edinson ([orcid.org/0000-0002-5075-8640](https://orcid.org/0000-0002-5075-8640))

**ASESOR:**

Dr. Monteza Arbulú, Cesar Augusto ([orcid.org/0000-0003-2052-6707](https://orcid.org/0000-0003-2052-6707))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE ACCIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2023

## DEDICATORIA

A Dios, fuente inagotable de sabiduría, a quien agradezco por iluminar mi camino y brindarme la fortaleza necesaria para alcanzar este logro. A mis padres, cuyo amor incondicional y sacrificio han sido el cimiento de mi crecimiento, gracias por ser la inspiración detrás de cada paso que doy y por su apoyo inquebrantable. A mis hermanos, compañeros de vida y cómplices de experiencias, quienes comparto risas, lágrimas y triunfos a lo largo de mi vida, su aliento constante ha sido un motor invaluable. A mis maestros, quienes han compartido sus conocimientos con paciencia y dedicación, su influencia ha moldeado a mi persona.

*Fabiola Margarita*

A Dios, quien me ha guiado por un buen camino, brindándome la fortaleza necesaria para superar las adversidades y aprendizajes de cada experiencia de la vida. De manera especial a mi familia, a mis profesores, a mi asesor, amigos y todas las personas que han aportado sus buenas vibras y apoyo incondicional en la realización de este trabajo de investigación.

*Nils Edinson*

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, expresar mi profundo agradecimiento a Dios, por otorgarme salud y permitirme alcanzar la meta trazada, llegando hasta donde estoy. A mis padres, les agradezco de corazón por su inquebrantable esfuerzo en mi crecimiento y desarrollo. A mi asesor, le dedico un especial agradecimiento por su constante apoyo y orientación. También, quiero expresar mi gratitud a la Universidad César Vallejo, por brindarme un espacio propicio para mi formación académica, nutriendo mi conocimiento y proporcionándome las herramientas necesarias para este logro. Además, agradezco sinceramente a todas las personas que, de diversas maneras, han contribuido a hacer realidad este logro.

*Fabiola Margarita*

Agradezco a Dios, quien en todo momento me ha brindado paciencia y firmeza para culminar este proyecto. También quiero expresar un sincero agradecimiento a mi familia, quienes fueron piezas primordiales en la elaboración de este trabajo.

*Nils Edinson*

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



### Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MONTEZA ARBULÚ CÉSAR AUGUSTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Efectos del agua ozonizada y tiempo de contacto, en el poder germinativo en semillas de frejol locíao (*Vigna radiata*)", cuyos autores son PEREZ OCUPA NILS EDINSON, BARRANTES GÓMEZ FABIOLA MARGARITA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 8.00%, 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.

CHICLAYO, 21 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MONTEZA ARBULÚ CÉSAR AUGUSTO DNI: 16681280 ORCID: 0000-0003-2052-6707	Firmado electrónicamente por: MARBULUCA el 21- 11-2023 15:26:57

Código documento Trilce: TRI - 0657426



# DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

## **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, PEREZ OCUPA NILS EDINSON, BARRANTES GOMEZ FABIOLA MARGARITA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Efectos del agua ozonizada y tiempo de contacto, en el poder germinativo en semillas de frejol loctao (*Vigna radiata*)", 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 grado académico 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.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
FABIOLA MARGARITA BARRANTES GOMEZ <b>DNI:</b> 75747776 <b>ORCID:</b> 0000-0001-7725-3135	Firmado electrónicamente por: FMBARRANTESG el 21-11-2023 12:27:24
NILS EDINSON PEREZ OCUPA <b>DNI:</b> 40857553 <b>ORCID:</b> 0000-0002-5075-8640	Firmado electrónicamente por: NPEREZOC7 el 21-11- 2023 12:29:40

Código documento Trilce: TRI - 0657425



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	11
<b>3.1 Tipo y diseño de investigación</b> .....	11
<b>3.2 Variables y operacionalización</b> .....	12
<b>3.3 Población, muestra y muestreo</b> .....	13
<b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	14
<b>3.5 Procedimientos</b> .....	15
<b>3.6 Método de análisis de datos</b> .....	16
<b>3.7 Aspectos éticos</b> .....	17
IV. RESULTADOS .....	18
V. DISCUSIÓN.....	24
VI. CONCLUSIONES.....	29
VII. RECOMENDACIONES .....	30
REFERENCIAS.....	31
ANEXOS .....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Factores de tratamiento</i> .....	15
<b>Tabla 2.</b> <i>Porcentaje de germinación en los diferentes tiempos de tratamiento de semillas de frejol loctao (vigna radiata)</i> .....	18
<b>Tabla 3.</b> <i>Porcentaje de germinación en los diferentes tiempos de tratamiento de semillas de frejol loctao (vigna radiata).</i> ....	20
<b>Tabla 4.</b> <i>Resultados de los dos ensayos realizados</i> .....	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Porcentaje de germinación de cada tratamiento realizado.....	18
<b>Figura 2.</b> Porcentaje de germinación de cada tratamiento realizado.....	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	
<b>Figura 3.</b> Porcentaje promedio de germinación .....	21
<b>Figura 4.</b> Salud de las plántulas sin tratamiento .....	22
<b>Figura 5.</b> Salud de las plántulas con tratamiento .....	23

## RESUMEN

La investigación tuvo por objetivo general evaluar los efectos en los diferentes tiempos de contacto con agua ozonizada en el poder germinación de las semillas de frejol loctao (*vigna radiata*), considerando tener por enfoque cuantitativa, tipo de estudio aplicada, nivel descriptivo, y por diseño experimental. Estimando tener por muestra 800 semillas con un peso aproximado de 58,6 gramos. Se obtuvo como principales resultados una progresión constante, alcanzando su punto máximo del 98.00% a los 25 minutos, consignando que el intervalo de 20 a 25 minutos destaca como el periodo de tratamiento más eficiente, demostrando el porcentaje más alto de germinación. Asimismo, se registró tener buenos resultados en la salud de las plántulas empleando el tratamiento con agua ozonizada en las semillas de frejol loctao sobre todo porque evitará la presencia de microorganismos y disminución de la cantidad de echerichia coli que afecte su crecimiento llegando a su adecuada capacidad. Se evaluó tener por efectos en los diferentes tiempos de contacto con agua ozonizada en el poder germinación de las semillas, indicando que el periodo de 25 minutos permite llegar a punto máximo del 98%, teniendo una reacción positiva entre el tiempo de tratamiento y la germinación.

**Palabras clave:** agua ozonizada, capacidad de germinación, poder germinativo.

## ABSTRACT

The general objective of this research was to evaluate the effects of different contact times with ozonated water on the germination power of loctao bean (*vigna radiata*) seeds, considering the quantitative approach, type of study applied, descriptive level, and by experimental design. Estimating to have 800 seeds per sample with an approximate weight of 58.6 grams. The main results were obtained, reaching its maximum point of 98.00% at 25 minutes, indicating that the interval from 20 to 25 minutes stands out as the most efficient treatment period, demonstrating the highest percentage of germination. Likewise, good results were recorded in the health of the seedlings using treatment with ozonated water in the loctao bean seeds, especially because it will avoid the presence of microorganisms and a decrease in the amount of echerichia coli that affects their growth, reaching their adequate capacity. . . The effects of the different contact times with ozonated water on the germination power of the seeds were evaluated, indicating that the period of 25 minutes allows reaching the maximum point of 98%, having a positive reaction between the treatment time and germination.

**Keywords:** ozonated water, germination capacity, germination power.

## I. INTRODUCCIÓN

En América Latina se cultiva una diversidad de leguminosas, con un total de quince especies, y el Perú cuenta con trece, dentro de ellos tenemos a (*vigna radiata*) al cual pertenece el frejol loctao que se cultiva en la costa norte y selva alta del Perú. (MINAGRI, 2016).

La relevancia de esta especie se encuentra en su capacidad de proporcionar una nutrición rica en proteínas, vitaminas del grupo B (incluyendo ácido fólico, tiamina y niacina), así como minerales esenciales como hierro, fósforo, potasio, yodo, calcio y magnesio. Teniendo en cuenta a (Páez & Rodríguez, 2020), sostienen que el frejol loctao es una leguminosa ampliamente reconocida por su importante poder nutritivo, este cultivo juega un papel crucial en la dieta y el aporte nutricional debido a su significativa cantidad de proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales esenciales. Además, se destaca por su capacidad de enriquecer el suelo al fijar nitrógeno.

A nivel global, surge una significativa problemática en los ecosistemas naturales, los cuales se encuentran amenazados por diversas actividades humanas que desencadenan la contaminación de los recursos naturales. Esta problemática despierta un interés creciente en la necesidad de realizar investigaciones exhaustivas para comprender en profundidad los impactos que se están generando, desde la producción de alimentos hasta otros aspectos cruciales para la sostenibilidad ambiental y la calidad de vida.

La agricultura es uno de los sectores de mayor impacto ambiental, (Hidalgo, 2017), infieren que el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas químicos en el sector agrícola ha llevado a una disminución preocupante de la fertilidad del suelo, esto se produce por incompetencia, falta de recursos o por políticas con poca visión a futuro que están causando estragos en la vida.

Por otra parte, la propagación de agentes fitopatógenas que se encuentran distribuidos ampliamente en la naturaleza, son microorganismos que se desarrollan en las semillas que dependen de factores como la temperatura, humedad y pH para su desarrollo (Pacheco, et al., 2020). De tal manera es fundamental que las semillas

poseen una alta calidad para asegurar una germinación adecuada, estando libres de patógenos que puedan perjudicar la etapa germinativa, desarrollo vegetativo y posteriormente el rendimiento de producción (Álvarez, y otros, 2021).

