UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

“EFECTO DEL AGUA DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO CAÑETE EN LOS PARÁMETROS GERMINATIVOS DE SEMILLA DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) 2019”

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Autor: Edwin Guido Vicente Paucar

Asesor: Ing. Mg. Sc. Mario Humberto Taipe Cancho

Cañete, Lima - Perú

2019

UNDC

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE
Ley de Creación N° 29488
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
"Año de la Lucha Contra la Corrupción e Impunidad"

TÍTULO:

EFECTO DEL AGUA DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO CAÑETE EN LOS PARÁMETROS GERMINATIVOS DE SEMILLA DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) 2019

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

Presentada por:

EDWIN GUIDO VICENTE PAUCAR

Sustentada y aprobada ante el jurado:

Dr. MARCO ANTONIO AÑAÑOS BEDRIÑANA **PRESIDENTE**	Dra. BETSABE LEON TTACCA **SECRETARIO**
Dr. JULIO CÉSAR CHAVEZ GALARZA **VOCAL**	Mg. Sc. MARIO HUMBERTO TAIPE CANCHO **ASESOR**

UNDC

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE
Ley de Creación N° 29488
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
"Año de la Lucha Contra la Corrupción e Impunidad"

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Los miembros del Jurado de tesis que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis por el Bachiller **EDWIN GUIDO VICENTE PAUCAR** de la promoción 2014 –I con N° de matrícula 1471014155, con el título: **EFECTO DEL AGUA DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO CAÑETE EN LOS PARÁMETROS GERMINATIVOS DE SEMILLA DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) 2019.**

Para cumplir con el Art. 31° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Cañete para optar al título profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO.**

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante, declaramos la tesis por: **UNANIMIDAD** [X] **MAYORÍA** [ ]

Calificada como:

DESAPROBADO (0 -10)	APROBADO			
	BUENO (11-13)	MUY BUENO (14 – 16)	SOBRESALIENTE (17 -18)	EXCELENTE (19 -20)
		16		

En consecuencia, queda en condición de ser considerado **APTO** por la Comisión Organizadora – UNDC y recibir el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, de conformidad con lo estipulado en el Art. 32 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Cañete, suscribimos la presente acta en 4 ejemplares.

Imperial, 13 de diciembre del 2019

Dr. MARCO ANTONIO AÑAÑOS BEDRIÑANA
PRESIDENTE

Dra. BETSABE LEON TTACCA
SECRETARIO

Dr. JULIO CÉSAR CHÁVEZ GALARZA
VOCAL

Mg. Sc. MARIO HUMBERTO TAIPE CANCHO
ASESOR

DEDICATORIA

La siguiente tesis está dedicada, para todas las personas que siempre me apoyaron, a mi familia, amigos, docentes y grupo de investigación. También lo dedico a mi universidad querida, del cual estoy muy orgulloso.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios en primer lugar, por brindarme salud, y nunca abandonarme en los momentos difíciles. De igual forma quiero agradecer a mi madre, hermanos, familiares y a mis tres amores Alicia, Talitacumi y Fabio que siempre estuvieron a mi lado, dándome fuerzas para seguir adelante.

Al docente Mg. Sc. Mario Humberto Taipe Cancho, por brindarme su asesoramiento y transmitirme una pequeña parte de su inmenso conocimiento.

Al docente Mg. Wilder Abad Vilchez por formar parte de mi preparación, por su apoyo y consejo que me fortaleció para seguir adelante.

A todo el grupo de investigación del cual soy parte, Mg. Miriam Vilca Arana, Mg. Katherine Sánchez Caycho, Daniel Ramos Ramos, Hider Hurtado Sante, Dayana Alcala Bautista y Lucia Moreyra.

Al docente Ing. Stalin Ambrocio Santiago porque desde que el primer día que dicto introducción a la agronomía, me hizo dar cuenta que esa era mi carrera. Al docente Enrique Yactayo por enseñarme que la biología es fundamental y por sus consejos y apoyo que lograron fortalecerme. A la docente Soledad Yangali y Sulma Gisella Samudio Espinoza quienes también fueron parte de mi preparación como persona, mostrándonos siempre los valores y el respeto mutuo que debe haber entre las personas. Al profesor Guido Lucas Valdez por aportar con sus conocimientos numéricos y de igual manera a agradecer a los profesores Armando Vega y Miguel Vargas.

A los jurados evaluadores Dr. Marco Antonio Añaños Bedriñana, Dra. Betsabe Leon Ttacca y al Dr. Julio Chávez Galarza por ser parte de la avaluación y aporte con sus conocimientos y a todos los docentes en general de la UNDC por fortalecer los conocimientos con tanta experiencia y sabiduría.

Resumen

Las aguas de la cuenca baja del río Cañete, tiene buena apariencia física; sin embargo, ésta debe estar determinada por sus características físicas y químicas, los cuales pueden ser afectadas por el incremento de la población de las urbanizaciones cercanas al río ya que son fuentes de contaminación por descargas de aguas residuales domesticas provenientes de las redes de alcantarillado, por lo que se realizó la investigación con el objetivo de determinar el efecto del agua de la cuenca baja del río Cañete en los parámetros germinativos de semilla de lechuga (*Lactuca sativa*). Para ello se verificaron los parámetros fisicoquímicos temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, potencial de hidrogeniones, nitrato, amonio y fósforo total, en 5 estaciones de muestreo: Puente Catapalla, Puente San Jerónimo, Puente Socci, Puente Clarita y Boca de río, luego en el laboratorio se procedió a realizar diluciones en serie, con un factor de dilución recomendado de 0.5, el cual permitió cubrir un amplio intervalo de dilución: 100; 50; 25; 12.5, 6.25% y agua reconstituida (testigo) para observar el efecto en los parámetros germinativos de semillas de lechuga (*Lactuca sativa*): Crecimiento radicular, elongación del hipocótilo e índice de germinación. La metodología de investigación de post prueba y grupo control en Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 6 tratamientos y 5 bloques. Los resultados demostraron que la estación Puente Clarita obtuvo el índice de germinación y el crecimiento radicular más bajo (62.33% y 36.77% respectivamente). Se concluye que la estación Puente Clarita, mostró una ligera toxicidad (sig.<0.05), a diferencia de las demás estaciones, a pesar que los puntos de muestreo se encontraban expuestos a descargas de agua residual proveniente de los municipios, al determinar los parámetros fisicoquímicos demuestran que están dentro de los límites permisibles de acuerdo Ministerio del Ambiente (MINAM), estos resultados pueden servir como antecedente para llevar un control del grado de toxicidad de las aguas de la cuenca baja del río Cañete.

Palabras clave: Parámetros germinativos, cuenca baja, semilla, toxicidad, inhibición.

Abstract

The waters of the lower Cañete river basin have a good physical appearance, however, this must be determined by their physical and chemical characteristics which can be affected by the increase in the population of the urbanizations near the river since they are sources of pollution due to Domestic wastewater discharges from sewerage networks, so the research was carried out with the objective of determining the effect of water from the lower Cañete river basin on germinative parameters of lettuce seed (*Lactuca sativa*). For this, the physicochemical parameters temperature, electrical conductivity, dissolved oxygen, hydrogenation potential, nitrate, ammonium and total phosphorus were verified in 5 sampling stations: Catapalla Bridge, San Jerónimo Bridge, Socci Bridge, Clarita Bridge and Boca de Rio, then serial dilutions were carried out in the laboratory, with a recommended dilution factor of 0.5, which allowed to cover a wide dilution range: 100; fifty; 25; 12.5, 6.25% and reconstituted water (control) to observe the effect on the germination parameters of lettuce seeds (*L*actuca *sativa*): Root growth, elongation of the hypocotyl and germination index. The post-test and control group research methodology in Randomized Complete Block Design (DBCA) with 6 treatments and 5 blocks. The results showed that Puente Clarita station obtained the lowest germination rate and root growth (62.33% and 36.77% respectively). It is concluded that the Puente Clarita station showed a slight toxicity (sig. <0.05), unlike the other stations, although the sampling points were exposed to wastewater discharges from the municipalities, when determining the parameters Physicochemicals show that they are within the permissible limits of the Ministry of Environment (MINAM) agreement, these results can serve as background to keep track of the toxicity level of the waters of the lower Cañete river basin.

Keywords: Germination parameters, low basin, seed, toxicity, inhibition.

ÍNDICE

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 14

1.1. Situación del problema 14

1.2. Formulación del problema 15

1.2.1. Problema general 15

1.2.2. Problemas específicos 15

1.3. Justificación del problema 15

1.4. Objetivos de la investigación 16

1.4.1. Objetivo general 16

1.4.2. Objetivo específico 16

II. MARCO TEÓRICO 17

2.1. Antecedentes de la investigación 17

2.2. Bases teóricas 19

2.2.1. Origen de la lechuga (*L. sativa*) 19

2.2.2. Taxonomía 19

2.2.3. Morfología 20

2.2.4. Semilla y germinación de lechuga 20

2.2.5. Factores que condicionan la germinación 21

2.2.6. Parámetros de germinación 22

2.2.7. Principales indicadores físicos - químicos de calidad del agua 22

2.2.7.1. Indicadores Físicos del agua 23

2.2.7.2. Indicadores químicos del agua 24

2.2.8. Bioensayos 26

2.2.9. Bioensayo de germinación de semillas 26

2.2.10. Calidad de agua....27
2.2.11. Contaminación del agua....27
2.2.12. Glosario de términos....29
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES....33
3.1. Hipótesis....33
3.1.1. Hipótesis general....33
3.1.2. Hipótesis específicas....33
3.2. Variables....33
3.2.1. Variable dependiente....33
3.2.2. Variable independiente....34
IV. MATERIALES Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN....35
4.1. Materiales para la investigación....35
4.2. Metodología desarrollada en la tesis....35
4.3. Tipo y nivel de la investigación....36
4.3.1. Tipo de investigación:....36
4.3.2. Nivel de investigación:....36
4.4. Método y diseño de la investigación....37
4.4.1. Método....37
4.4.2. Diseño de la investigación....40
4.4.3. Población y Muestra....42
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN....48
5.1. Parámetros físicos y químicos del agua según estaciones de muestreo....48
5.1.1. Parámetros físicos....48
5.1.2. Parámetros Químicos....53

5.2. Porcentaje de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*) 55

5.3. Crecimiento radicular y elongación del hipocótilo de las semillas germinadas de lechuga (*L. sativa*) 59

5.3.1. Crecimiento radicular.....59

5.3.2. Elongación de hipocótilo 62

5.4. Índice de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*) 64

VI CONCLUSIONES.....68

VII RECOMENDACIONES 69

VIII REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....70

IV ANEXOS.....77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones de muestreo y sus coordenadas geográficas de la cuenca baja del río Cañete. 37

Tabla 2. Prueba de homogenidad de varianzas de la variables en estudio 44

Tabla 3. Prueba de normalidad de las variables en estudio 45

Tabla 4. Análisis de varianza de los parámetros físicos del agua de la cuenca baja de río cañete. 48

Tabla 5. Comparaciones múltiples de medias del parámetro físico Temperatura según estaciones de muestreo. 49

Tabla 6. Comparaciones múltiples de medias del parámetro físico Porcentaje de Oxígeno Disuelto (ppm OD) según estaciones de muestreo. 50

Tabla 7. Promedio de los parámetros físicos del agua de las estaciones de muestreo. 52

Tabla 8. Análisis de Varianza de los Parámetros Químicos del agua de la cuenca baja del río Cañete. 53

Tabla 9. Promedio de los parámetros químicos de agua de los puntos de muestreo. ..55

Tabla 10. Análisis de varianza del porcentaje de germinación de semillas de lechuga (L. sativa). 56

Tabla 11. Comparaciones múltiples de medias del porcentaje de germinación de lechuga (L. sativa) según tratamientos. 57

Tabla 12. Comparaciones múltiples de medias del porcentaje de germinación de semillas de lechuga (L. sativa) según estaciones de muestreo. 57

Tabla 13. Estadísticos descriptivos del porcentaje de germinación de semillas de lechuga (L. sativa) (%) 58

Tabla 14. Análisis de varianza del crecimiento radicular de semillas de lechuga (L. sativa). 60

Tabla 15. Comparaciones múltiples de medias del crecimiento radicular de semillas de lechuga (L. sativa) según tratamientos.....60

Tabla 16. Comparaciones múltiples de medias del crecimiento radicular de semillas de lechuga (L. sativa) según estaciones de muestreo. 61

Tabla 17. Estadísticos descriptivos del crecimiento radicular de semillas lechuga (L. sativa) (mm).....62

Tabla 18. Análisis de varianza de la elongación del hipocótilo de semillas de lechuga (L. sativa).....63

Tabla 19. Estadísticos descriptivos de la elongación del hipocótilo de semillas de lechuga (L. sativa) (mm).....64

Tabla 20. Análisis de varianza del índice de germinación de semillas de lechuga (L. sativa).....65

Tabla 21. Comparación múltiples de medias del Índice de germinación de semillas de lechuga (L. sativa) según tratamientos.....65

Tabla 22. Comparación múltiples de medias del Índice de germinación de semillas de lechuga (L. sativa) según estaciones de muestreo. 66

Tabla 23. Promedio del índice de germinación de semillas de lechuga (L. sativa) según estaciones de muestreo y tratamientos.....67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Bioensayo de germinación de lechuga (*L. sativa*).....39

Figura 2. Promedio de los parámetros físicos del agua de la cuenca baja de río Cañete, según estaciones de muestreo.....52

Figura 3. Promedio de los parámetros Químicos del agua de la cuenca baja de río Cañete, según estaciones de muestreo.....55

Figura 4. Promedio del Porcentaje de germinación de semillas (*L. sativa*) según estaciones de muestreo y tratamientos. 59

Figura 5. Estadísticos descriptivos del crecimiento radicular de semillas de lechuga (*L. sativa*) (mm) según estación de muestreo y tratamientos. 62

Figura 6. Estadísticos descriptivos de la elongación del hipocótilo de semillas lechuga (*L. sativa*) (mm) según estación de muestreo y tratamientos. 64

Figura 7. Promedio del índice de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*) según estaciones de muestreo y tratamientos. 67

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación del problema

Actualmente el valle de Cañete posee un gran potencial para el desarrollo de la agricultura, el agua con el que cuenta durante todo el año, favorece a la producción de productos agricolas. La Universiad Nacional de Ica (UNICA, 2002) y Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2002) indican que el valle de río Cañete, tiene 24052 ha cultivadas y se encuentra ubicado en la zona media de la costa central del Perú, al lado sur del departamento de Lima. Según su geografia fisica, esta superficie está conformada por el llano aluvial de la cuenca del río Cañete y los soplillos aluviales de Quilmaná y Conta.

Según Acosta (2009) el río Cañete es parte de la vertiente occidental de los andes, se forma a 4830 msnm de los deshielos del nevado Tilclla, en la cordillera Pichcahuajra, haciendo un recorrido de 219 km para finalmente terminar en la costa central del Pacifico. El área de la cuenca es aproximadamente de 6062 km^2. Según su geografía la cuenca se encuentra entre los 11º58’ a 13º 09’S y los 75º31’a 76º 31’W está compuesto inicialmente de una gran superficie de sedimento donde se acumularon elementos litológicos de origen marino y continental. Presenta un tiempo de precipitación muy corto e intensa durante los meses de diciembre a abril y un periodo muy largo de calor, puede tener lluvias de forma fortuita a lo largo del año. Los que abastecen la zona de muestreo son, en el lado derecho, los ríos Miraflores, Aucampi y Yauyos, y al lado izquierdo los ríos Ali, Laraos, Huantán, Tupe, Cacra (Lincha) y Huangascar.

El agua del río Cañete se caracteriza por tener buena aprariencia fisica y que lo diferencia de otros ríos. Teves (2016) menciona que las propiedades del agua, normalmente son determinadas por sus particularidades físicas, químicas, biológicas y estéticas (apariencia y olor). Las propiedades del agua se ven afectadas por diversos factores como; el incremento de la población, el crecimiento de las urbanizaciones, los cambios en el uso de la tierra, la hidrología, las opciones energéticas y el cambio climático, entre otros.

Asimismo la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2015) indican que una de las primeras causas contaminación de las fuentes de agua, a lo largo de la cuenca de río Cañete y que alteran su calidad son las descargas de aguas residuales domesticas en la parrte alta, que proviene de las redes de alcantarillado que tienen las localidades y las que son manejados por los municipios distritales y provinciales, del mismo modo en la parte baja de la cuenca de río,

descargan las aguas de residuos domesticos municipales, las cuales son manejadas por EMAPA CAÑETE S.A., descargadas directamente al cauce del río Cañete.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto del agua de la cuenca baja del río Cañete en los parámetros germinativos de la semilla de lechuga (*Lactuca sativa* L.) 2019?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuáles son los valores de los parámetros físico químicos del agua según estaciones de muestreo en la cuenca del río Cañete?

¿Cuál es el porcentaje de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*) como efecto del uso del agua de la cuenca del río Cañete, según estaciones de muestreo?

¿Cuál es la longitud de las raíces e hipocótilo de las semillas germinadas de lechuga (*L. sativa*) por efecto del uso del agua de la cuenca del río Cañete, según estaciones de muestreo?

¿Cuál es el índice de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*) como efecto del uso del agua de la cuenca del río Cañete, según estaciones de muestreo?

1.3. Justificación del problema

La provincia de Cañete, cuenta con terrenos y clima favorable para la producción de cultivos de importancia económica, tiene el abastecimiento de agua permanente proveniente del río Cañete, el cual permite producir continuamente, el agua de riego está contaminada con desechos, relaves mineros, residuos de las hidroeléctricas, desagües de comunidades aledañas al río, .las plantas tienen la capacidad de absorber distintos residuos a través del suelo y el agua por tanto, disminuye la aceptación de los productos tanto en el mercado nacional y el extranjero, y afectan principalmente a aquellos que se consumen en fresco, los residuos domésticos municipales pueden alterar distintos parámetros físico químicos del agua, los cuales se verán expresados en el rendimiento y calidad de los productos, de tal manera que impactan negativamente en los ingresos económicos de los productores, la población no demanda hortalizas con características indeseables.

Esta investigación contribuirá socialmente, ya que brindará información del grado de toxicidad de la cuenca baja del río Cañete, y que las autoridades formulen políticas para mitigar la contaminación de fuentes hídricas, por otro lado, tener la información del grado de toxicidad, permitirá sensibilizar a la población sobre el cuidado del recurso hídrico y su utilización en la producción agrícola. Los resultados de la investigación contribuirán con información científicamente validada si existe un grado de toxicidad de las aguas de la cuenca baja del río Cañete y que inhiben la germinación y el desarrollo radicular de las semillas de lechuga y que sirva de base para otras investigaciones en el ámbito agropecuario, ambiental, etc.

La investigación fue viable técnicamente ya que utilizó la técnica de bioensayos en semillas de lechuga (*L. sativa*) el cual actuó como indicador para demostrar el nivel de toxicidad de las aguas de la cuenca baja del río Cañete.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto del agua de la cuenca baja del río Cañete en los parámetros germinativos de semilla de lechuga (*L. sativa*) 2019

1.4.2. Objetivo específico

Determinar los valores de los parámetros físico químicos del agua según estaciones de muestreo en la cuenca baja del río Cañete.

Determinar el porcentaje de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*) como efecto del uso del agua de la cuenca baja del río Cañete, según estaciones de muestreo.

Determinar el crecimiento radicular y la elongación del hipocótilo de las semillas germinadas de lechuga (*L. sativa*) por efecto del uso del agua de la cuenca baja del río Cañete, según estaciones de muestreo.

Determinar el índice de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*) como efecto del uso del agua de la cuenca baja del río Cañete, según estaciones de muestreo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Huanca (2016) determinó la concentración de la inhibición media (CE_{50-96}) y el efecto fitotóxico del Arseniato de Sodio ($NaH_2AsO_4.H_2O$) en la germinación de lechuga (*Lactuca sativa*) mediante bioensayos usando un Diseño Completamente al Azar (DCA) y seis tratamientos con las siguientes concentraciones: 0,01 %; 0,1 %; 1,0 %; 10 % y 100 % además de un testigo. Las variables que evaluó en su investigación fueron el porcentaje de inhibición de la germinación, el crecimiento de la radícula e hipocótilo en relación al testigo. Concluyendo, que la concentración de inhibición media (CE_{50-96}) del arseniato de sodio tuvo un efecto significativo en la germinación de (*L. sativa*) lechuga de 6,72 mg/l y para el crecimiento de la radícula de 0,96 mg/ l, mientras que para el crecimiento del hipocótilo fue de 4,1 mg/ l.

Sánchez y Sánchez (2009) estudió los efectos fitotóxicos que pueden generar los vertimientos de una empresa galvánica, específicamente los vertimientos de Hierro y de Manganeso frente a un sistema de organismos específicos como la semilla de lechuga (*L. sativa*), las cuales simularon el medio de impacto con el agente toxico y los organismos expuestos. Realizaron 120 bioensayos durante el desarrollo del trabajo investigativo, los cuales fueron divididos en tres fases, el primero con 20 pruebas de sensibilidad, para esta prueba se realizaron diluciones de 0.01ppm, 0.1ppm, 1ppm, 10ppm y 100ppm a partir de la muestra de Sulfato de Zinc obtenida para determinar el nivel de inhibición de los organismos expuestos. El segundo contó con 10 pruebas para cada uno de los contaminantes estudiados. La tercera empleó 5 pruebas con los vertimientos, los cuales se realizaron para obtener la concentración de inhibición CE_{50} en que se encuentran los vertimientos analizados. Por medio de estas pruebas se obtuvieron diferentes promedios de germinación en las semillas el cual fue menor que el propuesto dentro de sus características, dándose un crecimiento menor del 85% evidenciando que la exposición con el agente tóxico redujo más de un 15% la germinación de las semillas.

Huamán (2016) determinó la toxicidad del efluente de la laguna de estabilización el espinar mediante bioensayos con (*Daphnia pulex)* y (*L. sativa*), para ello se realizaron diluciones de con un factor de 0.5 para obtener valores de 100, 50, 25, 12.5, 6.25 y 0%, se evaluó la inhibición del crecimiento del hipocótilo y la radícula durante 120 h, luego de 48 h

de exposición, se halló la concentración letal media (CL_{50}), a partir de la cual se calculó el índice de efecto tóxico potencial (IETP). El resultado de los ensayos con (*L. sativa*), mostró mayor inhibición del crecimiento a nivel de radícula en agosto frente a noviembre, el efluente presentó una carga tóxica calificada como "considerable" tanto para agosto como para noviembre del 2015.

Moscoso (2014) determinó la toxicidad de la concentración de aluminio del afluente de la planta potabilizadora del Cebollar en el río Tomebamba, utilizando bioensayos ecotoxicológicos, para evaluar las concentraciones de aluminio residual en dicho efluente. Se realizaron diluciones en serie de 100, 50, 25, 12.5, 6.25 y 0%. Se determinaron las concentraciones de aluminio mediante Espectrofotometría por ICP. Se obtuvieron las concentraciones de aluminio del efluente y de los puntos aguas arriba y abajo del vertido, los caudales del efluente y del río; además, la toxicidad ambiental en los modelos ecotoxicológicos utilizados, calculando los índices CL_{50}, CI_{50}, UT e ICOTOX, los resultados en la estación de muestreo E1 se obtuvo para un nivel de dilución de 100% el crecimiento radicular fue de 2.2 cm, para el 10% de dilución se obtuvo 2.82 cm, luego para 5%, se obtuvo 3.08 cm, después para el 2%, fue de 3.31, luego para el 0.5% el crecimiento radicular fue de 4.13cm y para el tratamiento control fue de 4.28, se observa que a mayor concentración se tiene menor crecimiento radicular. El resultado es similar con las demás estaciones de muestreo E2 y E3, ya que a mayor concentración el crecimiento radicular es menor.

Arguello (2018) evaluó la toxicidad de las aguas de la Cuenca del Río Guayllabamba a través de bioensayos con lechuga (*L. sativa*), utilizando un diseño completamente al azar (DCA), con cinco tratamientos y un testigo. Valoró la respuesta de esta planta con la toxicidad del agua, midiendo las variables de germinación de sus semillas y la elongación de su radícula y epicotilos, los resultados indicaron lo siguiente; El crecimiento radicular mostró menor tamaño en los tratamientos 4 (Río San Pedro con contaminación alta) y 5 (Río Machángara con contaminación alta), con 9 cm y 9.38 cm respectivamente, los cuales se contrastaron con los 11.44 cm del testigo. El menor crecimiento del epicotilo se observó en el tratamiento 5 (Río Machángara con contaminación alta) con 0.79 cm y el índice de germinación más alto se dio en el punto de muestreo 2 (Río San Pedro con contaminación baja) con 99.30% y el menor índice de germinación se observó en el punto de muestreo 5 (Río Machángara con contaminación alta) con70.93%.

ANA (2015) realizaron mediciones *in situ*, de la calidad del agua del río Cañete, estudianto los parametros fisicos en campo como: temperatura (ºC), pH, conductividad electrica y oxigeno disuelto, los cuales fueron medidos con el equipo Multiparametro GAMA ODEON, PONSEL MESURE, ademas de los parametros quimicos y microbiologicos las cuales se analizaron en el laboratorio acreditado por INDECOPI. Los resultados de los analisis fisicos indicaron que en 11 puntos monitoreados se registraron un pH ligeramente basico, lo cual excedian el limite superior al rango establecido, debido principalmente a la influencia de los residuos procedentes de actividades mineras de la cuenca y la interaccion con otros sedimentos ribereños. La demanda bioquimica del oxigeno (DBO), fue de 6.9 mg O_2/l lo cual excede el valor establecido.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Origen de la lechuga (*L. sativa*)

Según Saavedra *et al*. (2017) a principios la lechuga era cultivada rústicamente, en la actualidad no se tiene conocimiento de las especies que aportaron en su evolución que direccionaron a la lechuga (*L. sativa*) actual. Sin embargo, tal como evidencia Vries, 1990; Kesseli y otros, 1991; de Vries, 1997 (como se citó en Saavedra, *et al*., 2017) sería la lechuga (*Lactuca serriola*) uno de sus antecesores directos, debido a los cromosomas de la lechuga (*L. sativa*) y (*L. serriola*) son muy semejantes en forma y se pueden cruzar de forma natural. Vavilov 1992 (como se citó en Saavedra, *et al*., 2017) dice que el lugar originario de la lechuga (*L. sativa*) sea probablemente entre las regiones de Asia Menor y la cuenca del Mediterráneo.

2.2.2. Taxonomía

Luna (2012) menciona, que la lechuga (*L. sativa*) es una planta dicotiledónea, autógama y anual, perteneciente a la familia Asteraceae. Actualmente son muchos los tipos y cultivares. Las variedades de lechuga (*L. sativa*) se clasifican en grupos de acuerdo al orden de las hojas en completo desarrollo (si desarrollan o no cogollo).

De acuerdo a Barrios (como se citó en Huanca, 2016) la lechuga (*L. sativa*), tiene la siguiente clasificación taxonómica.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Sub Clase: Asteridae

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Lactuca*

Nombre científico: *Lactuca sativa*

Nombre común: Lechuga

2.2.3. Morfología

De acuerdo a Di Benedetto (como se citó en Agüero, 2011) la lechuga se diferencia por tener una raíz superficial es raro que sea mayor a los 25 cm bajo el suelo. Su raíz es de tipo pivotante y con mucha ramificación lateral. El tallo es cilíndrico, corto y ramificado. Las hojas tienen forma de roseta, con separación al inicio. Dependiendo la variedad, se pueden mantener en todo su desarrollo (variedad romana), a diferencia de otros que se compactan formando una cabeza (o cogollo). Las hojas tienen muchas formas y texturas, con borde ondulado, liso o aserrado, depende de la variedad. En fase fenológica madura (antes de la floración) la parte del medio se abre para dar salida al tallo cilíndrico y ramificado con hojas y capítulos foliares.

2.2.4. Semilla y germinación de lechuga

2.2.4.1. Semilla

Según Morales y Blanco (como se citó en Huanca, 2016) la semilla es de forma aplanada y abobada, su longitud varía de 2 a 4 mm. Se disemina muy facil por el viento debido a que en la base de la semilla se encuentra el papus o vilano plumoso, el cual se separa facilmente quedando el aquenio (semilla libre y limpia).

2.2.4.2. Germinación

Según Burgin (2002) durante la germinación se da una serie de pasos, que inicia con el ingreso del agua en la semilla, seguido del crecimiento del eje embrionario hasta concluir con emergencia de la radícula de las semillas en general. El ingreso del agua en las semillas comprende de tres fases. Primera fase en la imbibición ocurre la primera entrada de agua como resultado de las fuerzas métricas. En la segunda fase ocurre la diferencia por el equilibrio del ingreso del agua, en esta fase los procesos metabólicos se enfocan en preparar la emergencia de la raíz de la semilla. En la tercera fase emerge la raíz, solo entran en esta fase aquellas

semillas que cumplen los requerimientos mínimos descritos. De igual manera Saavedra *et al*. (2017) dice que esta semilla de lechuga se embebe con agua y se activa una serie de mecanismos fisiológicos con los que se inicia el proceso de germinación.

2.2.5. Factores que condicionan la germinación

a) Imbibición

De acuerdo a Saavedra *et al*. (2017) nos dice que la primera fase de la germinación de la lechuga es la imbibición del agua que penetra e hidrata las células, una vez impulsadas, inicia el desarrollo radicular hasta romper el tegumento, comenzando así la elongación, seguidamente aparecen los cotiledones. Este proceso es de división celular de los tejidos, todo depende de las reservas de la semilla y de la humedad.

b) Temperatura

Tambien Saavedra *et al*. (2017) afirma que la otra fase de vital importancia en la germinación de lechuga es la temperatura. El proceso germinativo de la lechuga sucede en un nivel óptimo de 18 ºC a 21 ºC. Las temperaturas que exceden los 26 ºC pueden detener su desarrollo, esto es nombrado termodormancia. El tiempo de termodormancia va obedecer a la variedad y el tipo de semilla.

c) Humedad Relativa

Según Jaramillo, Aguilar, Tamayo (2016) escribe que la radícula de la lechuga (*L. sativa*) es muy corta, en relación de la parte aérea, la cual es muy débil ante la falta de agua y no tolera una sequía, por muy corta que sea. La humedad relativa (HR) ideal para la lechuga es de 60% a 80%, el exceso de humedad puede favorecer a los patógenos.

d) Latencia de la semilla

De igual forma la Jaramillo, Aguilar, Tamayo (2016) explican que terminada la cosecha se mantiene latente la semilla de lechuga en un tiempo diferente, no inicia la germinación sin antes romper la latencia, se debe a la presencia de una membrana que cubre a la semilla y no permite la salida de gases, el H_2O y la luminosidad, cuando es fresco. A mayor tiempo de la cosecha la semilla mejora su permeabilidad membranosa y es mayor la germinación.

2.2.6. Parámetros de germinación

2.2.6.1. Porcentaje de germinación

De acuerdo a Quiroga (2016) el porcentaje de germinación se obtiene del número de semillas germinadas respecto al número de semillas totales de las unidades experimentales, dicha relación es expresada en porcentaje.

2.2.6.2. Índice de germinación

De acuerdo a Rodríguez *et al*. (2014) el Índice de Germinación (IG) permite conocer la germinación relativa de las semillas por el crecimiento respectivo de la raicilla. Es un indicador de la correlación de los procesos que impulsan o detienen la germinación, las causas que permiten o detienen el crecimiento de la raicilla. El índice de germinación da a conocer tanto el porcentaje de semillas nacidas como el porcentaje del crecimiento de la radícula.

a) Germinación relativa de semillas (GRS)

El GRS representa el porcentaje de semillas germinadas en el agua de los diferentes sitios de estudio con respecto a aquellas germinadas en el testigo.

b) Crecimiento relativo de la radícula (CRR)

El CRR representa el porcentaje de crecimiento de la radícula de las semillas expuestas a las aguas de los diferentes sitios de estudio con respecto a aquellas del lote testigo.

2.2.6.3. Longitud de la radícula y del hipocótilo

De acuerdo a Sánchez y Sánchez (2009) la radicula y el hipocotilo se pueden medir de forma directa en los dos lados de la semilla, lado inferior la radícula y lado superior el hipocótilo, el cual puede tener variaciones en su composición, como disminución de dimensión, reducción de plántula e inhabilitación del núcleo. Tal medida de la semilla puede indicar diferentes efectos.

2.2.7. Principales indicadores físicos - químicos de calidad del agua

Tal como describe Villegas (como se citó en Castilla 2014) los indicadores corresponderían ser expresados bajo el concepto de sostenibilidad dentro de un proceso lógico,

combinando los temas sociales, ecológicos y económicos. Esto se precisa ante un contexto único y dentro de un escenario determinado.

Así mismo Matos (2015) afirma que las propiedades físico - químicas del agua, permiten ser un gran disolvente de sustancias inorgánicas y orgánicas, así tengan diferentes naturalezas positivas o negativas, de tal manera que podemos encontrar en ella diferentes sustancias que cambian sus características. Es necesario agregar a su característica de dilución la capacidad de desarrollar vida en ella, lo que lo hace un sistema complicado por ello se tiene que hacer análisis cualitativo y cuantitativo con el fin de demostrar el grado de daño que sufre y seguidamente como esta modificada sus propiedades.

Asimismo, Castilla (2014) indica que las medidas de calidad de agua difieren según su origen ya sea químico, biológico o físico, por motivos especialmente antropocéntricas como por ejemplo el uso de la tierra. En el cual se alude al oxígeno disuelto, fosfato, nitrato, pH, turbidez, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno, coliformes fecales y solidos totales. Los indicadores que se tomen en cuenta dependerá del tipo de estudio que se realice al agua de la cuenca ya sea para consumo humano, riego de vegetales, recreación, etc.

2.2.7.1. Indicadores Físicos del agua

Los parámetros físicos del agua y sus límites máximos permisibles para riego de vegetales, se detallan a continuación.

a) Conductividad eléctrica (CE)

De acuerdo a Minaya (2017) detalla que normalmente el agua tiene una conductividad eléctrica (CE) baja, por ser más proporcionado a sus conjuntos y peculiaridades de los electrolitos que están en el agua (iones libres). De tal forma se usan los datos de conductividad como rango cercano de agrupación de solutos, la (CE) se puede alterar por la temperatura o la estructura del lecho. Según el MINAM (2017) el límite máximo permisible de conductividad eléctrica para riego de vegetales es de 2500 μS/cm.

b) Temperatura

De acuerdo a Sotil y Flores (2016) dicen que uno de los parámetros importantes del agua es la temperatura, ya que permite el progreso de la vida en el agua, y la rapidez de reacciones químicas. Es un determinador de la calidad del agua, que interviene en otros

indicadores del medio acuático, como en la falta de oxígeno, la absorción del oxígeno, la precipitación de agregados, el pH, el desarrollo de depósitos, purificación y proceso de mezclas, la conductividad eléctrica, sedimentos y filtrados, y la floculación. Diversos factores medio ambientales pueden causar la variación continua del agua. El MINAM (2017) describe que para que sobrepase el límite máximo permisible para riego de vegetales debería existir una variación de 3 ºC con respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

De igual forma Pérez (2017) describe que la temperatura del agua, es un factor abiótico importante, que influye directamente en la regulación de los procesos vitales de los organismos acuáticos. Afecta las propiedades químicas y físicas de otros factores abióticos en el ecosistema acuático como son: la solubilidad de nutrientes y gases, el estado físico de nutrientes y el grado de toxicidad de compuestos químicos sintetizados.

2.2.7.2. Indicadores químicos del agua

De acuerdo a Sotil y Flores (2016) refieren que el agua (H_2O) denominado solvente universal y los parámetros químicos enlazados con la capacidad del agua, son capaces de diluir muchas sustancias. Los indicadore químicos del agua son detallados a continuación:

a) Oxígeno disuelto (OD)

Según la Autoridad Nacional del Agua (ANA) (2018) es un indicador principal para calcular la calidad del agua de la superficie, su representación en el agua se da por la contribución del O_2 del ambiente y de la acción biológica del agua. El (OD), es un indicador atmosférico importante, ya que consiste y muestra la capacidad que tiene el agua para retomar su curso y sustentar de vida hídrica. El MINAM (2017) indica que el límite máximo permisible del oxígeno disuelto no puede ser ≥ 4 mg/L.

b) Nitrato

También Minaya (2017) declara que el nitrato es un contaminante habitual que se localiza en el H_2O y que puede causar daños peligrosos si se llega a ingerir en niveles altos. El nitrato no tiene color ni olor. Grandes cantidades pueden contaminar las fuentes del agua consumible, las bajas concentraciones no tienen efectos. El compost, el fertilizante, el estiércol y los silos aportan con los nitratos mediante los lixiviados. De acuerdo al MINAM (2017) el

límite máximo permisible del nitrato en agua riego de vegetales no puede ser mayor a 100 mg/L.

c) Potencial de Hidrogeno (pH)

La opinion de Alvarez, *et al*. (2006) manifiesta que el potencial de hidrogeno (pH) del agua se basa en la proporción de carbono y la acción importante de los microorganismos del agua. La continuidad de la proporción de carbonos en el H_2O y la siguiente disolución de carbonato e insolubilidad de bicarbonatos, cambian de manera drástica el potencial de hidrogeno (pH) de cualquier H_2O. De igual forma la respiración de los organismos heterótrofos promueven el CO_2 cambiando el potencial de hidrogeno (pH) del agua. Según el MINAM (2017) el límite máximo permisible de pH para agua de riego de vegetales es de 6.5 a 8.5.

d) Amonio

Asimismo Fernandez y Vázquez (2006) asegura que la presencia del amonio ayuda a la propagación microbiana, la localización en grandes cantidades de agua, determina una posible polución cercana. Se debe tener en cuenta que la sola representación del nitrito y amonio en el agua no se debe considerar como conclusión de polución sin haber evaluado los posibles motivos de su presencia, dado que en un acuífero los entornos de oxidación no son siempre propicios, los iones que ingresaron de forma natural al acuífero, pueden estar en un determinado tiempo de forma equilibrada con su carácter oxidada, el NO_3^-. De acuerdo al MINAM (2017) no tiene un valor como límite máximo permisible en el caso de agua para riego.

e) Fosforo

Según Fernández (2007) el fosforo participa en diferentes reacciones en el interior de la célula ya que está integrada a las moléculas que reservan el adenosin trifosfato (ATP), es por ello que es de vital importancia para la formación de nuevas células, un ejemplo claro es la formación de raíces en la germinación.

De acuerdo con Carrillo y Urgilés (2016) el fosforo en su forma química es muy dañino, por lo que se asimila normalmente como fosfatos. De la misma manera Alvarez *et al*. (2006) relata que el fosforo (P) en una fuente de agua (H_2O) puede provenir de: a) Liberación de fosforo de sedimentos y minerales, b) escorrentía de terrenos con contenido de residuos

ganaderos o de agricultura, c) aguas grises del hogar dirigidas a fuentes de aguas naturales. En este último punto se puede incluir los detergentes utilizados en la limpieza del hogar. Los residuos domésticos aportan en el 50% del fosforo encontrado en aguas contaminadas. Según el MINAM (2017) para el uso del agua de riego de vegetales no establecen un valor mínimo o máximo permisible.

2.2.8. Bioensayos

Conforme a García y Pezo (2011) los bioensayos facilitan la evaluación del daño de cuerpos vivos por acción de una sustancia química, normalmente son de dos formas: crónico y agudo. Los bioensayos crónicos calculan el efecto medio ($CE_{50)}$ o la concentración de efectos no observables (NOEC) de un compuesto en estudio que origina un daño desigual en la muerte de una población de estudio. Los ensayos agudos miden mediante datos las agrupaciones letales de un xenobiotico a una determinada especie, el resultado final se define como concentración letal media (CL_{50}) y pertenece al conjunto de tóxicos que causan la muerte del 50% de la población en experimento en un determinado tiempo.

2.2.9. Bioensayo de germinación de semillas

Tambien Moscoso (2014) da a entender que són ensayos de importancia ya que estima el nivel de toxicidad que se nuestra en la inhibición de la germinación y el crecimiento radicular (efecto toxico) en la semilla a diferentes cantidades del toxico, aparte de dar a conocer la elongación radicular (efecto poco toxico). Nombrados parámetros fitotóxicos. Normalmente las pruebas de toxicidad en semillas facilitan datos probables de contaminantes y efectos tóxicos en determinadas plantas, muy cerca a los cuerpos contaminados.

Según lo redactado en Bohórquez y Campos (2007) para poder determinar los beneficios del uso de bioensayos como pruebas vegetales, es indispensable ejecutar ensayos con agua de distintos puntos o lugares con variabilidad de contaminación.

Asimismo Huamán (2016) menciona en forma general que en los bioensayos se establece, la inhibición de la germinación y el crecimiento de la raíz y del hipocótilo del vegetal, ya que esos parámetros son representativos para calcular la capacidad de establecerse y desarrollare, eso nos permite calcular el efecto dañino de las sustancias solubles actuales en niveles mínimos, no retrasaría la inhibición de la germinación, pero si podría retrasar la división celular de la radícula e hipocótilo.

De igual manera Sobrero y Ronco (2004) afirman que la evaluación del efecto toxico permite tener información más detallada, de posibles cambios del agua, de tal forma que el retraso del crecimiento de la radícula e hipocótilo se establezca como indicador sub letal de alta sensibilidad para la estimación de daños biológicos en las plantas, contribuyendo con datos complementarios al objetivo a estudiar en el efecto de la germinación.

2.2.10. Calidad de agua

Como explica Casilla (2014) la calidad del agua son parámetros, el cual puede señalar los diferentes usos que puede tener como: agrícola, industrial, doméstico o recreativos. En pocas palabras son un conjunto de particularidades del H_2O que pude variar en su adaptación a un solo uso, proporción de escases del usuario y la calidad el agua. De la misma manera se pude describir por la cantidad de gases y sólidos, que se encuentren en el medio o suspensión. El MINAM (2017) en DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, el 07 de junio del 2017 se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos. Según Villegas (2017) Este método se nombró Índice de Calidad de Agua (ICA) es un método atributivo que permite comparar los grados de polución en diferentes lugares. Tiene como definición general el grado de polución que existe en el agua al tiempo de ser muestreado, determinado como proporción de agua sin contaminantes. El agua que se acerque o sea igual al 0% será nominado altamente contaminado, el que sea igual o cerca al 100% será agua de muy buena calidad.

2.2.11. Contaminación del agua

De acuerdo a Teves (2016) nos indica que la polución de un medio acuático modifica la calidad del agua, puede producir problemas como, daños a los cuerpos vivos, daño a la salud del hombre, obstaculizando actividades acuícolas e interrumpiendo las actividades económicas del riego y el suministro de H_2O para las empresas industriales. De igual manera explica que el agua que regresa de los campos agrícolas contienen diferentes contaminantes como

pesticidas, sales y fertilizantes de las municipalidades, residuos farmacéuticos, detergentes, basura, al igual que las grandes hidroeléctricas que vierten agua a elevadas temperaturas y las industrias que también aportan con gran cantidad de contaminantes.

2.2.11.1. Tipos de contaminantes

Según la tesis de Castilla (2014) existen dos tipos de contaminación del agua que va a ser dependiendo de su origen:

Contaminación puntual: va a ser aquel que descargue el agua en una vertiente natural, y va a proceder de una fuente determinada, normalmente puede ser un conducto o dique. Esto va a permitir que en este punto el agua pueda ser tratada, examinada o controlada. Es habitual que este tipo de contaminantes esté asociada a las aguas negras de los municipios y a las industrias.

Contaminación difusa: va a ser aquella contaminación que se produce en un área libre, no cuenta con una fuente específica, habitualmente este tipo de contaminación se agrupa con el uso de la tierra y algunas actividades como la agricultura, el pastoreo, urbanizaciones y determinadas prácticas forestales.

2.2.11.2. Categoría de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua de riego de vegetales

De acuerdo al MINAM (2017) la categoría Riego de vegetales (Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas se tiene el agua para riego no restringido denotado como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

2.2.12. Glosario de términos

Bioensayo

Se puede definir como ensayos donde el poderío o fuerza de una sustancia se mide en relación con los resultados expresados de organismos activos o sistemas vivos.

Contaminante

Se detalla como la presencia de algún agente biológico, físico, químico o mezclas entre ellas, en sitios, estructuras y cantidades con tal permanencia que puedan afectar o deteriorar la salud de las personas, vegetales y animales.

Ensayo de toxicidad

Un ensayo de toxicidad es el valor de los resultados de un elemento o combinación aplicados a un determinado grupo de organismos escogidos bajo situaciones bien definidas.

Índices de toxicidad

Son los resultados de muchos ensayos de toxicidad como valor numérico único que especifica a la muestra según categorías

Protocolo

Son determinadas reglas o secuencias de un ensayo o estudio, que se ha realizado en convenio entre dos partes y ha sido detallado en un escrito.

Replicado

Si tenemos una determinada dilución, las repeticiones son unidades separadas o independientes de dicha dilución.

Toxicidad aguda

Es el resultado desfavorable (letal o sub letal) aplicado a organismos de ensayo, en el cual un material de ensayo ha sido puesto a prueba, normalmente en un corto tiempo.

Toxicidad crónica

Son los resultados desfavorables que se puede medir a largo plazo, se relaciona con el desarrollo, capacidad de sobrevivir o cambio en el metabolismo.

Semilla

La semilla es el embrión que se forma a través de la ovocélula que se fecunda, cuenta con una protección que se desarrolla a partir del tegumento del ovulo.

Imbibición

Específicamente se refiere a cuando la semilla absorbe el agua, para luego iniciar una serie de reacciones enzimáticas.

Germinación

Inicia cuando la semilla absorbe el agua, continuando con la división celular y crecimiento del eje embrionario hasta que termina con la emergencia de la raíz de la semilla.

Elongación

Ocurre por la división de células del meristemo, al dividirse la células inicia una diferenciación por el alargamiento.

Meristema

El meristema está conformado por células no especializadas que se separan para crear más células y tejidos, las células que forman parte del meristema son llamadas células embrionarias.

Oxígeno disuelto

Parámetro que describe la medida del oxígeno disuelto, que se encuentra en ese momento en el agua. La cantidad de oxígeno disuelto en el agua depende de la temperatura y la presión que tenga la atmosfera.

Conductividad eléctrica

Es el parametro que describe la medida de la capacidad que tiene la solucion de trasmitir corriente eléctrica, se obtienen en microsiems/cm (µS/cm), la conductividad depende de la temperatura, de la concentración, valencia, movilidad y presencia de iones.

Trasparencia del agua

Es el punto de visivilidad limite de un cuerpo de agua, es necesario para poder calcular el espesor de la zonas trofogénicas, de muchos cuerpos de agua.

Temperatura

Es uno de los parámetros más importantes del agua, ya que influye en muchos procesos como, la actividad biológica, la desinfección, formación de depósitos, deterioro de compuestos y distintos procesos de mesclas.

pH

El potencial de Hidrógeno se clasifica como acida, neutra y basica, el resultado varia cuando los iones de Hidrógeno se exceden o disminuyen sobre los iones de Hidróxido. La cantidad de ion de Hidrógeno es un parámetro de calidad del agua residual o natural.

Nitratos

El nitrato es una combinación soluble que comprende de nitrógeno y oxígeno. Normalmente el nitrito (NO2-) se convierte en nitrato ((NO3-) lo que nos da a entender que el nitrito no se encuentra mucho en las fuentes de agua.

Fosfatos

El ion fosfato (PO_4^-) se crea a partir del fósforo inorgánico que se encuentra como mineral y aporta claramente en el ciclo de este elemento en el ambiente. De igual forma se puede encontrar como fragmentos, partículas o cuerpo de organismos acuáticos.

Quiescencia

Es la inhibición de muchos procesos metabólicos, uno de ellos es la respiración, el cual casi no se detectan, tiene el propósito de conservar diferentes orgánulos de la semilla y a la semilla en sí.

Cubierta seminal

La cubierta seminal cuando empieza el desarrollo, funciona como sumidero permitiendo el pase de proteínas y almidón, antes de que el embrión empiece a almacenar otras sustancias.

Tegumento

Es la parte de la semilla que cubre o protege a la semilla, el espesor depende del tipo de semilla, puede tener color oscuro o claro, su principal función es de proteger a la semilla en su periodo de vida.

Cotiledones

Es el lugar donde se almacenan las reservas necesarias para formar una planta, algunas semillas como los cereales lo almacenan en otro lugar llamado albumen y es por ello que sus cotiledones son más pequeños.

Endospermo

Es el almacén de todos los nutrientes, básico para la germinación, rodean al embrión y es necesario para el crecimiento de las plántulas.

Embrión

El embrión se encuentra rodeado por sustancias de reserva endospermo o albumen que al crecer y desarrollarse da lugar al fruto. Está formado a partir de la reproducción sexual de los óvulos de las flores.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

Existe diferencia significativa en los parámetros de germinación de semillas de lechuga (*Lactuca sativa*) como efecto del agua de la cuenca baja del río Cañete.

3.1.2. Hipótesis específicas

Se plantea que los valores de los parámetros fisicoquímicos del agua de la cuenca baja del río Cañete, difieren significativamente según estaciones de muestreo.

El uso del agua de la cuenca baja del río Cañete tiene efecto negativo en el porcentaje de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*).

Existe diferencia apreciable en el crecimiento radicular y elongación del hipocótilo de las semillas germinadas de lechuga (*L. sativa*) como efecto del uso del agua de la cuenca baja del río Cañete.

El agua de la cuenca baja del río Cañete tiene efecto directo en el índice de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*).

3.2. Variables

3.2.1. Variable dependiente

VD: Parámetros de germinación de la semilla de lechuga (*L. sativa*)

Indicadores de la variable dependiente

V1: Crecimiento radicular (mm)

V2: Elongación del hipocótilo (mm)

V3: Índice de germinación (%)

V4: Porcentaje de semillas inhibidas (%)

3.2.2. Variable independiente

Parámetros fisicoquímicos del agua de las estaciones de muestreo de la cuenca del río Cañete.