Esta cuestión es un problema que se manifiesta a nivel mundial, y su origen radica en el uso de productos químicos en la agricultura. Siguiendo el criterio de (García, et al., 2018), infieren que en la actualidad se observa una disminución en el impacto de la calidad de las semillas, en consecuencia, de la afectación de diversos factores externo como es la parte ambiental entre ellos el caso de la contaminación que generar los cambios climáticos que ocasiona el deterioro de los ecosistemas.

La aplicación de múltiples productos químicos y la afectación de diversos factores externo puede alterar el proceso de germinación, sobre todo por la ausencia de conocimientos oportunos que ayudan al cumplimiento del debido proceso, y permitan reducir el impacto biológico que se viene generando en las semillas otros mecanismos que permitan reducir el impacto biológico en los productos (Mendez, 2020).

Como señala (Garrido E., 2018), actualmente, agricultores y empresas del rubro enfrentan dificultades para elevar la calidad de sus productos, por su parte, la falta de métodos y tecnologías que posibiliten la regulación y preservación de las condiciones sanitarias de los productos, esta carencia se originan principalmente en la limitada disponibilidad y supervisión de la calidad del agua utilizada para el riego, condiciones de almacenamiento inadecuados los repercute un impacto directo en el desarrollo de las semillas.

En la actualidad múltiples agricultores y empresas del rubro agrícola se enfrentan a problemas sobre todo porque no cuentan con las técnicas necesarias para poder mejorar las condiciones y la salud de las plántulas. Sin embargo, se encuentran en la lucha constante de mejorar la calidad de sus procesos y elementos primarios como es el agua, que muchas veces si inadecuado estado genera impactos adversos en el proceso de germinación de las semillas (Garrido E. 2018)

Nuestro país no es ajeno a esta problemática, actualmente se está generando diversas consecuencias para la seguridad alimentaria y la diversidad genética de

las especies vegetales, las cuales son esenciales indispensables para la vida, inferido por (Caro, y otros, 2021). No obstante, en la actualidad muchas de las organizaciones en el rubro se encuentran en busca de soluciones que permitan promover generar la realización de nuevas prácticas en el proceso de germinado, sobre todo que ayude al aseguramiento de la calidad del crecimiento mediante el adecuado seguimiento de cada una de las etapas de la germinación.

Ante esta realidad problemática, nuestro estudio permite profundizar el conocimiento sobre el uso de prácticas sostenibles. En este sentido, se realiza la formulación del problema de la investigación: ¿Cuál fue el efecto del agua ozonizada y el tiempo de contacto óptimo en la germinación en semillas de frejol loctao (*vigna radiata*)?

La justificación del presente estudio abarca del problema planteado, siendo el punto de partida para llevar a cabo la investigación, siendo relevante y valiosa en el campo social y ambiental. De esta manera estamos contribuyendo con un conocimiento científico valioso que puede tener impacto en la fisiología vegetal como en la aplicación de prácticas agrícolas sostenibles para mejorar el manejo de recursos naturales. Esta investigación beneficiará a los agricultores, consumidores e investigadores, proporcionando conocimientos de producción de alimentos, conservación del medio ambiente y el avance del conocimiento científico en el campo de la biología vegetal.

A través de la realización de esta investigación se buscó conocer cuál es el estado del poder germinativo del frejol loctao (*vigna radiata*) evaluando cada uno de los efectos del agua ozonizada y según su tiempo de contacto. Señalando que los principales hallazgos sobre cuál es el tiempo óptimo de contacto que se tiene la semilla con sin y con el tratamiento de un agua ozonizada. Con la finalidad, de poder obtener datos claves que ayuden a los futuros investigadores para que adopten esta técnica en el proceso de germinación y mejoras respectivas.

Se tuvo como objetivo general; Evaluar los efectos en los diferentes tiempos de contacto con agua ozonizada en el poder germinación de las semillas de frejol loctao (*vigna radiata*). Como objetivos específicos: Analizar el tratamiento de agua ozonizada en tiempos de 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 minutos en la germinación de

las semillas de frejol loctao, Identificar el tiempo de contacto óptimo de ozonización del agua en el proceso de germinación de las semillas de frejol loctao y, por último, Explorar los efectos de la ozonización en la salud de las plántulas y medio ambiente. A partir de lo anterior, se plantea la hipótesis: H1: La ozonización del agua si tiene un efecto positivo en el proceso de germinación de las semillas de frejol loctao (*vigna radiata*).

## II. MARCO TEÓRICO

El estudio se fundamentó en base a descubrimiento y hallazgos de investigadores que compartieron objetivos y metodologías afines con respecto a las variables de estudio. Se consideraron investigaciones internacionales, nacionales y locales. Esta amplia revisión de literatura permitió obtener una perspectiva completa y respaldada por evidencia sólida, enriqueciendo así la validez y la profundidad de los resultados del estudio.

Dentro de los antecedentes internacionales relevantes, se destaca el estudio de los investigadores (Dong, et al., 2022), que evaluaron el impacto de la utilización del agua ozonizada en el proceso de germinación de semillas, consideraron ser un tipo de estudio pre-experimental. Teniendo por principales hallazgos que la evaluación de dicho proceso se consideró como elementos claves el factor tiempo de contacto y reposo en la germinación ante la exposición del agua ozonizadas durante un aproximado de 15 minutos llegando alcanzar hasta en un 95% de poder de germinación. Concluyendo que, evaluando a mayor tiempo de contacto del tratamiento con la semilla, tuvo mejoras significativas en la germinación de las especies.

Los investigadores (Bucio, y otros, 2016), estudiaron la eficiencia del ozono disuelto en agua para reducir la población de microorganismos (hongos, bacterias y nematodos) en plantas de fresa, en sus resultados obtenidos mostraron que la aplicación de ozono a una concentración de 3g/h, a través de riego por goteo, demostró la eficiencia del ozono como fumigante sobre los tres tipos de microorganismo.

Por otra parte, tenemos a (Kleibera, et al., 2017), examinaron los efectos del tratamiento con ozono sobre el rendimiento en semillas de lechuga, lo realizaron a temperatura de 22°C, con humedad relativa de 65%. Las semillas fueron expuestas al ozono durante 30 minutos, utilizaron un ozonizador que genera 14g/h. Los resultados que obtuvieron revelaron que la ampliación de ozono incrementó significativamente el rendimiento de la planta en un 8.66%. Concluyendo, que si se realiza una segunda ozonización puede llegar a tener por efectos secundarios, como es perjudicar el estado de germinación de la semilla.

El estudio realizado por (Baskakov, et al., 2020), en su investigación sobre realizar una evaluación para analizar el impacto que posee el ozonizado en la germinación de las semillas de maíz. Los resultados lograron mostrar que aplicando un tratamiento de agua ozonizada puede llegar a incrementar el poder de germinación de un 4% a un 10%. Concluyendo, que entre uno de los efectos positivos de la utilización de esta técnica no solo es en el poder germinativos de semilla sino en la salud de las mismas porque ayudará mejorar las condiciones del medio disminuyendo las propiedades antibacterianas para promover y asegurar el crecimiento de las plántulas.

A tenor de (Impene, et al., 2017), determinaron el impacto de la exposición al ozono (O<sub>3</sub>) en las semillas de frijol (*phaseolus vulgaris*) tuvo como muestra un total de 100 semillas consignando por cada tiempo de muestra en un 8,16,24,32, y 40. Tuvo por principales resultados, la realización de un análisis de placas para poder examinar la capacidad y el rendimiento de germinación de semillas, estableciendo que la exposición de agua ozonizada no afectó el poder germinativo, reconociendo que no tuvo efectos adversos. Concluyendo, que el tiempo más oportuno para llegar a un máximo poder de germinación es a la exposición de 72 horas con un 96% de germinación, indicando que el tratamiento de germinación es un método seguro y sin realizar algún tipo de alteración en la capacidad germinativa de la semilla.

Eliet, et al., (2016), evaluaron el proceso de ozonización en la depuración de aguas residuales municipales para ser utilizadas en riego del sector agrario, donde evaluaron tres coagulantes: sulfuro de aluminio, sulfuro férrico y policloruro de aluminio, en concentraciones de ozono de 40mg/L y en tiempos de contacto de 20 y 40 minutos, logrando una eficiencia para aminorar los factores físico-químicos 84-98% y microbiológicos de 99.98-100%, de tal manera que lograron ponerse en conformidad con las regulaciones para la reutilización en riego de cultivos.

Maqueira, et al., (2021), examinaron los efectos de la temperatura en el proceso de germinación de las semillas de frejol, los experimentos fueron evaluados a temperaturas de 20, 30 y 40°C, con el análisis de cuatro cultivares. Según los resultados obtenidos mostraron que los cultivos a temperatura de 20°C obtuvieron mayor porcentaje de germinación de 94% hasta 98,4%, muestras que los cultivos

sometidos a temperatura de 40°C obtuvieron resultados de 12,5 a 19,2% de germinación.

Valverde et al., (2019), evaluaron el proceso germinativo de las semillas de huaje cirial (*crescentia alata*) diferentes temperaturas y niveles de luminosidad para determinar las condiciones óptimas de mantener viables las semillas, las semillas fueron sometidas a temperaturas de promedio 25° a 30°C, obteniendo un porcentaje de 74% de germinación, respecto a la luminosidad obtuvieron un mayor porcentaje de germinación a luz ambiente que en la oscuridad.

Normov, et al.,(2019) en su investigación realizada en Rusia que tuvo por finalidad realizar los efectos que produce un tratamiento de electro ozonización en las semillas de maíz. Consideraron tener entre los factores de evaluación a la concentración de ozono, tiempo de contacto, y el poder de germinación, señalando tener por muestra un total de 400 semillas y por concentración 32 mg/m<sup>3</sup>. Tuvo por resultados, las semillas que fueron parte del tratamiento con electro ozonizado tuvieron un impacto positivo en las semillas sometidas, presentando un mayor vigor de crecimiento, y colores más intensos. Se concluye que el tiempo mínimo de exposición de este tipo de tratamiento se recomienda ser entre 3 a 9 minutos como máximo pasando se tendrá efectos colaterales que puede dañar el crecimiento y poder germinativo de la semilla teniendo semillas débiles.