Indicadores de la variable independiente

1: Temperatura	(Cº)
2: Oxígeno disuelto	(mg/L)
3: Conductividad eléctrica	(µS/cm)
4: pH	(Unidad de pH)
5: Nitratos	(mg/L)
6: Amonio	(mg/L)
7: Fosforo	(mg/L)

Concentraciones del agua de la cuenca del río Cañete

T1: nivel de dilución 100%	%
T2: nivel de dilución 50%	%
T3: nivel de dilución 25%	%
T4: nivel de dilución 12.5%	%
T5: nivel de dilución 6.25%	%

IV. MATERIALES Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

4.1. Materiales para la investigación

Bienes y equipos

- Cámara de germinación TECNAL modelo TE-402
- Estereoscopio EUROMEX modelo EDU BLUE
- GPS GARMIM – eTrex 10
- Equipo multisensor modelo Hanna HI 98194

Insumos y materiales

- Semillas de lechuga (*Lactuca sativa*)
- Placa Petri de 12 cm de diámetro
- Baldes de plástico de 20 litros
- Reglas de vernier digital TRUPER CALDI – 6PM
- Guantes industriales
- Beaker
- Vaso precipitado
- Recipientes
- Cooler grande
- Pinzas de aluminio
- Etiquetas
- Agua des ionizada
- Papel de filtro
- Lámpara – Lupa

4.2. Metodología desarrollada en la tesis

Ubicación geográfica del experimento

Altitud: 85 msnm

Latitud: 13º03’50.44” S

Longitud: 76º21’04.04” O

Ubicación política del experimento

Región: Lima

Provincia: Cañete

Distrito: Imperia: Laboratorio de biología CNI, Imperial

4.3. Tipo y nivel de la investigación

4.3.1. Tipo de investigación:

En cuanto a su finalidad, el estudio fue de tipo básico ya que se utilizó las semillas de lechuga como bioindicador para determinar la calidad de agua proveniente de la cuenca baja del río Cañete, los resultados servirán como aporte al conocimiento teórico.

En cuanto al alcance de sus objetivos fue experimental puro, ya que se manipuló las concentraciones del agua de la cuenca baja del río Cañete (Según estación de muestreo) para medir su efecto en las variables dependientes: Parámetros de germinación de la semilla de lechuga (*L. sativa*).

En cuanto al estudio de las variables fue de tipo cuantitativo, porque las variables y sus correspondientes indicadores en estudio: crecimiento radicular, elongación del hipocótilo, índice de germinación, porcentajes de semillas inhibidas son tangibles y fueron medidos en el sistema internacional de medida.

4.3.2. Nivel de investigación:

En cuanto al nivel de investigación fue descriptivo, ya que se describió el comportamiento de las variables en estudio tal y como se observa en la realidad dando a conocer dichas características en el capítulo de resultados mediante la utilización de las tablas y gráficos de la estadística descriptiva.

Fue explicativo porque se dio a conocer el comportamiento de las variables parámetros de germinación de semillas de lechuga como efecto del uso del agua de la cuenca baja del río Cañete. Es decir, se estableció la relación causa-efecto, mediante la utilización del análisis de varianza en un diseño en bloque completo al azar.

En cuanto a su temporalidad fue transversal ya que las observaciones de las variables en estudio se realizaron en un solo momento del tiempo, época de lluvia 2019.

4.4. Método y diseño de la investigación

4.4.1. Método

El método fue cuantitativo experimental comprendió de tres etapas:

Etapa 1: Método de muestreo y tratamiento de las muestras

En la tabla 1 se presenta los cinco puntos de muestreo, de la cuenca del río Cañete, los cuales se identificaron mediante GPS GARMIN eTrex 10 tomando en consideración que dichos puntos representan la mayor extensión de área agrícola del valle de Cañete y que está expuesto a vertimientos de residuos domésticos. En dichos puntos se tomaron muestras de agua para dar cumplimiento a los objetivos planteados.

Tabla 1.

Estaciones de muestreo y sus coordenadas geográficas de la cuenca baja del río Cañete.

Nombre de la estación de muestreo	Estación de muestreo	Coordenadas geográficas Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Puente Catapalla (E1)	CT	12º 55’ 05.3328’’ S	76º 06’ 33.2771’’ W	554
Puente San Jerónimo (E2)	SJ	13º 00’ 19.4436’’ S	76º 10’ 05.4735’’ W	362
Puente Socci (E3)	SC	13º 01’ 23.9268’’ S	76º 11’ 37.9231’’ W	320
Puente Clarita (E4)	CL	13º 07’ 10.4340’’ S	76º 21’ 25.3799’’ W	70
Boca del Río (E5)	BR	13º 07’ 18.9984’’ S	76º 24’ 02.0229’’ W	11

Fuente: Elaboración propia, GPS GARMIN eTrex 10

Con el agua de los puntos de muestreo de la tabla 1, se obtuvo los parámetros físicos y químicos los cuales se describen a continuación:

a) Parámetros físicos

Previamente a la medición de los parámetros fisicos la sonda del equipo multiparametro modelo Hanna HI 98194 fue calibrada mediante el uso de soluciones buffer HI7007 cuyo pH fue de 7.01 ± 0.01 a 25ºC desupués, a una distancia de 1 metro de la orilla se procedió a colocar las sondas del equipo multiparametro para medir por triplicado las variables de pH,

temperatura del agua (ºC), conductividad (μScm^{-1}) y oxígeno disuelto (mg/l) en cada uno de las estaciones de muestreo de la tabla 1.

b) Parámetros químicos

Para la obtención de los parámetros químicos se encargó el análisis al laboratorio de Química Agrícola del Instituto Valle Grande, para lo cual previamente se obtuvo la muestra de agua a un metro de distancia de la orilla. La recolección de la muestra fue en botellas de plástico de 500 ml el mismo que fue enjuagado con el agua de río tres veces, luego llenado y transportado en un cooler a 4 ºC con ayuda de geles congelados hasta llegar al laboratorio el mismo día. El laboratorio reportó los resultados del análisis de Nitrato mediante el método (SM4500-N03-1-D) y la técnica (electrométrico), el Amonio mediante el método (UNE 77028:1983) y la técnica (volumétrico), el Fosforo total con el método (SM4500-P B, E) y la técnica (colorimétrico) (anexo 6).

Etapa 2: Acondicionamiento de los tratamientos y unidades experimentales.

En el laboratorio se inició con la rotulación de las placas petri, identificando los tratamientos y las repeticiones de las cinco estaciones de muestreo, luego se procedió a realizar diluciones en serie del agua de río, con un factor de dilución recomendado de 0.5, el cual permitió cubrir un amplio intervalo de dilución: 100; 50; 25; 12.5 y 6.25%, además de tener un control para el ensayo que fue agua reconstituida (AR). Por cada recipiente con las diluciones antes descritas e incluyendo la muestra control, se tuvo cinco réplicas de acuerdo a lo establecido con Castillo *et al*. (2004).

El ensayo de toxicidad aguda se realizó con semillas de lechuga (*L. sativa*), las cuales fueron adquiridas de semillerías locales con alto poder germinativo, mayor al 90%, luego 20 semillas de lechuga de tamaño y apariencia uniforme fueron colocadas en papel filtro de 90 mm dentro de las placas petri de 100 ml agregando 5 ml de cada tratamiento por unidad experimental, después se guardaron en una cámara de germinación a una temperatura de 20±2°C y que mantenía la oscuridad por un periodo de 120 horas, transcurrido dicho tiempo se procedió a medir los parámetros germinativos de las semillas de lechuga según lo establecido en Castillo *et al*. (2004).

En la figura 1 se muestran los seis tratamiemtos (diluciones) y las cinco repeticiones que se desarrollarón por cada punto de muestreo (total cinco puntos de muestreo).

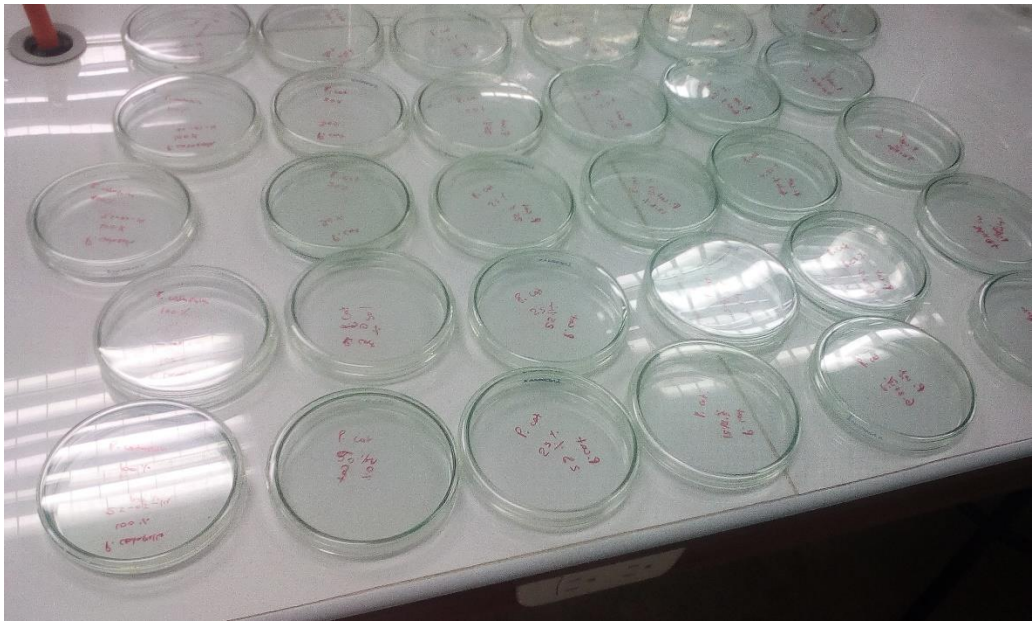


Figura 1. Bioensayo de germinación de lechuga (L. sativa)

Etapa 3: Medición de las variables en estudio

a) Porcentaje de germinación

Los datos se obtuvieron por observación después de 120 horas de la aplicación de los tratamientos se contaron el número de semillas germinadas respecto al número de semillas totales de las unidades experimentales, los resultados se expresaron en porcentaje y fue calculada mediante la fórmula:

$$PG\% = \frac{n}{N}\ x\ 100$$

PG% = porcentaje de germinación

n = número de semillas germinadas

N = número de semillas sembradas

El método para determinar el porcentaje de germinación de semillas acoge la propuesta de Castillo *et aL*. (2004).

b) Crecimiento radicular

Se midió a las 120 horas después de la instalación del experimento se utilizó vernier digital TRUPER CALDI - 6MP con el cual se midió la longitud de las raíces desde

el nudo del hipocótilo hasta el final de la radícula anotando los resultados en milímetros (mm) en la ficha de registro de datos (Anexo 4)

c) Elongación de hipocótilo

Se midió con vernier digital a las 120 horas después de la instalación, los datos fueron obtenidos midiendo el hipocótilo desde el nudo donde inicia la raíz hasta el inicio de los cotiledones, anotando los valores en mm según los tratamientos en las fichas de datos del anexo 4.

d) Índice de germinación

Previamente se ha determinado la germinación relativa de semillas (GRS) de lechuga mediante la expresión propuesta por Rodríguez *et al*. (2014)

$$\text{GRS (\%)} = \frac{\text{Número de semillas germinadas con la muestra de agua problema}}{\text{Número de semillas germinadas en agua dura (testigo)}} \text{ x } 100$$

Seguidamente se continuó calculando el crecimiento relativo de radícula (CRR) mediante la expresión propuesta por Rodríguez *et al*. (2014)

$$\text{CRR (\%)} = \frac{\text{Longitud promedio de la radícula con la muestra de agua problema}}{\text{Longitud promedio de la radicula en agua dura (testigo)}} \text{ x } 100$$

Finalmente se obtuvo el índice de germinación – IG (%) mediante la expresión propuesta por Rodríguez *et al*. (2014)

$$\text{IG (\%)} = \frac{\text{GRS x CRR}}{100}$$

4.4.2. Diseño de la investigación

La investigación fue con post prueba y grupo control en un Diseño de Bloques Completos al Azar con 6 tratamientos distribuidos en 5 bloques, siendo el diseño de investigación el siguiente:

RUE1 X1 O1

RUE2 X2 O2

RUE3 X3 O3

RUE4 X4 O4

RUE5 X5 O5

RUE6 --- O6

Donde:

R: Asignación aleatoria, es decir que las unidades elementales fueron asignadas de manera aleatoria a las unidades experimentales

UEi: Unidades experimentales

Xi: Tratamiento, estímulo o condición experimental

Oi: Una medición de las variables de las unidades elementales.

--- : Ausencia de estímulo (nivel cero en la variable independiente)

Diseño experimental

Fue en Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) de 6 tratamientos en 5 bloques y 5 repeticiones por tratamiento dispuestos aleatoriamente, los tratamientos en estudio fueron:

T1: nivel de dilución 100%

T2: nivel de dilución 50%

T3: nivel de dilución 25%

T4: nivel de dilución 12.5%

T5: nivel de dilución 6.25%

T6: Testigo (Agua reconstituida)

Los bloques en estudio fueron:

Bloque I: Estación de muestreo Puente Catapalla

Bloque II: Estación de muestreo San Jerónimo

Bloque III: Estación de muestreo Puente Socci

Bloque IV: Estación de muestreo Puente Clarita

Bloque V: Estación de muestreo Boca de río

Los resultados tienen un arreglo en el modelo lineal como sigue:

$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + e_{ijk}$

Donde:

i = Tratamientos 1,2,3…nt

Y_{ijk} = Observación realizada en el tratamiento i y bloque j y repetición k

T_i = Efecto de los tratamientos

B_j = Efecto de los bloques

e_{ijk}= efecto aleatorio del error, asociado a los tratamientos i, bloque j y repeticiones k

El experimento tuvo las siguientes características:

Unidad experimental: Placa Petri de 12 cm de diámetro con contenido de 20 semillas de lechuga

Área de unidad experimental: 18.09 cm^2

Área de bloque: 542.87 cm^2

Área total de experimento: 2714.34 cm^2

4.4.3. Población y Muestra

Población

La densidad poblacional estuvo constituida por 3000 semillas de lechuga (*L. sativa*)

Muestra

La muestra estuvo constituida por 750 semillas de lechuga, el mismo que se terminó para un nivel de confianza de 95%.

Muestreo

Parta determinar las estaciones de muestreo en la cuenca baja del río Cañete, el muestreo fue intencional tomando en consideración que a partir de ellos se derivan canales de riego, los puntos de muestreo son como se describen en la tabla 1.

Para la evaluación de los parámetros germinativos de la semilla de lechuga el muestreo fue probabilístico mediante el método de Muestreo al Azar Simple (MAS), sin reposición

Análisis de datos

Antes del análisis correspondiente los datos fueron homogenizados posteriormente se sometió al análisis de las condiciones necesarias de todo diseño experimental debe cumplir, se realizó el análisis de varianza mediante la prueba de tukey, los resultados se muestran a continuación:

a) Homogeneidad de varianzas

Se realizó mediante la prueba de Levene, que contrasta la hipótesis, el cumplimiento de la homogeneidad de varianza se muestra en la tabla 2 que muestra los niveles de significancia para las variables en estudio: Crecimiento radicular de semillas de lechuga, índice de germinación, elongación del hipocótilo y porcentaje de germinación. Los valores de la significancia de la tabla 2 permitió probar las hipótesis de igualdad de varianzas poblacionales, el cual se validó mediante las hipótesis siguientes:

H_o: $\delta^2_1 = \delta^2_2 = \delta^2_3 = \delta^2_4 = \delta^2_5 = \delta^2_6$ (Las varianzas poblacionales de las variables en estudio son homogéneas)

H_a: $\delta^2_1 \neq \delta^2_2 \neq \delta^2_3 \neq \delta^2_4 \neq \delta^2_5 \neq \delta^2_6$ (Las varianzas poblacionales de las variables en estudio son heterogéneas)

En la tabla 2 se observa que el valor de la significancia (sig.) es mayor que el valor de la probabilidad asumida (alfa 0.05) por tanto para todas las variables en estudio se acepta la H_0

dando cumplimiento al supuesto de homogeneidad de varianzas, el cual nos indica continuar con el análisis de datos.

Tabla 2.

Prueba de homogenidad de varianzas de la variables en estudio

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Crecimiento radicular de semillas de lechuga	Basándose en la media	1,755	4	20	,178
	Basándose en la mediana.	1,142	4	20	,365
	Basándose en la mediana y con gl corregido	1,142	4	8,402	,400
	Basándose en la media recortada	1,634	4	20	,205
Índice de germinación de semillas de lechuga	Basándose en la media	1,910	4	20	,148
	Basándose en la mediana.	1,167	4	20	,355
	Basándose en la mediana y con gl corregido	1,167	4	8,592	,389
	Basándose en la media recortada	1,778	4	20	,173
Elongación del hipocótilo de semillas de lechuga	Basándose en la media	2,176	4	20	,109
	Basándose en la mediana.	1,385	4	20	,275
	Basándose en la mediana y con gl corregido	1,385	4	8,594	,317
	Basándose en la media recortada	1,883	4	20	,153
Porcentaje de germinación de semillas de lechuga	Basándose en la media	,380	4	20	,820
	Basándose en la mediana.	,243	4	20	,911
	Basándose en la mediana y con gl corregido	,243	4	17,073	,910
	Basándose en la media recortada	,358	4	20	,836

FUENTE: Elaboración propia (SPSS Statistic 18)

b) Normalidad de datos

Se verificó mediante la utilización del estadístico de Shapiro Wilk (SW) que permite contrastar la hipótesis de que las muestras obtenidas proceden de poblaciones normales, los resultados de la prueba se muestran en la tabla 3.

Tabla 3.

Prueba de normalidad de las variables en estudio

	Tratamientos	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Crecimiento radicular de semillas de lechuga	100% de dilución	,945	5	,704
	50% de dilución	,958	5	,795
	25% de dilución	,830	5	,139
	12.5% de dilución	,968	5	,864
	6.25% de dilución	,866	5	,250
Índice de germinación	100% de dilución	,945	5	,700
	50% de dilución	,985	5	,957
	25% de dilución	,834	5	,149
	12.5% de dilución	,958	5	,796
	6.25% de dilución	,876	5	,293
Elongación del hipocótilo de semillas de lechuga	100% de dilución	,855	5	,210
	50% de dilución	,904	5	,430
	25% de dilución	,849	5	,191
	12.5% de dilución	,952	5	,753
	6.25% de dilución	,894	5	,378
Porcentaje de germinación de semillas de lechuga	100% de dilución	,881	5	,314
	50% de dilución	,943	5	,685
	25% de dilución	,902	5	,421
	12.5% de dilución	,914	5	,492
	6.25% de dilución	,914	5	,492

FUENTE: Elaboración propia (SPSS Statistic 18)

Para el análisis de la significancia del estadístico de SW se plantea las siguientes hipótesis:

a) Crecimiento radicular de semillas de lechuga

H_o: La distribución de datos del crecimiento radicular de semillas de lechuga provienen de una distribución normal.

H_a: La distribución de datos del crecimiento radicular de semillas de lechuga no provienen de una distribución normal.

Según el valor de la significancia del estadístico de SW son superiores al valor de la probabilidad asumida (alfa = 0.05) por tanto al no existir evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula se acepta que los datos para la variable crecimiento radicular de semillas de lechuga provienen de una distribución normal satisfaciendo la condición necesaria del diseño experimental.

b) Índice de germinación de semillas de lechuga

H_o: La distribución de datos del índice de germinación de semillas de lechuga vienen de una distribución normal.

H_a: La distribución de datos del índice de germinación de semillas de lechuga no vienen de una distribución normal.

Según el valor de la significancia del estadístico de SW son superiores al valor de la probabilidad asumida (alfa = 0.05) por tanto al no existir evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula se acepta que los datos para la variable índice de germinación de semillas de lechuga vienen de una distribución normal satisfaciendo la condición necesaria del diseño experimental.

c) Elongación del hipocótilo de semillas de lechuga

H_o: La distribución de datos de la elongación del hipocótilo de semillas de lechuga derivan de una distribución normal.

H_a: La distribución de datos de la elongación del hipocótilo de semillas de lechuga no derivan de una distribución normal.

Según el valor de la significancia del estadístico de SW son superiores al valor de la probabilidad asumida (alfa = 0.05) por tanto al no existir evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula se acepta que los datos para la variable elongación del hipocótilo de semillas de lechuga derivan de una distribución normal satisfaciendo la condición necesaria del diseño experimental.

d) Porcentaje de germinación de semillas de lechuga

H_o: Los datos de la variable porcentaje de germinación de semillas de lechuga proceden de una distribución normal.

H_a: Los datos de la variable porcentaje de germinación de semillas de lechuga no proceden de una distribución normal.

Según el valor de la significancia del estadístico de SW son superiores al valor de la probabilidad asumida (alfa = 0.05) por tanto al no existir evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula se acepta que los datos para la variable elongación del hipocótilo de semillas de lechuga proceden de una distribución normal satisfaciendo la condición necesaria del diseño experimental.

La regla para rechazar la hipótesis de normalidad fue si el valor p (Sig.) es menor que 0.05.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo general de la investigación fue determinar el efecto del agua de la cuenca baja del río Cañete en los parámetros germinativos de semilla de lechuga (*L. sativa*) 2019, los cuales se alcanzan mediante siguientes objetivos específicos:

5.1. Parámetros físicos y químicos del agua según estaciones de muestreo

5.1.1. Parámetros físicos

Para establecer las diferencias entre los promedios de los parámetros fisicos, se realizó la contrastación de hipotesis mediante el estadístico F de Fisher a un nivel de significancia de 0.05 en el que el valor – p (sig) debe ser menor que 0.05 para rechazar la hipotesis nula (H0), los resultados se muestran en la tabla 4, en el que se determinó que no existe diferencia significativa (Sig. > 0.05) en el parámetro físico, potencial de Hidrogeno (pH) y Conductividad Eléctrica (µS/cm), sin embargo, si existe diferencia significativa (Sig. < 0.05) en los parámetros físicos; Temperatura y Porcentaje de Oxígeno Disuelto, afirmación que se corrobora mediante el estadìstico de Tukey en la tabla 5 y 6.

Tabla 4.

Análisis de varianza de los parámetros físicos del agua de la cuenca baja de río cañete.

Variable dependiente		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Potencial de hidrogeno (pH)	Contraste	1.404	4	.351	.485	.747
	Error	7.241	10	.724		
Temperatura (ºC)	Contraste	5.153	4	1.288	3.517	.049
	Error	3.663	10	.366		
Oxígeno disuelto (ppm OD)	Contraste	312.111	4	78.028	8.341	.003
	Error	93.547	10	9.355		
Conductividad Eléctrica - CE (µS/cm)	Contraste	10163.600	4	2540.900	.807	.548
	Error	31481.333	10	3148.133		

La tabla 5 muestra las comparaciones múltiples de los parámetros físicos según Tukey donde letras iguales significan efectos iguales entre los tratamientos se aprecia que la temperatura de 17.1267 ºC correspondiente a la estación Puente Catapalla es menor que las temperaturas de las estaciones puente San Jerónimo, Puente Socci y Puente Clarita cuyos valores son 17.9600 ºC, 18.3867, ºC y 18.5967 ºC respectivamente, a su vez dichas temperaturas son iguales estadísticamente, y difieren de la temperatura de la estación Boca de

río cuyo valor es de 18.7667 ºC. Dichos resultados concuerdan con lo descrito por Ayllón como se citó en Primo (2015) el cual afirma que la altitud es un factor que influye de manera directa con la temperatura, los cuales son corroborados con los resultados obtenidos ya que la estación Puente Catapalla con 554 msnm expreso la temperatura más baja y la estación con menor altitud Boca de rio con 11 msnm presento la mayor temperatura. También Maldonado, Pujado, y Squeo, (2002) al evaluar el efecto de la temperatura en la germinacion de semillas indica que a menos de 15 ºC provocaron una reducción en la germinación ya que las enzimas no se activan y ha temperaturas mayores de 35 ºC incitaron a la muerte del embrión.

Tabla 5.

Comparaciones múltiples de medias del parámetro físico Temperatura según estaciones de muestreo.

Estaciones de muestreo		Media	Subconjunto	
	N		1	2
Puente Catapalla (CT)	3	17.1267	a	
Puente San Jerónimo (SJ)	3	17.9600	a	b
Puente Socci (SC)	3	18.3867	a	b
Puente Clarita (CL)	3	18.5967	a	b
Boca de río (BR)	3	18.7667		b
Sig.			.082	.511

Por su parte los parámetros del oxígeno disuelto se muestran en la tabla 6, donde el valor de 5.21 mg/L, 5.21 mg/L y 5.54 mg/L correspondientes a las estaciones Puente San Jerónimo, Puente Catapalla y Puente Socci respectivamente son iguales (sub conjunto 1) y menores a las estaciones Puente Clarita y Boca de río con 6.21 mg/L y 6.29 mg/L respectivamente (sub conjunto 2). De acuerdo a Peña (2007) los resultados obtenidos son la cantidad mínima que requieren los ríos o riachuelos los cuales deben de ser 5 a 6 ppm para que pueda mantenerse la vida de determinados especies vegetales y animales. También Catalá, Tomás, Martínez y Pla (2008) al estudiar los factores bióticos y abióticos en la germinación indica que el oxígeno disuelto es un elemento fundamental para el desarrollo de las raíces.