También tenemos a (Avdeeva, et al., 2018), determinaron la concentración de ozono para aumentar la germinación de las semillas de trigo de invierno, los resultados revelaron que a 14,7 g/m<sup>3</sup> de concentración durante 14 días de tratamiento aumentó 19.5 % respecto al testigo (75%) obteniendo una tasa de germinación del 94.5%.

En el ámbito nacional, (Llajaruna & Quispe, 2019), evaluaron el impacto de la tasa de flujo y duración de ozonización en la presencia de microorganismos. Se decidió tener por tipo de estudio experimental empleando por herramientas de apoyo cámara de captura, texturómetro. Estableciendo que el proceso de germinación estuvo compuesto por cuatro etapas, indicando que el tiempo de contacto es uno de los factores importante y la temperatura que osciló fue entre 20 a 25°C, la hidratación de las semillas se hizo cada 6 horas de manera manual, arrojando que

la utilización de agua ozonizada generó la eliminación de la carga microbiana en el proceso de germinación. Concluyendo, que empleando esta técnica no solo mejoró los resultados en el crecimiento de las semillas, sino que disminuyó el recuento de aerobios mesófilos y E coli, también como la Salmonella, señalando que el tiempo óptimo fue los 17 minutos empleando 600 ml de ozono.

Por otra parte, tenemos a los investigadores (Caro, y otros, 2021), determinaron los niveles óptimos de concentración de ozono y la duración de contacto del agua ozonizada necesarios para lograr la reducción máxima de la población de Escherichia coli en hortalizas. Obteniendo como resultados que el uso de agua ozonizada tiene efectos notables en la disminución de la cantidad de Echerichia coli presentes en hortalizas. Lograron una disminución de hasta 2.58 log UFC/g en la población inicial de E. coli. Además, se determinaron los valores óptimos de dosis de ozono y tiempo de inmersión en el agua ozonizada para lograr la mayor reducción posible de Escherichia coli en las hortalizas mencionadas. Estos valores óptimos fueron una dosis de ozono de 1 mg/L y un tiempo de inmersión de 5 minutos.

Canales & Huarasa (2020) en la presente investigación que tuvo por objetivo evaluar el poder germinativo y el tiempo de contacto, tuvo por muestra el análisis de 300 semillas que fueron evaluadas el poder germinación con tres tipos de agua, con agua residual, agua de pozo y agua ozonizada. Teniendo por resultado, de la utilización del agua residual solo llegó a un 4% de germinado, empleando agua de pozo se empleó un 9% de germinado, y con la utilización de agua ozonizada tuvo un 15% de germinación; asimismo, se consignó que la temperatura evaluada fue a un 16° y 20°C con un tiempo de 20 minutos. Concluyendo que empleando este tipo de mecanismo ayudó a mejorar la capacidad germinativa de las semillas.

Así mismo a nivel local tenemos a la investigadora (Garrido E. , 2018), evaluaron la aplicación de agua tratada con ozono en diversas etapas de la producción de grano húmedo de maíz. Obteniendo como resultados que la aplicación de agua ozonizada durante las etapas de pre germinación, germinación y producción genera impactos significativos, logrando un mayor peso y mayor valor nutricional.

Así mismo tenemos las bases teóricas de los términos referentes a las variables de estudio.

La germinación de las semillas, es considerado como un fenómeno que evalúa desde la limpieza y desinfección de las semillas, el proceso de hidratación y la verificación del desarrollo de las plántulas. Es decir, que este proceso abarca desde la entrada de una semilla en estado imbibición hasta el análisis del crecimiento con la finalidad de poder analizar la evaluación de las semillas (Mosneaga, et al., 2020).

La germinación de semillas es el proceso mediante el cual las semillas una vez que ha sido hidratada comienza a desarrollar una plántula, este proceso inicia con la entrada de agua en la semilla (imbibición) y finaliza con el crecimiento y emergencia de la radícula. Existen diferentes tipos de germinación, como la germinación epigea (la plántula emerge sobre el suelo) y la germinación hipogea (la plántula permanece bajo el suelo). (Pita & Perez, s.f.).

La germinación de semillas es el proceso mediante el cual una semilla viable y en condiciones favorables comienza a desarrollarse, dando origen a una nueva planta. Es un fenómeno biológico complejo que implica la reactivación de la actividad metabólica de la semilla, la ruptura de su estado de dormancia y la emergencia de la radícula (primera raíz) seguida por la plúmula (brote o tallo inicial).

El desarrollo de los microorganismos en las semillas depende de factores ambientales como la temperatura, humedad y pH (Aghajani, et a., 2018). Las semillas por lo general mantienen de 10 a 22% de humedad para que sean viables, pero también depende del tipo de especie (Alves, Santos, Dos Santos, & Alves 2017). Las semillas deben tener un control de calidad donde se debe evaluar la pureza, uniformidad, puesto que por lo general quedan restos de materia orgánica o semillas malformadas que se adhieren, manifiesta (Souza, Garvalho, Negra, & Panobianco, 2019).

Los métodos de germinación, las semillas deben ser cubiertas con 2 cm de capa de sustrato, por otro lado, la humedad y aireación se debe tomar precauciones de igual manera la temperatura y luz que deben ser óptimas de acuerdo a la especie en estudio. ((ISTA), 2016, pág. 5).

El ozono es un gas inestable y parcialmente soluble en el agua, está compuesta por tres moléculas de oxígeno, producida por descarga electroquímica y debido a su alta actividad antimicrobiana con inactividad de microorganismos, utilizada en los diferentes campos como la agricultura, industrias alimentarias, aguas residuales y medicina, por otra parte, ha tenido eficaces en bacterias resistentes al cloro. (Murakami, et al., 2023). El agua ozonizada se emplea en la oxidación de sustancias orgánicas, para disminuir contaminantes químicos en aguas residuales (Eliet, et al., 2016).

El ozono es un agente oxidante que tiene múltiples aplicaciones de la industria ya sea en forma gaseosa o acuosa, contribuyendo a la seguridad microbiológica y la durabilidad de los productos alimentarios, tiene un alcance que abarca desde el control de infecciones de plagas y degradación de micotoxinas (Pandiselvam, et al., 2019). Por otra parte, es catalogada como tecnología verde prometedora para mejorar la calidad alimentaria, y salud tanto ambiental y social; también se ha reportado que es un oxidante que supera al cloro en potencia de 1.5 veces y al ácido hipocloroso por 3000 veces, y lo más importante es que regresa al ambiente descomponiéndose en forma de oxígeno por efecto del calor (Gonzales, Vidal, & Monsalve, 2022).

El ozono artificial es generado por equipos generadores ozono con fines de desinfección, desodorización, eliminación de contaminantes químicos, por lo general es considerado como descontaminante ambiente seguro en niveles microbiológicos, olores desagradables (Nuñez, s.f) En la agricultura tiene la finalidad de reducir la dependencia de químicos sintéticos, logrando tomar posición en el tratamiento de semillas, eliminación de plaguicidas, tratamiento de agua, eliminación de pythium (en frutas y verduras), eliminación de mycosphaerella, plagas de fusarium, evitar nematodos menciona (Cosemar Ozono, s.f)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue cuantitativa aplicada, ya que se tuvo como parte del objetivo establecer la influencia del tiempo de tratamiento de semillas de loctao con agua ozonizada.

Como infiere (BABATIVA, 2017, pág. 14), quien indica que la investigación cuantitativa aplicada surge de la búsqueda del conocimiento científico, caracterizado por conocer la realidad de los diferentes fenómenos de manera objetiva, demostrando la relación de causa - efecto entre variables.

Este tipo de investigación estuvo orientada a resolver problemas, buscando tomar conocimientos teóricos y aplicarlos en situaciones concretas para abordar desafíos (ESTEBAN, 2018, pág. 3). Buscó resolver problemas prácticos con el objetivo de encontrar conocimientos, aplicarlos para resolver problemas y es utilizada para encontrar soluciones y desarrollar tecnologías innovadoras.

También tuvo un alcance descriptivo, según (RAMOS, 2020), considera que es cuando se detallan las características, efectos y comportamientos del fenómeno estudiado.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

La investigación tuvo un diseño experimental, según (Babativa, 2017, pág. 64) nos menciona que es un procedimiento basado en la experiencia, pretendiendo establecer condiciones particulares de un fenómeno, requiriendo observar una acción y medir sus efectos, caracterizando el grado de precisión a través de tratamiento estadístico.

### 3.2 Variables y operacionalización

El estudio contó con dos variables de estudio, teniendo como variable independiente el tiempo de contacto agua ozonizada y variable dependiente la germinación de semillas (anexo 1).

**Variable independiente:** tiempo de contacto del agua ozonizada

- **Definición conceptual**

El agua ozonizada es un tipo de agua tratada mediante la adición controlada de ozono, un compuesto químico formado por tres átomos de oxígeno, para la adquisición de propiedades oxidantes y desinfectantes, por lo que, al ser incorporado al agua, ayuda a eliminar microorganismos, contaminantes y olores no deseados (Dormov et al., 2019).

- **Definición operacional**

El tiempo de ozonización de agua, establece la capacidad de mezclado de ozono con las moléculas de agua, las que permiten su desinfección como eficiencia del método.

- **Indicadores**

Las dimensiones para esta variable son el ozono generado (1 – 5 moléculas de oxígeno), capacidad de inactividad de microorganismos.

- **Escala de medición:** De razón e intervalo

**Variable dependiente:** poder germinativo de las semillas de frejol loctao (*vigna radiata*)

- **Definición conceptual**

La germinación de semillas es un proceso complejo influenciado por factores biológicos desde que el embrión empieza a desarrollarse hasta la formación de la plántula. Según (Pita & Pérez, s.f., pág. 8), definen como un proceso que se inicia con la entrada de agua (imbibición) en las semillas y finaliza

con el comienzo de la elongación, este proceso requiere de condiciones de temperatura, oxígeno, humedad e iluminación.

- **Definición operacional**

El poder germinativo de las semillas de frejol loctao se favorece con la eliminación de microorganismos patógenos y hongos, además con la estimulación enzimática, absorción de nutrientes, disponibilidad de oxígeno.

- **Indicadores**

La dimensión calidad de las semillas con sus indicadores factor de calidad (física), factores ambientales externos (temperatura, humedad, luz y pH); capacidad de germinación (0 al 100%) y tiempo de tratamiento (5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 minutos).

- **Escala de medición:** Nominal, de razón y de intervalo

### 3.3 Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1 Población

La población de estudio estuvo integrada por las semillas de frejol loctao. Citando al investigador (Arias, Villasis, & Miranda, 2016), nos dice que la población es un conjunto de personas o sujetos de estudio de los que se busca conocer y observar su comportamiento.

- **Criterios de inclusión:** Semillas que de frejol loctao que cumplieron con los factores de control de calidad física.

- **Criterios de exclusión:** Semillas que no cumplieron con los factores de control de calidad física.

#### 3.3.2 Muestra

La muestra de estudio, según (Mucha, et al., 2021), considera que son aquellos sujetos de estudio que son parte del total de la población, y cuentan con ciertas características en común, y que se encuentran en la misma realidad o contexto.

Por tanto, la muestra de estudio que será considerada son específicamente 800 semillas de frejol loctao (*vigna radiata*).

### **3.3.3 Muestreo**

El muestreo de la investigación no probabilístico, bajo el criterio por conveniencia – intencional, según (Otzen & Manterola, 2017), debido que fue seleccionado de acuerdo con el propósito del estudio y por criterio propio de los investigadores. En este estudio se seleccionó un total de 800 semillas de frejol loctao, con peso aproximado de 58,6 gramos de acuerdo a los criterios de inclusión.

### **3.3.4 Unidad de análisis**

Fueron las semillas de frejol loctao (*vigna radiata*) que cumplieron con los factores de calidad, tomando como base el aspecto físico (Peso, tamaño, color, aspecto).

## **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.4.1 Técnicas de recolección de datos**

La técnica empleada para la recolección de datos fue la observación, (Becerra, 2020) manifiesta que es forma o manera de cómo el investigador realizó la recolección de la información para sustentar el estudio. Por tanto, la técnica empleada en la presente investigación se utilizó una ficha de observación.

### **3.4.2 Instrumentos**

Según (Medina, et al., 2023), es aquel documento que especifica las preguntas e indicadores claves que permitirá recolectar información de manera asertiva, acorde a las variables y tema de estudio.

El instrumento fue un registro documental (anexo 2) el cual no sirvió para obtener todos los resultados obtenidos en laboratorios, y también se utilizó

la técnica de observación que sirvió para recolectar la información de los diferentes periodos.

### 3.5 Procedimientos

Se llevó a cabo la recopilación de información procedentes de diversas bases de datos que se encuentran dentro de la plataforma My loft, Redalyc, repositorios académicos y páginas web de confianza relacionadas con el sujeto de estudio.

Para realizar la parte experimental se utilizó diferentes equipos y herramientas que nos permitió llevar a cabo el proceso operacional para dar respuesta a los objetivos de estudio.

Se realizó un diseño con siete bandejas con tratamiento de ozono de 100 casillas cada una, (BT1, BT2, BT3, BT4, BT6, BT7) y una bandeja de testigo (B0), con diferentes tiempos de exposición y con salida de ozono constante. (ver tabla 1).

**Tabla 1. Factores de tratamiento**

Tratamientos	Simbología	Concentración de ozono	Salida de oxígeno	de	Tiempo de exposición	de
0	B0	-	-	-	-	-
1	BT1	15g/h	2		5 min	
2	BT2	15g/h	2		10 min	
3	BT3	15g/h	2		15 min	
4	BT4	15g/h	2		20 min	
5	BT5	15g/h	2		25 min	
6	BT6	15g/h	2		30 min	
7	BT7	15g/h	2		35 min	

Fuente. Elaboración propia

El gas ozono fue suministrado por un generador industrial de la empresa española Cosemar Ozono, modelo SP Mural Plus, con salida de ozono de 15g/h, con potencia de 230w. y se justificó la dosis de generación con un medidor de concentración de ozono modelo BOZ30, serie N° 630220520396.

Los tiempos utilizados fueron de acuerdo a estudios previos, (DONG, et al., 2022), (Pandiselvam, et al., 2019), Quienes realizaron sus estudios en tiempos de 10, 15, 20 minutos. De tal manera que para el presente estudio se tomó los tiempos de 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 minutos de exposición.

Se utilizó sustrato neutro de la marca Ageresti, según ((ISTA), 2016), menciona que es necesario para la germinación y que las semillas deben ser cubiertas con una capa de 2 cm de sustrato.

El frejol loctao (*vigna radiata*), el cual fue adquirido del fundo Los Cedros, ubicado en el sector Mocape, distrito de Olmos, provincia y departamento Lambayeque. Semilla fueron cosechada en setiembre del 2022, posteriormente se midieron sus parámetros utilizando un medidor de humedad y temperatura del grano, modelo Draminski, serie N° 27790, en donde se obtuvo 14% de humedad a una temperatura de 26°C, siendo valores que se encuentran dentro del rango según las reglas internacionales de las semillas ((ISTA), 2016). Y para medir el tamaño se utilizó un medidor de diámetro de semillas llamado calibrador digital, se obtuvo valores de 4,7mm de circunferencia y 6.3 mm de longitud.

Las evaluaciones de germinación se realizaron en un lapso de 7 días, después de instaladas las semillas en las bandejas de germinación.

El registro de datos se realizó a través de fichas de observación. Para el análisis de los resultados se utilizó Microsoft Excel.

### **3.6 Método de análisis de datos**

El método de la presente investigación fue deductivo, porque según (Sánchez, 2019), considera que el razonamiento inductivo es cuando se analiza un fenómeno de un aspecto o mediante la utilización de premisas

generales para llegar a premisas más específicas de acuerdo con el tema tratado.

### **3.7 Aspectos éticos**

Para realizar la presente investigación se tuvo en cuenta la autenticidad de las diferentes fuentes de información, citadas y referenciadas de acuerdo a las normas ISO 690 y 690-2, del Fondo Editorial de la Universidad César Vallejo. Así mismo regidos por los aspectos éticos de la universidad:

**Beneficencia.** Es cuando toda la información que fue obtenida servirá para en beneficio de los futuros investigadores, pues les sirve como guía y para poder contrastar la información.

**Autonomía.** Es cuando toda la información que fue plasmada en los resultados de la investigación, se explicará de manera objetiva sin la intervención de las posturas de los investigadores.

**Confidencialidad.** El presente aspecto ético se empleó porque toda la información fue utilizada sólo para uso académico, utilizándose por criterios de los investigadores, detallando la información lo más veraz posible para aumentar la confianza de los datos.

#### IV. RESULTADOS

Objetivo 1, Analizar el tratamiento de agua ozonizada en tiempos de 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 minutos en la germinación de las semillas de frejol loctao.

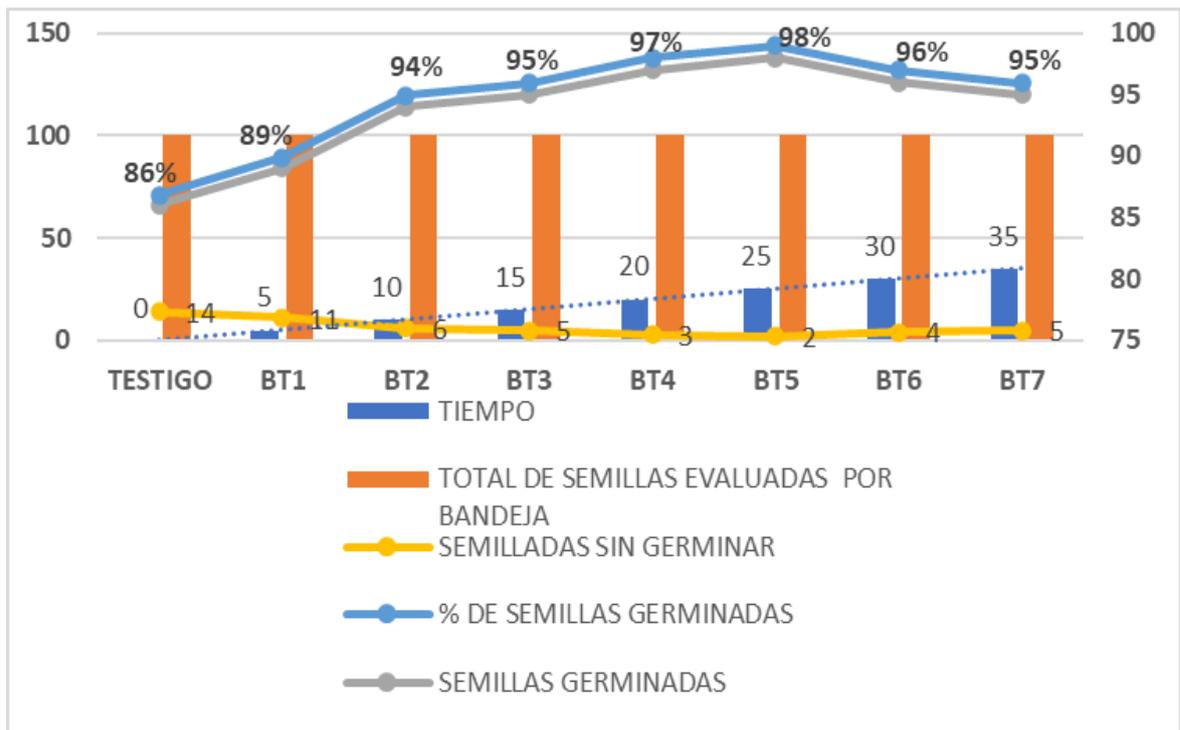
En la tabla 2 se presentan los tiempos de tratamiento con los resultados de germinación obtenidos de cada bandeja tratada (resultados obtenidos del primer ensayo).