Tabla 6.

Comparaciones múltiples de medias del parámetro físico Porcentaje de Oxígeno Disuelto (ppm OD) según estaciones de muestreo.

Estaciones de muestreo	N	Media	Subconjunto 1	Subconjunto 2
Puente San Jerónimo (SJ)	3	5.21	a	
Puente Catapalla (CT)	3	5.21	a	
Puente Socci (SC)	3	5.54	a	
Puente Clarita (CL)	3	6.21		b
Boca de río (BR)	3	6.29		b
Sig.			0.99	0.99

La tabla 7 y figura 2 muestra los estadísticos descriptivos de resultados obtenidos de los parámetros de las diferentes estaciones de muestreo de la cuenca baja del río Cañete, indican que se encuentran dentro de los límites Máximos permisibles de acuerdo a lo establecido por el Ministerio del Ambiente (anexo 7).

Potencial de Hidrogeno (pH). - En el caso del Potencial de Hidrogeno, la estación Puente Clarita tiene el valor más bajo con 7.38 pH, seguido de la estación Boca de río con 7.59 pH, en el caso de la estación San Jerónimo el promedio mostro un valor de 7.95 pH, también la estación Puente Socci obtuvo un valor promedio de 8.03 pH, asimismo, la estación Puente Catapalla obtuvo el mayor valor promedio con 8.22 pH, resultados que se asemejan a los obtenidos por Córdova, Gaete, Aránguiz y Figueroa (2009) y Sandoval *et al*. (2009) quienes obtuvieron valores de pH entre 7.3 a 8 para aguas de ríos contaminados mediante residuos domésticos e industriales. De acuerdo a Torres, Navarro, Languasco, Campos y Cuizano (2007) indican que el pH < 4 es nocivo para la planta, provocando el fraccionamiento de la raíz en menos de dos días, sin embargo, los resultados de pH encontrados en las cinco estaciones de muestreo de la cuenca baja de río Cañete se encuentran dentro de los parámetros permisibles que estipula ANA (2015) cuyos valores de pH para riego de vegetales es de 6.5 – 8.5.

Conductividad eléctrica (CE).- La conductividad eléctrica de los puntos muestreados, indican que la estación Puente Catapalla tiene el menor valor en promedio, con 432.67 µS/cm, seguido de la estación Puente Socci con 434.33 µS/cm, en el caso de la estación Puente San Jerónimo se obtuvo un promedio de 437.67 µS/cm, asimismo en la estación de muestreo Boca de río expreso un valor promedio de 482.33 µS/cm, la estación que mostro mayor valor en promedio de conductividad eléctrica fue la estación de muestreo Puente Clarita con 492.67 µS/cm, dichos valores difieren según la altitud sobre el nivel del mar siendo el comportamiento

inverso es decir a mayor altitud menor conductividad eléctrica, las estaciones puente Socci, puente San Jerónimo y puente Catapalla están por encima de los 300 msnm y las estaciones puente Clarita y Boca de río se encuentra a menos de 70 msnm, comportamiento que coincide con (Cordova *et al*., 2009) quien evaluó las aguas del estero Limache, Chile, en el que manifiesta que la conductividad eléctrica encontrada 240 – 630 µS/cm, tiene relación inversa con la altitud y relación directa con la presencia de suelos salinos. Por su parte (Sandoval, *et al*., 2009), al evaluar el deterioro de las aguas del río Atoyac, México, causados por la expansión demográfica, vertimientos de residuos domésticos y el desarrollo económico, encontró promedios de conductividad eléctrica de 215 a 769 (µS/cm). También García (2012) indica que existe una estrecha relación entre la salinidad y la conductividad eléctrica el cual tiene relación con las estaciones muestreadas ya que a menor altitud es mayor la conductividad eléctrica y las sales por tanto existe un mayor esfuerzo de la raíz al absorber el agua. Los resultados de la conductividad eléctrica de las aguas de la cuenca baja del río Cañete se encuentran dentro de los parámetros permisibles para agua de riego de vegetales según el MINAM (2017), cuyo valor máximo permisible es de 1500 (µS/cm), para riego de vegetales.

Temperatura (ºC). - De acuerdo a los parámetros físicos, el valor promedio más bajo de la Temperatura, fue de la estación Puente Catapalla con 17.13 ºC, seguido de la estación de muestreo Puente San Jerónimo que mostró una temperatura promedio de 17.96 ºC, los demás puntos de muestreo como la estación Puente Socci mostro el valor promedio de 18.39 ºC, y la estación de muestreo Puente Clarita mostro un valor promedio de 18.60 ºC, valor que se asemeja al resultado de la estación de muestreo Boca de río que expresó mayor Temperatura con 18.77 ºC, resultados que muestran similitud a lo trabajado por Medina, Hora, Pereda, Gabriel y Asencio (2008) quienes evaluaron la calidad de las aguas de los ríos del alto Chicama, La Libertad, en el cual se encontraron temperaturas variables por la altitud de 6 – 21.3 ºC, además esos valores no muestran variaciones de 3 ºC bianuales indicando estar dentro del rango establecido en el decreto del MINAM (2017), asimismo en el estudio de Castillo (2014) quien evaluó la calidad de las aguas del río Rímac, las cuales fueron elegidas por aspectos ambientales que podrían afectar la calidad del agua, mostraron que los resultados se encuentran similares en un rango de 12.88 a 16.32 °C, en época seca.

Oxígeno Disuelto (OD).- Los promedios del Oxígeno Disuelto, muestran que la estación con menor valor promedio fue el Puente San Jerónimo con 5.21 mg/L, seguido de la estación Puente Catapalla con el valor promedio de 5.21 mg/L, los cuales continúan con la

estación Puente Socci con el valor promedio de oxígeno disuelto de 5.54 mg/L, también la estación de muestreo Puente Clarita mostro un valor promedio de Oxígeno Disuelto de 6.21 mg/L y finalmente la estación Boca de río mostro el Oxígeno Disuelto promedio mayor con 6.29 mg/L, valores que se asemejan con el estudio de (Sandoval, 2009), quien evaluó las aguas del río Atoyac, quien está siendo contaminado por la industria y producción agrícola en el cual se encontraron en nueve de sus estaciones valores que van de 1.7 a 6.4 mg/L, de igual forma se relaciona con el estudio de (Medina *et al*., 2008) quien evaluó las aguas de los ríos del alto Chicama, La Libertad, el cual se encentra contaminado por residuos de empresas industriales, mineras y domesticas donde evidencia valores de oxígeno disuelto de 0.86 a 5.87 mg/L en sus estaciones de estudio.

Tabla 7.

Promedio de los parámetros físicos del agua de las estaciones de muestreo.

Parámetros físicos del agua	**Unidad de medida**	**Estaciones de muestreo**				
		Puente Catapalla (CT)	**Puente San Jerónimo (SJ)**	**Puente socci (SC)**	**Puente clarita (CL)**	**Boca de rio (BR)**
Potencial de Hidrogeno	Unidad de pH	8.22	7.95	8.03	7.38	7.59
Conductividad eléctrica	µS/cm	432.67	437.67	434.33	492.67	482.33
Temperatura	ºCelsius	17.13	17.96	18.39	18.60	18.77
Oxígeno Disuelto (ppm OD)	mg/L	5.21	5.21	5.54	6.21	6.29

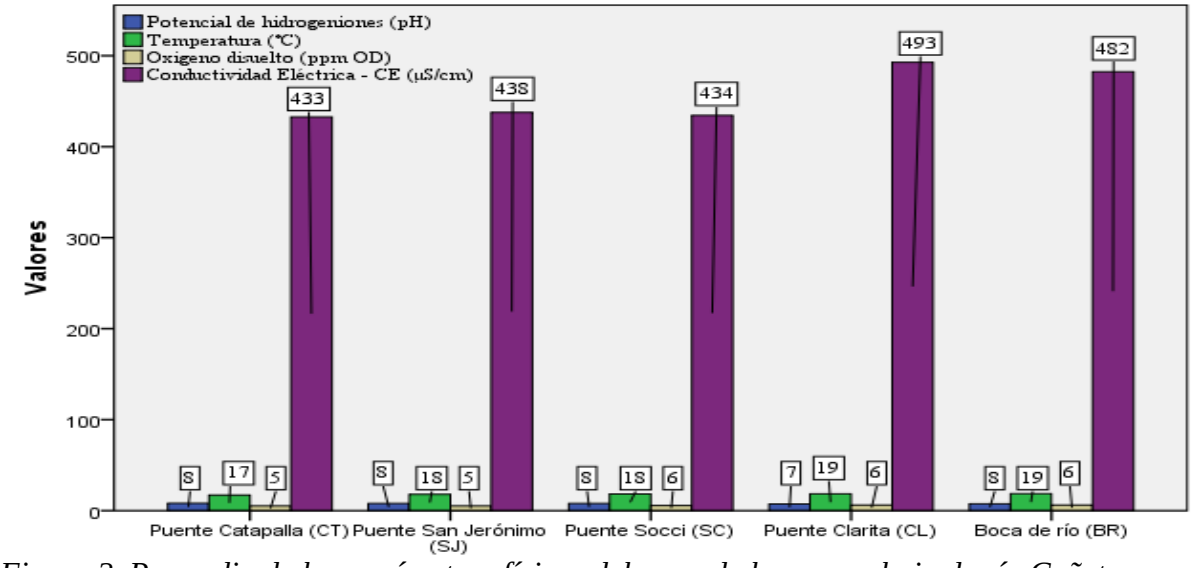


Figura 2. Promedio de los parámetros físicos del agua de la cuenca baja de río Cañete, según estaciones de muestreo.

5.1.2. Parámetros Químicos

La Tabla 8, presenta el análisis de varianza de los parámetros químicos donde los valores de la significativa (Sig.) son mayores a 0.05 (Sig. > 0.05) para los componentes de Nitrógeno Nítrico NO_3^- (ppm), Nitrógeno Amoniacal NH_4^+ (ppm) y Fosforo total P (ppm) por tanto afirmamos que no existe diferencias significativas en dichos parámetros químicos del agua de la cuenca baja del río Cañete.

Tabla 8.

Análisis de Varianza de los Parámetros Químicos del agua de la cuenca baja del río Cañete.

Variable dependiente		**Suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
a. Nitrógeno Nítrico NO_3^- (ppm)	Contraste	.034	4	.009	.066	.991
	Error	1.300	10	.130		
b. Nitrógeno Amoniacal NH_4^+ (ppm)	Contraste	.198	4	.050	.398	.806
	Error	1.246	10	.125		
c. Fosforo total P (ppm)	Contraste	.000	4	2.667E-5	.114	.975
	Error	.002	10	.000		

a. R cuadrado = ,772 (R cuadrado corregida = ,658)

b. R cuadrado = ,708 (R cuadrado corregida = ,561)

c. R cuadrado = ,977 (R cuadrado corregida = ,966)

El valor promedio de los parámetros químicos obtenidos de las diferentes estaciones de muestreo de la cuenca baja del río Cañete, indican que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles para agua de riego de vegetales (Anexo 7), tal como muestra la Tabla 9 y figura 3, cuyos resultados son expresados a continuación.

Nitrato (NO_3^-).- Los parámetros químicos de agua de la cuenca baja de río Cañete, indicaron que la estación de muestreo Puente Clarita obtuvo el valor promedio más bajo de Nitrato (NO_3^-) con 0,48 ppm, seguido de la estación de muestreo Puente Catapalla con 0,48 ppm, la estación de muestreo Puente San Jerónimo mostro el valor promedio de 0,57ppm, luego la estación de muestreo Puente Socci mostro el valor promedio de 0,58 ppm, finalmente el valor promedio más alto fue el de la estación de muestreo Boca de río con 0,59 ppm, dichas variaciones no son significativas (sig.>0.05). Los hallazgos se asemejan a la investigación realizada por Valle (2010) quien evaluó las aguas del río Cañete, e indica que se encuentran en

contaminación por obras hidráulicas, indica que la concentración de nitratos, al igual que la de nitritos está relacionada con la posterior aparición de algas y el consumo de gran cantidad del oxígeno disuelto, de tal manera que las aguas dejan de ser aptas para la mayor parte de los seres vivos, los resultados muestran que en una de sus estaciones presenta 0.54 ppm de nitrato, semejante a los resultados de nuestra investigación y también se asemejan a lo estudiado por Medina *et al*. (2008) quienes evaluaron la calidad de las aguas de los ríos del alto Chicama, La Libertad, el cual presenta valores de Nitrato de 0.5 a 0.8 ppm concordantes con el presente estudio en las estaciones Puente San Jerónimo y Boca de río.

Amonio.- La estación de muestreo Puente Socci mostro el valor más bajo con 0.33 ppm, seguido de las estaciones Puente Catapalla y Puente San Jerónimo con el mismo valor 0.35 ppm, de Amonio, también la estación de muestreo Puente Clarita mostro un valor promedio de 0.53 ppm y la estación que mostro mayor valor promedio fue Boca de río con 0.61 ppm, estos resultados no son significativos (Sig>0.05) a su vez que muestran similitud con lo estudiado por Medina *et al*. (2008) quienes evaluaron la calidad de las aguas de los ríos del alto Chicama, La Libertad, quien encontró valores de nitrógeno amoniacal de 0.33 ppm similares a lo estudiado en la cuenca baja del río Cañete (estaciones Puente Catapalla, Puente San jerónimo y Puente Socci), también hay una semejanza con el estudio de Gamarra *et al*. (2018) quien evaluó la contaminación que existe en el río Utcubamba, Amazonas, el cual se encuentra afectado por residuos Agropecuarios, domésticos, vertederos ilegales, canteras y ausencia de bosques de galería, los resultados indican valores de Nitrógeno Amoniacal, que van de 0.15 a 0.96 ppm, de igual manera se aproxima a lo investigado por Acosta (2009) el cual investigo la cuenca alto andina del Perú mostrando resultados de nitrógeno amoniacal cercanos a 0.1 ppm.

Fosforo. - Las estaciones de muestreo con menor cantidad en promedio de Fosforo, fue el Puente Clarita y Boca de rio con 0.08 ppm, el Puente San Jerónimo mostro un valor promedio de fosforo de 0.08 ppm, seguido del Puente Socci quien tuvo un valor promedio de 0.08 ppm, asimismo, la estación con el valor promedio más alto fue Puente Catapalla con 0.09 ppm, valores que no tienen diferencia significativa (sig. >0.05) y se acercan a los resultados obtenidos por ANA (2015), quien realizo el monitoreo de calidad del agua de la cuenca del río Cañete en el que dio como resultado de fósforo de 0.022 ppm, valor que se aproxima a lo investigado en la presente investigación, y también muestra similitud con dos estaciones estudiadas por Acosta (2009), quien estudio las aguas de la cuenca alto andina del Perú, donde obtuvo como resultado 0.07 ppm. De acuerdo a Echarri (2007) refiere que el fosforo es

necesario en las plantas sin embargo el exceso causa una eutrofización y al ser descompuestos por los microorganismos agotan el oxígeno asiéndolo maloliente e inutilizable el cual hace imposible la vida de otros seres vivo.

Tabla 9.

Promedio de los parámetros químicos de agua de los puntos de muestreo.

Parámetros Químicos del agua	Unidad de medida	Estaciones de muestreo				
		Puente Catapalla (CT)	Puente San Jerónimo (SJ)	Puente socci (SC)	Puente clarita (CL)	Boca de rio (BR)
Nitrato (NO_3^-)	Ppm	0.48	0.57	0.58	0.48	0.59
Amonio (NH_4^-)	Ppm	0.35	0.35	0.33	0.53	0.61
Fosforo total (P)	Ppm	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08

FUENTE: SPSS Statistics 18

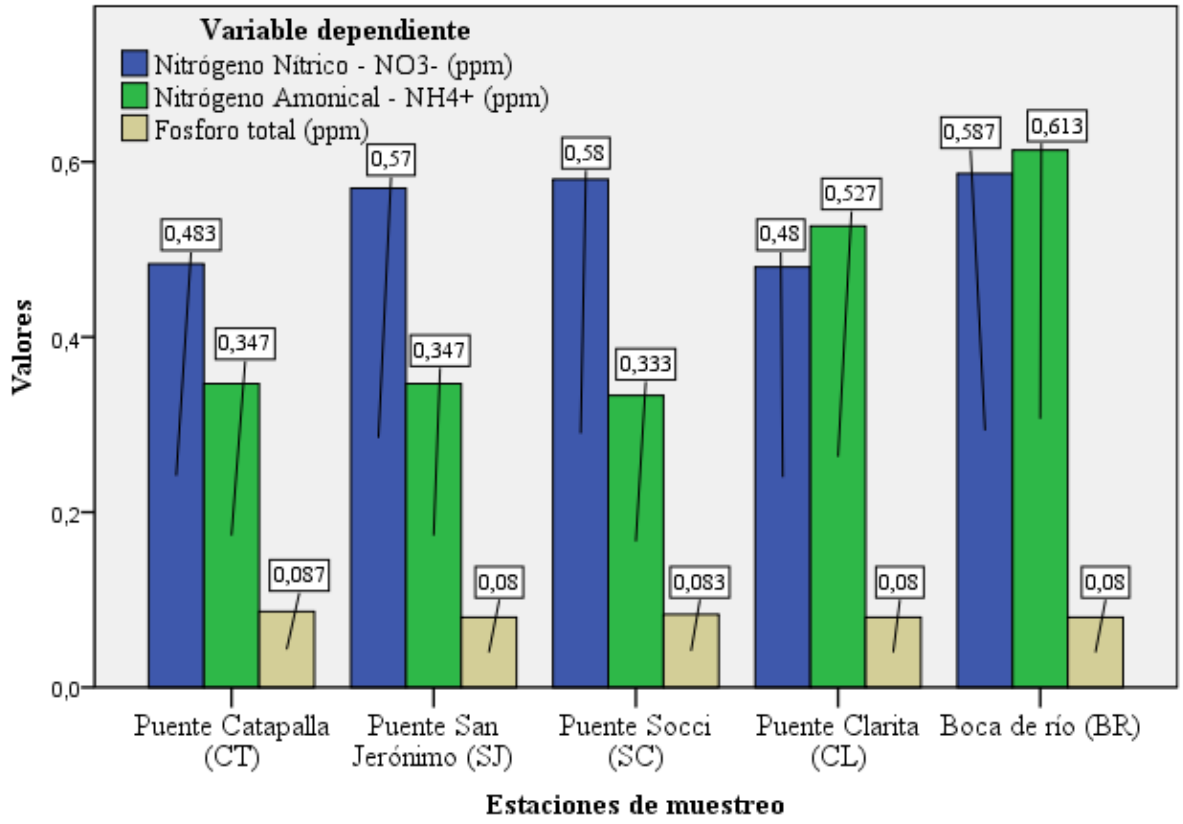


Figura 3. Promedio de los parámetros Químicos del agua de la cuenca baja de rio Cañete, según estaciones de muestreo.

5.2. Porcentaje de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*)

Con la finalidad de establecer si existe diferencias significativas en el comportamiento de los porcentajes de germinación de las semillas de lechuga por efecto del uso de las aguas de la cuenca baja del río Cañete se realizó el análisis de varianza mediante el estadístico F de Fisher para una probabilidad de 95%, los resultados muestran una significancia menor al valor de la probabilidad asumida (sig.<0.05) tanto para los tratamientos y para las estaciones de muestreo, según la tabla 10, es decir que existe efecto atribuible de las porcentajes de diluciones del agua de la cuenca baja del río Cañete, en el porcentaje de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*), por tanto se afirma a un 95% de probabilidades que a mayor porcentaje de dilución se espera como respuesta menor porcentaje de germinación de semillas de lechuga.

Tabla 10.

Análisis de varianza del porcentaje de germinación de semillas de lechuga (L. sativa).

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	265054.200[a]	10	26505.420	16161.841	.000
Tratamientos	137.367	5	27.473	16.752	.000
Estaciones de muestreo	24.800	4	6.200	3.780	.019
Error	32.800	20	1.640		
Total	265087.000	30			

a. R cuadrado = 1.000 (R cuadrado corregida = 1.000)

Tal como muestra la Tabla 11, los porcentajes de germinación de semillas según los porcentajes de dilución de las aguas de la cuenca baja de río Cañete, tienen el siguiente comportamiento. El tratamiento T3 y T4 inducen a porcentajes de germinación de 91.8% y 91.6% respectivamente, dichos valores son iguales e inferiores al porcentaje del tratamiento T1 que expresa diferencia significativa con los tratamientos T2 y T5 cuyos valores de porcentajes de germinación son 93.4% y 94.6% respectivamente, a su vez que dichos valores son inferiores al tratamiento T6 (Sig.< .05) con 98% de germinación. Se concluye validando la afirmación que a mayor porcentaje de dilución de agua de la cuenca baja de río Cañete se espera como respuesta menor porcentaje de germinación de semillas de lechuga, siempre que el agua presente los parámetros fisicoquímicos por encima de los límites permisibles, siendo el tratamiento T6 (Testigo) el que obtuvo el mayor porcentaje con el valor de 98%.

Tabla 11.

Comparaciones múltiples de medias del porcentaje de germinación de lechuga (L. sativa) según tratamientos.

Tratamientos		**promedio**	**Subconjunto**		
	N		**1**	**2**	**3**
12.5% de dilución (T4)	5	91.6000	a		
25% de dilución (T3)	5	91.8000	a		
100% de dilución (T1)	5	93.4000	a	b	
50% de dilución (T2)	5	94.4000		b	
6.25% de dilución (T5)	5	94.6000		b	
Testigo (T6)	5	98.0000			c
Sig.			.271	.679	1.000

El comportamiento del porcentaje de germinación según las estaciones de muestreo se muestra en la tabla 12, se aprecia que los porcentajes de germinación de las estaciones de muestreo Puente Catapalla (CT) y Boca de río (BR) son iguales y tienen menor porcentaje de germinación con 93,1667% y 93,1667% respectivamente, seguido de Puente Socci (SC) y Puente Clarita (CL) con 93,5000% y 94,5000% respectivamente, que muestra diferencia significativa con la estación Puente San Jerónimo (SJ) con 95,5000%. Se concluye que la estación Puente Catapalla (CT) y Boca de río (Br) tienen el porcentaje de germinación más bajo y el porcentaje de germinación más alto lo expreso la estación del Puente San Jerónimo, dichos puntos de muestreos se encuentran expuestos a vertimientos de comunidades cercanas, lo que estaría ocasionando diferencias en el porcentaje de germinación de semillas de lechuga, Fuentes *et al.* como se citó en Rodríguez *et al.* (2014) refiere que el nitrato en mínimas cantidades favorece la germinación pero en altas concentraciones el nitrato puede ser perjudicial para diferentes especies vegetales.

Tabla 12.

Comparaciones múltiples de medias del porcentaje de germinación de semillas de lechuga (L. sativa) según estaciones de muestreo.

Estaciones de muestreo		**Promedio**	**Subconjunto**	
	N		**1**	**2**
Puente Catapalla (CT)	6	93.1667	a	
Boca de río (BR)	6	93.1667	a	
Puente Socci (SC)	6	93.5000	a	b
Puente Clarita (CL)	6	94.5000	a	b
Puente San Jerónimo (SJ)	6	95.5000		b
Sig.			.399	.089

Al comparar el porcentaje de germinación se puede determinar cuáles de los tratamientos expresan los mayores y menores porcentajes de inhibición de la germinación frente al tratamiento T6 testigo, la tabla 13 y figura 4. Pone en evidencia que en todas las estaciones de muestreo el porcentaje de germinación más alta fue para el tratamiento testigo (T6) con 98% de geminación y en orden descendente sigue el tratamiento T5, con 94.6%, luego el tratamiento T4 con 91.60% se observa que a mayor concentración del agua del rio Cañete el porcentaje de germinación presenta una leve tendencia a disminuir lo cual es similar a los hallazgos por Huanca (2016), quien estudio el efecto fitotóxico del arseniato de sodio en la germinación y crecimiento en semillas de lechuga (*L. sativa*) el cual mostro el porcentaje de germinación de 58.33 %, dicho estudio indica que a mayor pureza de las concentraciones menor es el porcentaje de germinación, también se asemejan a lo estudiado por Sobrero (2010) quien estudio la fitotoxicidad de los metales pesados cuyos resultados muestran similitud a nuestro estudio ya que al elevar sus concentraciones expresaron en todos sus tratamientos menos de 90% de porcentaje de germinación, el menor porcentaje de germinación se presentó en la dilución 12.5% , sin embargo, no es representativo ya que todos los tratamientos mostraron un porcentaje mayor al 90%.

Tabla 13.