**Tabla 2.** *Porcentaje de germinación en los diferentes tiempos de tratamiento de semillas de frejol loctao (vigna radiata).*

BANDEJAS	TIEMPO	SEMILLAS EVALUADAS POR BANDEJA	SEMILLAS GERMINAD AS	SEMILLAS SIN GERMINAR	% DE SEMILLAS GERMINADAS
TESTIGO	0	100	86	14	86%
BT1	5	100	89	11	89%
BT2	10	100	94	6	94%
BT3	15	100	95	5	95%
BT4	20	100	97	3	97%
BT5	25	100	98	2	98%
BT6	30	100	96	4	96%
BT7	35	100	95	5	95%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 2 mostró los resultados del primer ensayo realizado en la que se aprecia los porcentajes de germinación según los tiempos de tratamiento. La germinación más óptima muestra la bandeja BT5 que corresponde a 25 minutos con el 98%, obteniendo un valor significativo en valor a la bandeja testigo.



**Figura 1.**

Porcentaje de germinación de cada tratamiento realizado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 1 los datos recopilados de las bandejas tratadas presentan una perspectiva detallada sobre el impacto de diferentes intervalos de tiempo en el porcentaje de germinación en comparación con la bandeja testigo.

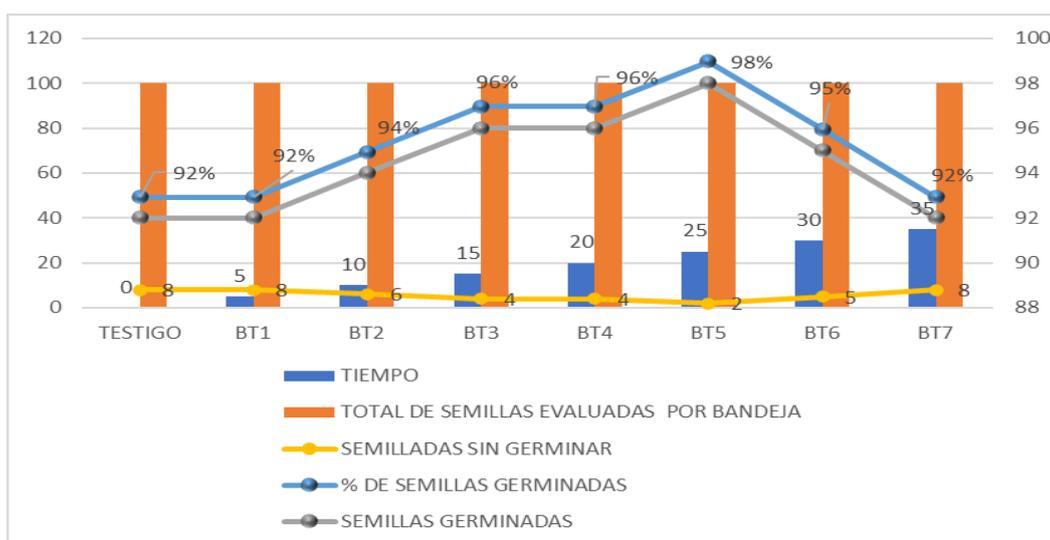
En la tabla 3 se presentan los tiempos de tratamiento con los resultados de germinación obtenidos de cada bandeja tratada (resultados obtenidos del segundo ensayo).

**Tabla 3.** Porcentaje de germinación en los diferentes tiempos de tratamiento de semillas de frejol loctao (*vigna radiata*).

BANDEJAS	TIEMPO	SEMILLAS EVALUADAS POR BANDEJA	SEMILLAS GERMINADAS	SEMILLAS SIN GERMINAR	% DE SEMILLAS GERMINADAS
TESTIGO	0	100	92	8	92%
BT1	5	100	92	8	92%
BT2	10	100	94	6	94%
BT3	15	100	94	6	94%
BT4	20	100	96	4	96%
BT5	25	100	98	2	98%
BT6	30	100	95	5	95%
BT7	35	100	92	8	92%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3 mostró los resultados del segundo ensayo realizado en la que se aprecia los porcentajes de germinación según los tiempos de tratamiento. La germinación más óptima muestra la bandeja BT5 que corresponde a 25 minutos con el 98%, obteniendo un valor significativo en valor a la bandeja testigo.



**Figura 2.**

Porcentaje de germinación de cada tratamiento realizado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2 los datos recopilados de las bandejas tratadas presentan una perspectiva detallada sobre el impacto de diferentes intervalos de tiempo en el porcentaje de germinación en comparación con la bandeja testigo.

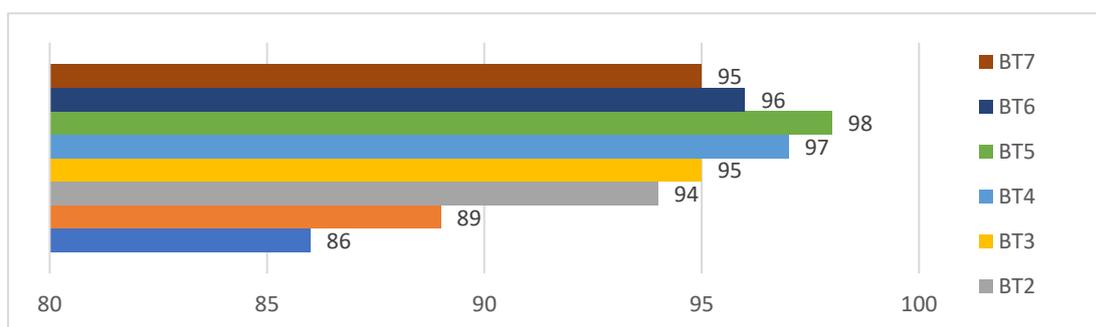
Objetivo 2, identificar el tiempo de contacto óptimo de ozonización del agua en el proceso de germinación de las semillas de frejol loctao.

En la tabla 4 se aprecia los resultados promedio de ambos ensayos realizados de los cuales se ha obtenido el tiempo óptimo de tratamiento.

**Tabla 4. Resultados de los dos ensayos realizados**

BANDEJAS	RESULTADOS DEL PRIMERO ENSAYO	RESULTADOS DEL PRIMERO ENSAYO	PROMEDIO DE GERMINACIÓN	PROCENTAJE DE GERMINACIÓN PROMEDIO
TESTIGO	86	92	89	89%
BT1	89	92	90.5	91%
BT2	94	94	94	94%
BT3	95	94	94.5	95%
BT4	97	96	96.5	97%
BT5	98	98	98	98%
BT6	96	95	95.5	96%
BT7	95	92	93.5	94%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 3.**

Porcentaje promedio de germinación

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4 y figura 3 se observa un aumento gradual en el porcentaje de germinación a medida que aumenta la duración del tratamiento. Desde la bandeja testigo hasta los 25 minutos, se evidencia una progresión constante, alcanzando su punto máximo del 98.00% a los 25 minutos. Donde, se observó que el intervalo de 20 a 25 minutos destaca como el periodo de tratamiento más eficiente, demostrando el porcentaje más alto de germinación. Este pico sugiere una relación positiva entre el tiempo de tratamiento y la germinación. A los 30 y 35 minutos, se observa una ligera disminución en el porcentaje de germinación, ubicándose en 96.00% y 95.00%, respectivamente. Aunque esta reducción es modesta, podría indicar una posible saturación del tratamiento o la presencia de factores que afectan negativamente la germinación en intervalos de tiempo prolongados.

Objetivo específico 3, explorar los efectos de la ozonización en la salud de las plántulas y medio ambiente



**Figura 4.**

Salud de las plántulas sin tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Se observó que en la figura 4, los efectos en la salud de las plántulas y medio ambiente se registró un bajo crecimiento de las semillas de frejol loctao (*vigna radiata*) aquellas que no fueron parte del tratamiento de germinación con agua ozonizada, mostrando el débil poder germinativo por la presencia de microorganismos que evitan el desarrollo o generan la muerte de la plántula.



**Figura 5.**

Salud de las plántulas con tratamiento

Fuente. Elaboración propia

En la figura 5, se registró tener buenos resultados en la salud de las plántulas empleando el tratamiento con agua ozonizada en las semillas de frejol loctao (*vigna radiata*), el tratamiento demuestra generar efectos positivos en la salud de las plántulas eliminando la carga de microorganismos que inhiben de proceso de germinación, entre ellos se puede tener la presencia de echerichia coli, salmonella. En el medio ambiente ha generado efectos positivos evitando usar métodos para romper la latencia como la escarificando con productos químicos con ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, hidróxido de sodio y nitrato de potasio que son productos que se utilizan de manera convencional hoy en día y que generan efectos negativos en el medio ambiente contaminando las fuentes de agua, suelo, toxicidad para microorganismo beneficiosos e impactando a la salud humana.

## V. DISCUSIÓN

En los resultados del primer ensayo se han obtenidos valores de 86%, 89%, 94%, 95%, 97% 98%, 96% y 95%, con tiempo de 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 minutos de tratamiento (86% es el porcentaje de germinación de la bandeja testigo de 0 minutos), los resultados han sido obtenidos a los 7 días siembra. En los resultados del segundo ensayo se han obtenidos valores de 92%, 92%, 94%, 94%, 96% 98%, 95% y 92%, con tiempo de 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 minutos de tratamiento (92% es el porcentaje de germinación de la bandeja testigo), los resultados han sido obtenidos a los 7 días siembra. Es decir, en estos resultados con el estudio, que evaluó el efecto de 15 minutos de tratamiento con ozono, se encuentra una similitud en el porcentaje de germinación obtenido a los 7 días. En ambos casos, se registraron valores de alrededor del 96%, indicando una respuesta positiva al tratamiento, aunque en diferentes contextos y con distintos agentes tratantes.