Estadísticos descriptivos del porcentaje de germinación de semillas de lechuga (L. sativa) (%)

	Tratamientos						
Estaciones de muestreo	**100% dilución**	**50% dilución**	**25% dilución**	**12.5% dilución**	**6.25% dilución**	**0% Testigo**	**Total**
Estación Catapalla	93.00	93.00	91.00	90.00	94.00	98.00	93.17
San Jerónimo	96.00	98.00	90.00	94.00	97.00	98.00	95.50
Puente Socci	92.00	94.00	92.00	91.00	94.00	98.00	93.50
Puente Clarita	94.00	95.00	93.00	92.00	95.00	98.00	94.50
Boca de río	92.00	92.00	93.00	91.00	93.00	98.00	93.17
Total	93.40	94.40	91.80	91.60	94.60	98.00	93.97

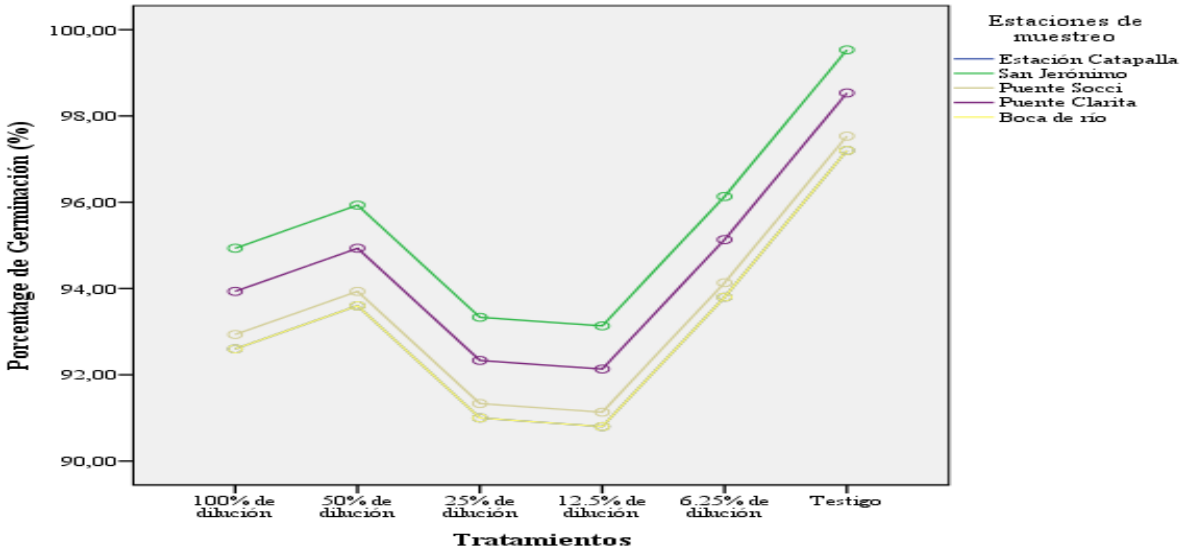


Figura 4. Promedio del Porcentaje de germinación de semillas (L. sativa) según estaciones de muestreo y tratamientos.

5.3. Crecimiento radicular y elongación del hipocótilo de las semillas germinadas de lechuga (*L. sativa*)

5.3.1. Crecimiento radicular

Tal como muestra la tabla 14 la prueba de hipótesis se realiza con el análisis de varianza, mediante el estadístico de Fisher, el valor de la significancia (Sig. < 0.05), es decir que los porcentajes de diluciones del agua de la cuenca baja del río Cañete tiene efecto en el crecimiento radicular de semillas de lechuga (*L. sativa*), por tanto, a se afirma a un 95% de probabilidades que, a mayor porcentaje de dilución del agua se disminuye el crecimiento radicular de semillas, el efecto será notorio siempre y cuando los parámetros fisicoquímicos estén por encima de los límites permisibles establecidos por el MINAM.

Por otra parte, en las estaciones de muestreo se observa que existe diferencia significativa a un 95% de probabilidades (sig. < 0.05), es decir que el crecimiento radicular de las semillas de lechuga (*L. sativa*) están influenciadas por las estaciones de muestreo de las aguas de la cuenca baja del río Cañete.

Tabla 14.

Análisis de varianza del crecimiento radicular de semillas de lechuga (L. sativa).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	58972.493[a]	10	5897.249	153.531	.000
Tratamientos	1400.003	5	280.001	7.290	.000
Estaciones de muestreo	521.016	4	130.254	3.391	.028
Error	768.216	20	38.411		
Total	59740.709	30			

a. R cuadrado = .987 (R cuadrado corregida = .981)

La tabla 15 pone en evidencia que los tratamientos T4, T3, T5 y T1, inducen a igual crecimiento radicular de semillas de lechuga (*L. sativa*) con valores de 36,1560 mm, 38,4750mm, 41,6160mm y 42,1880 mm lo cual es menor que el tratamiento T2 cuyo crecimiento radicular fue de 45,9480 mm, a su vez que éste tratamiento (T2) tiene menor efecto que el tratamiento T6 cuya medida fue 57,2700 mm, se concluye que, a medida que disminuye el porcentaje de dilución en las aguas de la cuenca baja del río Cañete el crecimiento radicular de las semillas de lechuga aumenta, sin embargo esto se considera cuando los parámetros fisicoquímicos se encuentran fuera de los límites permisibles establecidos por el MINAM (2017) en el Anexo 7.

Tabla 15.

Comparaciones múltiples de medias del crecimiento radicular de semillas de lechuga (L. sativa) según tratamientos.

Tratamientos	N	promedio	Subconjunto 1	Subconjunto 2
12.5% de dilución (T4)	5	36.1560	a	
25% de dilución (T3)	5	38.4740	a	
6.25% de dilución (T5)	5	41.6160	a	
100% de dilución (T1)	5	42.1880	a	
50% de dilución (T2)	5	45.9480	a	b
Testigo (T6)	5	57.2700		b
Sig.			.172	.083

Para determinar si las estaciones de muestreo tienen efecto diferente en el crecimiento radicular se realizó la prueba de Tukey a un 95% de probabilidades, los resultados se muestran en la tabla 16 donde la estación de muestreo Puente Clarita (CL), indica un menor crecimiento radicular frente a las estaciones Puente Catapalla (CT) y Puente Socci (SC) las cuales a su vez son iguales pero menores a la estación Puente San Jerónimo (SJ) y Boca de río (BR) con

47,5117mm y 47,9733mm respectivamente, de acuerdo a Rodríguez *et al.*(2014) la inhibición de crecimiento radicular también se da por otros organismos biológicos, ya que los parámetros fisicoquímicos están dentro de los límites máximos permisibles Anexo 7, el puente Clarita presento mayor inhibición debido a la contaminación por la ganadería, la agricultura y vertimientos humanos los cuales fueron observados en la cercanía de dicha estación muestreada, se descarta que los parámetros fisicoquímicos sean los causantes de la inhibición de la radícula ya que se encuentran dentro de los límites permisibles por el MINAM (2017).

Tabla 16.

Comparaciones múltiples de medias del crecimiento radicular de semillas de lechuga (L. sativa) según estaciones de muestreo.

Estaciones de muestreo		Promedio	Subconjunto	
	N		1	2
Puente Clarita (CL)	6	36.7717	a	
Puente Catapalla (CT)	6	41.3467	a	b
Puente Socci (SC)	6	44.4400	a	b
Puente San Jerónimo (SJ)	6	47.5117		b
Boca de río (BR)	6	47.9733		b
Sig.			.241	.373

Según los valores de la tabla 17 y figura 5 el mayor crecimiento radicular de semillas de lechuga (*L. sativa*) fue para el tratamiento testigo T6 en todas las estaciones de muestreo con 57.27 mm, y en orden descendente continua el tratamiento T5 con un promedio de crecimiento radicular de 41.61 mm, luego el tratamiento T4 con 36.15 mm a partir del cual, se registran variaciones con tendencia a incrementar en función de la concentración del agua de río. Así, para el nivel de concentración del 100% (T1) el crecimiento radicular promedio fue de 42.188 mm siendo inferior en 26.33% respecto del tratamiento testigo (T6), dichos resultados se asemejan a lo estudiado por Rodríguez *et al*. (2014) quien investigó la calidad del agua del río Chalma, el cual mostro un crecimiento radicular de 32 a 39 mm, así mismo, García y Abad (2015) evaluaron la fitotoxicidad del material particulado sedimentable de la zona urbana de Cuenca, los cuales mostraron un crecimiento radicular de lechuga de 46.82 mm, valor que se relaciona con cuatro de las estaciones estudiadas (Puente Catapalla, Puente San Jerónimo, Puente Socci y Boca de río).

Tabla 17.

Estadísticos descriptivos del crecimiento radicular de semillas lechuga (L. sativa) (mm).

Estaciones de muestreo	Tratamientos						
	100% de dilución	50% de dilución	25% de dilución	12.5% de dilución	6.25% de dilución	0 % Testigo	Total
Puente Catapalla	34.77	45.10	37.75	35.98	37.21	57.27	41.3467
Puente San Jerónimo	43.60	41.28	49.59	45.30	48.03	57.27	47.5117
Puente Socci	43.37	49.91	41.54	34.90	39.65	57.27	44.4400
Puente Clarita	41.14	46.65	14.67	26.12	34.78	57.27	36.7717
Boca de río	48.06	46.80	48.82	38.48	48.41	57.27	47.9733
Total	42.1880	45.9480	38.4740	36.1560	41.6160	57.2700	43.6087

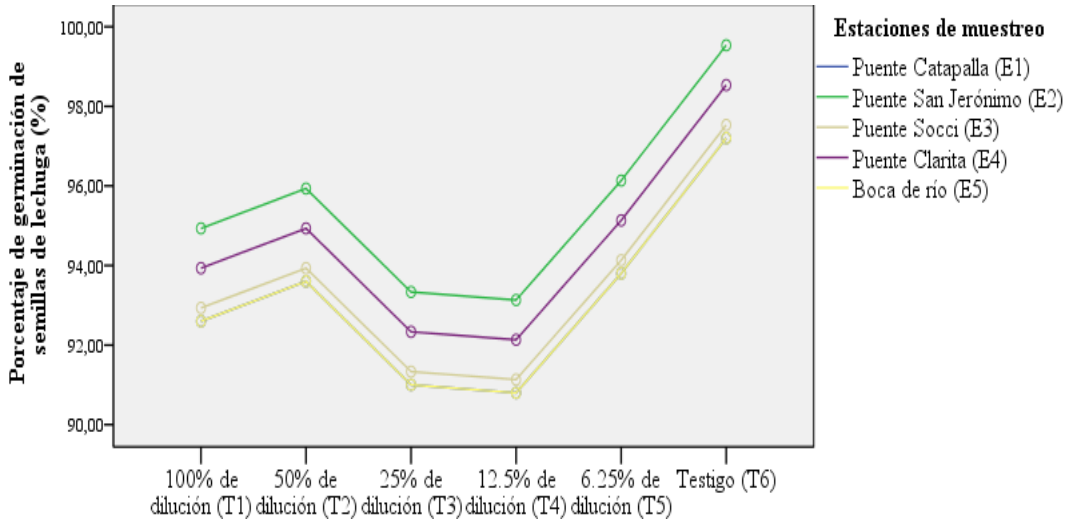


Figura 5. Estadísticos descriptivos del crecimiento radicular de semillas de lechuga (L. sativa) (mm) según estación de muestreo y tratamientos.

5.3.2. Elongación de hipocótilo

Al realizar el análisis de varianza demuestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ya que según la tabla 18 el valor de la significancia es mayor que el valor de la probabilidad asumida (Sig. > .05), sin embargo al comparar el comportamiento de la elongación del hipocótilo según las estaciones de muestreo en la tabla 19 se aprecia que el valor de la significancia es cercano a 0.05 (Sig. = 0.079) por lo que preliminarmente podemos afirmar que no existen diferencias entre las estaciones de muestreo del agua de la cuenca baja del río Cañete.

Tabla 18.

Análisis de varianza de la elongación del hipocótilo de semillas de lechuga (L. sativa)

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	22841.347[a]	10	2284.135	84.057	.000
Tratamientos	220.991	5	44.198	1.626	.199
Estaciones de Muestreo	266.570	4	66.642	2.452	.079
Error	543.476	20	27.174		
Total	23384.822	30			

a. R cuadrado = .977 (R cuadrado corregida = .965)

Todos los resultados obtenidos fueron comparadas frente al testigo para saber la inhibición de la elongación del hipocótilo los resultados del análisis descriptivo se muestran en la tabla 19 y figura 6, se observa que el tratamiento testigo (T6) induce a mayor elongación de hipocótilo con una longitud promedio de 31.29 mm, luego de manera descendente continúa el tratamiento T5, con el valor promedio de 27.58 cm, después el tratamiento T4 con 22.74 mm, a partir del cual se manifiesta variaciones, sin embargo al comparar la respuesta al tratamiento T1 se observa que la elongación del hipocótilo de las semillas de lechuga alcanzan 28.07 mm el cual es inferior en 10.29%, por tanto podemos afirmar que a mayor concentración de dilución del agua de la cuenca baja del río Cañete se espera como respuesta menor elongación de hipocótilo de semillas de lechuga (*L. sativa*) afirmación que es similar a lo obtenido por Barrera (2013) quien evaluó el efecto fitotóxico de diferentes metales pesados para fines de monitoreo de aguas de la Amazonía donde se logró apreciar que el testigo tuvo mayor elongación del hipocótilo con 40 mm, también se asemeja a la investigación de Morales y Blanco (2011) quienes evaluaron el efecto del molibdeno y el litio en semillas de lechuga (*L. sativa*) los cuales mostraron similitud al expresar que la elongación del hipocótilo midió 20.05 mm acercándose a nuestra investigación con 22.7 mm.

Tabla 19.

Estadísticos descriptivos de la elongación del hipocótilo de semillas de lechuga (L. sativa) (mm).

Estaciones de muestreo	Tratamientos						
	100% de dilución	50% de dilución	25% de dilución	12.5% de dilución	6.25% de dilución	0% Testigo	Total
Puente Catapalla	27.32	29.98	26.11	24.18	22.45	31.29	26.8883
San Jerónimo	27.82	25.92	26.64	27.66	28.85	31.29	28.0300
Puente Socci	26.33	27.26	35.15	18.53	26.56	31.29	27.5200
Puente Clarita	27.88	31.19	7.14	13.37	23.28	31.29	22.3583
Boca de río	31.00	30.05	31.01	29.99	36.79	31.29	31.6883
Total	28.0700	28.8800	25.2100	22.7460	27.5860	31.2900	27.2970

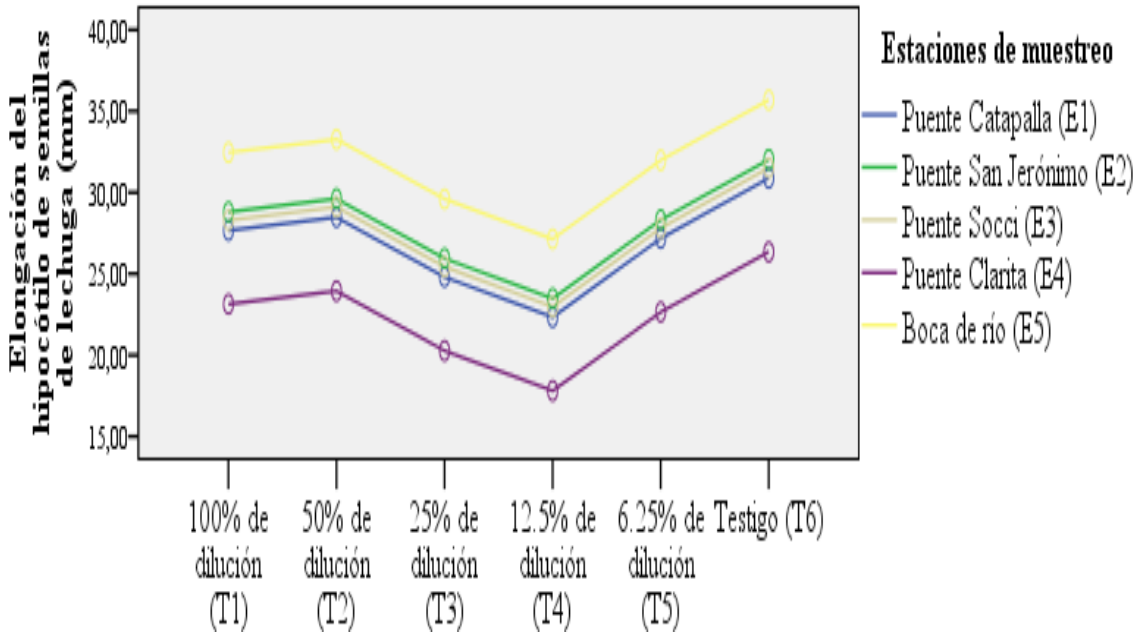


Figura 6. Estadísticos descriptivos de la elongación del hipocótilo de semillas lechuga (L. sativa) (mm) según estación de muestreo y tratamientos.

5.4. Índice de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*)

Con el propósito de determinar si las variaciones en el índice de germinación son atribuidas a los tratamientos y a las estaciones de muestreo se realiza el análisis de varianza cuyos resultados se muestran en la tabla 20, donde se encuentra diferencias significativas tanto para los tratamientos y para los bloques en estudio (sig. < 0.05).

Tabla 20.

Análisis de varianza del índice de germinación de semillas de lechuga (L. sativa)

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	167927.800[a]	10	16792.780	161.999	.000
Tratamientos	5290.300	5	1058.060	10.207	.000
Estaciones de Muestreo	1450.800	4	362.700	3.499	.025
Error	2073.200	20	103.660		
Total	170001.000	30			

a. R cuadrado = .988 (R cuadrado corregida = .982)

Luego para comparar los promedios entre los tratamientos se realizó la prueba de Tukey a 95% de probabilidades cuyos resultados se muestran en la tabla 21, donde los tratamientos T4, T3, T5, T1 y T2, con 59,20%, 62,80%, 70,00%, 70,40% y 77,40% respectivamente, son iguales, pero expresan diferencia significativa con el tratamiento T6, con 100,00%. El resultado indica que sí existe efecto del porcentaje de dilución del agua de la cuenca baja de río Cañete sobre el Índice de germinación. Arguello (2018) en su investigación evaluación de la toxicidad de la cuenca de río Guayllabamba agua, mostró que en cuatro de sus estaciones de muestreo los resultados de índice de germinación también son mayores al 70%. El resultado se da por que los parámetros físico químicos se encuentran dentro de los límites establecidos por el MINAM.

Tabla 21.

Comparación múltiples de medias del Índice de germinación de semillas de lechuga (L. sativa) según tratamientos.

Tratamientos	N	Promedio	Subconjunto 1	Subconjunto 2
12.5% de dilución (T4)	5	59.2000	a	
25% de dilución (T3)	5	62.8000	a	
6.25% de dilución (T5)	5	70.0000	a	
100% de dilución (T1)	5	70.4000	a	
50% de dilución (T2)	5	77.4000	a	
Testigo (T6)	5	100.0000		b
Sig.			.094	1.000

En la tabla 22 se observa las comparaciones de los promedios del índice de germinación, según estaciones de muestreo. A un nivel de significancia de 0.05, donde la estación Puente Clarita (CL) es diferente que las estaciones Puente Catapalla (CT), Puente Socci (SC) y Boca de río con 69,0000%, 74,3333% y 79,8333% respectivamente, dichos índices son iguales, pero muestran un menor índice de germinación frente a la estación Puente San Jerónimo con 81,0000%. El Puente Clarita (CL) tiene el índice de germinación más bajo con 62,3333%,

mientras que la estación con mayor Índice de germinación fue el Puente San Jerónimo (SJ) con 81,0000%. Este comportamiento se asemeja a los hallazgos de Rodríguez *et al*. (2014) quien evaluó la calidad del agua del río Chalma, cuyos resultados evidencian una similitud a nuestra investigación ya que en uno de sus estaciones presenta un valor de 47.95% de índice de germinación y en resto de estaciones los resultados son mayor al 70%. El índice de germinación no se ve afectado ya que los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los establecido por el MINAM.

Tabla 22.

Comparación múltiples de medias del Índice de germinación de semillas de lechuga (L. sativa) según estaciones de muestreo.

Estaciones de muestreo		**Promedio**	**Subconjunto**	
	N		**1**	**2**
Puente Clarita (CL)	6	62.3333	a	
Puente Catapalla (CT)	6	69.0000	a	b
Puente Socci (SC)	6	74.3333	a	b
Boca de río (BR)	6	79.8333	a	b
Puente San Jerónimo (SJ)	6	81.0000		b
Sig.			.052	.283

La tabla 23 y figura 7. Muestra el índice de germinación de semillas de lechuga y para el análisis se compara el efecto de los tratamientos activos según estaciones de muestreo con el tratamiento testigo, en el cual se observa que de un 100% de índice de germinación (T6) disminuye a medida que se incrementa el nivel de las diluciones de agua proveniente de la cunca baja del río Cañete así, para la dilución de 100% de agua (T1) el índice de germinación fue de 70.40% siendo 29.6% menor que el tratamiento testigo (T6).

Tabla 23.

Promedio del índice de germinación de semillas de lechuga (L. sativa) según estaciones de muestreo y tratamientos.

Estaciones de muestreo	Tratamientos						
	100% de dilución	50% de dilución	25% de dilución	12.5% de dilución	6.25% de dilución	0 % Testigo	Total
Estación Catapalla	58.00	75.00	61.00	58.00	62.00	100.0000	69.0000
San Jerónimo	75.00	72.00	80.00	76.00	83.00	100.00	81.0000
Puente Socci	71.00	84.00	68.00	57.00	66.00	100.00	74.3333
Puente Clarita	69.00	79.00	24.00	43.00	59.00	100.00	62.3333
Boca de río	79.00	77.00	81.00	62.00	80.00	100.00	79.8333
Total	70.4000	77.4000	62.8000	59.2000	70.00	100.0000	73.3000

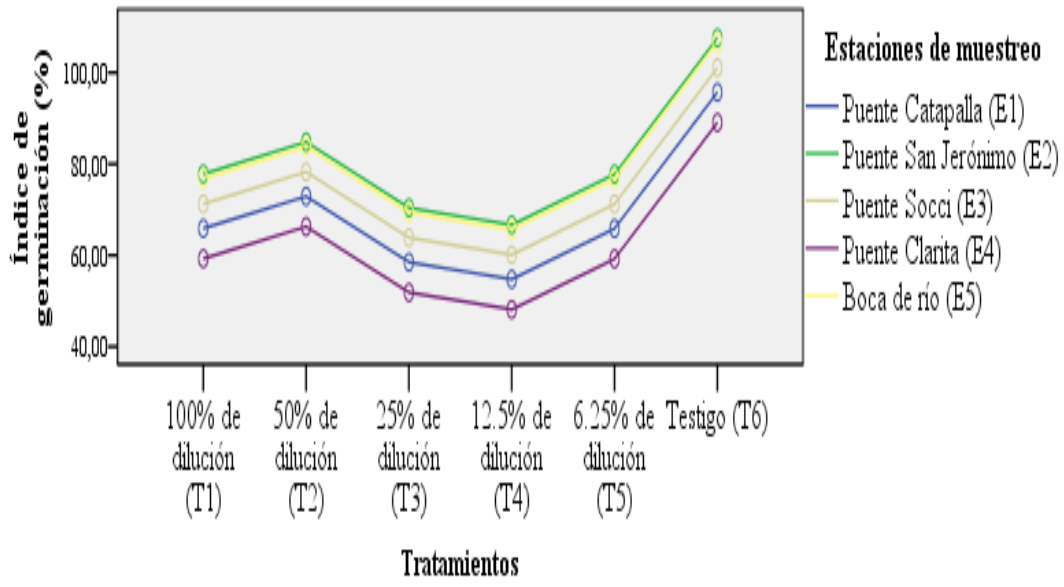


Figura 7. Promedio del índice de germinación de semillas de lechuga (L. sativa) según estaciones de muestreo y tratamientos.

VI CONCLUSIONES

a) Existe diferencia en la temperatura del agua de la cuenca baja del río Cañete entre la estación, Puente Catapalla y Puente clarita con 17.12 ºC y 18.76 ºC respectivamente, mientras que el Oxígeno Disuelto es diferente entre las estaciones Puente Catapalla, Puente San Jerónimo y Puente Socci con 5.21 mg/L, 5.21 mg/L y 5.54 mg/L respectivamente. En cuanto a los parámetros químicos no se encontró diferencias significativas entre estaciones de muestreo, concluyendo que los parámetros físicos químicos se encuentran dentro de los parámetros permisibles para riego de vegetales según el MINAM (2017).

b) Todas las estaciones de muestreo alcanzaron porcentajes de germinación mayor a 90% siendo la estación Puente Catapalla, el de menor porcentaje de germinación con 93.16% y la que alcanzo mayor porcentaje fue la estación Puente San Jerónimo con 95.5%, el porcentaje de germinación de semillas de lechuga muestra relación inversa con el nivel de concentración de las aguas del río Cañete, mayor concentración menor porcentaje de germinación.

c) Se encontró diferencias significativas entre los promedios del crecimiento radicular y elongación del hipocótilo de las semillas germinadas de lechuga (*L. sativa*), por efecto del agua de la cuenca baja del río Cañete, siendo el comportamiento inverso a mayor concentración menor crecimiento radicular y elongación del hipocótilo, la estación de muestreo con menor crecimiento radicular y elongación de hipocótilo fue Puente Clarita con 36.77 mm y 22.35 mm respectivamente

d) El índice de germinación de semilla de lechuga muestra relación inversa con el nivel de concentración de las aguas de la cuenca baja del río Cañete, siendo la estación de muestreo Puente Clarita la de mayor efecto tiene con 62.33% y la estación Puente San Jerónimo muestra el menor efecto con 81% en el índice de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*)

VII RECOMENDACIONES

a) A las autoridades de la cuenca del río Cañete se recomienda tomar en cuenta los resultados de los parámetros físicos químicos de las aguas del río Cañete a fin de establecer como antecedente para el control y monitoreo de la calidad de agua según las estaciones de muestreo.

b) A los investigadores se recomienda realizar investigaciones sobre los efectos de las aguas del río Cañete en la crianza de camarones, peces y otros indicadores microbiológicos presentes en el agua.

c) También se recomienda realizar estudios sobre efectos del agua del río Cañete en la citotoxicidad y genotoxicidad de las células de distintas plantas de importancia.

VIII REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Acosta, C. (2009). *Estudio de la cuenca altoandina del río Cañete (Perú): Distribución altitudinal de la comunidad de macroinbertebrados bentónicos y caracterización hidroquímica de sus cabeceras cársticas* (Tesis doctoral). Universitat de Barcelona, Barcelona, España.

Agüero, M. (2011). *Modelado de la evolución de índices de calidad integral de lechuga mantecosa desde la precosecha hasta el consumidor* (tesis doctoral). Universidad Nacional de la Plata, Argentina.

Alvarez, A., Rubiños, J. E., Gavi R, F., Alarcón, J. J., Hernández, E., Ramírez, C., & Salazar, E. (2006). Indice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac, Hidalgo, México: Diagnóstico y Predicción. *Phyton (*75*)*, 71-83. Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1851-56572006000100007&script=sci_arttext&tlng=en

Arguello, A. (2018). *Evaluación de la toxicidad del agua de la cuenca del río Guayllabamba mediante Bioensayos con Lactuca sativa* (Tesis de Pregrado). Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Pichincha, Ecuador.

Autoridad Nacional del Agua. (2015). *Informe técnico de resultados del monitoreo participativo de la calidad del agua en la cuenca de río Cañete - 2015.* Recuperado de http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ana/2453

Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú Ica- PE.* Recuperado de http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/propuesta_metodologia_ica-pe.pdf

Barrera, W. (2013). *Efectos fitotóxicos de mercurio (Hg), cadmio (Cd), plomo (Pb), arsénico (As) y cobre (Cu), sobre el crecimiento radicular de lechuga- (Lactuca sativa), para fines de monitoreo en cuerpos de agua* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos, Perú.

Bohórquez, P., & Campos, C. (2007). Evaluación de *Lactuca sativa* Y *Selenastrum capricornutum* como indicadores de toxicidad en aguas. *Universitas Scientiarum, 12*(2), 83-98. Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/499/49910969006.pdf

Burgin, M. (2002). *Estudio del fotocontrol de la germinación de semillas de Datura Ferox : Aspectos fisiológicos y moleculares* (Tesis doctoral). Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires Argentina.

Carrillo, M., & Urgilés, P. (2016). *Determinación del Índice de Calidad de Agua ICA-NSF de los ríos Mazar y Pindilig* (Tesis de pregrado). Univerisdad de cuenca, Cuenca, Ecuador.

Casilla, S. (2014). *Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del rio Suchez* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Antiplano, Puno, Perú.

Castillo, G., Díaz, M. C., Pica, Y., Ronco, A., Sobrero, C., Bulus, G., Sánchez, A. (2004). *Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas.* Mexico: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Recuperado de https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/26391/IDL-26391.pdf

Catalá, M., Tomás, N., Martínez, M., y Pla. (2008). Estudio de los factores que afectan a la germinación y nascencia de los arrozales del Delta del Ebro. Resumen de dos campañas: 2006-2007. *Agrícola Vergel, 318,* 288-294. Recuperado de https://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/9227/ARROZ+NASCENCIA+JUNIO+08.pdf?sequence=1

Córdova, S., Gaete, H., Aránguiz, F., & Figueroa, R. (2009). Evaluación de la calidad de las aguas del estero Limache (Chile central), mediante bioindicadores y bioensayos. *Latin american journal of aquatic research,* 37(2), 199-209. doi: 10.3856/vol37-issue2-fulltext-7

Echarri, L. (2007). *Ciencias de la tierra y del Medio Ambiente*. Recuperado de http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/recursosdigitales/2014/11/10/libro-electronico-de-ciencias-de-la-tierra-y-del-medio-ambiente/

Fernandez, C., & Vázquez, Y. (2006). Origen de los nitratos (NO3) y nitritos (NO2) y su influencia en la potabilidad de las aguas subterráneas. *Minería y Geología*, *22*(3), 1-9. Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/2235/223517652002.pdf

Fernández, M. (2007). Fósforo: amigo o enemigo. ICIDCA. *Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, *41*(2), 51-57. Recuperado de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2231/223114970009

Frías, T., & Montilla, L. (2016). *Evaluación de los parámetros físico, químicos y microbiológicos en el sector puerto de productores río Itaya* (Tesi de pregrado). Universidad Científica del Perú, Loreto, San Juan, Perú.

Gamarra, O., Barrena, M., Barboza, E., Rascón, J., Corroto, F., & Taramona, L., (2018). Fuentes de contaminación estacionales en la cuenca del río Utcubamba, región Amazonas, Perú. *Arnaldoa, 25*(1), 179-194. Recuperado de https://dx.doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.251.25111

García, J., & Pezo, R. (2011). *Efectos tóxicos del detergente doméstico "magia blanca", sobre las especies de peces Piaractus brachypomus (Cuvier, 1818) PACO Y Colossoma macropomum (Cuvier, 1818) Gamitana (Piscis, Characiformes), en ambientes controlados* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amzonia Peruana, Iquitos, Perú.

García, A. (2012). Criterios modernos para la evaluación de la calidad del agua de riego. *IAH 7*, 27-36. Recuperado de http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/B3BD6ED103283DDD85257A2F005EF91B/$FILE/6%20Art.pdf

García, N., & Abad, M. (2015). Análisis preliminar de la fitotoxicidad del material particulado sedimentable de la zona urbana de Cuenca. *Maskana,* 6(1), 95-105. Recuperado de https://doi.org/10.18537/mskn.06.01.08

Jaramillo, J., Aguilar, P., Tamayo, P. (2016). *Modelo tecnologico para el cultivo de lechuga bajo buenas practicas agricolas en el oriente Antioqueño.* Medellin, Colombia: Gobernación de Antioquia, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

Huamán, G. (2016). *Toxicidad del efluente de la laguna de estabilización el espinar mediante bioensayos con (Daphnia pulex) y (Lactuca sativa)* (Tesis de maestria). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.

Huanca, S. (2016). *Determinación de la concentración de la inhibición media (CE50-96) y el efecto fitotoxico del arseniato de sodio (NaH2AsO4H2O) en Lactuca sativa (lechuga) mediante biosensayos, en la provincia de Tacna* (Tesi de pregrado). Universidad Nacional de Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR). (2003). Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquícos y contaminantes Marinos (Aguas sedimentos y organismos). Santa Marta: Precolombi- Davis Reyes. Recuperado de http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/7010manualTecnicasanaliticas..pdf

Luna, C. (2012). *Influencia de los factores Pre y Postcosecha en la calidad de la Lechuga IV Gama* (Tesis Doctoral). Universidad de Murcia, Murcia, España.

Maldonado,C., Pujado, E, y Squeo, F. (2002). El efecto de la disponibilidad de agua durante el crecimiento de *Lycopersicon chilense* sobre la capacidad de sus semillas para germinar a distintas temperaturas y concentraciones de manitol y NaCl. *Revista chilena de historia natural*, *75*(4), 651-660. Recuperado de https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2002000400002

Matilla, A. (2008). Desarrollo y germinacion de las semillas. In: fundamentos de fisiología vegetal. Azcon-Bieto, J. y Talón, M. (eds.). *McGraw-Hill Interamericana*,.537-558. Recuperado de https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2016/08/Matilla-2008.pdf

Matos, A. (2015). Control de los Parametros Fisico-Quimico del agua potable de la planta potabilizadora de las costas del Ecuador (Tesis de pregado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Medina, C., Hora, M., Pereda, W., Gabriel, R., y Asencio, I. (2008). Caracterización físico-química de los ríos de las cuencas perejil, Caballo moro y Chuyugual, en el Alto Chicama. La libertad. *Aciéndo 15*(2): 1-12. http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/493/470

Minaya, R. (2017). *Parametros fisicos, quimicos, microbiologico, para determinar la calidad del agua en la laguna moronacocha - epoca de transicion creciente - vaciante. Iquitos* (Tesis de pregrado). Universidad nacional de la amazonia peruana, Iquitos, Perú.

Ministerio del Ambiente - MINAM. (2017). Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Recuperado de https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/

Morales, L., & Blanco, I. (2011). *Determinación de la concentración de inhibición media (CL50-120) del molibdeno y el litio en semillas de lechuga (Lactuca sativa) Mediante ensayos de toxicidad* (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogota, Colombia.

Moscoso, R. (2014). *Determinación de la toxicidad por aluminio del afluente de la planta potabilizadora del cebollar en el río Tomebamba, utilizando bioensayos ecotoxicológicos (*Tesis de maestria). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Peña, E. (2007). Calidad de agua trabajo de investigación Oxigeno Disuelto. Escuela Superior Politecnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.

Pérez, J. (2017). *Determinación del índice de calidad del agua del río Moquegua por influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas reciduales - Omo, durante el periodo 2014 - 2015* (Tesis de pregrado). Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú.

Primo, A. (2015). *Variablilidad de la temperatura y de la precipitación, en la ciudad de Toluca, Estado de México* (Tesis de pre grado). Universidad Autonoma del estado de Mexico, Toluca, México.

Quiroga, J. (2016). *Evaluación de tiempo y porcentaje de germinación con diferentes técnicas pre-germinativas en semillas de especies heliófitas nativas del parque nacional natural serranía de los yariguíes (vereda palo blanco) del municipio del carmen – santander* (Tesis de pregrado). Univercidad Nacional Abierta y a Distancia, Bucaramanga, Colombia.

Rodríguez, A., Robles, C., Ruíz, R., López, E., Sedeño, J., & Rodríguez, A. (2014). Índices de germinación y elongación radical de *Lactuca sativa* en el biomonitoreo de la calidad del

agua del río Chalma. *Contam. Ambient, 30(3),* 307-316. Recuperado de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37031522007

Saavedra, G., Corradini S., Antúnez B., Felmer E., Estay P., & Sepúlveda, R. (2017). Manual de producción de lechuga. Santiago, Chile. Recuperado de http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/09%20Manual%20Lechuga.pdf

Sánchez, K., & Sánchez, L. (2009). *Determinación de la concentración de inhibición media (CE50-120) del bario, hierro y manganeso mediante bioensayos de toxicidad acuática sobre semillas de lechuga (Lactuca sativa)* (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.

Sandoval, A., Pulido, G., Monks, S., Gordillo, A., y Villegas, E. (2009). Evaluación fisicoquímica, microbiológica y Toxicológica de la degradación ambiental del río Atoyac, México. *Interciencia, 34*(12), 880-887. Recuperado de https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_Helmintos/Griselda_Pulido/sandoval2009a.pdf

Sobrero, M. C. (2010). *Estudio de la fitotoxicidad de metales pesados y del herbicida Glifosato en ambientes acuáticos. Bioensayos con plantas vasculares como organismos diagnóstico* (Tesis doctoral). Univesidad Nacional de la Plata, La Plata, Argentina.

Sotil, L. E., & Flores, H. I. (2016). *Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del Río Mazán – Loreto, 2016* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Loreto, Perú.

Teves, B. (2016). *Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del Río Cacra.* (Tesis de maestria). Universidad catolica del Perú, Lima, Perú.

Torres, G., Navarro, A., Languasco, J., Campos, K., y Cuizano, N. (2007). Estudio preliminar de la fitoremediación de cobre divalente mediante *Pistia stratioides* (lechuga de agua). *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales, 3* (1), 13-20. Recuperado de https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v3-n1-2-estudio-preliminar-de-la-fitoremediacion-de-cobre.pdf

Toscano, L. (2009). *Análisis de los parámetros y Selección de hornos para la combustión de biomasa* (Tesis de pregrado). Universidad Superior Politecnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.

Universiad Nacional de Ica (UNICA); Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (2002). Mapa de peligros, plan de usos del suelo y propuestas de medidas de mitigación de los efectos producidos por los desastres naturales de las ciudades de la provincia de Cañete. Cañete: Provincia de cañete. Recuperado de http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_cs/Region_Lima/canete/canete_2002.pdf

Valle, J. (2010) *Influencia de las obras de captación en la población de Camarones en el río cañete- propuesta de Rehabilitación* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Villegas, S. (2017). *Evaluación de la toxicidad de un efluente tratado de agua residual hospitalaria acoplando un tratamiento con zeolita natural modificada con hexadeciltrimetilamonio (HDTMA)* (Tesis de maestria). Universidad autonoma del estado de Mexico, Toluca, Mexico.

Zambrano, A. (2014). *Estudio comparativo de tres genotipos de lechuga (L. sativa) Cultivadas en tres sistemas de producción hidropónica* (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

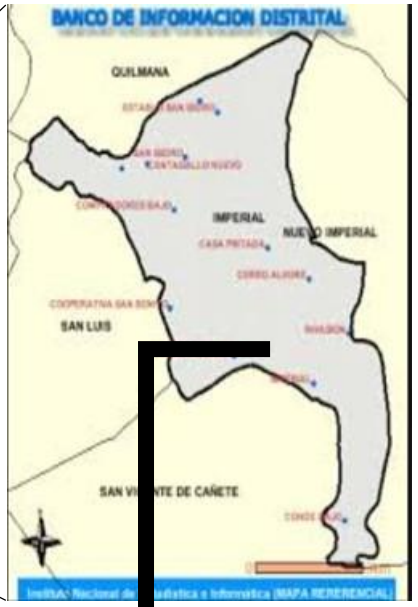
IV ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

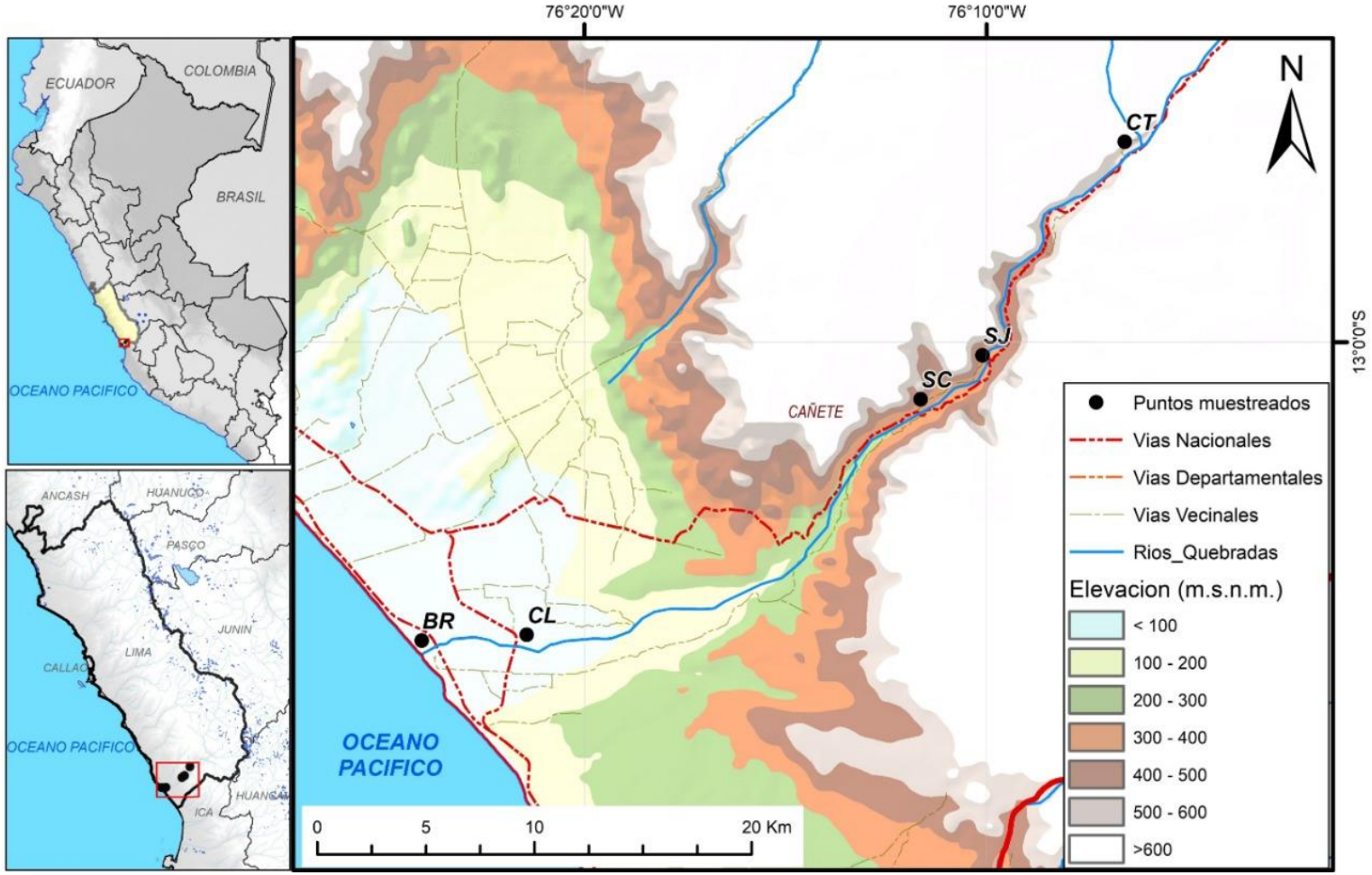
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES	MÉTODOS
Problema general ¿Cuál es el efecto del agua de la cuenca baja del río Cañete en los parámetros germinativos de semilla de lechuga (*L. sativa*) 2019? **Problemas específicos** ¿Cuáles son los valores de los parámetros físico químicos del agua según estaciones de muestreo en la cuenca del río Cañete? ¿Cuál es el porcentaje de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*) como efecto del uso del agua de la cuenca del río Cañete, según estaciones de muestreo? ¿Cuál es la longitud de las raíces e hipocótilo de las semillas germinadas de lechuga (*L. sativa*) por efecto del uso del agua de la cuenca del río Cañete, según estaciones de muestreo? ¿Cuál es el índice de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*) como efecto del uso del agua de la cuenca del río Cañete, según estaciones de muestreo?	**Objetivo general** Determinar el efecto del agua de la cuenca baja del río Cañete en los parámetros germinativos de semilla de lechuga (*L. sativa*) 2019. **Objetivos específicos** OE1 Describir los valores de los parámetros físico químicos del agua según estaciones de muestreo en la cuenca del río Cañete. OE2 Comparar el porcentaje de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*) como efecto del uso del agua de la cuenca del río Cañete, según estaciones de muestreo. OE3 Determinar la longitud de las raíces e hipocótilo de las semillas germinadas de lechuga (*L. sativa*) por efecto del uso del agua de la cuenca del río Cañete, según estaciones de muestreo. OE4 Determinar el índice de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*) como efecto	**Hipótesis general** Existe diferencia significativa en los parámetros de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*) como efecto del agua de la cuenca baja del río Cañete. **Hipótesis específicos** HE1. Se plantea que los parámetros fisicoquímicos del agua de la cuenca del río Cañete, difiere significativamente según estaciones de muestreo. HE2. El uso del agua de la cuenca del río Cañete tiene efecto negativo en el porcentaje de germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*) HE3. Existe diferencia apreciable en la longitud de las raíces e hipocótilo de las semillas germinadas de lechuga (*L. sativa*) como efecto del uso del agua de la cuenca del río Cañete. HE4. El agua de la cuenca del río Cañete tiene efecto directo en el índice de	Variable Independiente. Parámetros fisicoquímicos del agua de la cuenca del río cañete Concentraciones del agua de la cuenca del río Cañete	Temperatura del agua Oxígeno disuelto Conductividad eléctrica pH Nitratos Amonio Fosfatos T1: nivel de dilución 100% T2: nivel de dilución 50% T3: nivel de dilución 25% T4: nivel de dilución 12.5%	ºC mg/l µS/cm U de pH Mg/l Mg/l Mg/l % % % %	**Tipo de investigación:** Es experimental puro, porque se manipulará la variable independiente (Parámetros fisicoquímicos del agua de las estaciones de muestreo de la cuenca baja del río cañete) para medir su efecto en las variables independientes: Parámetros de germinación de la semilla de lechuga (*L. sativa*) Concentraciones del agua de la cuenca del río Cañete. En cuanto al estudio de las variables es de tipo cuantitativo, porque las variables en estudio son tangibles y se puede obtener mediante medición en el sistema internacional de medida. En cuanto a su finalidad, es de tipo básico ya que tiene como finalidad principal resolver los problemas del desconocimiento de la calidad del agua para riego en la cuenca baja del río Cañete **Nivel de investigación:** Es descriptivo. Es transversal Es explicativa **Método y diseño de investigación:** El método es experimental y la modalidad a utilizar es Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 6 tratamientos, en 5 bloques y 5 repeticiones por tratamiento, la obtención de datos se realizará mediante la observación directa, y con la manipulación de equipos e instrumentos de medición. La redacción se realizará en software Word 2016 y en el estilo APA

	del uso del agua de la cuenca del río Cañete, según estaciones de muestreo.	germinación de semillas de lechuga (*L. sativa*).	Variable Dependiente. Parámetros de germinación de la semilla de lechuga (*L. sativa*)	T5: nivel de dilución 6.25% T6: Testigo (Agua reconstituida) Crecimiento radicular Elongación del hipocótilo Índice de germinación Porcentaje de semillas inhibidas	% % Cm Cm % %	

Anexo 2: Plano de ubicación del experimento



Anexo 3. Mapa y puntos de muestreo ubicados en la cuenca baja del Río Cañete



Anexo 4: Datos para procesar de la variable crecimiento radicular de semillas de lechuga según estaciones de muestreo

ESTACIÓN PUENTE CATAPALLA																											
Nombre del evaluador:……																										**Nº de Bloque:……**	
Nº de T.	**Tratamientos**		**Fecha de evaluación:** / /																							**Total**	**Promedio en (mm)**
		Evaluación del crecimiento radicular en (mm)																									
		R1					**R2**					**R3**					**R4**					**R5**						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**		
T1	Testigo	50,11	58,57	52,89	50,71	50,7	54,04	58,09	59,26	56,80	59,48	50,06	55,21	54,29	57,47	60,17	54,33	55,65	62,13	60,34	60,69	58,38	65,32	63,17	64,65	59,3	25	57,27
T2	100%	42,44	46,24	28,27	33,20	38,29	44,48	50,65	31,86	46,14	26,68	26,71	41,80	52,54	32,19	32,37	46,82	14,85	38,26	38,05	35,86	21,31	7,50	38,05	33,16	21,54	25	34,77
T3	50%	34,29	43,46	43,2	56,93	35,62	55,76	41,93	51,33	35,55	55,32	50,74	48,76	40,05	44,59	39,02	52,88	39,89	61,53	40,96	41,54	47,29	45,05	37,82	38,51	45,45	25	45,10
T4	25%	48,68	36,43	50,53	33,72	39,02	45,75	53,14	37,90	45,80	24,45	35,66	50,34	28,94	7,12	24,45	30,32	39,34	38,65	27,58	54,05	30,41	58,51	44,75	35,06	23,25	25	37,75
T5	12.5%	41,25	26,62	44,65	45,69	34,75	24,78	41,67	38,11	53,22	32,78	35,85	26,33	36,77	46,09	31,59	25,25	34,91	26,54	40,03	9,22	29,16	35,99	58,35	40,24	39,69	25	35,98
T6	6.25%	53,3	29,01	22,37	37,04	29,68	45,52	26,95	35,1	31,06	46,27	53,56	17,7	54,23	39,53	45,94	36,11	23,27	42,63	40,76	35,41	25,02	23,92	45,75	43,86	46,35	25	37,21
Observaciones:																												
……																												

ESTACIÓN PUENTE SAN JERÓNIMO

Nombre del evaluador:……

Nº de Bloque:……

Fecha de evaluación: / /

Nº de T.	Tratamientos	Evaluación del crecimiento radicular en (mm)																									Total	Promedio en (mm)
		R1						R2						R3					R4					R5				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
T1	Testigo	50,11	58,57	52,89	50,71	50,7	54,04	58,09	59,26	56,80	59,48	50,06	55,21	54,29	57,47	60,17	54,33	55,65	62,13	60,34	60,69	58,38	65,32	63,17	64,65	59,3	25	57,27
T2	100%	56,98	45,2	31,45	35,7	49,92	43,31	39,07	59,91	34,9	38,13	44,97	53,54	51,66	57,5	33,2	53,58	31,86	35,22	38,31	45,69	38,36	39,43	45	53,69	33,39	25	43,60
T3	50%	44,51	43,03	39,88	47,32	38,69	47,26	45,52	28,65	42,65	49,24	33,51	45,6	46,5	39,74	46,25	50.46	26,32	27,43	46,42	40,97	30,79	43,44	43,57	57,35	36,13	25	41,28
T4	25%	49,92	45,17	40,02	51,08	53,33	58,6	55,95	54,41	47,44	38,16	51,6	50,02	43,45	45,4	53,25	43,48	69,95	54,85	51,01	56,57	48,86	49,6	42,55	42,81	42,34	25	49,59
T5	12.5%	45,4	47,41	40,63	32,78	42,05	58,9	44,42	56,39	44,21	57,18	49,65	45,75	45,8	51,96	55,21	41,94	37,38	34,79	29,51	36,12	49,34	52,81	32,64	50,14	50,14	25	45,30
T6	6.25%	48,34	38,1	44,16	48,45	38,77	43,8	51,5	56,03	56,02	45,76	57,54	35,38	56,02	39,12	42,63	55,15	53,6	56,91	59,11	51,31	47,58	37,98	54,36	46,79	36,28	25	48,03