Analizado las investigaciones consideradas, se estuvo en desacuerdo con los aportes dados por Canales Y Huarasa (2020) al señalar que para poder medir el poder germinativo se debe tomar como factor único de evaluación la temperatura, y a tener entre los resultados que con la utilización de agua ozonizada tuvo un 15% de germinación; asimismo, se consignó que la temperatura evaluada fue a un 16° y 20° con un tiempo de 20 minutos, llegando a concluir que empleando este tipo de mecanismo ayudó a mejorar la capacidad germinativa de las semillas, se discrepa porque en la investigación se consideró como ítems de evaluación el tiempo mas no la temperatura.

Entre otros de los autores, que no se concuerda, es que según Kleibera et al., (2017) establece que para llegar a obtener el máximo rendimiento de la germinación de una semilla producto de la utilización de un tratamiento con ozono es a los 30 minutos, mejorando significativamente su rendimiento hasta en un 8.66%. Con otros de los autores que se discrepa, fue con Maqueira et al., (2021), debido que según los resultados obtenidos mostraron que los cultivos a temperatura de 20°C obtuvieron mayor porcentaje de germinación de 94% hasta 98,4%, muestras que los cultivos sometidos a temperatura de 40°C obtuvieron resultados de 12,5 a 19,2%

de germinación. Estando en desacuerdo, debido que el equipo de investigadores consideró por criterio de evaluación la temperatura como factor clave para medir el poder de germinación empleando ozonización siendo diferente porque en la investigación se hizo mediante el tiempo de exposición.

Asimismo, se estuvo en desacuerdo, con la posición de Valverde et al., (2019) al manifestar que entre los resultados obtenidos se consideró como indicador de evaluación las diferentes temperaturas y niveles de luminosidad para determinar las condiciones óptimas de mantener viables las semillas, las semillas fueron sometidas a temperaturas de promedio 25° a 30°c, obteniendo un porcentaje de 74% de germinación, respecto a la luminosidad obtuvieron un mayor porcentaje de germinación a luz ambiente que en la oscuridad. Mencionando que es un indicador diferente al que se consideró en la presente investigación para poder conocer el impacto en el desempeño de poder de germinación.

Entre otros de los autores con los que se concuerda es con Baskakoc et al., (2020) establece que la ozonización de una semilla incrementa su capacidad de germinación en un 4% en condiciones de laboratorio y un 10% en el campo, estando de acuerdo con los autores. Sin embargo, se discrepa a su vez porque eso dependerá del tiempo de exposición debido que puede bajar el rendimiento de germinación de la semilla.

Identificando el tiempo de contacto óptimo de ozonización del agua en el proceso de germinación de las semillas de frejol loctao (*vigna radiata*), de acuerdo los resultados obtenidos en cada ensayo con una semejanza del porcentaje de germinación en cada bandeja de tratamiento. La consistencia en los resultados entre los dos ensayos fortalece la validez interna de los hallazgos y sugiere una respuesta predecible al tratamiento en ambas instancias. La observación de un óptimo de poder germinativo a los 25 minutos en ambos ensayos es coherente y resalta la importancia de este intervalo de tiempo para maximizar el porcentaje de germinación. Es decir, que en los resultados obtenidos de la tabla 2, se muestra que entre el intervalo de 20 a 25 minutos destaca como el periodo de tratamiento más eficiente, demostrando el porcentaje más alto de germinación.

Este pico sugiere una relación positiva entre el tiempo de tratamiento y la germinación. A los 30 y 35 minutos, se observa una ligera disminución en el porcentaje de germinación, ubicándose en 96.00% y 95.00%, respectivamente. Aunque esta reducción es modesta, podría indicar una posible saturación del tratamiento o la presencia de factores que afectan negativamente la germinación en intervalos de tiempo prolongados.

Comparando con los resultados obtenidos, se está en desacuerdo con el Dong et al., (2022), al mencionar que el tiempo más de contacto óptimo de ozonización del agua en el proceso de germinación de una semilla es en el lapso de 15 minutos para poder brindar un mayor poder de germinación alcanzando hasta un 95% de germinación en un periodo de evaluación de una semana, siendo un periodo diferencia al encontrado en la investigación como para su máximo rendimiento de germinación. Entre otros de los autores que se discrepa es el autor Avdeeva Et Al., (2018) determinaron que, para tener una mayor concentración de ozono para aumentar la germinación de las semillas de trigo de invierno, los resultados revelaron que a  $14,7 \text{ g/m}^3$  de concentración fue en 14 días de tratamiento para aumentar en un 19.5 % respecto al testigo (75%) obteniendo una tasa de germinación del 94.5%, considerando que no se concuerda con los hallazgos.

Explorar los efectos de la ozonización en la salud de las plántulas y medio ambiente, analizando los resultados obtenidos de otros investigadores, se está de acuerdo con el autor Bucio, et al., (2016) al establecer que la utilización del ozono en el agua es eficiente para poder evitar la presencia de microorganismos como es el caso de hongos, bacterias y nematodos en crecimiento de una planta que empleó este proceso de germinación. De la misma manera, con una segunda ozonización puede llegar a tener por efectos secundarios, como se concuerda con la postura de Kleibera et al., (2017) al mencionar que la realización de una segunda ozonización perjudicar el estado de germinación de la semilla, indicando que eso dependerá del periodo de tiempo al cual está expuesta el agua para el tratamiento de la semilla.

Por otro lado, se acepta la posición del equipo de investigadores Impene et al., (2017) al establecer que realizando el tratamiento con ozono a una concentración no tuvo efectos adversos en el vigor de las semillas. El índice de germinación no se

vio afectado por la exposición al ozono. Estos hallazgos sugieren que el ozono puede ser utilizado como un método seguro para el tratamiento de semillas, sin comprometer su vigor y capacidad de germinación, estando de acuerdo porque si posee efectos positivos en el poder de germinación.

De la misma manera, se está de acuerdo con los resultados encontrados por Eliet et al., (2016) al establecer entre los efectos que trae la utilización de concentraciones de ozono de 40mg/L y en tiempos de contacto de 20 y 40 minutos, logrando una eficiencia para aminorar los factores físico-químicos 84-98% y microbiológicos de 99.98-100%, de tal manera que lograron ponerse en conformidad con las regulaciones para la reutilización en riego de cultivos, aceptando que posee efectos positivos en que la ozonización del agua ayudó en la salud de las plántulas y medio ambiente.

También, se está de acuerdo con los hallazgos dados por Normov et al. (2019) al establecer que en la evaluación realizada sobre el tratamiento previo a la siembra de semillas con electro ozonización, tomando una muestra de 8 lotes de 400 semillas con una concentración de 32 mg m<sup>-3</sup>, obtuvieron como resultados revelaron que las semillas sometidas al tratamiento mostraron un mayor vigor de crecimiento y, a simple vista, presentaban un color más intenso. Además, observaron que las semillas tratadas mostraron un sistema radicular vigoroso, caracterizado por raíces robustas, con raíces seminal de 10 cm, mientras que las semillas no tratadas sus raíces eran de 5cm de longitud, aceptando los hallazgos al manifestar que los efectos mencionados son de manera extrínseca.

Asimismo, se acepta los aportes dados por Caro et al., (2021) al mencionar que entre los efectos positivos la utilización del tratamiento de ozonizado en la salud de las plántulas y medio ambiente, debido que dependerá de la duración de contacto del agua ozonizada necesarios para lograr la reducción máxima de la población de escherichia coli en hortalizas. Obteniendo como resultados que el uso de agua ozonizada tiene efectos notables en la disminución de la cantidad de escherichia coli presentes en hortalizas, considerando que el tiempo mínimo de inmersión de 5 minutos.

Y, por último, se está de acuerdo con los aportes dados por (Garrido E., 2018) debido que en su evaluación la aplicación de agua tratada con ozono en diversas etapas de la producción, obtuvieron como resultados que la aplicación de agua ozonizada durante las etapas de pre germinación, germinación y producción, obteniendo impactos significativos positivos, logrando un mayor peso y mayor valor nutricional.