ESATCIÓN PUENTE SOCCI

Nombre del evaluador:…..……

Nº de T.	Tratamientos			Fecha de evaluación: / /																		
		Evaluación del crecimiento radicular en (mm)																				
		R1					R2					R3					R4					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
T1	Testigo	50,11	58,57	52,89	50,71	50,7	54,04	58,09	59,26	56,80	59,48	50,06	55,21	54,29	57,47	60,17	54,33	55,65	62,13	60,34	60,69	58,38
T2	100%	39,45	30,92	41,75	55,71	47,19	46,30	49,65	39,15	50,31	44,51	26,98	35,51	38,10	46,55	47,93	40,98	34,86	50,78	47,78	36,18	42,00
T3	50%	55,04	44,76	40,52	51,69	53,67	52,51	51,27	54,43	49,07	54,64	37,87	33,83	43,87	55,37	35,88	56,08	55,91	58,10	49,71	57,57	57,07
T4	25%	56,90	44,50	39,05	35,01	45,52	38,56	30,52	36,86	29,16	35,79	50,11	30,44	38,99	48,16	31,59	51,55	33,23	42,52	41,61	41,66	37,61
T5	12.5%	49,32	33,01	43,51	46,89	39,30	25,72	31,4	39,68	25,52	32,99	30,96	43,48	33,47	38,89	31,39	42,12	43,66	41,32	37,67	35,24	27,16
T6	6.25%	48,95	48,50	50,12	48,81	24,66	37,00	51,62	39,14	32,22	47,15	39,00	52,43	45,90	39,64	39,35	37,45	38,52	36,69	34,74	32,70	35,99

ESTACIÓN PUENTE CLARITA

Nombre del evaluador:…..……

Nº de T.	Tratamientos			Fecha de evaluación: / /																		
		Evaluación del crecimiento radicular en (mm)																				
		R1					R2					R3					R4					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
T1	Testigo	50,11	58,57	52,89	50,71	50,7	54,04	58,09	59,26	56,80	59,48	50,06	55,21	54,29	57,47	60,17	54,33	55,65	62,13	60,34	60,69	58,38

T2	100%	30,99	32,04	40,98	40,15	23,19	57,24	57,75	46,54	52,19	37,47	51,29	45,32	37,2	57,43	38,13	45,43	37,95	29,24	37,37	30,91	31,3	
T3	50%	43,21	49,61	52	55,96	43,74	57,34	47,53	33,76	47,59	40,54	48,18	42,61	45,26	40,18	47,63	47,22	40,28	47,3	48,27	41,1	53,1	
T4	25%	19,2	20,93	14,53	17,88	16,59	16,26	18,11	15,68	19,52	17,6	20,07	16,58	13,66	10,38	15,77	20,75	15,18	8,15	11,41	10,77	8,65	
T5	12.5%	25,13	24,97	25,9	39,42	24,55	34,17	37,74	26,05	35,67	29,75	24,89	33,4	28,07	24,73	19,34	35,82	32,06	38,05	17,07	16,5	15,74	
T6	6.25%	36,19	35,38	28,83	17,8	49,97	49,16	27,17	31,38	44,18	41,12	49,06	43,54	34,56	43,35	36,52	23,02	39,83	22,78	28,53	36,76	22,52	

ESTACIÓN BOCA DE RÍO

Nombre del evaluador:…..…… Nº de Bloque:

Fecha de evaluación: / /

Nº de T.	**Tratamientos**	**Evaluación del crecimiento radicular en (mm)**																								**Total**	**Promedio en (mm)**
		R1					**R2**					**R3**					**R4**					**R5**						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**		
T1	Testigo	50,11	58,57	52,89	50,71	50,7	54,04	58,09	59,26	56,80	59,48	50,06	55,21	54,29	57,47	60,17	54,33	55,65	62,13	60,34	60,69	58,38	65,32	63,17	64,65	59,3	25	57,27
T2	100%	44,33	48,56	49,45	40,51	57,1	54,96	38,75	37,78	59,71	50,69	45,21	46,69	39,25	49,07	58,32	44,2	31,08	38,15	64,57	38,79	48,1	63,22	52,61	45,45	54,99	25	48,06

T3	50%	60,82	54,51	64,04	59,15	36,17	30,1	44,48	29,65	39,19	37,46	52,15	67,98	43,04	45,45	51,4	44,48	51,3	56,55	42,53	42,2	36,95	58,68	53,5	38,2	29,95	25	46,80
T4	25%	60,7	53,15	69,9	55,6	53,9	54,51	64,4	35	75,48	47,79	41,02	51,27	58,02	37	45,41	57,99	29,84	33,44	47,72	51,8	34,27	45,75	37,2	40,48	38,79	25	48,82
T5	12.5%	28,59	25,29	31,81	34,08	38,72	26,66	32,06	45,61	48,96	35,58	29,4	50,88	36,59	33,13	49,08	39,52	39,52	38,09	32,94	45,69	58,28	56,16	36,06	25,28	44,03	25	38,48
T6	6.25%	51,4	57,4	57,41	49,75	42,35	66,63	58,37	53,5	44,25	44,7	39,32	44,26	46,76	39,5	40,64	57,12	46,06	34,69	59,02	42,45	54,53	45,54	43,78	50,08	40,8	25	48,41

Anexo 5: Datos para procesar de la variable elongación de hipocótilo de semillas de lechuga según estaciones de muestreo

ESTACIÓN PUENTE CATAPALLA																												
Nombre del evaluador:…..																											**Nº de Bloque:**	
Nº de T.	**Tratamientos**		**Fecha de evaluación: / /**																									
		Evaluación de la elongación del hipocótilo en (mm)																									**Total**	**Promedio en (mm)**
		R1					**R2**					**R3**					**R4**					**R5**						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**		

T1	Testigo	31,51	40,41	30,66	32,86	31,94	21,31	33,21	26,59	31,85	34,35	30,45	26,43	23,54	26,53	34,82	35,41	25,4	28,8	35,65	35,28	32,9	33,21	30,69	30,96	37,53	25	31,29
T2	100%	29,40	29,97	25,09	32,84	30	31,44	27,93	25,90	33,18	29,35	24,29	28,41	28,96	24,99	24,68	22,96	26,82	25,99	25,20	34,93	28,98	22,22	25,20	21,42	22,84	25	27,32
T3	50%	29,81	27,07	32,11	31,33	31,86	30,20	26,64	30,00	29,34	28,92	30,86	36,96	32,51	35,04	29,30	37,45	34,20	30,04	25,21	16,29	28,80	31,90	28,02	26,59	29,07	25	29,98
T4	25%	31,26	33,25	34,28	21,16	25,15	34,15	32,85	24,54	26,86	23,46	30,27	29,50	23,24	18,43	23,46	19,32	26,02	26,47	26,86	28,42	20,36	27,94	28,33	16,46	20,65	25	26,11
T5	12.5%	23,55	20,67	22,27	25,38	27,78	23,51	25,90	29,15	31,47	24,47	21,43	21,75	20,06	23,98	26,95	13,31	22,46	25,24	21,92	19,26	35,74	21,73	28,30	25,17	23,06	25	24,18
T6	6.25%	20,49	13,41	22,35	19,07	21,89	21,3	17,15	24,73	29,73	19,7	21,48	19,06	21,68	20,25	28,29	18,4	25,93	28,15	20,92	25,74	24,29	18,16	22,22	27,16	29,77	25	22,45

Observaciones:

……

……

ESTACIÓN PUENTE SAN JERÓNIMO

Nombre del evaluador:…….……

Nº de Bloque:……

Fecha de evaluación: / /

Nº de T.	Tratamientos	Evaluación de la elongación del hipocótilo en (mm)																									Total	Promedio en (mm)
		R1					R2					R3				R4					R5							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		

T1	Testigo	31,51	40,41	30,66	32,86	31,94	21,31	33,21	26,59	31,85	34,35	30,45	26,43	23,54	26,53	34,82	35,41	25,4	28,8	35,65	35,28	32,9	33,21	30,69	30,96	37,53	25	31,29
T2	100%	28,41	32,53	24,87	22,82	34,59	32,29	33,3	27,67	26,53	27,52	34,44	27,27	35,97	29,67	30,48	25,39	24,18	22,84	20,61	27,55	19,68	25,58	31,56	23,3	26,36	25	27,82
T3	50%	23,43	33,27	25,25	33,74	22,16	19,44	25,82	41,69	35,28	21,81	26,2	27,27	27,38	20,88	30,49	31,84	20,44	29,84	22,73	16,58	24,14	21,84	25,57	18,26	22,58	25	25,92
T4	25%	26,35	28,6	26,71	25,12	28,09	34,12	27,31	30,97	26,48	28,84	36,9	30,53	23,43	28,65	22,43	23,32	26,61	25,75	22,87	22,89	23,51	29,46	24,61	19,23	23,12	25	26,64
T5	12.5%	25,65	25,4	25,58	29,89	21,55	38,77	26,8	24,73	27,15	38,12	28,24	27,86	32,01	34,16	25,68	22,86	21,74	29,39	22,21	26,64	25,43	26,51	26,63	33,8	24,75	25	27,66
T6	6.25%	27,36	19,66	16,78	17,66	17,38	35,33	25,24	33,88	27,47	31,62	34,24	27,48	26,81	27,17	25,78	36,36	29,63	25,58	33	33,23	38,16	35,61	35,63	29,16	31,06	25	28,85

ESTACIÓN PUENTE SOCCI																												
Nombre del evaluador:…..……																											**Nº de Bloque:**	
Nº de T.	**Tratamientos**		**Fecha de evaluación: / /**																									
		Evaluación de la elongación del hipocótilo en (mm)																									**Total**	**Promedio en (mm)**
		R1					**R2**					**R3**					**R4**					**R5**						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**		

T1	Testigo	31,51	40,41	30,66	32,86	31,94	21,31	33,21	26,59	31,85	34,35	30,45	26,43	23,54	26,53	34,82	35,41	25,4	28,8	35,65	35,28	32,9	33,21	30,69	30,96	37,53	25	31,29
T2	100%	16,34	23,59	20,70	25,69	24,95	32,36	31,28	27,82	28,92	38,61	23,30	21,84	26,16	24,01	26,59	29,30	30,91	27,34	26,15	21,94	33,53	23,55	26,69	30,62	16,07	25	26,33
T3	50%	27,10	31,60	17,75	26,26	22,89	28,97	28,79	24,49	23,90	19,32	22,98	29,40	23,47	27,33	24,79	27,92	34,22	24,53	36,49	32,28	29,37	36,02	25,73	26,42	29,51	25	27,26
T4	25%	28,89	31,10	30,60	33,50	40,55	41,80	46,37	50,99	43,86	45,53	47,36	32,95	36,78	32,11	24,21	31,26	45,79	31,39	24,31	21,29	34,51	49,69	23,41	23,51	27,09	25	35,15
T5	12.5%	22,84	22,56	18,11	25,22	22,24	9,59	21,96	27,41	15,21	20,32	20,67	26,43	21,87	20,49	18,56	18,76	18,79	21,62	19,62	21,46	11,37	9,59	9,04	9,07	10,33	25	18,53
T6	6.25%	33,70	25,41	23,49	28,62	33,66	28,16	26,81	30,10	28,11	28,00	31,91	26,26	23,94	24,25	26,06	23,35	22,01	22,67	23,38	30,11	25,98	30,75	20,41	24,08	22,87	25	26,56

ESTACIÓN PUENTE CLARITA																												
Nombre del evaluador:……																											**Nº de Bloque:**	
Nº de T.	**Tratamientos**		**Fecha de evaluación: / /**																									
		Evaluación de la elongación del hipocótilo en (mm)																									**Total**	**Promedio en (mm)**
		R1					**R2**					**R3**					**R4**					**R5**						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**		

T1	Testigo	31,51	40,41	30,66	32,86	31,94	21,31	33,21	26,59	31,85	34,35	30,45	26,43	23,54	26,53	34,82	35,41	25,4	28,8	35,65	35,28	32,9	33,21	30,69	30,96	37,53	25	31,29
T2	100%	34,32	28,37	32,04	35	26,1	24,84	30,72	33,95	30,16	35,06	26,05	29,9	28,07	29,59	26	20,57	19,96	21,11	29,1	29,36	24,82	30,99	22,47	26,43	22,01	25	27,88
T3	50%	30,53	25,08	30,01	41,81	28,08	37,83	37,61	33,33	40,06	29,15	25,02	34,7	25,61	24,44	27,34	28,34	24,93	23,7	28,33	30,18	40,26	37,63	33,96	26,75	35,13	25	31,19
T4	25%	8,25	11,86	6,28	10,25	9,19	6,33	6,52	5,37	10,06	8,06	7,12	6,47	5,95	6,18	7,2	5,92	13,53	8,06	5,45	6,58	5,76	4,57	4,73	4,41	4,31	25	7,14
T5	12.5%	13,89	15,68	17,58	13,17	13,59	13,38	17,19	15,48	16,19	13,68	17,33	17,98	15,71	9,54	10,37	19,12	13,61	23,71	17	9,54	6,48	5,09	5,7	6,34	6,94	25	13,37
T6	6.25%	23,59	25,3	13,81	19,59	22,07	25,02	21,75	24,96	29,86	18,91	26,75	24,19	34,7	41,15	21,82	16,28	18,39	16,78	16,91	20,9	24,4	18,93	23,94	26,29	25,75	25	23,28

ESTACIÓN BOCA DE RÍO																												
Nombre del evaluador:……																											**Nº de Bloque:**	
Nº de T.	**Tratamientos**		**Fecha de evaluación: / /**																									
		Evaluación de la elongación del hipocótilo en (mm)																									**Total**	**Promedio en (mm)**
		R1					**R2**					**R3**					**R4**					**R5**						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**		

T1	Testigo	31,51	40,41	30,66	32,86	31,94	21,31	33,21	26,59	31,85	34,35	30,45	26,43	23,54	26,53	34,82	35,41	25,4	28,8	35,65	35,28	32,9	33,21	30,69	30,96	37,53	25	31,29
T2	100%	30,73	33,01	25,8	25,44	27,42	30,66	31,54	31,57	35,44	22,93	34,4	39,26	33,9	37,7	36,9	32,95	21,94	41,95	22,68	25,48	34,44	24,14	31,5	36,35	26,88	25	31,00
T3	50%	36,14	28,07	31,18	36,33	21,89	34,35	23,8	25,7	21,95	32,95	39,16	25,58	30,48	33,33	30,43	34,01	31,1	29,02	22,81	37,7	29,99	26,9	37	29,2	22,26	25	30,05
T4	25%	29,5	35,8	26,6	30,75	33,12	36,86	24,08	25,36	32,25	33,43	39,48	24,7	30,71	38,82	41,24	27,97	25,28	30,4	23,12	33,51	23,89	33,2	23,05	37,85	34,3	25	31,01
T5	12.5%	20,2	38,46	24,48	25,01	24,12	29,25	24,05	28,11	25,11	24,47	37,58	34,08	35,9	28,12	45,91	25,92	29,76	18,76	23,94	25,93	37,27	30,17	43,02	33,53	36,72	25	29,99
T6	6.25%	30,5	20,54	51,8	33,33	32,7	27,77	22,71	26,05	35,21	27,81	38,68	62,17	37,95	41,41	43,06	42,25	26,16	43,75	42,44	45,74	39,2	30,6	48,52	27,58	41,93	25	36,79

Anexo 6: Resultados de laboratorio de los parámetros físicos químicos del agua de la cuenca baja del río Cañete, según estaciones de muestreo.

VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS 1965 - 2015

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

PREDIO : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

MATRIZ : AGUA DE RIO

ANÁLISIS Nº : 552-01A -2019

LUGAR : CAÑETE

FECHA DE RECEP. : 24/05/2019

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA - ESPECIAL

MUESTRA : PUENTE CATAPALLA

PARAMETRO		RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA	L.C	UNIDAD
Nitrógeno Nítrico	(NO_3^{-1})	0.87	ppm	SM 4500-NO_3^{-}-D	Electrométrico	1.00E-02	ppm
Nitrógeno Amoniacal	(NH_4^{+1})	0.04	ppm	UNE 77028:1983	Volumetrico	1.00E-02	ppm
Fósforo	(K)	0.07	ppm	SM 4500-P B,E	Colorimétrico	2.00E-02	ppm
Biomasa		< L.C	%	P-C	Gravimétrico	1.00E-02	%

Los resultados están expresados en muestra Original

DÓNDE:
P-C : Método propuesto por el Cliente.
L.C : Límite de Cuantificación

NOTA:
1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohibe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quim. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO

MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 I Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe I Web: www.vallegrande.edu.pe

VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS 1965 - 2015

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

PREDIO : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

MATRIZ : AGUA DE RIO

ANÁLISIS Nº : 552-02A -2019

LUGAR : CAÑETE

FECHA DE RECEP. : 24/05/2019

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA - ESPECIAL

MUESTRA : PUENTE SAN GERONIMO

PARAMETRO		RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA	L.C	UNIDAD
Nitrógeno Nítrico	(NO_3^{-1})	0.85	ppm	SM 4500-NO_3^{-1}-D	Electrométrico	1.00E-02	ppm
Nitrógeno Amoniacal	(NH_4^{+1})	0.04	ppm	UNE 77028:1983	Volumetrico	1.00E-02	ppm
Fósforo	(K)	0.08	ppm	SM 4500-P B,E	Colorimétrico	2.00E-02	ppm
Biomasa		< L.C	%	P-C	Gravimétrico	1.00E-02	%

Los resultados estan expresados en muestra Original

DÓNDE:
P-C : Método propuesto por el Cliente.
L.C : Límite de Cuantificación

NOTA:
1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohibe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quim. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO

MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 I Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe I Web: www.vallegrande.edu.pe

VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

PREDIO : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

MATRIZ : AGUA DE RIO

ANÁLISIS Nº : 552-03A -2019

LUGAR : CAÑETE

FECHA DE RECEP. : 24/05/2019

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA - ESPECIAL

MUESTRA : PUENTE SOCSI

PARAMETRO		RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA	L.C	UNIDAD
Nitrógeno Nítrico	(NO_3^{-1})	0.88	ppm	SM 4500-NO_3^{-1}-D	Electrométrico	1.00E-02	ppm
Nitrógeno Amoniacal	(NH_4^{+1})	0.06	ppm	UNE 77028:1983	Volumetrico	1.00E-02	ppm
Fósforo	(K)	0.06	ppm	SM 4500-P B,E	Colorimétrico	1.00E-02	ppm
Biomasa		< L.C	%	P-C	Gravimétrico	1.00E-02	%

Los resultados están expresados en muestra Original

DÓNDE:
P-C : Método propuesto por el Cliente.
L.C : Límite de Cuantificación

NÓTA:
1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohibe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quim. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO

MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 I Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe I Web: www.vallegrande.edu.pe

VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE
PREDIO : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE
MATRIZ : AGUA DE RIO

ANÁLISIS Nº : 552-04A -2019
LUGAR : CAÑETE
FECHA DE RECEP. : 24/05/2019

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA - ESPECIAL

MUESTRA : PUENTE CLARITA

PARAMETRO		RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA	L.C	UNIDAD
Nitrógeno Nítrico	(NO_3^{-1})	0.86	ppm	SM 4500-NO_3^{-1}-D	Electrométrico	1.00E-02	ppm
Nitrógeno Amoniacal	(NH_4^{+1})	0.04	ppm	UNE 77028:1983	Volumetrico	1.00E-02	ppm
Fósforo	(K)	0.07	ppm	SM 4500-P B,E	Colorimétrico	2.00E-02	ppm
Biomasa		< L.C	%	P-C	Gravimétrico	1.00E-02	%

Los resultados están expresados en muestra Original

DONDE:
P-C : Método propuesto por el Cliente.
L.C : Límite de Cuantificación

NOTA:
1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohibe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quim. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO

MSc. Agr. Julio Castro Laos
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS 1965 - 2015

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE
ANÁLISIS Nº : 552-05A -2019

PREDIO : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE
LUGAR : CAÑETE

MATRIZ : AGUA DE RIO
FECHA DE RECEP. : 24/05/2019

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA - ESPECIAL

MUESTRA : BOCA DEL RIO

PARAMETRO		RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA	L.C	UNIDAD
Nitrógeno Nítrico	(NO_3^{-1})	1.18	ppm	SM 4500-NO_3^{-1} -D	Electrométrico	1.00E-02	ppm
Nitrógeno Amoniacal	(NH_4^{+1})	0.04	ppm	UNE 77028:1983	Volumetrico	1.00E-02	ppm
Fósforo	(K)	0.08	ppm	SM 4500-P B,E	Colorimétrico	2.00E-02	ppm
Biomasa		< L.C	%	P-C	Gravimétrico	1.00E-02	%

Los resultados están expresados en muestra Original

DONDE:
P-C : Método propuesto por el Cliente.
L.C : Límite de Cuantificación

NOTA:
1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohibe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quim. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO

MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Anexo 7. Parámetros físico químicos de la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO_3^--N) + Nitritos (NO_2^--N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO_2^--N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 4:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

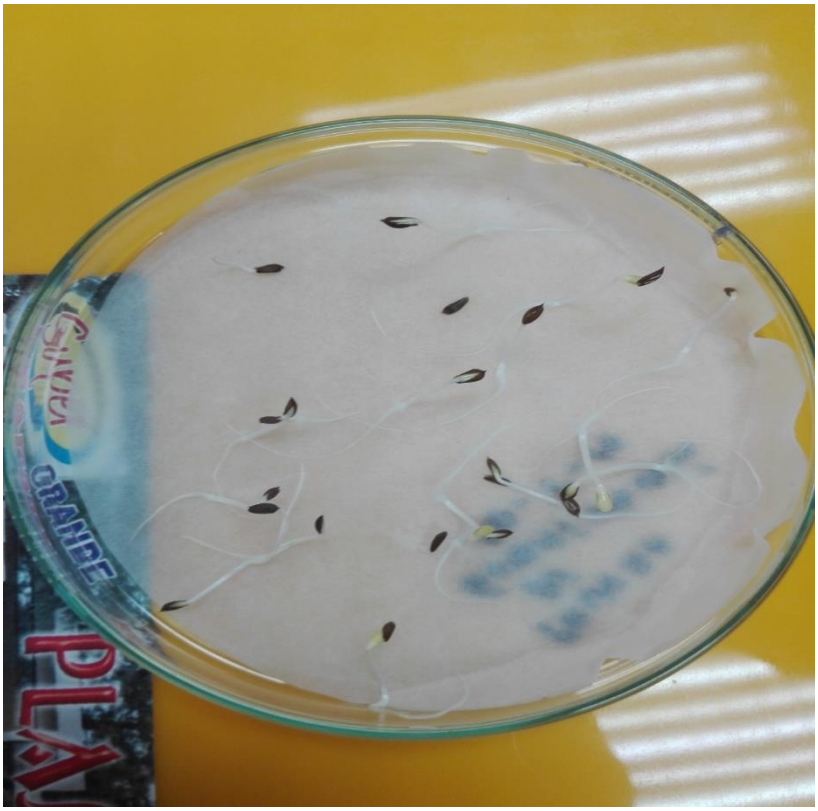
Anexo 8. Panel fotográfico

Parámetros medidos en los distintos puntos de muestreo

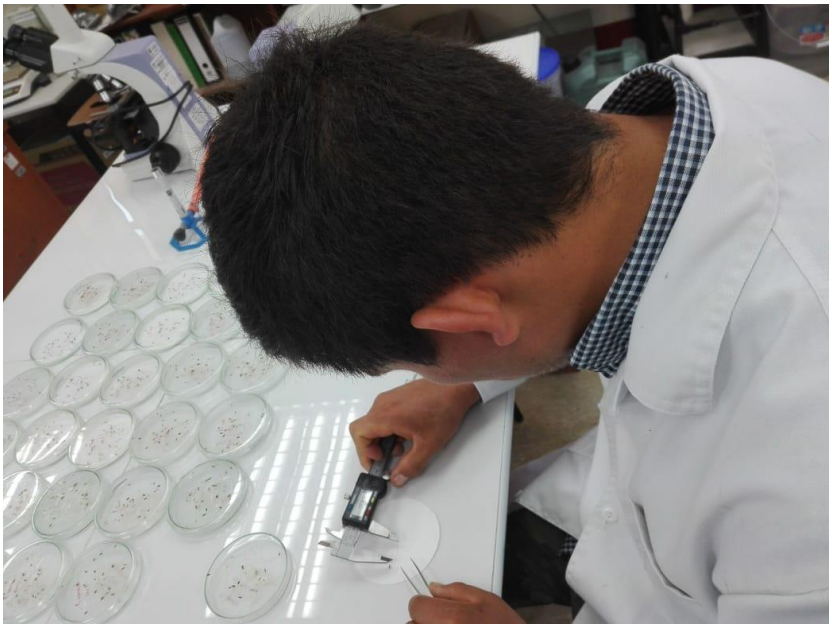
Colocación de semillas en las placas Petri

Colocado de placas Petri en bandejas

Inserción de las bandejas en la cámara de germinación



Retiro de placas después de 120 horas



Medición con vernier de radícula e hipocótilo de semillas de lechuga

Anexo 9. Informe del turnitin de anti plagio

turnitin

Recibo digital

Este recibo confirma quesu trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Edwin Guido Vicente Paucar
Título del ejercicio:	SEMINARIO
Título de la entrega:	Efectos del agua de la cuenca baja …
Nombre del archivo:	Efecto del agua en los parÃ¡metros…
Tamaño del archivo:	3.33M
Total páginas:	104
Total de palabras:	23,295
Total de caracteres:	121,733
Fecha de entrega:	18-oct-2019 10:33a.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	1195543885

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

"EFECTOS DEL AGUA DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO CAÑETE EN LOS PARÁMETROS GERMINATIVOS DE SEMILLA DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) 2019"

Para optar el título profesional de
INGENIERO AGRÓNOMO

Autor: Edwin Guido Vicente Paucar

Asesor: Ing. Mg. Sc. Mario Humberto Taipe Cancho

Co asesor: Ing. Mg. Miriam Vilca Arana

Lima, Perú

2019

Efectos del agua de la cuenca baja del río Cañete en los parámetros germinativos de semillas de lechuga (Lactuca sativa L.) 2019

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	19%	3%	19%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
2	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	1%
5	docplayer.es Fuente de Internet	1%
6	sinia.minam.gob.pe Fuente de Internet	1%

Anexo 10. Artículo científico

ÍNDICE DE GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO RADICULAR DE SEMILLA (*Lactuca sativa* L.) PARA EVALUAR EL AGUA DE LA CUENCA BAJA DEL RIO CAÑETE, LIMA

Edwin Guido Vicente Paucar[1], Miriam Vilca Arana[2], Mario Humberto Taipe Cancho[3].

Universidad Nacional de Cañete, Urb. Santa Rosa de Hualcará s/n, Imperial, Lima, Perú,
edwin.guido10@gmail.com, mvilca@undc.edu.pe, mtaipe@undc.edu.pe

Resumen

Objetivos: Evaluar el agua de la cuenca baja del rio Cañete a través del Índice de germinación y crecimiento radicular de semilla (*Lactuca sativa* L.). **Metodología:** Para el estudio se consideró 5 estaciones de muestreo, Puente Catapalla, Puente San Jerónimo, Puente Socci, Puente Clarita y Boca de rio, se verificó los parámetro fisicoquímicos y se procedió a realizar diluciones en serie, con un factor de dilución recomendado de 0.5, el cual permitió cubrir un amplio intervalo de dilución: 100; 50; 25; 12.5 y 6.25%, además de tener un control para el ensayo, en la metodología la investigación fue con post prueba y grupo control en Diseño de Bloques Completos al Azar con 6 tratamientos y 5 bloques. **Resultados:** La estación Puente Clarita mostro el Índice de germinación y el crecimiento radicular más bajo (62.33% y 36.77% respectivamente). **Conclusión:** La estación Puente Clarita, mostro una ligera toxicidad, a diferencia de las demás estaciones, ya que de acuerdo a los parámetros fisicoquímicos están dentro de los límites permisibles, la inhibición seria por causa de otros agentes biológicos, dichos puntos se encuentran expuestos a descarga de agua de residuos domésticos municipales, estos resultados pueden servir para llevar un control del grado de toxicidad de la cuenca baja del rio Cañete.

Palabras clave: Germinación, Cuenca baja, Semilla.

Introducción

Las primeras causas de contaminación de las fuentes de agua, que alteran la calidad a lo largo de la cuenca de río Cañete, se compone de descargas de aguas residuales domesticas en la parte alta, que proviene de las redes de alcantarillado que tienen las localidades y las que son manejados por los municipios distritales y provinciales, del mismo modo en la parte baja de la cuenca de río, descargan las aguas de residuos domésticos municipales, las cuales son manejadas por EMAPA CAÑETE S.A., descargadas directamente al cauce del río Cañete (Autoridad Nacional del Agua [ANA], (2015).

En los bioensayos se establece, la inhibición de la germinación y el crecimiento de la raíz y del hipocótilo del vegetal, ya que esos parámetros son representativos para calcular la capacidad de establecerse y desarrollare, eso nos permite calcular el efecto dañino de las sustancias solubles actuales en niveles mínimos, no retrasaría la inhibición de la germinación, pero si podría retrasar la división celular de la radícula e hipocótilo (Huamán, 2016).

La evaluación del efecto toxico permite tener información más detallada, de posibles cambios del agua, de tal forma que el retraso del crecimiento de la radícula e hipocótilo se establezca como indicador sub letal de alta sensibilidad para la estimación de daños biológicos en las plantas, contribuyendo con datos complementarios al objetivo a estudiar en el efecto de la germinación (Castillo, 2004).

El objetivo de esta investigación es evaluar el agua de la cuenca baja del rio Cañete a través de un bioensayo con (*Lactuca sativa* L.) en el que se aprecia la respuesta de esta planta en la germinación de sus semillas y en el crecimiento radicular como indicadores de la calidad del agua, es base para otras investigaciones en el ámbito agropecuario, ambiental, etc.

Metodología

Área de estudio

La cuenca del río cañete según su geografía se encuentra entre los 11º58’ a 13º 09’S y los 75º31’a 76º 31’W, los que abastecen la zona de muestreo son, el lado derecho, los ríos Miraflores, Aucampi y Yauyos, y el lado izquierdo los ríos Ali, Laraos, Huantán, Tupe, Cacra (Lincha) y Huangascar (Acosta, 2009). Se seleccionó cinco puntos de muestreo a lo largo de la cuenca baja del rio Cañete (Figura 1). Estación 1 “Puente Catapalla (CT)” (12º 55’ 05.3328” S; 76º 06’ 33.2771” W); Estación 2 “Puente San Jerónimo (SJ)” (13º 00’ 19.4436” S; 76º 10’ 05.4735” W); Estación 3 “Puente Socci (SC)” (13º 01’ 23.9268” S; 76º 11’ 37.9231” W); Estación 4 “Puente Clarita (CL)” (13º 07’ 10.4340” S; 76º 21’ 25.3799” W); y la Estación 5 “ Boca de rio (BR)” (13º 07’ 18.9984” S; 76º 24’ 02.0229” W). El clima de Cañete es templado, desértico y oceánico, durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varia de 17 ºC a 27 ºC y rara vez baja a menos de 15 ºC o sube a más de 30 ºC.

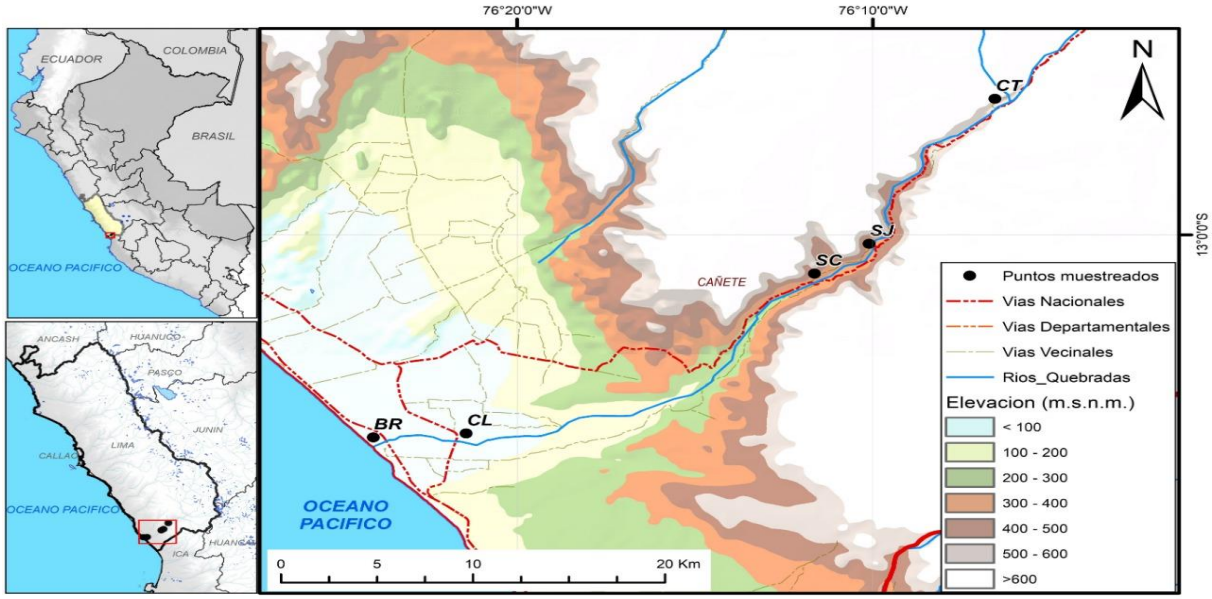


Figura 1. Mapa y puntos de muestreo de la Cuenca baja del rio Cañete.
Fuente: Samuel Pizarro (2019).

Toma de muestras de agua

El 24 de mayo del 2019 se visitó los cinco puntos de muestreo y en cada uno se determinó in situ los siguientes parámetros físicos: pH, temperatura del agua (ºC), conductividad (μScm^{-1}) y oxígeno disuelto (mg/l), con un equipo multiparámetro modelo Hanna HI 98194. El mismo día se realizó, la recolección por duplicado de agua en botellas de plástico de 500 ml y fue llevado al laboratorio, el análisis químico fue analizado por el Laboratorio de Química Agrícola del Instituto Valle Grande, el Nitrato mediante el método (SM4500-N03-1-D) y la técnica (electrométrico), el Amonio mediante el método (UNE 77028:1983) y la técnica (volumétrico), el Fosforo total con el método (SM4500-P B, E) y la técnica (colorimétrico) (Sotil y Flores, 2016).

Desarrollo del bioensayo con (*Lactuca sativa* L.)

Se tomó muestras de 50 ml para realizar los bioensayos en el laboratorio, se procedió a realizar diluciones en serie, con un factor de dilución recomendado de 0.5, el cual permitió cubrir un amplio intervalo de dilución: 100; 50; 25; 12.5 y 6.25%, además de tener un control para el ensayo que fue agua reconstituida (AR), el cual fue preparado según protocolo la norma mexicana NMX-AA-087-SCFI-2010. Por cada recipiente con las diluciones antes descritas e incluyendo la muestra control, se utilizó cinco réplicas (Castillo, 2004).

El ensayo de toxicidad aguda se realizó con semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.), las cuales fueron adquiridas de semillerías locales, cuidando que sean semillas con un alto poder germinativo, mayor al 90%; previamente a cada bioensayo se seleccionó aquellas semillas de tamaño y apariencia uniforme. En cada dilución y muestra control, un total de 20 semillas fueron colocadas cuidadosamente sobre papel filtro en recipientes de vidrio de 100 ml, se guardaron protegidas de la luz a una temperatura de 20±2°C, por un periodo de 120 horas, al cabo de las cuales se procedió a contar el número de semillas germinadas y a medir la longitud de la raíz (Castillo, 2004).

Finalmente, para comparar los resultados de forma adecuada, los resultados logrados se expresaron como el porcentaje de la germinación relativa de semillas (GRS), el crecimiento relativo de la radícula (CRR) y el índice de germinación (IG) (Rodríguez, et al., 2014).

$$\text{IG}\ (\%) = \frac{\text{GRS x CRR}}{100}$$

$$\text{GRS}\ (\%) = \frac{\begin{array}{c}\text{Número de semillas germinadas con} \\ \text{la muestra de agua problema}\end{array}}{\begin{array}{c}\text{Número de semillas germinadas} \\ \text{en agua dura (testigo)}\end{array}} \text{ x } 100$$

$$\text{CRR}\ (\%) = \frac{\begin{array}{c}\text{Longitud promedio de la radícula con} \\ \text{la muestra de agua problema}\end{array}}{\begin{array}{c}\text{Longitud promedio de la radicula} \\ \text{en agua dura (testigo)}\end{array}} \text{ x } 100$$

Análisis de datos

El análisis estadístico se realizó con el Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) Statistics 18. Antes del análisis correspondiente los datos fueron homogenizados, el valor de la significancia (sig.) fue mayor que el valor de la probabilidad asumida (alfa 0.05) por tanto para todas las variables en estudio cumplieron al supuesto de homogeneidad de varianzas. Se realizó la prueba de normalidad con el test de Shapiro-Wilk (SW), según el valor de la significancia del estadístico de SW son superiores al valor de la probabilidad asumida (alfa = 0.05) por tanto se acepta que los datos de las variables índice de germinación y crecimiento radicular provienen de una distribución normal satisfaciendo la condición necesaria para continuar.

Resultados y discusión

Índice de germinación (IG)

El IG representa el producto de la germinación relativa de las semillas por el crecimiento relativo de la radícula, el índice expresa tanto el porcentaje de semillas germinadas como el porcentaje de crecimiento que alcanza la radícula durante el bioensayo (Rodríguez, et al., 2014). Como expresa la Tabla1 y Figura 2, el Puente Clarita,

presentó el IG más bajo (62.3%), seguido del Puente Catapalla con (69%), mientras que las demás estaciones Puente Socci (74.3%), Boca de rio (79.8%) y Puente San Jerónimo (81%) obtuvieron valores superiores a 70%. El promedio más alto de los tratamientos del IG fue el tratamiento (T6) con (100%), seguido del tratamiento 2 (T2) con (77.4%), luego el tratamiento 1 (T1) con 70.4%, y el tratamiento 5 (T5) con (70%), el tratamiento 3 y 4 (T3 y T4) con (62.8% y 59.2% respectivamente). El análisis de varianza demuestra que existen diferencias significativas ya que el valor – p (Sig.) es menor que el valor alfa de 0.05 tanto para el modelo, para tratamientos y para los bloques la estación de muestreo Puente Clarita (CL), Puente Catapalla (CT), Puente Socci (SC) y Boca de rio con (62,3%, 69%, 74,3% y 79,8 respectivamente) muestra diferencia significativa ante la estación Puente San Jerónimo con (81%). La exposición con el agente tóxico redujo más de un 15% la germinación de las semillas (Sánchez y Sánchez, 2009).

Tabla 24. Respuestas de plántulas de (*Lactuca sativa* L.) expuestas a las aguas de las diferentes estaciones de estudio de la cuenca baja del rio Cañete.

Variables	**Estaciones**					
	Puente Catapalla (E1)	**Puente San Jerónimo (E2)**	**Puente Socci (E3)**	**Puente Clarita (E4)**	**Boca de río (E5)**	**Total**
Índice de germinación (%)	69,0000	81,0000	74,3333	62,3333	79,8333	73,3000
Crecimiento radicular de semillas de lechuga (mm)	41,3467	47,5117	44,4400	36,7717	47,9733	43,6087
Germinación relativa de semillas (%)	95,1667	97,5000	95,5000	96,5000	95,1667	95,9667
Crecimiento relativo de radícula (%)	72,3333	83,0000	77,6667	64,3333	83,8333	76,2333

Fuente: SPSS Statistics 18

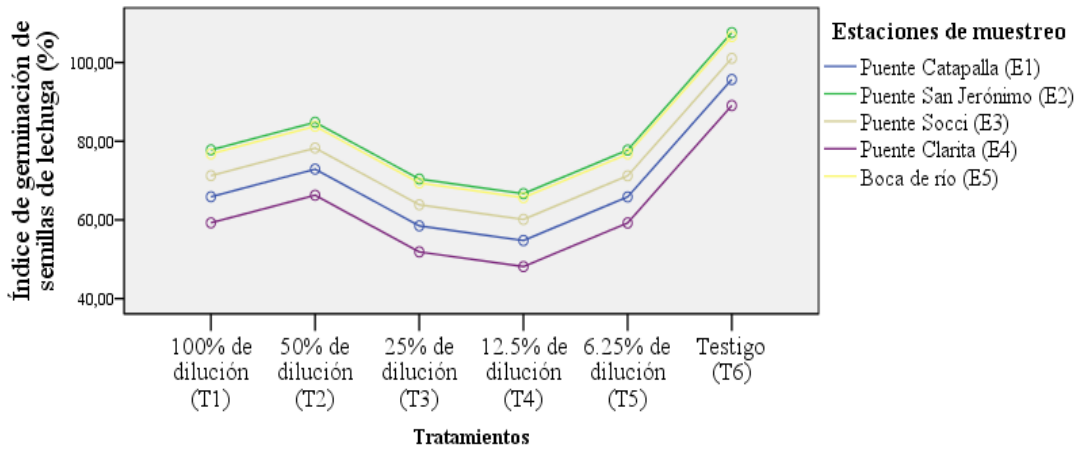


Figura 2. Índice de germinación de semillas de lechuga (%)
Fuente: SPSS statistics 18 (2019)

Porcentaje de germinación relativa de semillas (GRS)

El GRS representa el porcentaje de semillas germinadas en el agua de los diferentes sitios de estudio con respecto a aquellas germinadas en el testigo. Como se muestra en la Tabla 1 y Figura 2, las estaciones Puente Catapalla y Boca de rio, presentó valores promedio más bajos e iguales (95.16%), seguido de la estación Puente socci con (95.5%), mientras que las estaciones Puente Clarita y Puente San Jerónimo, presentaron los valores promedio más altos del GRS (96.5% y 97.5%, respectivamente). El promedio más alto de los tratamientos de la GRS fue el tratamiento (T6) con 100%, seguido del tratamiento 5 (T5) con (97%), luego el tratamiento 2 (T2) con 96%, y el tratamiento 1 (T1) con (95%), el tratamiento 3 y 4 (T3 y T4) con (94% y 93% respectivamente).

Tabla 25. Promedio de los parámetros fisicoquímicos obtenidos de los cinco puntos de muestreo.

Parámetros físicoquímicos del agua	Unidad de medida	Estaciones de muestreo				
		Puente Catapalla (CT)	Puente San Jerónimo (SJ)	Puente socci (SC)	Puente clarita (CL)	Boca de rio (BR)
Potencial de Hidrogeniones	pH	8,2223	7,9467	8,0333	7,38	7,5933
Conductividad eléctrica	µS/cm	432,6667	437,6667	434,3333	492,6667	482,3333
Temperatura	T ºC	17,1267	17,96	18,3867	18,5967	18,7667
Porcentaje de Oxígeno Disuelto	%DO	57,8333	56	60,9667	66,6333	67,3333
Nitrógeno nítrico (NO3-)	pH	0,4833	0,57	0,58	0,48	0,5867
Nitrógeno amoniacal (NH4-)	µS/cm	0,3467	0,3467	0,3333	0,5267	0,6133
Fosforo total (P)	%DO	0,0867	0,0808	0,0833	0,08	0,08

Fuente: SPSS statistics 18

Crecimiento relativo de la radícula (CRR)

El CRR representa el porcentaje de crecimiento de la radícula de las semillas expuestas a las aguas de los diferentes sitios de estudio con respecto a aquellas del lote testigo. Tal como muestra la Tabla1 y Figura2, el Puente Clarita presento el valor promedio de CRR más bajo con (64.33%), seguido del Puente Catapalla con (72.3%), luego el Puente Socci con (77.7%), las estaciones con valores más altos de GRR fueron San Jerónimo y Boca de rio con (83% y 83.9% respectivamente). El promedio más alto de los tratamientos de la CRR fue el tratamiento (T6) con 100%, seguido del tratamiento 2 (T2) con (80%), luego el tratamiento 1 (T1) con (73.8%), y el tratamiento 5 (T5) con (72.8%), el tratamiento 3 y 4 (T3 y T4) con (67.4% y 63.2% respectivamente)**.**

Crecimiento radicular de semillas (CRS)

Tal como se muestran en la Tabla 2 y Figura 3, el Puente Clarita obtuvo en promedio de crecimiento radicular más bajo (36.77mm), seguido del Puente Catapalla (41.35mm), el Puente Socci (44.44mm), el Puente San Jerónimo (47.51mm), la estación con mayor crecimiento radicular fue Boca de rio con (47.97mm). El análisis de varianza demuestra que existen diferencias significativas, ya que el valor – p (Sig.) es menor que el valor alfa de 0.05 tanto para el modelo, para tratamientos y para los bloques. Se observa que a mayor concentración se tiene menor crecimiento radicular (Moscoso, 2014). La estación de muestreo Puente Clarita (CL), Puente Catapalla (CT), Puente Socci (SC) con (36,7717mm, 41,3467mm y 44,4400mm, respectivamente) muestra diferencia significativa menor a las estaciones Puente San Jerónimo (SJ) y Boca de rio (BR) con (47,5117mm y 47,9733mm). El resultado de los ensayos con (*Lactuca sativa* L), mostró mayor inhibición del crecimiento a nivel de radícula (Huamán, 2016).

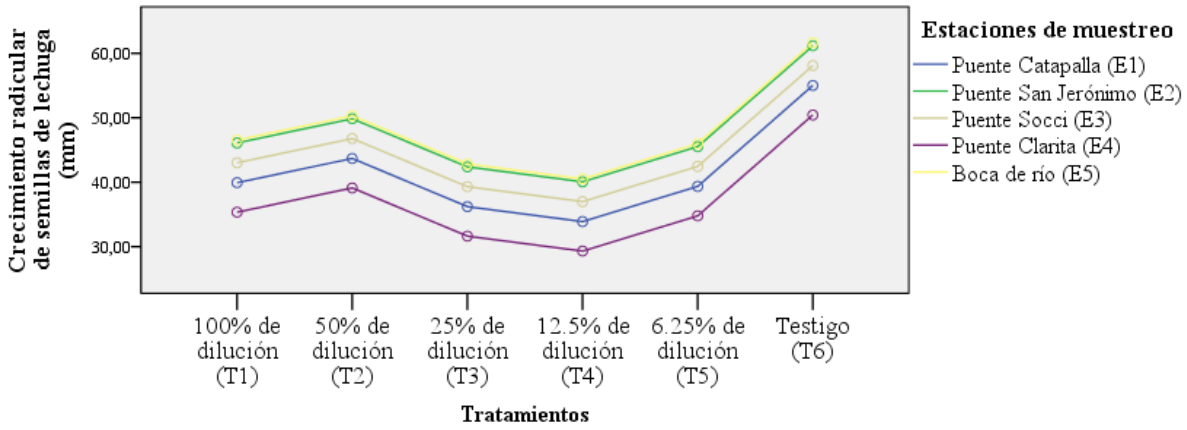


Figura 3. Índice de crecimiento radicular de semillas de Lechuga (mm)
Fuente: SPSS statistics 18 (2019)

Conclusión

La estación Puente Clarita, mostro una ligera toxicidad, a diferencia de las demás estaciones, ya que de acuerdo a los parámetros fisicoquímicos están dentro de los límites permisibles, la inhibición seria por causa de otros agentes biológicos, dichos puntos se encuentran expuestos a descarga de agua de residuos domésticos municipales, estos resultados pueden servir para llevar un control del grado de toxicidad de la cuenca baja del rio Cañete.

Referencias

Acosta Rivas, C. R. (2009). *Estudio de la cuenca altoandina del río Cañete (Perú): Distribución altitudinal de la comunidad de macroinbertebrados bentónicos y caracterización hidroquímica de sus cabeceras cársticas* (Tesis doctoral). Universitat de Barcelona, Barcelona, España.

Autoridad Nacional del Agua. (2015). Informe técnico de resultados del monitoreo participativo de la calidad del agua en la cuenca de río Cañete - 2015. Lima: Autoridad Nacional del Agua. Nº 086 Obtenido de http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ana/2453

Castillo Morales, G. (Ed.). (2004). *Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas.* México: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo

Huamán Lencinas, G. A. (2016). *Toxicidad del efluente de la laguna de estabilización el espinar mediante bioensayos con (Daphnia pulex) y (Lactuca sativa* L.*)* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.

Moscoso Calle, R. V. (2014). *Determinación de la toxicidad por aluminio del afluente de la planta potabilizadora del cebollar en el río Tomebamba, utilizando bioensayos ecotoxicológicos* (Tesis de maestría). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Rodríguez Romero, A. J., Robles Salazar, C. A., Ruíz Picos, R. A., López López, E., Sedeño Díaz, J. E., & Rodríguez Donantes, A. (2014). Índices de germinación y elongación radical de Lactuca sativa en el biomonitoreo de la calidad del agua del río Chalma. *Contam. Ambient*, 30 (3), 307 - 316.

Sánchez Ortiz, K. A., & Sánchez Melo, L. M. (2009). *Determinación de la concentración de inhibición media (CE50-120) del bario, hierro y manganeso mediante bioensayos de toxicidad acuática sobre semillas de lechuga (Lactuca sativa* L.) (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.

Sotil Rivera, L. E., & Flores Vásquez, H. I. (2016). *Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del Río Mazán – Loreto, 2016* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Loreto, Perú.