De la misma manera, se acepta la posición de (Aghajani, Bari, Bahmani, Humar, & Tajick, 2018), al mencionar que el agua ozonizada genera impacto regulador en el desarrollo de los microorganismos en las semillas depende de factores ambientales como la temperatura, humedad y pH. Las semillas por lo general mantienen de 10 a 22% de humedad para que sean viables, pero también depende del tipo de especie. Asimismo, utilizando la ozonización, según (Alves, Santos, Dos Santos, & Alves, 2017), manifiesta que las semillas deben tener un control de calidad donde se debe evaluar la pureza, uniformidad, puesto que por lo general quedan restos de materia orgánica o semillas malformadas que se adhieren.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se evaluó tener por efectos en los diferentes tiempos de contacto con agua ozonizada en el poder germinación de las semillas de frejol loctao (*vigna radiata*), sobre todo entre el periodo de 25 minutos llegando a su punto máximo del 98%, teniendo una reacción positiva entre el tiempo de tratamiento y la germinación.
2. Se concluyó que, analizando el tratamiento de agua ozonizada en tiempos de 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 minutos en la germinación de las semillas, se observó un aumento gradual en el porcentaje de germinación a medida que aumenta la duración del tratamiento.
3. Se identificó que el tiempo de contacto óptimo de ozonización del agua en el proceso de germinación de las semillas de frejol loctao (*vigna radiata*), se demostró que el intervalo de 20 a 25 minutos destaca como el periodo de tratamiento más eficiente, demostrando el porcentaje más alto de germinación.
4. El tratamiento con agua ozonizada en las semillas de frejol Loctao (*vigna radiata*) ha demostrado ser una alternativa exitosa y beneficiosa para la salud de las plántulas. Este método ha mostrado resultados positivos al eliminar la carga de microorganismos que inhiben el proceso de germinación.
5. El tratamiento con agua ozonizada no solo mejora los resultados agrícolas al fomentar una germinación saludable, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al evitar el uso de productos químicos perjudiciales, esto respalda la importancia de explorar y promover prácticas agrícolas más amigables con el medio ambiente para garantizar el equilibrio entre la productividad agrícola y la conservación del entorno natural.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. A la sociedad universidad y científica, se recomienda hacer uso de la presente investigación, la que queda con apertura con el propósito de ser utilizada con libertad, esperando contribuir con futuras investigaciones y la población agrícola.
2. Se recomienda utilizar la presente investigación como una actividad que permita un primer paso en la producción de alimentos sin generar efectos adversos en el medio ambiente.
3. Se recomienda a la universidad Cesar Vallejo promover investigaciones al uso de nuevas tecnologías limpias que contribuyan a mejorar los procesos productivos en la agricultura del departamento Lambayeque.
4. Se recomienda continuar con estudios que establezcan nuevas fases del crecimiento de las plantas utilizando ozono.
5. Se recomienda realizar evaluaciones de germinación en diferentes tipos de semillas de leguminosas propias de cultivos estacionales en el departamento de Lambayeque, utilizando agua ozonizada con diferentes tiempos de contacto y concentraciones.

## REFERENCIAS

AGHAJANI, H., BARI, E., BAHMANI, M., HUMAR, M., & TAJICK, M. Influencia of relative humidity and temperature on cultivation of Pleurotus Species. Maderas, Ciencia y tecnología, 20(4), pp. 571-578. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2018005004501>

ÁLVAREZ, S., TORRES, D., QUERALES, P., VALERA, R., PACHECO, J., & GAVILÁNEZ, T. Evaluación del efecto de la presencia de hongos patógenos y metabolitos secundarios sobre la germinación en tres hortalizas de hojas. 24(50). 2021. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344264813024>

ALVES, U., SANTOS, M., DOS SANTOS, M., & ALVES, R. (2017). Drying on the germination and vigor of Crataeva tapia L. seeds. Ciencia Rural, 47(9), pp. 1-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150338>

ARIAS, J., VILLASIS, M., & MIRANDA, M. El protocolo de investigación III: la población de estudio. (C. M. Inmunología, Ed.) 63(2), págs. 201-206. 2016. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>

AVDEEVA, V., ZORINA, E., BEZGINA, J., & KOLOSOVA, O. Influence of ozone on germination and germinating energy of winter wheat seeds. Jelgava, pp. 543-546. 2018. DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N128. Disponible en: <https://www.tf.lbtu.lv/conference/proceedings2018/Papers/N128.pdf>

BABATIVA, C. Investigación cuantitativa. (F. e. Areandino, Ed.) Colombia, Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina. 2023. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/326424046.pdf>

BASKAKOV, OROBINSKY, GULEVSKY, GIEVSKY, & CHERNYSHOV. Influence of ozonation in seed storage on corn grain yield and its quality. The Electrochemical Society. 2023. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/488/1/012007/pdf>

BECERRA, I. El triángulo lógico. Una ecuación didáctica emergente para aprender metodología de la investigación. 2020. Disponible en:

<https://web.s.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=acdb2588-fb63-440a-9f43-106bfabbaeb7%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=nlebk&AN=2659814>

BUCIO, C., DIAZ, F., MARTINEZ, J., & TORRES, J. Efecto del ozono sobre la población microbiana del suelo y el crecimiento de las plantas de fresa. (A. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Ed.) Terra Latinoamericana, 34(2), 2016. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57345272007>

CAICEDO, E., & ZALAZAR, J. Entrevistas cognitivas: revisión, directrices de uso y aplicación en investigaciones psicológicas. Aval pisco, 17(3), pp. 362-370. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.15689/ap.2018.1703.14883.09>

CANALES, Á., & HUARASA, Y. Poder germinativo de *Polylepis incana* con aplicación de diferentes tratamientos de agua. Puno: Revista Cubana de Ciencias Forestales. 2020. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2310-34692020000300495](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692020000300495)

CARO, E., FERNANDEZ, F., MIRANDA, D., VÁSQUEZ, G., BAUTISTA, F., & NUNJA, J. Efecto del agua ozonizada sobre la reducción poblacional de *Escherichia coli* en hortalizas mínimamente procesadas. Peruvian Agricultural Research, 3(2), págs. 104-109. 2020. DOI: <https://doi.org/10.51431/par.v3i2.707>

DONG, X., SUN, L., AGARWA, M., MAKER, G., HAN, Y., YU, X., & REN, Y. The Effect of Ozone Treatment on Metabolite Profile of Germinating Barley. Foods, 9(11), p. 1211. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11091211>

ELIET, V., LLANES, J., FERNÁNDEZ, L., & BATALLER, M. Coagulación-floculación, filtración y ozonización de agua residual para reutilización en riego agrícola. (I. M. Agua, Ed.) Tecnología y ciencia de agua, 7(1), págs. 17-34. 2016. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353544005002>

ESTEBAN, N. (2018). Tipos de investigación. Universidad Santo Domingo de Guzmán, Ingeniería de sistemas e informática, Lima. Recuperado el 23 de octubre

de 2023. Disponible en: <http://repositorio.usdq.edu.pe/bitstream/USDG/34/1/Tipos-de-Investigacion.pdf>

GARCÍA, J., PÉREZ, O., COS, J., RUIZ, L., & SÁNCHEZ, E. (2018). Influencia del cambio climático en la mejora genética de plantas. Murcia: Sociedad Española de Genética. Recuperado el 18 de octubre de 2023. Disponible en: <https://www.imida.es/documents/13436/877249/INFLUENCIA+DEL+CAMBIO+CLIMATICO+EN+LA+MEJORA+GENÉTICA+DE+PLANTAS-IMIDA-WEB.pdf/3fce9e5f-17da-4bd7-b227-830289d48409>

GARRIDO, E. (2018). Periodo de aplicación de agua ozonizada para optimizar la producción y valor nutricional de germinado hidropónico de maíz (zea mays L.). Lambayeque: Repositorio UNPRG. Recuperado el 18 de octubre de 2023. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2682/BC-TES-TMP-1560.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GONZALES, R., VIDAL, M., & MONSALVE, A. (2022). El ozono y su empleo en la industria para el procesamiento y conservación de alimentos. Revista Universidad y Sociedad, 14(3), págs. 127-135. Recuperado el 28 de octubre de 2023. Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2942>

HIDALGO, J. (2017). La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos bioquímicos como estrategias en la producción agrícola. Tesis de maestría, Quito. Recuperado el 18 de octubre de 2023. Disponible en: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6095/1/T2562-MRI-Hidalgo-La%20situacion.pdf>

IMPENE, I., VALDÉS, R., POZO, E., & CÉRDENAS, M. (2017). Efecto del ozono (O<sub>3</sub>) sobre semillas almacenadas del frejol común (Phaseolus vulgaris L.). Centro agrícola, págs. 43-48. Recuperado el 21 de octubre de 2023. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v44n4/cag07417.pdf>

The International Seed Testing Association (ISTA). Reglas internacionales para el Análisis de las Semillas. 2016. Disponible en: [https://vri.umayor.cl/images/ISTA\\_Rules\\_2016\\_Spanish.pdf](https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf)

KLEIBERA, T., BOROWIACA, K., SCHROETER, A., BUDKAA, A., & OSIECKI, S. (2017). Effect of ozone treatment and light colour on photosynthesis and yield of lettuce. *Scientia Horticulturae*, 159(60), pp. 130-136. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.01.035>

LLAJARUNA, H., & QUISPE, J. (2019). Efecto del caudal y tiempo de ozonificación en la contaminación microbiana y vida útil de germinados de *Phaseolus vulgaris*. Tesis pregrado, Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de ciencias agropecuarias, Trujillo. Recuperado el 21 de octubre de 2023. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/df4fea8d-7fb2-400b-8f4c-852b7054af60/content>

MAQUEIRA, L., ROJÁN, O., SOLANO, J., & MILAGROS, I. (2021). Germinación de semillas de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) a diferentes temperaturas. *Cultivos tropicales*, 42(2). Recuperado el 21 de octubre de 2023. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1932/193268052003/193268052003.pdf>

MEDINA, M., ROJAS, R., LOAIZA, R., MARTEL, C., & CASTILLO, R. (2023). Metodología de la investigación. (W. SUCARI, P. AZA, & A. FLORES, Edits.) Puno: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C. DOI: <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>

MENDEZ, N. (2020). Efectos del ozono en la conservación postcosecha de la naranja (*Citrus sinensis*). Tesis pregrado, Ecuador. Recuperado el 18 de octubre de 2023. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MENDEZ%20CAJAMARCA%20WILLIAM%20STEVEN.pdf>

MINAGRI. (2016). Leguminosas de grano: Semillas nutritivas para un futuro sostenible. Perú. Recuperado el 18 de octubre de 2023. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/legumbres/catalogo-leguminosas.pdf>

MORILLO, J., CEVALLOS, N., SANDOVAL, C., VARGAS, P., & MUÑOZ, F. (2019). Tratamiento combinado con ozono para la eliminación de cianuros de agua residuales. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(2), pp. 459-467. DOI: <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.02.16>

MOSNEAGA, A., NEDEFE, V., SANDU, I., LOZOVANU, P., MOSNEGUTU, E., PEINAINTE, M., & GABRIEL, S. (2020). Utilization of Ozone and Composite Materials in the Seed Treatment to Stimulate the Germination and Growth of Agricultural Crops. *Revista de Chimie*, 71(2), pp. 365-370. DOI: <https://doi.org/10.37358/RC.20.2.7938>

MUCHA, L., CHAMORRO, R., OSEDA, M., & ALANIA, R. (2021). Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado. *Revista Científica de Ciencias Sociales*, 12(1), págs. 44-51. DOI: <https://doi.org/10.37711/desafios.2021.12.1.253>

MURAKAMI, A., CROTI, U., BORIM, C., MARCHI, C., MUKARAMI, R., ALMEIDA, M., . . . GODOY, M. (2023). Use of Ozonized Water in the Prevention of Surgical Site Infection in Children Undergoing Cardiovascular Surgery. *Revista Brasileira de Cirurgia*. DOI: <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2023-0006>

NORMOV, D., CHESNIUK, E., SHEVCHENKO, A., NORMOVA, T., GOLDMAN, R., POZHIDAEV, D., . . . TRDAN, S. (2019). Does ozone treatment of maize seeds influence their germination and growth energy? *Acta Agriculturae Slovenica*, 114(2), pp. 251-258. Disponible en: <http://ojs.aas.bf.uni-lj.si/index.php/AAS/article/view/1234/365>

NUÑEZ, J. (s.f). Ozono fuente de salud. Recuperado el 27 de octubre de 2023. Disponible en: <https://electricidadgutierrezsl.com/wp-content/uploads/2020/10/catalogo-productos-ozono.pdf>

OTZEN, T., & MANTEROLA, C. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *J. Morphol*, 35(1), págs. 227-232. 2017. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

COSEMAR OZONO (s.f) Soluciones para desinfectar en la agricultura con ozono. Disponible en: <https://www.cosemarozono.com/soluciones/desinfeccion-agricultura-ozono/>

PACHECO, J., TORRES, D., QUERALEZ, P., VALERA, R., ÁLVARES, S., & GARCÍA, Y. Factores que afectan la calidad de semillas y el potencial productivo de la cebolla (*Allium cepa* L.). 69(4), pág. 8. Recuperado el 18 de octubre de 2023. Disponible en: <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=169969274008>

PÁEZ, C., & RODRÍGUEZ, J. Evaluación del crecimiento del frejol mungo (*vigna radiata*) bajo aplicación de fósforo y bioestimulante. Proyecto de investigación, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Ibagué. 2020. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36835/capaesm.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

PANDISELVAM, R., MAYOOKHA, V., KOTHAKOTA, V., SHARMILA, L., RAMESH, S., BHARATHI, C., & GOMATHY, K. (2019). Impact of ozone treatment on seed germination. *Ciencia e ingeniería*, 42(4), pp. 331-346. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/336363609\\_Impact\\_of\\_Ozone\\_Treatment\\_on\\_Seed\\_Germination- A\\_Systematic\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/336363609_Impact_of_Ozone_Treatment_on_Seed_Germination- A_Systematic_Review)

PITA, J., & PEREZ, F. (s.f.). Germinación de semillas. Madrid: Dpto. Biología vegetal. Recuperado el 24 de octubre de 2023. Disponible en: [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1998\\_2090.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf)

RAMOS, C. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciaAméricaa*, 9(3), págs. 1-5. Vol. 9(3). ISSN 1390-9592 DOI: 10.33210/ca.v9i3.336. Disponible en: <https://cienciaamerica.edu.ec/index.php/uti/article/view/336/621>

SANCHEZ, F. (2019). Fundamentos Epistémicos de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa: Consensos y Disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, Vol. 13(1), págs. 101-122. DOI: <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>. Disponible en: <https://revistas.upc.edu.pe/index.php/docencia/article/view/644>

SOUZA, C., GARVALHO, R., NEGRA, E., & PANOBIANCO, M. (2019). Processing and physical and physiological quality of the native forest seeds of *Vernonanthura discolor*. *Acta scientiarum - Agronomy*, 41(1). ISSN: 1807-8621. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v41i1.39574>. Disponible en: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/39574/pdf>

VALVERDE, K., MORALES, C., & GARCÍA, E. (2019). Germinación de semillas de *Crescentia alata* (Bignoniaceae) en distintas condiciones de temperatura, luminosidad y almacenamiento. *Biología tropical*, 67(2), págs. 120-131. DOI: 10.15517/RBT.V67I2SUPL.37211. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v67n2/0034-7744-rbt-67-02-120.pdf>

## ANEXOS

**Anexo 1.** Tabla de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	indicadores	Escala de niveles de medición
<b>Independiente:</b> <b>tiempo de contacto agua ozonizada</b>	El agua ozonizada es un tipo de agua tratada mediante la adición controlada de ozono, un compuesto químico formado por tres átomos de oxígeno, para la adquisición de propiedades oxidantes y desinfectantes, por lo que, al ser incorporado al agua, ayuda a eliminar microorganismos, contaminantes y olores no deseados (Normov et al., 2019).	El agua ozonizada es aquella capacidad de la generación de ozono mezclado con las moléculas de agua que permita su desinfección como eficiencia del método.	Ozono generado  Capacidad de inactividad de microorganismos	1 – 5 oxígeno molecular  (1 – 100%)	Razón  Intervalo
<b>Dependiente:</b> <b>poder germinativo en semillas de frejol loctao (<i>vigna radiata</i>)</b>	La germinación de semillas es un proceso complejo influenciado por factores biológicos. La cuantificación precisa y el análisis de datos son importantes para evaluar el rendimiento de un lote de semillas.	El poder germinativo de las semillas de frejol se favorece con la eliminación de microorganismos patógenos y hongos, además con la	Factores de calidad	Calidad física  - Peso - Dimensión - Color - Aspecto (grano partido, arrugado)	Nominal

Estos índices permiten medir la capacidad de desarrollo de las plantas (Mosneaga, et al., 2020).	estimulación enzimática,	Factores ambientales	Temperatura	Nominal
	adsorción de nutrientes,		Humedad	
	disponibilidad de oxígeno.		pH	
	Capacidad germinación		(0%-100%)	Intervalo
	Tiempo tratamiento	de	(5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 minutos))	Razón

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

### Ficha de Observación

**Tema:** Efectos del agua ozonizada y tiempo de contacto, en el poder germinativo en semillas de frejol (*vigna radiata*).

**Tiempo:** Evaluación en minutos de contacto      **Fecha:** 25/10/2023

Escala de percepción sobre lo observado

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Baja	Media	Alta

N°	PROCESOS	PUNTAJE			OBSERVACIÓN
		1	2	3	
1	Selección y pesado de las semillas de acuerdo a los factores de calidad física (dimensión, color, peso, uniformidad)				
2	Medición de temperatura y humedad de las semillas				
3	Conteo de semillas a ser tratadas				
4	Accionamiento de la máquina de ozono para generar agua ozonizada de acuerdo al tiempo para cada tratamiento				

5	Se evaluó la temperatura (°C) del agua				
6	Acondicionamiento de la bandeja de germinación con sustrato neutro (nombre)				
7	Instalación de semillas de frejol loctao en celdas de germinación (1 semilla por celda)				
8	Cubrimiento de bandejas de germinación con bolsa de polietileno				
9	Dejar un día de reposo con la finalidad de activación de proceso de germinación de las semillas				
10	Después de 48 horas iniciar la evaluación de proceso germinación de las semillas				
11	Repetir el proceso por 3 días				
12	Procesar los resultados de acuerdo a la información obtenido por tipo de tratamiento				

### Anexo 3. Resultados de similitud del programa turnitin

Efectos del agua ozonizada y tiempo de contacto, en el poder germinativo en semillas de frejol loctao (*Vigna radiata*)

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>8%</b>	<b>8%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

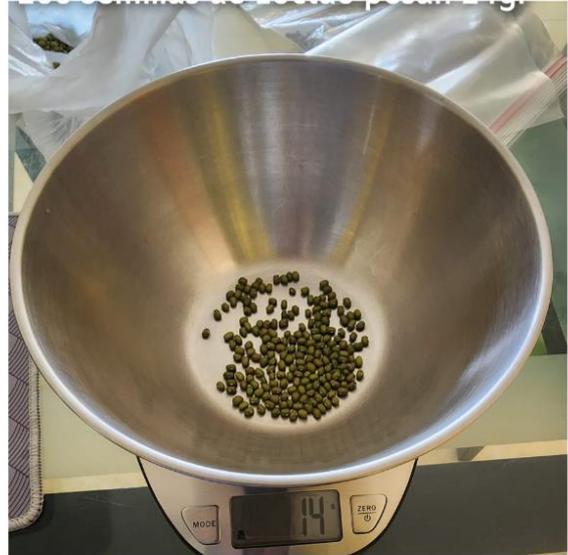
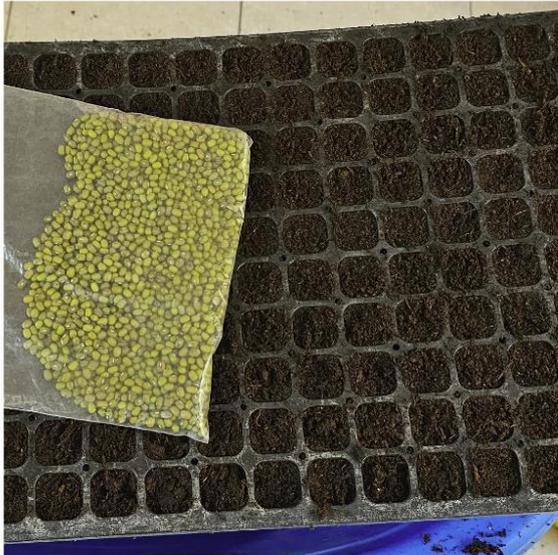
#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>prezi.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Fundacion San Pablo Andalucia CEU</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>es.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>www.researchgate.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.autonoma.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.unife.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

#### Anexo 4. Registro fotográfico



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia