



**Universidad de Concepción
Campus Los Ángeles
Escuela de Educación**

El problema de la contaminación de los cuerpos de agua en la comuna de Laja. Determinación de parámetros bioquímicos y físicos en la Laguna Señoraza y su posible aplicación en el aula.

**Seminario de Título para optar al Título Profesional
Profesor Ciencias Naturales y Biología**

Seminaristas Carla Elizabeth Larenas Moyano.
Luis Iván Lavín Millar.
Fresia Daniela Obreque Obreque.

Profesora Guía Dra. Helen Grace Díaz Páez.

Los Ángeles, 2018

Agradecimientos.

Más que nada agradezco a Dios que siempre está en todo momento con nosotros y las personas que estuvieron siempre las 24 horas 7 días de la semana y por años apoyándome a mi lado en las buenas y malas, también en el ámbito monetario, cuidado personal, recreación y me dieron cariño durante un largo tiempo y toda una vida. Gracias a ellos soy lo que soy hoy en día, los quiero y amo, gracias por todo a: José René Larenas Mancilla mi padre, a mi segunda madre María Angélica Larenas Mancilla, a mi madre Elizabeth Del Carmen Moyano Pereira, a mi hermano René Eliecer Larenas Moyano, hermana Valentina Paz Larenas Moyano y abuela Blanca Ester Mancilla Alvarado, a mis compañeros de tesis y amigos, la Fresia salvaje y el Luchín que nos estresamos y peleamos mucho jajaja pero salimos adelante. Y aunque no estuvo en todo mi proceso académico me apoyó en todo mi semestre de práctica y últimos momentos estresantes de mi tesis, brindándome apoyo moral, amoroso y monetario en lo que necesité a mi pololo José Carlos Loyola Moreno más conocido como el JC y el Yolola. 😊

“El que de verdad quiere se la puede”

Carla Elizabeth Larenas Moyano.

Agradecimientos.

Durante mi vida, en este viaje, principalmente de la universidad, estude algo que no sabía qué me iba a enamorar, que fue Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología, quiero proyectarme como un gran profesor que demuestra sus conocimientos y su pasión por educar.

Quiero agradecer a todas las personas que estuvieron presentes durante este proceso, en primer lugar a Dios por esta oportunidad, a mi mamá, mi papá, mi hermana, mis compañeras de tesis Carla y Daniela, que siempre estuvieron a mi lado, en las buenas y en las malas, a los amigos que siempre han estado conmigo, apoyándome en cada momento de la vida.

Quiero dedicar este trabajo de tesis a Cristina Millar P., a Luis Lavin M. y a Grimanesa Lavin M. ya que ustedes siempre estuvieron a mi lado, apoyándome en cada momento, dándome la fortaleza para salir adelante. Sin ustedes no habría sido nada... Nunca perdieron la Fé en mí, siempre tendré en cuenta las bellas enseñanzas que dejaron, sobre todo la de “Todo esfuerzo hecho con amor, rinde frutos”. “Uno empieza con muchos tropezones, pero el tiempo te dará la experiencia para ser mejor”.

“Todo campeón fue una vez un aspirante que se negó a rendirse” (Anónimo)

Es un honor el ser su hijo, y poder retribuirles por la persona que soy. Junto con ello agradecer a cada uno de los profesores que me han formado desde la infancia hasta ahora y que me ha permitido llegar hasta aquí.

Muchas gracias por todo.

Con Cariño, Luis Ivan Lavin Millar.

Agradecimientos.

Primero que todo le agradezco a Dios, quien me ha ayudado a llegar hasta esta instancia donde culmina una etapa importante en la vida. El paso por la universidad ha traído grandes experiencias las cuales me han ayudado a mejorar a cada minuto.

Le agradezco de igual manera a mi madrina Madeolina Fritz, mi madre Yanet Obreque y Guido Sáez, quienes me han apoyado durante toda mi vida en todo ámbito, sin ellas no sería una profesional como lo soy ahora, también a mi pequeña hermana Constanza Sáez Obreque. Otra persona importante es Marlen Carrillo quien es como una hermana para mí y ha sido quien me ha ayudado y apoyado desde mi infancia como también desde el momento que llegué a estudiar a Los Ángeles.

A mis amigos y compañeros de tesis, Carla Larenas y Luis Lavín, con quienes pasamos grandes momentos, durante los años de estudios como también durante la realización de esta investigación.

También agradezco a una de mis mejores amigas Beatriz Orellana, con quien he compartido desde que llegué a esta ciudad a estudiar, ha sido mi apoyo, mi confidente y paño de lágrimas tanto en las penas como en las alegrías. A mi amigo Leo que a pesar de la distancia siempre me ha apoyado y dado palabras de aliento en todo momento.

Y finalmente le agradezco a los profesores que han dejado una marca en mí durante todos mis años de estudios, y quienes han sido una inspiración durante el transcurso de los estudios académicos universitarios.

“Tendrás fracasos en tu vida, pero es lo que haces durante esas caídas lo que determina la altura a la que llegarás”

Fresia Daniela Obreque Obreque

Tabla de contenido

Resumen.....	7
Abstract.....	8
Planteamiento y justificación del problema.....	9
Pregunta de investigación.....	12
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos.....	12
Hipótesis.....	13
Marco teórico.....	14
Diseño metodológico.....	21
Características del área de estudio.....	21
Diseño de la investigación.....	23
Enfoque.....	23
Método.....	23
Diseño.....	23
Unidad temporal.....	23
Alcance de la investigación.....	23
Diseño muestral.....	24
Población o Universo.....	24
Muestra.....	24
Definición operacional.....	24
Variables.....	24
Turbidez.....	24
Coliformes fecales.....	24
pH.....	25
Temperatura.....	25
Técnica de recolección de datos.....	26
Recolección de muestras para coliformes fecales.....	27
Recolección de datos para turbiedad.....	29
Recolección de datos para pH.....	30
Recolección de datos para temperatura.....	31
Análisis de resultados.....	32
Resultados y análisis de resultados.....	33

Discusión	48
Conclusiones.....	53
Referencias.	55
Anexo 1	62
Anexo 2	65



Resumen.

En Chile existe gran variedad de recursos naturales, siendo el recurso hídrico uno de los más utilizados por el hombre. Entre estos destacan las lagunas, las cuales constituyen un sistema natural para los organismos que ahí habitan y sobre el cual el hombre ha hecho uso con distintos fines, sean estos recreativos, deportivos, etc. La importancia del recurso agua y sus usos es un tema de gran relevancia en el ámbito educativo, por lo que implementar una forma para conocer el daño que causa el hombre se convierte en una herramienta pedagógica para los futuros docentes.

El presente estudio se llevó a cabo en la laguna La Señoraza, ubicada en la comuna de Laja, durante los meses (noviembre del 2017 hasta marzo del 2018) en el período primavera-otoño, el estudio permitió conocer el grado o nivel de contaminación existente en ésta y las diferencias encontradas en estos períodos, donde las temperaturas y el uso que se le da a ese cuerpo lacustre varían. Para esto, se extrajeron muestras de agua de la laguna y se estudiaron 4 variables: turbiedad, coliformes fecales, pH y temperatura.

Se obtuvo un alto grado de contaminación en meses de mayor temperatura (enero, febrero), durante los cuales se da a la laguna uso recreativo. Estos resultados indicaron que el aumento de contaminantes está directamente relacionado con el uso que se le da a la laguna. Se espera que este conocimiento sirva para profundizar en el ámbito de la educación ambiental desarrollando una guía de trabajo práctico.

Palabras clave: Recurso hídrico, lagunas, contaminación, coliformes fecales, turbidez, temperatura, pH.

Abstract.

There is a great variety of natural resources in Chile. The hydrological resource is one of the most utilized by human beings. Among these, the ones that stand out are lakes, which constitute a natural system for organisms that inhabit there and upon which man has made use with different ends, being those either sporting or recreational. The importance of the water resource and its uses is a topic of a great importance in the educational field. Therefore, the fact of implementing ways to know the damage caused by man turns into a pedagogical tool for future teachers.

The present study was carried out at 'La Señoranza' lake, which is located in Laja district, during the months of November 2017 until March 2018 in the Spring-Autumn period. The study allowed to appreciate the degree or level of contamination which was present in this lake and the differences found in those periods, where the temperatures and the usage that is given to this lacustrine body, vary. For this, samples of water from the lake were extracted and four variables were studied: turbidity, fecal coliforms, pH and temperature.

A high degree of contamination was obtained in months of higher temperature (January, February), during which the lake is used for recreational purposes. These results indicated that the increase of contaminants is directly related with the usage that is given to the lake. It is expected that this knowledge will be of further use to deepen the scope of environmental education by developing a practical work guide.

Key Words: *Hydrological Resources, Lakes, Contamination, Fecal Coliforms, Turbidity, Temperature, pH.*

Planteamiento y justificación del problema.

Chile es un país que se caracteriza por tener grandes privilegios naturales, y uno de ellos es el recurso hídrico, donde destacan el gran número de ríos, lagunas, lagos, a los que sin duda el hombre le ha dado diferentes usos para subsistir, ya sea para la agricultura, como agua potable, para las industrias, hidroenergía, minería, industrias, etc. (Salazar, 2003).

Uno de los lugares donde más se aprovecha este recurso es en una laguna, que corresponde a un cuerpo de agua de características muy similares a un lago, pero de menor profundidad, por lo que alcanza a un máximo de 10 metros (Moreno, 1953). Ramírez y San Martín (2008) mencionan como una característica de las lagunas la ausencia de oleaje, por lo que hay escasos gases disueltos, como oxígeno, dióxido de carbono, entre otros.

La Laguna La Señoraza es el principal cuerpo de agua presente en la comuna de Laja, la que es hábitat de una gran variedad de avifauna, como por ejemplo, el mirlo (*Molothrus bonariensis*), el chincol (*Zonotrichia capensis*), el zorzal (*Turdus falcklandii*) y el queltehue (*Vanellus chilensis*) (Ravanal, 2014). Aproximadamente el 46% de la laguna se encuentra rodeada por zona urbana, motivo por el cual se caracteriza por ser una gran atracción turística entre Lajinos, turistas de los alrededores de la comuna y octava región (Lajino, 2015). Entre las actividades recreativas que se realizan en la Laguna La Señoraza se encuentran los espectáculos de diversas índoles (celebraciones de año nuevo, fiestas patrias, fiesta de trilla a yegua suelta, etc.), la práctica de canotaje, kayaks y canoas. A su vez, la laguna es un lugar apto para el baño en la temporada de verano desde el año 2013. Sin embargo, antes de esta fecha ya se utilizaba para las actividades acuáticas (Ministerio de Salud, 2014).

Debido a la gran actividad antrópica que ocurre en la laguna, se generan como consecuencia problemas de contaminación en este cuerpo de agua, como por ejemplo: basuras desechadas por turistas al momento de visitar la laguna y ocuparla, introducción de cuerpos en estado de descomposición, ya sean de mascotas o animales muertos en las cercanías de la laguna, posibles restos de fluidos humanos, excreciones, entre otros, afectando la vida de la flora y fauna contenida en esta laguna y a sus sistemas ecológicos

más cercanos (Lajino, 2015). Estas consecuencias pueden afectar a los organismos dependientes de la Laguna La Señoraza y que a su vez forman parte y permiten la existencia de este cuerpo de agua.

El aumento de nutrientes en el cuerpo de agua influye en el ámbito nutricional de los microorganismos, los que no seleccionan al 100% lo que van a ingerir. Al estar contaminado un cuerpo de agua, éstos se alimentan de los desechos que se encuentran en la laguna y con el tiempo sus procesos metabólicos pierden su funcionamiento óptimo, alterando así sus ciclos reproductivos (Brooks, Carroll, Butel, Morse & Mietzner. 2011), lo cual perjudica también a la salud humana con enfermedades como por ejemplo infecciones digestivas, cutáneas, visuales, etc. Entre los variados contaminantes se pueden observar fácilmente restos fecales y una notoria turbiedad en el agua de la Laguna La Señoraza, las cuales se puede decir que aproximadamente casi el 100% es producto de la huella del hombre, llamada también huella ecológica.

Para cuidar y controlar la vida de los organismos silvestres que habitan en la laguna y sus alrededores, así como proteger de un posible peligro la salud humana, la Municipalidad de Laja en conjunto con Ministerio de Salud el año 2014, realizaron un informe microbiológico en la Laguna La Señoraza, en donde se estudió coliformes fecales y totales. Sin embargo los estudios arrojaron como resultado general que la laguna era apta para que los seres humanos puedan ocupar este cuerpo de agua, puesto que los parámetros medidos se encontraban al límite de lo aceptable para su funcionamiento ecológico adecuado.

Hasta la fecha, han pasado tres años desde que se realizó el estudio microbiológico que permitió el uso de la Laguna La Señoraza, sin que existan nuevos análisis. Se debe tomar en cuenta el posible cambio en el uso de este cuerpo de agua con el paso de los años, lógicamente por defecto, es probable que los parámetros medidos en el año 2014 se hayan alterado, llevando a un posible peligro de contaminación lacustre que afectaría a los seres vivos dependientes de la laguna y al ser humano. Los motivos nombrados anteriormente hacen importante una actualización de datos ambientales sobre la Laguna. Junto con esto, los estudios microbiológicos son una herramienta extrapolable, que puede servir para visualizar el daño que provoca al medio ambiente el uso desmedido de los recursos naturales utilizados por el hombre, el que tiene graves consecuencias tanto para la

naturaleza como para el ser humano. También se permite observar la relevancia del cuidado en cuanto al recurso agua en la tierra con el fin de mantener la subsistencia de las especies incluyendo al hombre.

El presente trabajo respalda el grado académico de licenciatura en Educación y Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología, debido a que la educación ambiental es una rama de las asignaturas de ciencias naturales y biología que debe ser implementada con el fin de generar conciencia ambiental en la comunidad educativa, teniendo en cuenta que el cuidado del medio ambiente ayuda a controlar los efectos negativos que pueden generar problemas en los ecosistemas. Estos contenidos y Objetivos Transversales se encuentran en los planes y programas de ciencias naturales y estándares docentes en educación, los que destacan la importancia de cuidar los recursos naturales en el planeta tierra, ya que dan sustento para la vida y conservación de la especie (Ministerio de educación, 2016).

Las soluciones que se plantean para educar a las futuras generaciones de adultos que hoy en día son los jóvenes, son metodología de educación ambiental, como por ejemplo: mediciones de turbiedad, medición de coliformes fecales, temperatura y pH en las aguas. Estos métodos serán estudiados con materiales de laboratorio más complejos para su posterior adecuación de manera no tradicional con el fin de realizar una propuesta factible de replicar en el aula, haciendo así más entretenido y significativo el proceso de enseñanza-aprendizaje en los alumnos, lo que a la vez genera un cambio de conciencia y responsabilidad con el cuidado del medio ambiente. Por lo tanto, el presente trabajo de investigación buscó estudiar el impacto que genera el recurso agua al ser contaminado y la cadena de efectos negativos que causa a los demás seres vivos dependientes de estos cuerpos de agua.

Pregunta de investigación.

Para el estudio de las condiciones de contaminación en la laguna La Señoraza de la comuna de Laja, región del Bío Bío, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son los niveles actuales de contaminación que existen en la Laguna La Señoraza de la comuna de Laja de la región del Bío-Bío, respecto al análisis de turbiedad, temperatura, pH y coliformes fecales?
- ¿Variarán los niveles o grados de contaminación en la laguna La Señoraza en el período (primavera-otoño) y zonas de mayor uso antrópico?
- ¿Existirán métodos que no requieran de gran equipamiento para realizar estas determinaciones en el aula?

Objetivo general.

Determinar los niveles de contaminación que están presentes en la Laguna La Señoraza de la comuna de Laja, a partir del estudio de diferentes indicadores bioquímicos y físicos.

Objetivos específicos.

- ✓ Identificar los parámetros físicos y bioquímicos de la laguna La Señoraza en diferentes zonas del cuerpo de agua.
- ✓ Determinar el grado de contaminación aparente de la laguna La Señoraza de la comuna de Laja, Región del Bío Bío.
- ✓ Analizar el efecto del uso antrópico sobre los parámetros físicos y bioquímicos de la laguna.
- ✓ Desarrollar un protocolo no tradicional para la determinación de estos parámetros ambientales.

Hipótesis.

H₁: Existe un aumento en la cantidad de coliformes fecales y de turbidez durante la temporada alta del uso de la laguna.

H₀₁: **No** existe un aumento en la cantidad de coliformes fecales y de turbidez durante la temporada alta del uso de la laguna.

H₂: Se presentan mayor cantidad de coliformes fecales en zonas de mayor uso por el hombre que en zonas donde el hombre no puede acceder.

H₀₂: **No** se presentan mayor cantidad de coliformes fecales en zonas de mayor uso por el hombre que en zonas donde el hombre no puede acceder.



Marco teórico.

El agua se ha convertido en uno de los elementos fundamentales para el ecosistema, sobretodo en la vida de los seres vivos. En los últimos años este compuesto se ha tornado en un tema de gran preocupación, ya que durante las últimas décadas la escasez del agua ha ido en aumento debido a la contaminación que ha estado sufriendo este recurso (Audesirk, Audesirk & Byers. 2008). Factores tales como, el aumento de la población humana, de microorganismos patógenos, residuos químicos, entre otros, son aspectos que le dan mayor realce a la importancia de este recurso por su efecto sobre la vida de los seres vivos (Gonzales, 2008).

La contaminación del agua ha sufrido un gran incremento con el paso del tiempo, debido a que se vierten un sin número de contaminantes que afectan a la vida. Los principales agentes contaminantes son nutrientes, microbios, materia orgánica, sedimentos, pesticidas, etc. lo que, acompañado del aumento en la temperatura, hace que este recurso pierda su eficacia (UNESCO, 2017). Hoy en día, el problema más común de contaminación de agua a nivel mundial es el aumento de fósforo y de la eutrofización debido a los niveles exagerados de fósforo y nitrógeno que se encuentran en las aguas (Audesirk et al., 2008).

Actualmente Chile cuenta con diversas organizaciones que se encargan de regular los niveles de contaminación que existen en las aguas, tales como la Superintendencia de servicios sanitarios (SISS), que se encargan de verificar los niveles de contaminación que se encuentran presentes en el agua potable (Herrera & Navarrete, 2016), y el Programa de Monitoreo de Calidad de Agua (PMCA), que se encarga de medir los niveles físicos, bioquímicos y biológicos que se encuentran en lagos y lagunas, con el fin de comunicar y educar a la ciudadanía para que conozcan la función que cumple una laguna y el cuidado que se le debe dar (Parra, Almanza, Urrutia & Baeza, 2013).

La Laguna La Señoraza es un importante cuerpo de agua, que alberga y permite la existencia de vida dentro de ella como en sus alrededores y también se utiliza para variadas necesidades humanas, como por ejemplo las actividades recreativas.

Todos los organismos (entre ellos el ser humano) necesitan óptimas condiciones ambientales para el funcionamiento de su metabolismo y por defecto para su propia subsistencia. Los factores que proveen el curso metabólico de un ser vivo son la alimentación, su nicho ecológico, el ambiente aeróbico o anaeróbico, su reproducción y el recurso agua (Smith & Smith, 2007).

El recurso hídrico es importante en un organismo debido a que en este medio ocurren todos los procesos metabólicos para que un ser vivo pueda subsistir, como por ejemplo: la actividad celular ya sea en los organismos unicelulares (Protistas, hongos, bacterias) y pluricelulares (Flora y fauna) (Solomon, Berg & Martin, 2008). Dentro de la actividad metabólica se encuentran el funcionamiento de proteínas para generar los nutrientes necesarios con el fin de alimentar a las células del organismo, movimiento de nutrientes, electrolitos, entre otros (Matthews, Van Holde & Ahern, 2002).

Uno de los factores importantes en el funcionamiento de los organismos tiene que ver con la presencia de bacterias coliformes fecales, presentes en el intestinos de los seres vivos en lo comúnmente llamado flora intestinal que protegen el sistema inmunitario del cuerpo (Gonzales, 2007). Estas bacterias son beneficiosas e inofensivas en los organismos de sangre caliente, pero encontrar de estos tipos de bacterias en el agua indica la presencia de desechos y excrementos presentes en ésta, por lo cual podría afectar el estado de salud y provocar enfermedades (Mora & Calvo, 2010). Por otro lado existen otros parámetros físico-químicos como el pH, la temperatura y la turbiedad, que pueden afectar directa o inversamente la cantidad de coliformes fecales encontrada en las aguas de lagos y lagunas.

El agua es un componente importante para el desarrollo y mantención de los seres vivos, ellos una vez en funcionamiento se relacionan formando una red ecológica, red en donde la convivencia entre organismos es necesaria para el funcionamiento de la naturaleza y consta de movimientos de masa y energía. Dentro de las redes ecológicas se observa como el agua tiene un gran protagonismo para el funcionamiento de la vida. Para las redes ecológicas, la contaminación juega un papel fundamental en el deterioro del hábitat, en este caso el de un

cuerpo de agua, y por defecto el malestar de todo ser vivo que dependa de la laguna (Smith & Smith, 2007).

Dentro de los procesos de alteración de las redes tróficas esta la eutrofización, donde el aumento de nutrientes provenientes de los detergentes y productos antrópicos liberados en las aguas de forma inconsciente genera una proliferación de algas, debido al fósforo presente en estos materiales, lo que da un coloración verde al agua. El aumento de algas, unido a una mayor presencia de partículas suspendidas en la columna de agua, ocasiona una disminución de la calidad y transparencia de éstas, por lo que estos parámetros son utilizados como un indicador de la calidad de las aguas (Smith & Smith, 2007).

Entre los factores que contribuyen al proceso de eutrofización se reconocen la presencia de viviendas en las áreas cercanas a los cuerpos de agua. La contaminación orgánica proveniente de las casas colindantes, es evacuada a través de fosas sépticas sin un tratamiento oficial, provocando un efecto en los flujos sub-superficiales que alimentan los cursos de aguas que alimentan al cuerpo lacustre (Audesirk et al, 2008).

A su vez, un grado de turbiedad muy elevado puede ser ocasionado por partículas de sedimentos de tierra que quedan suspendido en el agua, como consecuencia, estas partículas bloquean la luz solar, evitando que las plantas acuáticas puedan realizar fotosíntesis de manera más efectiva, haciendo que estas con el tiempo se mueran y sean descompuestas por las bacterias que habitan en el agua (Smith & Smith, 2007).

Otra consecuencia de un elevado grado de turbiedad en las aguas, es que provoca el aumento considerable de temperatura de estas, ya que cuanto más elevada sea su temperatura, habrá una menor retención de sedimentos, a diferencia de aguas más frías. Una mayor cantidad de partículas suspendidas en el agua, hace que estas sean mucho más destructivas, llegando incluso a obstruir las vías respiratorias de los organismos acuáticos, a su vez, puede haber una mayor dificultad para encontrar alimento, y las partículas pueden transportar otros contaminantes que pueden tener un mayor grado de peligrosidad (Gonzales, 2011).

La fluidez de las corrientes de agua servidas de las casas desde las fosas sépticas provoca que los sólidos se vayan al fondo de la laguna con peso específico mayor a uno, y se logra una retención de grasas y aceites en el cuerpo de agua. Los sólidos en suspensión se infiltrarán en el terreno hasta llegar a los cursos de agua más cercanos. Mayo (2008) indica que para abordar este problema, se debe usar como única medida el establecimiento de un tratamiento precario e incompleto de las fosas sépticas, por lo tanto, seguirá existiendo una gran cantidad de materia orgánica en suspensión. Solo habría una reducción sustancial de materia orgánica, a través de la aplicación de un tratamiento por medio de bacterias que degraden la materia orgánica, produciendo H₂O (agua) y CO₂ (anhídrido carbónico) en el proceso.

La materia orgánica al llegar a los cursos de agua, pasa por un proceso de mineralización y nitrificación. La mineralización es realizada por bacterias mineralizantes. Estas bacterias tienen la tarea de degradar la materia orgánica aeróbicamente (con oxígeno) teniendo como resultado desechos, principalmente dióxido de carbono y nitrógeno como amoníaco y/o amonio (Mayo, 2008) y tornando al medio a una condición anóxica, lo que resulta perjudicial para los seres vivos que están presentes en los cursos de agua como por ej: peces, insectos, crustáceos (Curtis, Barnes, Schnek & Massarini, 2008).

Las bacterias nitrogenadas trabajan el amoníaco/amonio convirtiéndolos en nitritos. Para que éstas puedan desarrollarse, necesitan CO₂, oxígeno, amoníaco y elementos en pequeñas cantidades (sales minerales). Además, la materia orgánica es tóxica para las bacterias nitrogenadas (Curtis et al, 2008).

Los nitritos pasan a nitratos por medio de la acción de las bacterias *Nitrobacter*. Éstas igualmente necesitan dióxido de carbono, oxígeno, nitritos y elementos en cantidades trazas (sales minerales). El amoníaco bloquea el funcionamiento del metabolismo de los seres vivos (Mayo, 2008).

Finalmente el nitrato es ingerido por las algas, en forma de amoniaco para que el nitrógeno se transforme a nitrito, tienen que activarse las bacterias que cumplen con del ciclo nitrógeno (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*) con el fin de cambiar el amoniaco a nitrato (Curtis et al., 2008).

Siguiendo con los factores contaminantes, en el caso de los coliformes fecales estos producen daño a los seres vivos que habitan en las aguas y a los organismos que interactúan con la laguna, ya que produce dificultades en la respiración debido a que sus vías respiratorias son obstruidas y tienen mayor dificultad para buscar alimento, incluso pudiendo afectar a la piel y tejidos más blandos del cuerpo. También se ven afectadas por estas bacterias las plantas acuáticas, ya que no pueden realizar fotosíntesis y esto lleva a que sean descompuestas por las bacterias (Arcos, Ávila, Estupiñan & Gómez, 2005).

Por otra parte, las personas que están mayormente expuestas a las aguas que están contaminadas por estos agentes, pueden tener mayor riesgo en padecer diversas enfermedades, una de ellas es la fiebre tifoidea, una enfermedad que es provocada por la *Salmonella sp.* (Murray, Rosenthal & Pfaller, 2017).

La gravedad de estas enfermedades provocadas en el hombre ha llevado a la implementación de distintos mecanismos para asegurar la buena calidad del agua en uso humano. Es así, como gracias a los avances de la tecnología, se han utilizado diversos métodos que han permitido controlar la calidad del agua que se encuentra en un cuerpo lacustre. Dentro de ellas está la utilización de la luz ultravioleta y de la energía solar para controlar los niveles de coliformes fecales y totales que se encuentran en los cuerpos lacustres (Pantoja, Proal, García, Cháirez & Osorio. 2015).

La ventaja que tiene la utilización de la luz ultravioleta es que tiene mayores beneficios que la utilización de yodo o cloro, ya que esta no requiere la destilación como método de control de calidad de agua, y a su vez, esta hace que no haya un ingreso o eliminación de los minerales que pueden ser esenciales para los seres vivos que habitan o utilizan el agua para vivir (Reygadas, Tovar, Hansen, Cassassuce, Markiewicz, & Nastich. 2004).

En cambio, de igual forma se puede utilizar la energía solar como mecanismo de control de la calidad de las aguas, donde se pueden encontrar herramientas de fácil acceso en los hogares y no se requiere de un gran gasto económico para este proceso (Reygadas et al, 2004).

Para el caso de Chile, los controles de la calidad del agua dependen del uso atribuido por el hombre. De esta manera el gobierno de Chile ha creado parámetros para el uso de lagunas de forma recreacional, los cuales se muestran en la tabla 1.

INDICADOR	UNIDAD	EXPRESIÓN	REQUISITO
Aceites y Grasas flotantes	mg/l		5,00 (1)
Aceites y Grasas emulsificadas	mg/l		10,00 (1)
Claridad	metros	metros de profundidad	> 1,20 (1) (2)
Coliformes Fecales	NMP/100ml	NMP	1.000,00 (1)
Color	Unidades de Escala Pt-Co		100,00 (1) (3)
Ph	Unidad	pH	6,5 – 8,3
Sólidos flotantes visibles y espumas no naturales			ausentes
Sustancias que produzcan olor y sabor inconveniente	mg/l		ausentes
Temperatura	grados	°C	30,00
Turbiedad	Unidades de Escala Sílice		50,00 (1)

Tabla 1. Estándares para agua destinadas para uso recreativo (Extraído de Gobierno de Chile, 2001).

Otro factor de importancia en el estudio de las aguas es el pH. El potencial de hidrógeno o pH, indica la concentración de iones hidrógeno presente en las sustancias, si se encuentra mayor concentración de iones hidrógenos se habla de una sustancia ácida, al contrario, si se encuentran bajas concentraciones de iones hidrógenos se habla de una sustancia básica. Para medir el pH en distintas sustancias, se creó una escala numérica de pH, el cual va

desde 0 a 14. Donde soluciones ácidas están en la escala de 1-6 y soluciones básicas de 8-14. Las soluciones neutras tienen un valor numérico de 7 (Sepúlveda, 2014).

El pH es importante, ya que regula procesos biológicos de los organismos, mediados por enzimas; también ayuda a limitar el crecimiento microbiano por la disponibilidad de los nutrientes y más importante, afecta a la estructura y la función de organelos y macromoléculas en los organismos. Por lo que posibles variaciones en los niveles de pH puede llegar a afectar el nivel de organización de los seres vivos desde niveles celulares hasta niveles de ecosistema (Zavala, 2008).

Debido a los resultados obtenidos en la revisión de la literatura, la educación ambiental es muy importante ya que, al crear conciencia en la gente, se ayuda a cuidar y mantener los recursos naturales con la finalidad de generar un equilibrio en relación a la biosfera y así, evitar extinciones rápidas de especies incluyendo la humana.

Uno de los recursos naturales es el agua, importante desde las actividades básicas en la biología como por ejemplo el metabolismo unicelular y pluricelular en los seres vivos, hasta la mantención de ecosistemas, biomas, ecósfera y biósfera (MINEDUC, 2016). Es por eso que se hace urgente la importancia de generar conciencia desde el punto de vista ambiental para cuidar esta preciada materia prima. Sin embargo, pese a que existe una incorporación de las temáticas ambientales en el sistema educacional chileno, quedan aún algunas preguntas inconclusas, como por ejemplo, ¿cómo educar a las personas para la generación de un cuidado responsable de recursos naturales?

Este proceso se logra por medio de la educación temprana en el sistema educacional hasta la enseñanza media. Para ello, el ministerio de educación implementa diversas materias en el área de las ciencias naturales (ejes biología, física y química), a través de las cuales revisa contenidos que son apropiados para alcanzar la conciencia ambiental necesaria hoy en día (Ministerio de educación, 2016).

Diseño metodológico.

Características del área de estudio.

La región del Bío Bío se encuentra ubicada entre los paralelos 36° 00' y 38° 30' de latitud Sur y los 71° 00' de longitud Oeste hasta el Océano Pacífico, posee una superficie de alrededor de 37.068 km², lo que representa aproximadamente el 5% del territorio chileno (División Político Administrativo & Censal, 2007).

La comuna de Laja tiene una superficie de 339,8 km², esta localidad posee un clima mediterráneo (de estación seca breve, templada y lluviosa), por lo que entre los meses de diciembre y febrero las temperaturas aumentan, lo que significa que su temperatura más alta puede llegar a superar los 22°C, y entre los meses de mayo hasta septiembre las temperaturas son bajas pudiendo llegar a los 10°C, y su temperatura media anual es de alrededor de 18°C (Arriagada, Cerda & Naour, 2015).

Laja cuenta con alrededor de 14 lagunas, dentro de las cuales se destacan: la laguna El Pillo que posee una superficie de alrededor de 71.500 km²; la laguna El Desagüe, cuya superficie es de 181.130 km²; la laguna La Potrerada que posee una superficie de 32.500 km²; y la Laguna La Señoraza (Figura 1), la cual es la protagonista de la investigación. Esta laguna se ubica en el centro urbano de la comuna de Laja y posee una superficie de aproximadamente 425.800 km², lo que la constituye en el cuerpo lacustre más grande de la localidad lajina (Arriagada et al., 2015).



Figura 1. Imagen satelital de la Laguna La Señoraza. Comuna de Laja. Región del Bío Bío. (Fuente: Google Earth).

Dentro de las características más relevantes de La laguna La Señoraza, es que posee una precipitación invernal promedio de 1.242 mm, donde en el sector sur de la laguna la precipitación aumenta a 1.260 mm, y el sector norte, posee una precipitación de 1.220 mm aproximadamente. En cuanto a la escorrentía, en comparación con los otros cuerpos de agua, la Laguna La Señoraza posee la mayor escorrentía, cuyo valor promedio es 675 mm. Posee una evotranspiración de 4.366 mm. Arriagada y colaboradores (2015), obtuvieron que la evotranspiración de la laguna va disminuyendo 13 mm por año.

Esta laguna también cuenta con una diversidad de especies de flora y fauna. En cuanto a la flora, alberga 28 especies de plantas vasculares, 22 especies de Magnoliopsidas, 2 especies de Liliopsidas, y una especie de Polypodiopsida y Pinopsida, de las cuales 26 especies son nativas, aproximadamente 8 especies son consideradas endémicas, y 14 especies son introducidas (Arriagada et al., 2014). También se encuentra la *Ceratophyllum sp.*, que es la planta acuática más abundante presente en la laguna La Señoraza (Peña, 2016). Por otra parte, en su fauna, existen 5 especies de aves, de las cuales se destaca la tagua (*Fulica armillata*), el cisne de cuello negro (*Cygnus melanocoryphus*), el jilguero (*Carduelis barbata*). Entre los reptiles se encuentra la lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*), lagartija de vientre azul (*Liolaemus cyanogaster*), tortuga pintada (*Chrysemys picta*), y de los mamíferos se encuentran las liebres (*Lepus capensis*), entre otros (Ravanal, 2014)

Diseño de la investigación.

Enfoque: La presente investigación es de carácter cuantitativo, ya que “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández, Fernández & Baptista, 2010).

Se contabilizó las cantidades de coliformes fecales, se midió el pH de la laguna, la temperatura y la turbidez presente en las distintas áreas de la laguna La Señoraza, luego se realizó una comparación en los distintos tiempos en los que se llevó a cabo el estudio.

Método: La investigación siguió un método estratificado dirigido, ya que las muestras no fueron tomadas al azar, por lo tanto, se eligieron 6 áreas de la laguna donde hay mayor actividad antrópica.

Diseño: La investigación tiene un diseño de carácter no experimental, porque se están analizando datos de la laguna en las cuales están presentes las variables y no hay que crear un ambiente para su intervención. Se busca conocer las diversas variables presentes en el ambiente natural (Hernández et al., 2010).

Unidad temporal: El estudio al ser de carácter no experimental, siguió un diseño de tipo transeccional o transversal, ya que la toma de datos se realizó en un período largo de tiempo correspondiendo a las estaciones; primavera, verano y otoño, en los cuales se repitieron las formas de toma de datos y se analizaron de forma continua (Hernández et al, 2010).

Alcance de la investigación: La investigación siguió un método correlacional, debido a que el estudio propone establecer la relación existente entre las variables dependientes e independientes a investigar (Hernández et al., 2010).

Diseño muestral.

- ▶ **Población o Universo:** La población es la laguna La Señoraza y todos los componentes presentes en ella.
- ▶ **Muestra:** La muestra son 100 ml. de agua (retirados en frascos) presentes en 6 sectores distintos de la laguna La Señoraza de la cual posteriormente se realizó un conteo de las colonias presentes. También serán muestras, las mediciones de pH, turbiedad y temperatura, recolectadas en los 6 sectores seleccionados al interior de la laguna.

Definición operacional.

Variables.

- Análisis de turbiedad, coliformes fecales, pH y temperatura: Variable dependiente.
- Estacionalidad (otoño, primavera, verano) y sectores de la laguna: Variable independiente.

Las variables escogidas para esta investigación siguen lo propuesto por Parra y Colaboradores (2013) e indican niveles de contaminación de una laguna (Tabla 2).

- **Turbidez:** Medida la cual indica el grado de transparencia de un líquido, debido en su mayoría, a la presencia de partículas insolubles en suspensión de aguas superficiales. Cuanto mayor en la cantidad de sólidos en suspensión, mayor es la sensación de suciedad, por tanto mayor será su turbidez. Por lo tanto, la turbidez sirve para medir o predecir la calidad de las aguas (Marco, Azario, Metzler & García. 2004).
- **Coliformes fecales:** Bacilos Gram negativos aerobios – anaerobios facultativos, que son capaces de fermentar la lactosa, formando ácido y gas a 44,5°C en 24-48 horas. Estos microorganismos están presentes en el intestino del hombre y animales de sangre caliente e incluye a microorganismos que perteneces al menos a dos géneros: *Escherichia* y *klebsiella*. (Ministerio de Salud, 1998).

- **pH:** Indicador del grado de acidez o basicidad de una solución, medido por la concentración de ión hidrogeno. Los valores de pH están entre la escala de 0 a 14, donde el valor que indica una solución neutra es 7, como por ejemplo el agua. Las soluciones que tienen un valor menor a 7 corresponden a soluciones ácidas y valores mayores a 7 indican soluciones básicas.
- **Temperatura:** Magnitud física que indica la intensidad de calor de un cuerpo, objeto o del medio ambiente, en general medido por un termómetro.

Indicadores	Parámetros
Indicadores químicos/toxicológicos	Temperatura (°C)
	Conductividad (uS/cm)
	Transparencia (disco Secchi) (m)
	Sólidos totales (mg/l)
	pH
	Alcalinidad (mgCaCO ₃ /L)
	Dureza total (mg CaCO ₃ /L)
	Oxígeno disuelto (mg/L)
	DBO ₅ (mg O ₂ /L)
	DQO (mg o ₂ /L)
	Fósforo total (mg P/L)
	Nitrógeno total (mg N/L)
	Nitratos (mg NO ₃ /L)
	Potasio (mg/L)
	Magnesio total (mg/L)
	Cloruro (mg/L)
	Indicadores de contaminación bacteriana
	Coliformes fecales (NMP/100 mL)
Indicadores biológicos/ecológicos	Clorofila a (µg/L)

Tabla 2. Parámetros para medir material particulado (PM) en una laguna (Extraído de Parra, et al., 2013).

Técnica de recolección de datos.

Debido a que se estudiaron cuatro variables indicadoras de contaminación en cuerpos de agua: turbidez, coliformes fecales, pH y temperatura, la presente investigación utilizó diversos métodos de análisis.

Por una parte para la determinación de los coliformes fecales se utilizó la técnica de cultivo en caldo de Lauril Sulfato Triptosa (Ministerio de Salud, 1998). Adicionalmente, se buscó información para elaborar un método factible de reproducir en aula, generando una propuesta para instrumento de trabajo práctico de esta temática.

En relación a las otras variables analizadas están siguieron las metodologías indicadas a continuación:

- **Recolección de muestras.**

Para la recolección de datos, las muestras fueron tomadas en seis lugares previamente elegidos de la laguna (Figura 2). Cada sector fue seleccionado en base al uso antrópico de la laguna. Las muestras fueron recolectadas a lo largo de las estaciones de primavera, verano y otoño. Para ello, se comenzó a principio de noviembre 2017 hasta abril del 2018, ya que las temperaturas de la localidad son óptimas para la recolección de muestras y permiten reconocer posibles diferencias en cada una de las variables analizadas.



Figura 2. Imagen satelital de la laguna La Señoraza. Las cruces indican los lugares seleccionados para la toma de muestras.

Los sectores de muestreo son:

1. Puente
2. Costanera norte
3. Balneario
4. Centro de la laguna (siendo este sector escogido como punto de comparación para los otros sectores, ya que no hay gran actividad antrópica debido a que no se puede acceder fácilmente a este lugar)
5. Villa concepción.
6. Campo

- **Recolección de muestras para coliformes fecales.**

Para el análisis de coliformes fecales, se utilizaron frascos de vidrios, limpios y esterilizados, para extraer 100 ml de agua superficial en los 6 lugares elegidos de la laguna (Figura 2). Una vez tomadas las muestras, se introdujeron en un Cooler que contenía gel refrigerante a fin de mantener una temperatura aproximada de 10°C.

Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Microbiología de la Universidad de Concepción, Campus Los Ángeles, en un plazo menor a 3 horas, y se procedió a la aplicación del método de cultivo en Caldo de Lauril Sulfato Triptosa (Ministerio de Salud, 1998).

La confirmación de presencia de coliformes fecales en la laguna se realizó a través del método de tubos múltiples usando como medio de cultivo caldo de Lauril Sulfato Triptosa (LST). Para el conteo de coliformes fecales se utilizó el cálculo de Numero más probable (NMP) en laboratorio en la cual, éste consiste de una prueba presuntiva para coliformes totales y una confirmativa para coliformes fecales durante una semana, dicha metodología será descrita a continuación (Ministerio de Salud, 1998).

Materiales.

- 180 tubos de ensayo.
- gradillas
- Caldo de Lauril Sulfato Triptosa (concentración doble)
- Caldo de Lauril Sulfato Triptosa (concentración simple)
- Campanas de Durham.
- Pipeta
- Estufa de incubación
- Caldo EC (*Escherichia coli*)
- Asas de siembra.
- Mechero.

Prueba presuntiva.

- Inocular:
5 tubos de caldo LST con 10 ml. concentración doble con 10 ml. de la muestra en cada tubo. 5 tubos de caldo LST con 10 ml. concentración simple con 1 ml. de la muestra en cada tubo. 5 tubos de caldo LST 10 ml. concentración simple con 0.1 ml. de la muestra (cada tubo con su respectiva campana de Durham).
- Agitar suavemente los tubos para mezclar la muestra con el medio de cultivo e incubar los tubos a 35°C por 24 a 48 horas.
- Observar la formación de gas en cada tubo. La presencia de gas se registra como prueba presuntiva positiva. Ausencia de gas a las 48 horas significa prueba presuntiva negativa para coliformes.

Prueba confirmativa para coliformes fecales.

- Mezclar por agitación el tubo de la prueba presuntiva y transferir un inóculo con asa a tubos de fermentación que contienen caldo de EC temperados previamente a 44.5°C por mínimo 30 minutos. Enfriar el asa para asegurar la transferencia de un inóculo viable.

- Incubar los tubos a 44.5°C por 24 horas. Al término del período de incubación observar la formación de gas en los tubos. La presencia de gas significa una prueba confirmativa para coliformes fecales, mientras que la ausencia de gas significa una prueba negativa para coliformes fecales.
- Registrar los resultados de las pruebas confirmativas y calcular número más probable, mediante tabla de cálculo de número más probable (NMP) (ANEXO 1).

(Ministerio de Salud, 1998)

Recolección de datos para turbiedad.

El método tradicionalmente utilizado para medir la turbidez consiste en el denominado disco Secchi. Mediante este instrumento se determina el grado de claridad del cuerpo de agua. La metodología consiste en la introducción de éste al agua de forma vertical y se observa la profundidad a la que desaparece el disco (Organización mundial de legisladores en pro de la protección del medio ambiente, 2005).

Por tal motivo, para la construcción del disco Secchi se utilizaron de los siguientes materiales:

- Disco de madera (20 cm diámetro)
- 5 metros de cuerda (o más, dependiendo de la profundidad del cuerpo de agua)
- Pintura (blanca y negra)
- 2 ganchos o armellas con rosca (2-3 cm)
- Rotuladores resistentes al agua (negro, rojo y azul)
- Tubo o pieza de plomo (para contrapeso)

(Organización mundial de legisladores en pro de la protección del medio ambiente, 2005)

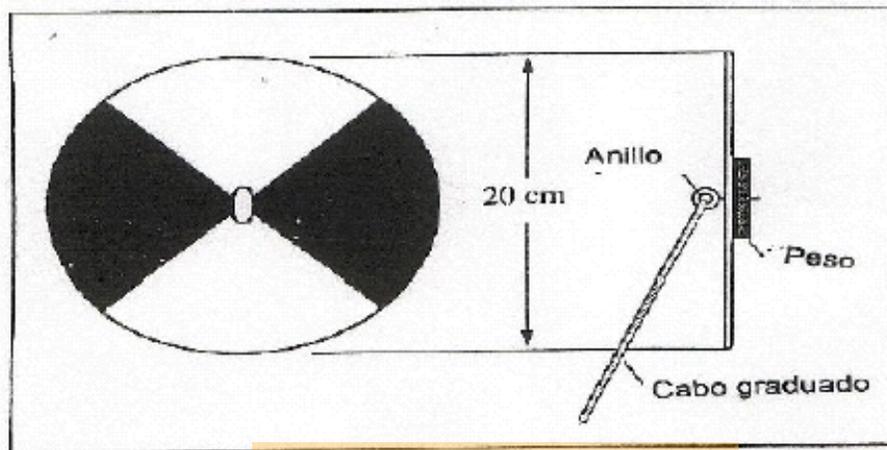


Figura 4. Imagen de disco Secchi. (Extraída de Boyd & Tucker, 1998).

El proceso de elaboración del disco consistió en pintar una circunferencia de madera de 20 cm. de diámetro de color blanco y negro siguiendo el patrón indicado en la figura 4. Luego en el centro del disco se colocó un tornillo de gancho en el que se ató la cuerda, en la parte inferior del disco se colocó una pieza de plomo para hacer contrapeso y evitar que el disco flotara en la superficie del agua.

El grado de claridad de la laguna fue registrado en los seis lugares seleccionados previamente (Figura 2).

Recolección de datos para pH.

Para realizar en análisis de pH se utilizaron tiras indicadoras de pH (figura 5), siguiendo el procedimiento descrito a continuación.

- Se introdujeron las tiras de indicador pH directamente en el cuerpo de agua a una profundidad de 15 cm. desde la superficie durante 30 segundos y/o hasta que el material comenzara a cambiar de color.
- Posteriormente se compararon las bandas indicadoras con la tabla de colores de pH, haciendo calzar las bandas de colores obtenidos en forma vertical (figura 5).



Figura 5. Imagen de tiras indicadoras de pH y tabla de colores. (Autor: Fresia Obrequ).

Recolección de datos para temperatura.

Para el análisis de la temperatura en la Laguna La Señoraza, se utilizó un termómetro digital (Figura 6), el cual consta de un sensor. Este se introdujo directamente en las aguas superficiales de la laguna en los seis lugares de muestreo.



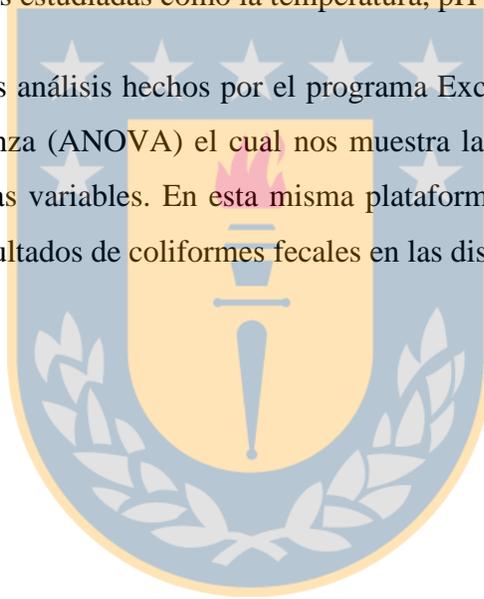
Figura 6. Imagen de termómetro digital usado para medir temperatura en Laguna Señoraza (Autor: Fresia Obrequ)

Análisis de resultados.

Los resultados se contrastaron y analizaron en tablas de estadística descriptiva mediante el programa Excel, donde se realizaron gráficos de barras y Ojiva los cuales muestran resultados de cada una de las variables estudiadas durante el período de muestreo.

Finalmente, se utilizó la fórmula de Pearson de significancia del coeficiente de correlación (en programa Excel y programa Infostat) para conocer el valor de significancia y el nivel de relación entre la cantidad de coliformes fecales encontrados durante el período de muestreo en contraste con las variables estudiadas como la temperatura, pH y turbiedad.

Para la comprobación de los análisis hechos por el programa Excel y programa Infostat se realizó un análisis de varianza (ANOVA) el cual nos muestra las diferencias encontradas por grupos entre las distintas variables. En esta misma plataforma se realizó la prueba de Kruskal Wallis, para los resultados de coliformes fecales en las distintas zonas de muestreo.



Resultados y análisis de resultados.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en base a los objetivos propuestos durante la investigación realizada en la laguna La Señoraza de la comuna de Laja, región del Bío Bío.

- *Identificar los parámetros físicos y bioquímicos de la laguna La Señoraza en diferentes zonas del cuerpo de agua.*

❖ Resultado del análisis de Turbiedad.

Para medir el grado de turbiedad de las aguas de la laguna La Señoraza se implementó la metodología del disco Secchi, el cual indica la claridad del agua en centímetros al sumergir dicho elemento en las profundidades de la laguna el cual consiste en una metodología que permite determinar el grado de sólidos en suspensión utilizando como parámetro la disminución de la claridad en la columna de agua.

Al analizar los datos obtenidos (Gráfico 1) se puede observar que los sectores como costanera norte y balneario, se mantuvieron en índices bajos de claridad durante los meses de diciembre y enero (correspondientes a las toma de muestras 2 a 6) los cuales son los meses con mayor uso antrópico de la zona debido a las temporadas estivales de dicha comuna por lo tanto la visibilidad de disco Secchi fluctuó entre los 200 y 300 cm. Luego hubo un aumento en la claridad del agua durante las dos últimas muestras lo que indicaría la disminución en el uso de ambos sectores al terminar la temporada de verano, alcanzando los 400 cm. aproximadamente. Destaca como uno de los sectores donde el índice de turbiedad es más alto al sector del puente, donde la visibilidad de disco Secchi solo se mantuvo aproximadamente en los 60 cm. Ya que según lo observado es el lugar con una mayor cantidad de contaminación por residuos y algas de toda la laguna.

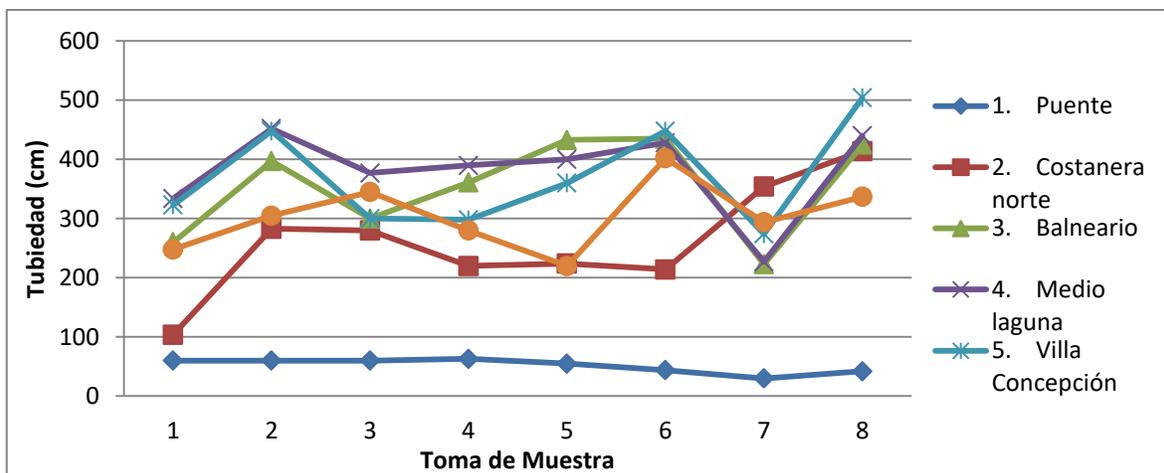


Gráfico 1. Gráfico de claridad de las distintas zonas de muestreo de la Laguna La Señoraza.

En contraparte, el sector correspondiente al medio de la laguna muestra altos índices de claridad de las aguas, estos van desde los 380 cm. hasta los 450 cm. aproximadamente durante toda la época estival. Esto indicaría una disminución en la turbiedad del agua, probablemente debida al poco acceso a esta zona de la laguna (por su profundidad), en la cual solo pueden acceder aquellas personas que practican kanotaje o arriendan botes para uso recreativo.

❖ Resultado del análisis de temperatura.

La temperatura mostró un alza atribuible al avance de la temporada estival (Gráfico 2). Su valor más bajo se produjo durante la primera toma de muestra (correspondiente al mes de noviembre) y fue de 20°C. El alza se manifestó constante en el periodo posterior con variaciones desde los 25 a los 32°C aproximadamente.

El análisis por sectores permite determinar que la temperatura de las zonas como el puente y costanera norte son las más bajas de todas las áreas muestreadas.

Por otro lado los sectores del balneario, medio de la laguna y Villa Concepción, presentaron temperaturas altas durante los meses de diciembre a febrero llegando a alcanzar un máximo de 32 ° aproximadamente.

La temperatura observada dentro del cuerpo de agua estuvo directamente relacionada con las condiciones climáticas del entorno con su menor valor en el mes de marzo, variando entre los 17 a 19°C (toma de muestra N°8).

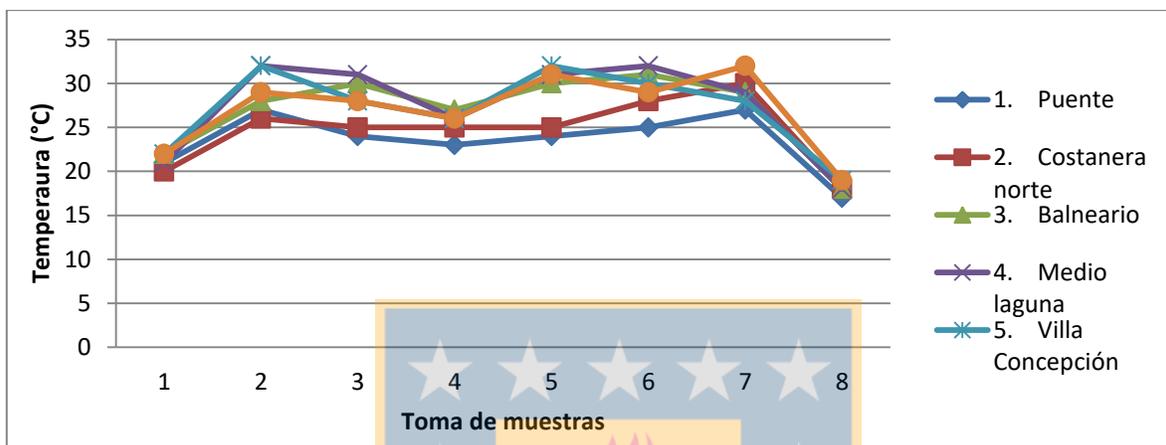


Gráfico 2. Gráfico de temperatura en las distintas zonas de muestreo de la laguna La Señoraza.

❖ Resultados del análisis de pH.

Por último, en cuanto a los niveles de pH, estos se mantuvieron constantes durante todo el tiempo de investigación sin mostrar diferencias entre sectores. Con un valor estable de 6, esto indicaría que las aguas de la laguna se encuentran en niveles de pH ácidos.

➤ *Determinar el grado de contaminación aparente de la laguna La Señoraza de la comuna de Laja, Región del Bío Bío.*

Para la determinación de colonias de coliformes fecales, se extrajeron 100 ml. de agua de los seis sectores estudiados en la laguna La Señoraza, los cuales luego se contabilizaron usando el método del Número Más Probable (NMP).

Al analizar los datos obtenidos, se puede observar que en zonas como el puente y balneario (Gráfico 3.A) se encontraron colonias de coliformes fecales en mayor cantidad, siendo el puente el más contaminado alcanzando 1600 colonias (NMP/100 ml.) durante 3 tomas de muestras (2, 3 y 6) las cuales se dieron durante los meses de noviembre, diciembre y enero respectivamente. Durante la toma de muestras 4 y 5 hubo un declive en la cantidad de colonias de coliformes considerable donde se encontraron 79 y 140 colonias (NMP/100 ml.) respectivamente, siendo estos los niveles más bajos encontrados en este sector.

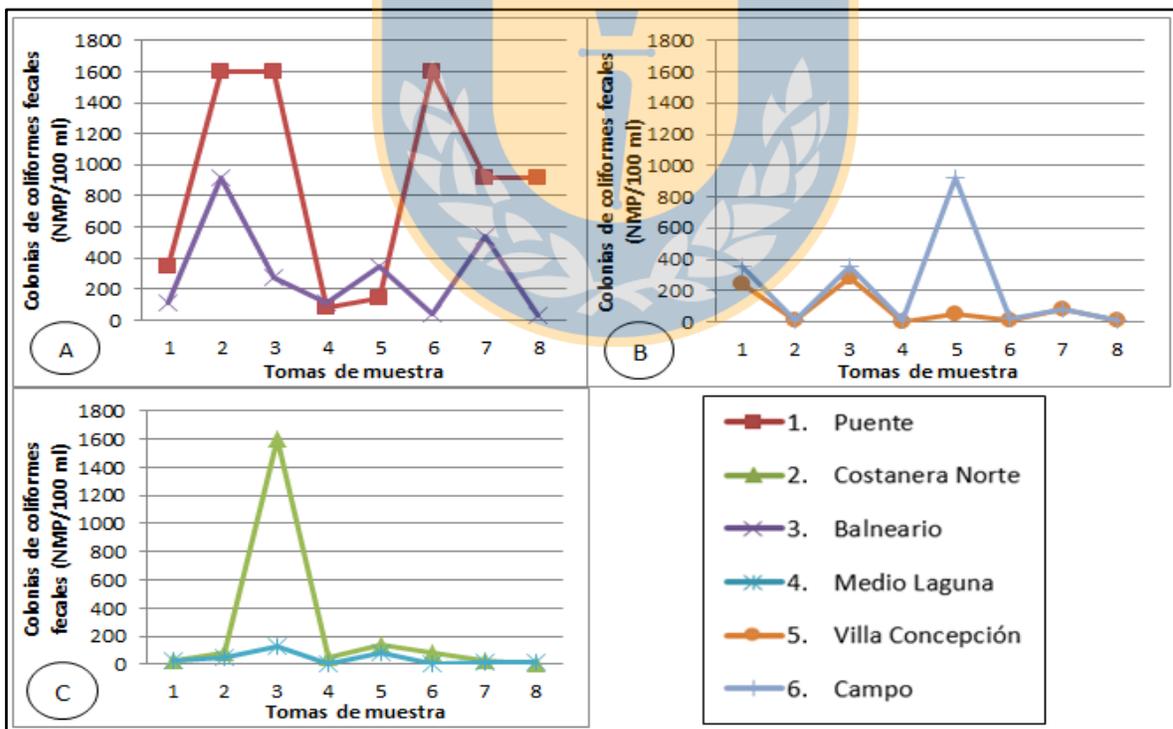


Gráfico 3. Gráfico de colonias de coliformes fecales en las distintas zonas de muestreo de la laguna La Señoraza. (A) corresponde a las zonas del puente y balneario. (B) corresponde a zona de villa concepción y campo. (C) corresponde a zona de costanera norte y medio de la laguna.

El segundo sector donde se determinó un número considerable de coliformes fecales, correspondió al sector del balneario, donde se identifica al mes de diciembre como el de mayor valor de colonias de coliformes encontrando 920 (NMP/100 ml.). Los resultados en este sector, mostraron una fluctuación de las colonias de coliformes fecales que llevaron a un rápido descenso de éstas en el cuerpo de agua, determinándose dos alzas, las que se produjeron en las muestras de enero y febrero del año en curso.

Los sectores villa concepción y campo presentaron valores cercanos entre ambos durante las primeras 4 tomas de muestras (Gráfico 3.B), fluctuando en sus valores más altos entre 280 a 350 colonias (NMP/100 ml.) y sus valores más bajos entre 5 a 13 colonias (NMP/100 ml.) respectivamente. En villa concepción, luego de la muestra 4, las colonias de coliformes se mantuvieron en niveles bajos donde no superaron las 100 colonias (NMP/100 ml.), por otro lado en el sector del campo hubo un alza en la cantidad de coliformes encontrados durante el mes de enero, llegando a los 920 colonias (NMP/100 ml.) de coliformes fecales, luego de esto hubo el sector manifestó un declive considerable no superando las 100 colonias (NMP/100 ml.) durante las muestras siguientes (6, 7 y 8).

Finalmente, los sectores de costanera norte y medio de laguna presentaron las cantidades más bajas de colonias de coliformes comparado con los otros sectores, donde el sector del medio de la laguna no supero las 130 colonias (NMP/100 ml.) de coliformes fecales. Por otra parte el sector de costanera norte, si bien se mantuvo constante en la mayoría de las muestras donde no superaba las 140 colonias (NMP/100 ml.), hubo un alza considerable durante la segunda toma de muestra alcanzando las 1600 colonias (NMP/100 ml.).

- *Analizar el efecto del uso antrópico sobre los parámetros físicos y bioquímicos de la laguna.*

Para el análisis de la relación entre los distintos parámetros ambientales se utilizó la medida de correlación de Spearman, ya que los datos obtenidos son no paramétricos y la cual sirve para ver si una prueba o hipótesis es correcta o se asemeja a lo correcto. El coeficiente de correlación de Spearman nos indica que los valores de las variables oscilan entre -1 a +1. El propósito de estas medidas estadísticas, es probar la estrecha relación (fuerte o débil) entre las variables estudiadas, en el caso de que los resultados arrojen respuestas con valor igual a 0 no habría una relación entre las variables y por consiguiente no serían lineales (Martínez, Tuya, Martínez, Pérez & Cánovas, 2009). La medida de significancia de los resultados de cada zona muestreada se analizó de acuerdo a la siguiente tabla

- $P(S) \leq \alpha 0,05$ = Correlación significativa diferente de 0.
- $P(S) > \alpha 0,05$ = Correlación no significativa diferente de 0.

❖ Relación Temperatura v/s Coliformes fecales.

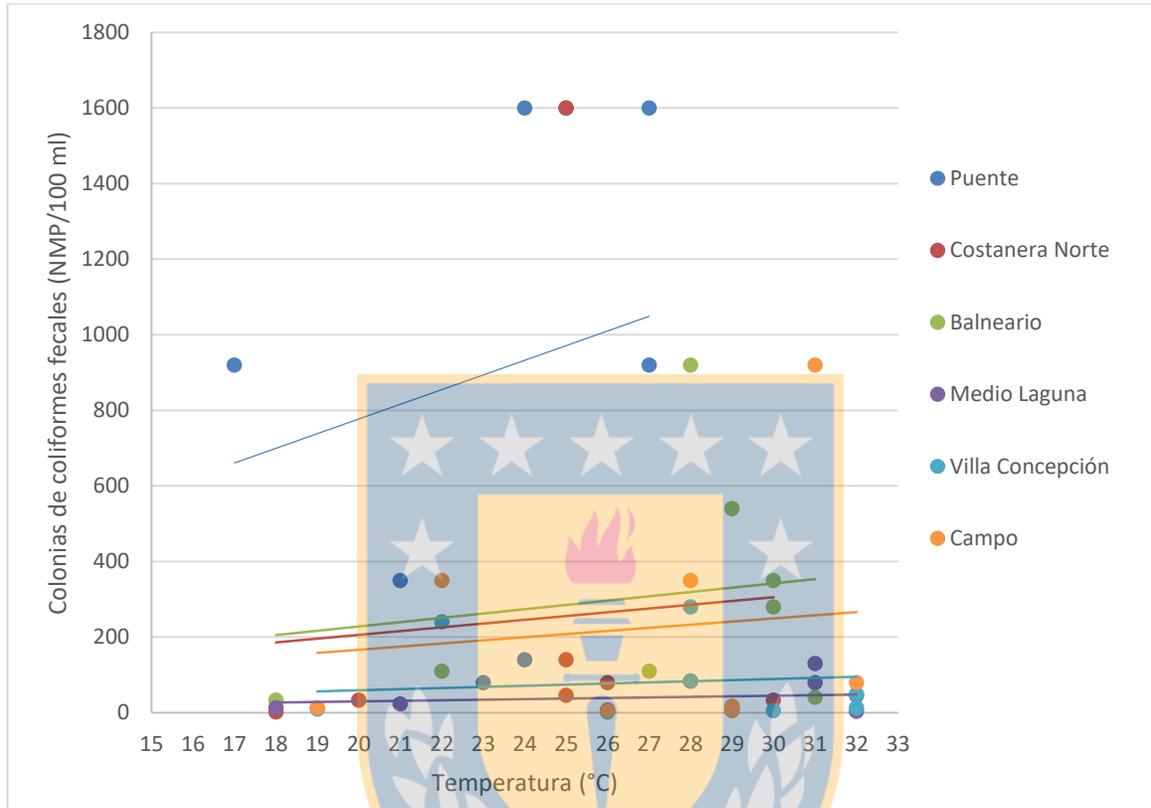


Gráfico 4. Gráfico de relación entre la temperatura y las colonias de coliformes fecales encontradas en la laguna La Señoraza.

Tabla 3. Resultados de análisis de correlación de Spearman en relación a la temperatura y coliformes fecales encontrados en la laguna La Señoraza.

<i>Sectores de muestreo</i>	<i>Resultados de R(S) (Relación entre variables)</i>	<i>Resultados de significancia</i>
<i>Puente</i>	<i>0,50</i>	<i>P>0.05</i>
<i>Costanera Norte</i>	<i>0,29</i>	<i>P>0.05</i>
<i>Balneario</i>	<i>0,27</i>	<i>P>0.05</i>
<i>Medio Laguna</i>	<i>0,12</i>	<i>P>0.05</i>
<i>Villa Concepción</i>	<i>0,01</i>	<i>P>0.05</i>
<i>Campo</i>	<i>0,26</i>	<i>P>0.05</i>

Al analizar los resultados de la correlación de Spearman y su significancia (tabla 3), podemos concluir que los valores de r, son directamente proporcionales, es decir, a medida que aumenta la temperatura la cantidad de coliformes fecales también lo hace, pero estos datos no son significativos. Así aunque los valores aumenten de forma proporcional no quiere decir que en todo el sector de muestreo ocurra lo mismo. Junto a esto, cabe destacar que los resultados pueden deberse al tamaño de la muestra, la cual consta solo de ocho datos por cada zona de muestreo.

❖ Relación entre turbiedad y coliformes fecales.

Tabla 4. Resultados de análisis de correlación de Spearman en relación a la claridad y coliformes fecales encontrados en la laguna La Señoraza.

<i>Sectores de muestreo</i>	<i>Resultados de R (Relación entre variables)</i>	<i>Resultados de significancia (S)</i>
<i>Puente</i>	-0,24	$P > 0.05$
<i>Costanera Norte</i>	-0,29	$P > 0.05$
<i>Balneario</i>	-0,36	$P > 0.05$
<i>Medio Laguna</i>	0,00	$P > 0.05$
<i>Villa Concepción</i>	-0,34	$P > 0.05$
<i>Campo</i>	-0,33	$P > 0.05$

Al analizar los datos obtenidos, se observa que, para el caso de claridad y coliformes fecales, los valores de 5 sectores de muestreo (puente, costanera norte, balneario, Villa Concepción y campo) tienen una relación inversamente proporcional (tabla 4), esto quiere decir, que a medida que la claridad aumenta la cantidad de coliformes disminuye. Destaca el sector del puente, el cual muestra las mayores concentraciones de coliformes fecales unidos a una baja claridad. En el caso del sector del medio de la laguna se observa que su valor ($r = 0$) indica una relación no lineal, con ausencia de variaciones considerables a los largo del periodo de muestreo. Todos los resultados no fueron significativos, por lo que no se puede generalizar e indicar que exista una relación proporcional entre aumento de coliformes fecales y descenso de la claridad.

En la siguiente tabla se pueden observar los datos obtenidos en cuanto a la relación claridad/coliformes fecales que corroboran los resultados dados por Spearman.

Fecha Sector	Coliformes Fecales				Claridad			
	5-12-2017	19-12-2017	16-01-2018	22-01-2018	5-12-2017	19-12-2017	16-01-2018	22-01-2018
Puente	1600	1600	140	1600	60	60	55	44
Balneario	920	280	350	41	397	300	433	435
Medio laguna	46	130	79	4	452	377	400	428

Para corroborar las hipótesis planteadas se realizó un análisis de varianza (ANOVA en tabla 5), que consistió en un estudio estadístico donde se compararon las variables por sectores. Como resultado se obtuvo, que a pesar de que las muestras no indican relaciones significativas para la temperatura/coliformes y turbiedad/coliformes, el análisis de varianza permite confirmar la presencia de diferencias significativas entre los sectores de muestreo para la variable coliformes fecales (como se muestra en gráfico 3). En otras palabras, los sectores analizados en la laguna poseen diferencias en la cantidad de coliformes fecales, los que podrían ser atribuibles al uso antrópico que se le da a esta laguna. Aspecto que ya había sido identificado a través del gráfico 3, donde se observó notorias diferencias en la presencia de coliformes fecales entre los sectores analizados.

Por otra parte en el caso de la turbiedad al dar un valor de $P < 0.05$ entre sectores de muestreo, se deduce que estos resultados son igual de significativos, es decir, se encuentran diferencias entre los sitios en los cuales se realizó el estudio (observar gráfico 1).

Caso contrario fue la temperatura, ya que no mostró grandes diferencias entre los sectores de muestreo, en el cual su $P > 0.05$. Por tal motivo, no se evidenciaron diferencias en la temperatura entre los sectores de la laguna analizados.

Tabla 5. *Análisis de varianza entre los datos obtenidos en relación a la temperatura, turbiedad y coliformes fecales.*

		F	Sig.
temperatura	Entre grupos	1,092	,379
	Dentro de grupos		
	Total		
coliformes	Entre grupos	4,941	,001
	Dentro de grupos		
	Total		
turbiedad	Entre grupos	22,872	,000
	Dentro de grupos		
	Total		

Adicionalmente, para la comprobación de las hipótesis planteadas se realizó una prueba estadística llamada Kruskal Wallis en base a los resultados de coliformes fecales entre los sectores de muestreo.

1. Puente
2. Costanero norte
3. Balneario
4. Medio laguna
5. Villa Concepción
6. Campo

La tabla número 5 indica que entre el sector del puente (1) y balneario (3) no existen diferencias significativas ya que su valor es de $P > 0.05$, por lo que se deduce que el número de colonias de coliformes fecales son más cercanos entre sí. Por otro lado, entre el sector del puente y los otros sectores (2, 4 y 5) se aprecian grandes diferencias dando como valor de significancia $P < 0.05$ atribuible al poco contacto antrópico en estas zonas.

Este análisis también nos indica que existen diferencias significativas entre el sector del balneario y el medio de la laguna, siendo de un valor $P > 0.05$ a diferencia de los otros sectores en el que el valor de $P < 0.05$.

Finalmente, podemos decir que el sector del puente y balneario son similares en cuanto a la cantidad de colonias de coliformes fecales encontradas, atribuible al uso antrópico que se les da a estas zonas, siendo estos más altos que en las otras zonas estudiadas, como lo es en el caso del medio de la laguna en la cual se encontraron diferencias significativas a comparación de los nombrados con anterioridad.

Tabla 6. *Análisis de resultados en base a coliformes fecales utilizando prueba Kruskal Wallis.*

1	2	3	4	5	6
1	0,02	0,20	3,8E-04	1,5E-03	0,01
2	sd	0,25	0,26	0,45	0,92
3	sd	sd	0,02	0,06	0,21
4	sd	sd	sd	0,71	0,30
5	sd	sd	sd	sd	0,51
6	sd	sd	sd	sd	sd

- *Desarrollar un protocolo no tradicional para la determinación de estos parámetros ambientales.*

Para el cumplimiento de este objetivo se revisaron minuciosamente los contenidos de los planes y programas de MINEDUC, como también los OFT y contenidos de la asignatura de ciencias naturales en sus tres ejes (Biología, Química y Física) relacionados con la educación ambiental. Posteriormente se escogieron las líneas principales a desarrollar en la investigación que se conectaron con la metodología a utilizar.

De acuerdo a lo investigado, los contenidos a tratar que se relacionan con el tema de educación ambiental son:

Enseñanza Media.		
Sector: Ciencias Naturales y Biología.		
Curso	Unidad	Contenidos.
7° Básico	Unidad 1: Comportamiento de la materia y su clasificación.	<ul style="list-style-type: none"> ● Líquidos ● Temperatura ● Cambios de estado de la materia ● Participación del calor en los cambios de estados de experimenta el agua. ● Mezcla homogénea ● Mezcla heterogénea ● Decantación ● Filtración ● Tamizado ● Destilación ● Cambio reversible ● Cambio irreversible ● Cambio físico ● Cambio químico
	Unidad 3: Microorganismos y barreras defensivas del cuerpo humano.	<ul style="list-style-type: none"> ● Microorganismos beneficiosos y dañinos para la salud. ● Virus, hongos, bacterias. ● Células procariontes ● Células eucariontes ● Sistema inmune ● Medidas de cuidado e higiene del cuerpo ● Hábitos de vida saludable.
8° básico	Unidad 2: Célula.	<ul style="list-style-type: none"> ● Célula

		<ul style="list-style-type: none"> • Características comunes de los seres vivos • Organización de los seres vivos. • Fotosíntesis
1° medio	Unidad 2: Organismos en ecosistemas.	<ul style="list-style-type: none"> • Niveles de organización de la biosfera • Interacciones biológicas • Factores que afectan el tamaño poblacional
	Unidad 3: Materia y energía en ecosistemas.	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo del agua • Redes tróficas • Contaminación • Bioacumulación • Efectos de la actividad humana sobre las redes alimentarias.
	Unidad 4: Impactos en ecosistemas y sustentabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Ecosistema • Recursos naturales renovables • Recursos naturales no renovables • Desarrollo sustentable • Contaminación • Impacto ambiental • Efectos de acciones humanas y fenómenos naturales en los ecosistemas • Conservación ambiental. • Protección del medioambiente • Preservación de la naturaleza
2° medio		
3° medio diferenciado.	Unidad 3: Flujo y procesamiento de energía y materia en los sistemas biológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo y eficiencia de la transferencia de energía y materia en el ecosistema, profundizando en los ciclos del carbono y nitrógeno. • Descripción cuantitativa de las cadenas alimentarias, utilizando pirámides de números y de biomasa. • Fundamentos del manejo de la producción de alimentos para mejorar la eficiencia en la transferencia de energía. • Desechos de materia y energía de origen humano como principales contaminantes de los sistemas biológicos (por ejemplo, cambio climático global). • investigación y debate sobre los efectos

		de la deforestación en los recursos de agua, suelo y aire.
4 medio	Unidad 2: Sistema inmune: estructura y función.	<ul style="list-style-type: none"> ● Microorganismos, virus, bacterias, hongos, y protozoos parásitos. ● Sistema inmune innato. ● Sistema inmune adaptativo.
	Unidad 4: Problemáticas ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> ● Calentamiento de la tierra ● Cambio climático ● Contaminación ambiental ● Sustentabilidad ambiental ● Biología de la conservación ● Biodiversidad ● Calidad de vida ● Fuentes energéticas alternativas ● Recursos naturales y energéticos

Se investigaron distintos protocolos de fácil acceso en los colegios para la determinación de estos parámetros ambientales (algunos utilizados durante la investigación en la laguna La Señoraza), posteriormente se elaboró una guía de trabajo práctico (ANEXO 2) titulado “Cuidemos el recurso agua” en el cual se incluye una introducción de forma sintética sobre el agua, funcionamiento, ciclo de este y contaminación, para luego entrar a la parte práctica en la cual se incluyen los materiales y el procedimiento para cada parámetro (pH, Temperatura, turbiedad). Esta guía está contemplada para al menos 4 a 6 horas pedagógicas las cuales deben ir en paralelo a la materia enseñada a los estudiantes.

En cuanto al conteo de coliformes fecales, se investigó una metodología para que los alumnos puedan ver la proliferación de colonias bacterianas usando placas Petri en el cual pueden ver las diferencias de estas por los colores de las bacterias, esto debido al difícil acceso en los colegios a los implementos usados en durante el estudio realizado en la laguna La Señoraza como lo son el caldo de Lauril Sulfato Triptosa y caldo *E. coli*.

Finalmente la guía de trabajo también incluye actividades a realizar luego de terminar la parte práctica, esto para lograr un aprendizaje significativo de los contenidos académicos tratados.

Discusión

En el presente estudio para validar y demostrar las hipótesis planteadas, se llevaron a cabo tomas de muestras por sector en la laguna La Señoraza. Las diferencias observadas en temperatura por sitio de muestreo, han sido atribuidas a las condiciones ambientales y horas de toma de muestra. Los datos observados en el gráfico 2 indican un efecto atribuible a factores directos del diseño e implementación del estudio. Es así como la temperatura en la ciudad de Iquitos va aumentando gradualmente desde los 10°C a los 27°C en época estival (CLIMATE-DATA, 2018) teniendo una temperatura media de 19°C durante los meses en que se realizó la investigación. Esto resulta coincidente con las horas establecidas para el muestreo.

Durante la toma de las primeras muestras matutinas no se necesitaban botes para recolectarlas debido a que eran colectadas a las orillas de la laguna. En el caso del puente, las muestras se tomaban de forma inmediata, por otro lado la zona de la costanera norte al ser un área sombreada, la temperatura rondaba en los 20 °C (temperatura ambiental) en comparación con los otros sectores, donde estas alcanzaban valores mucho más altos (24-26°C)

Como la laguna La Señoraza es un cuerpo de agua templado dimíctico, es decir, hay cambios estacionales que alteran la estratificación de sus aguas, por defecto se provoca una alteración de temperatura al momento de invertirse las masas de agua dentro de la cavidad de la laguna. Las capas se van ordenando de acuerdo a la densidad, temperatura y presión de ésta, durante el verano, las aguas de las capas superiores elevan más su temperatura que las del fondo debido a que los rayos ultravioletas al traspasar su haz de luz lo primero que atraviesan son los niveles superficiales de un cuerpo de agua; este hecho da origen a que se produzca la circulación de las aguas superficiales, las cuales no se mezclan con las del fondo. La diferencia de temperatura entre las aguas superiores y las profundas da origen a una zona intermedia denominada termoclina que separa dos capas de agua bien diferenciadas: la que está por encima de la termoclina se denomina epilimnion, con aguas calientes y circulantes; la capa profunda por debajo de la termoclina (mezcla de las dos masas de aguas fría y caliente) recibe el nombre de hipolimnion y comprende las aguas frías, no circulantes (Smith & Smith, 2007). En base a lo anterior, resulta plausible

establecer que, como los rayos solares penetraron directamente al epilimnion, se produjo un alza de temperatura en los demás sectores en donde además la toma de muestras fue dentro de esta primera capa de agua en el medio lacustre La Señoraza, a su vez, hubo una circulación de aguas que están en el epilimnion, las cuales nunca se van a mezclar con las aguas que se encuentran en el fondo a diferencia de los otros sectores.

En cambio, en algunos sectores de la laguna, hay árboles que impiden que el paso de los rayos del sol (rayos ultravioletas) incidan directamente al agua, como por ejemplo el caso del sector del campo, donde su temperatura era muy cercana a la temperatura del área de la costanera norte.

En el transcurso de la investigación, al momento de recolectar las muestras se detectaron dificultades, las cuales se mencionarán a continuación:

1) La persona que facilitó los botes lo realizaba en un horario tardío (aproximadamente hasta una hora de espera), por este motivo se podría decir que el tiempo de espera pudo haber modificado el número de colonias de *E. coli* encontrado, tomando en cuenta que las muestras fueron tomadas en épocas de verano, podemos decir que el transcurso de las horas y el aumento de la temperatura son directamente proporcionales, y si nos guiamos por los aspectos teóricos, las bacterias proliferan a una temperatura aproximada de 45 grados centígrados (Suarez, Ramírez, Monroy, Alazard & Fernández, 2004).

2) Otro déficit durante la investigación, fueron los resultados de la cuarta muestra del estudio de coliformes fecales, donde la cantidad de coliformes totales arrojada fue menor en comparación con las muestras tomadas anteriormente, la posible causa de este problema fue el cambio de reactivo para identificar coliformes totales (Caldo de Lauril Sulfato Triptosa o LST) en el laboratorio. Al momento de realizar la prueba presuntiva, se agotó este reactivo, por lo que se utilizó otro similar. Por lo tanto se puede concluir que posiblemente la materia prima del segundo reactivo no fue tan eficiente como la del primero, y que no presentaba los nutrientes y energía necesaria para realizar el proceso de biosíntesis, el cual es elemental para el crecimiento y multiplicación bacterial (Varela & Grotiuz, 2008) lo que llevó a obtener un declive y variación considerable en esta muestra respecto a las siguientes que fueron recolectadas durante el transcurso de la investigación.

3) Durante la tercera semana de enero en la cual se realizaban el conteo de coliformes totales y fecales (muestra número cinco), hubo un corte de luz en la comuna de Los Ángeles que se mantuvo durante horas, esto afecto el resultado en la cantidad de coliformes fecales encontrados durante la prueba confirmativa, de la cual se obtuvo una cantidad despreciable de bacterias. Este resultado podría ser debido a dos razones: La temperatura luego del corte de luz no era la óptimo en el cual se podían reproducir las posibles bacterias o La contaminación encontrada en la prueba presuntiva (coliformes totales) no era de origen fecal, ya que los coliformes fecales son más rigurosos para su reproducción en un ambiente extraintestinal (Sandoval & Carlos, 1991).

Pese a lo anterior, los resultados muestran diferencias entre los sitios analizados, tanto en cantidad de coliformes fecales, así como turbiedad, las que son ratificadas por el ANOVA. Estos resultados pueden ser atribuibles a la contaminación por el uso antrópico que se le da a la laguna como también a los asentamientos urbanos ubicados a orillas de ésta (Barrera, Wong, Sobrino, Guzmán, Hernández y Saavedra, 1998). Estos resultados son preocupantes, puesto que tal como lo establecen Bianucci, Depettris, Clemente & Ruberto (2005) una mayor contaminación en cuerpos lacustres utilizados como fuente recreacional, afecta al bienestar y a la calidad de vida de las poblaciones aledañas pudiendo generar enfermedades gastrointestinales u otras más graves.

Por otra parte, al realizar el análisis de pH en la laguna se obtuvo que durante el período de investigación este parámetro se mantuvo en valores estables de 6, sin mostrar diferencias entre sectores. Este resultado no se corresponde a la normativa N° 1333 “Norma de calidad de agua para uso recreativo”, la cual nos indica que para hacer uso de un cuerpo lacustre de forma recreativa debe presentar valores de pH entre 6.5 a 8.3, por lo que la laguna La Señoraza no se encontraría apta para el uso antrópico. Sin embargo, estos resultados no son exactos, ya que el material utilizado (tiras indicadoras de pH) entregan un rango en el valor del pH, y no las reales diferencias que se podrían obtener utilizando un sensor como lo es el pH-metro. Este último no fue utilizado en esta investigación, ya que la finalidad de este estudio era encontrar metodologías de fácil acceso en los establecimientos educacionales.

Se puede establecer según los resultados obtenidos en base a la correlación y significancia de Spearman, que las muestras de coliformes fecales tomadas en las distintas áreas de la laguna no fueron significativas debido a la baja cantidad de muestras incorporadas. A pesar de la poca significancia de los resultados obtenidos, se puede apreciar una débil relación proporcional entre temperatura y coliformes fecales y una débil relación inversamente proporcional entre la claridad del agua y estos coliformes. Sin embargo el presente estudio sirvió para desarrollar minuciosamente el método científico, el cual sirve para potenciar las habilidades que debe tener un profesional de la educación en el área de las Ciencias naturales, si no se practica la ciencia difícilmente puede ser enseñada de manera correcta.

Finalmente, luego de los datos recopilados y analizados durante este estudio, se aprueban las hipótesis planteadas al comienzo de esta investigación, ya que a pesar de que la relación entre las variables, temperatura y turbiedad vs coliformes, no es significativa, los parámetros medidos por sectores mostraron un alza durante la temporada alta del uso de este cuerpo de agua. Por otro lado, también se aprecia un aumento en la cantidad de coliformes fecales y turbiedad en zonas donde se concentra la actividad antrópica (puente y balneario) durante los meses de calidez, en los cuales se realizan actividades recreativas alrededor de este cuerpo lacustre.

Adicionalmente, este estudio permite también, reforzar contenidos de las Ciencias Naturales así como de sus tres ejes: Biología, Física y Química, ya que entrega los elementos necesarios para la realización de una guía de trabajo práctico, permitiendo así su posterior aplicación en un contexto educativo de una forma menos conductista y más constructivista, promoviendo la indagación científica en los estudiantes tomando en cuenta que estos son participes activos de su propio conocimientos y así mismo de expandirlos (Cofré, Camacho, Galaz, Jiménez, Santibáñez & Vergara, 2010). Por otra parte, el participar activamente durante la enseñanza promueve, de forma positiva, la internalización de conocimientos y a su vez formar personas con un pensamiento reflexivo y crítico sobre la naturaleza de la ciencia, logrado de esta forma autonomía e iniciativa en los alumnos (Séré, 2002).

Es importante destacar que la educación ambiental promueve la generación de hábitos y cuidado hacia el medio ambiente, como también, fomentar comportamientos sustentables que mejoren la calidad de vida de estos (Ministerio del Medio Ambiente, 2018). En los establecimientos, enseñar esto se vuelve de vital importancia en los estudiantes desde la enseñanza básica, por lo que en conjunto los directivos, apoderados y centros de padres y alumnos deben colaborar para fortalecer e innovar en prácticas que ayuden en el cuidado y protección del medio ambiente.



Conclusiones.

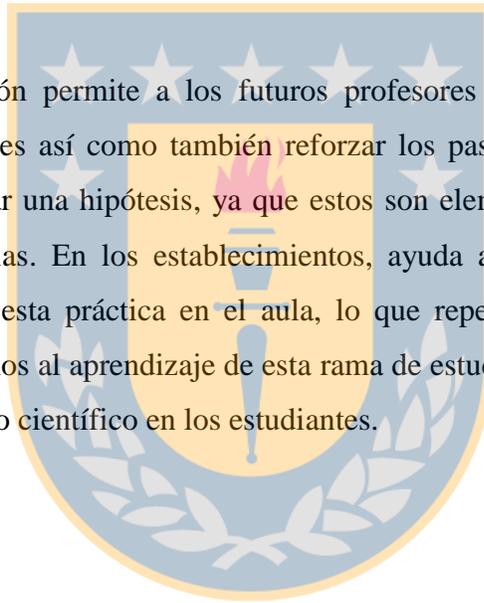
Los aportes que entrega la investigación realizada en la laguna La Señoraza, se pueden resumir en las siguientes conclusiones:

- ✓ La claridad de las aguas de la laguna es inversamente proporcional al uso que se le da a este cuerpo de agua, vale decir, a mayor uso antrópico menor es la claridad observada.
- ✓ El nivel de pH, determinado con papel pH, en los seis sectores de muestreo no tiene efecto alguno sobre las colonias de coliformes fecales halladas en este cuerpo de agua durante la investigación.
- ✓ Los sectores de mayor uso antrópico (puente y balneario) presentaron un aumento considerable en la cantidad de coliformes fecales, en contraste con otros sectores, como medio de la laguna, en las cuales las colonias fueron mínimas durante todo el periodo de investigación.
- ✓ La corroboración por ANOVA muestra que existen diferencias significativas entre la cantidad de coliformes fecales y claridad encontradas entre las distintas zonas de muestreo durante el período de investigación.
- ✓ Por otro lado, el análisis por ANOVA indica que no hay diferencias significativas, en el caso de la temperatura, en las distintas zonas de muestreo de la laguna La Señoraza.
- ✓ No existe relación significativa entre la temperatura y coliformes fecales halladas en los seis sectores estudiados de este cuerpo lacustre.
- ✓ No existe relación significativa entre la claridad y coliformes fecales halladas en los seis sectores estudiados de este cuerpo lacustre.

- ✓ Se aceptan las hipótesis planteadas, ya que existe un aumento en la cantidad de coliformes fecales y de turbiedad durante la temporada alta del uso de la laguna. Como también existe un aumento de coliformes fecales en zonas de mayor uso antrópico, como lo son el puente y balneario, que en zonas donde el hombre no puede acceder, como el medio de la laguna.

- ✓ Este estudio permite reforzar de forma transversal los conocimientos sobre los distintos ejes de las ciencias Naturales (biología, física y química), ya que posee conceptos propios de estos.

- ✓ La presente investigación permite a los futuros profesores mejorar las habilidades, conocimientos y actitudes así como también reforzar los pasos del método científico para comprobar o refutar una hipótesis, ya que estos son elementos necesarios para la enseñanza de las ciencias. En los establecimientos, ayuda a tener una participación activa al llevar a cabo esta práctica en el aula, lo que repercute directamente en la motivación de los alumnos al aprendizaje de esta rama de estudio y junto con ello poder fomentar un pensamiento científico en los estudiantes.



Referencias.

- ❖ Arcos, M., Ávila, S., Estupiñan, S. & Gómez, A. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. NOVA, 3(4), 69-79. Recuperado de http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/ARTREVIS2_4.pdf
- ❖ Arriagada, C., Cerda, C., & Naour, M. (2015). *Informe Práctica Profesional 2015. Caracterización biológica, hidrológica y cartográfica de las lagunas y su entorno: La señoraza, El pillo, El desagüe y La potrerada.* Recuperado de <http://munilaja.cl/medioambiente/wp-content/uploads/2014/12/Informe-Final-Practica-Dpto-Patrimonio-2015.pdf>
- ❖ Audesirk, T., Audesirk, G., & Byers, B. (2008). *Biología La vida en la Tierra.* (8° edición). Naucalpan de Juárez, Mexico: Pearson Prentice Hall.
- ❖ Barrera, G., Wong, I., Sobrino, A., Guzmán, X., Hernández, F. & Saavedra, F. (1998). Estudio Preliminar de Contaminación Bacteriológica en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 14(2), 63-68. Recuperado de <http://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/viewFile/32963/30216>
- ❖ Bianucci, P., Depettris, C., Clemente. M., & Ruberto, A. (2005). *Riesgo Sanitario Asociado al Uso Recreativo de Lagunas en Áreas Urbanas.* Recuperado de <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2005/7-Tecnologia/T-040.pdf>
- ❖ Boyd, C., & Tucker, C. (1998). El disco Secchi en la interpretación de la turbidez del agua. [Imagen]. Recuperado de https://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/nov_98_02.pdf

- ❖ Brooks, G., Carroll, K., Butel, J., Morse, S., & Mietzner, T. (2011). *Jawetz, Melnick y Adelberg. Microbiología Médica*. (25° edición). México D.F., México: Mac Graw Hill Education.
- ❖ CLIMATE-DATA. (2018). Clima: Laja. Recuperado de <https://es.climate-data.org/location/640946/>
- ❖ Cofre, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D., & Vergara, C. (2010). La Educación Científica en Chile: Debilidades de la Enseñanza y Futuros Desafíos de la Educación de Profesores de Ciencia. *Estudios Pedagógicos XXXVI*, N° 2: 279-293.
- ❖ Curtis, H., Barnes, N., Schnek, A., & Massarini, A. (2008). *Biología*. 7° edición. Madrid, España. Editorial Médica Panamericana.
- ❖ Delgado, M., Vanegas, M., & Delgado, G. (2007). *Metrología Química I: Calibración de un pH metro y Control de Calidad*. Recuperado de <http://revista.unanleon.edu.ni/index.php/universitas/article/view/2/2>
- ❖ División Político Administrativa y Censal (2007). Región del Bío Bío (1-27). Recuperado de <http://www.inebiobio.cl/archivos/files/pdf/DivisionPoliticoAdministrativa/biobio.pdf>
- ❖ Gobierno de Chile. (2001). Norma chilena oficial N° 1.333. Aprobada por decreto supremo del MOP N° 867/78. [Tabla]. Recuperado de http://www.manantial.cl/dinamicos/biblioteca/nch-1333_1420918611.pdf
- ❖ Gonzales, C. (2011). *Monitoreo de la calidad del agua. 2 La turbidez*. Recuperado de <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>

- ❖ Gonzales, M. (2008). *Evaluación de la calidad microbiológica de las aguas del Rio Cruces, desde Loncoche hasta San José de Mariquina*. (Memoria de Titulo, Universidad Austral de Chile). Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fvg643e/doc/fvg643e.pdf>
- ❖ Gonzales, S. (2007). Caracterización de coliformes fecales en aguas de riego. En: *Manejo de agroquímicos en sistemas hortícolas*. Rojas, C., Chacon, A., Moyano, S., Estay, P., Sepulveda, P., Ormeño, J., & Gonzalez, S (Eds). (pp. 171-175). Santiago, Chile. Instituto de agrupaciones agropecuarias. Boletín INIA 167.
- ❖ Organización mundial de legisladores en pro de la protección del medio ambiente, (GLOBE). (2005). *Construcción de instrumentos. Instrucciones para Fabricar un Disco Secchi para Medir la Transparencia del Agua*. Recuperado de http://www.globeargentina.org/guia_del_maestro_web/hidrologia/construcciondeinstrumentos.pdf
- ❖ Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. (6° Edición). México D.F. Mac Graw Hill Education.
- ❖ Herrera, J., & Navarrete, M. (15 de febrero de 2016). Detectan que en 14 comunas se incumplen los criterios de calidad del agua potable. *La Tercera*. Recuperado de <http://www.latercera.com/noticia/detectan-que-en-14-comunas-se-incumplen-los-criterios-de-calidad-del-agua-potable/#>
- ❖ Instituto de Salud Pública. (2010). *Método de Filtración por Membrana para Determinación de coliformes E. coli en agua*. Recuperado de http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento_tecnico/2010/10/PRT712.03009%20V%206%20filtrac%20memb%20colif-E.coli%20agua.pdf

- ❖ Lajino. (7 de octubre de 2015). Proyecto convertiría a laguna La Señoraza en primer Parque Urbano de la provincia. *Lajino*. Recuperado de <https://www.lajino.cl/2015/10/proyecto-convertiria-a-laguna-la-senoraza-en-primer-parque-urbano-de-la-provincia/>

- ❖ Marco, L., Azario, R., Metzler, C., & García, M. (2004). La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad de Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina). *Higiene y Sanidad Ambiental*, 4, 72-82.

- ❖ Mathews, C., Van Holde, K., & Ahern, K. (2002). *Bioquímica* (3° edición). Madrid, España: Pearson Madison Wesley.

- ❖ Mayo, R. (18 de febrero de 2008). Contaminación de nuestras lagunas y lagos. *Aguamarket*. Recuperado de http://www.aguamarket.com/sql/temas-interes/tema_interes.asp?id_tema_interes=489

- ❖ Ministerio de Educación. (2016). *Ciencias Naturales. Programa de Estudio. 1° medio*. Recuperado de http://www.curriculumnacional.cl/wp-content/uploads/7b_2m/programas_planes/PE%201%C2%BAm%20Ciencias%20naturales.pdf

- ❖ Ministerio del Medio Ambiente. (15 de junio de 2018). Capacitan en Educación Ambiental a Funcionarios Públicos que Trabajan con Comunidades Vulnerables. *Ministerio del Medio Ambiente*. Recuperado de <http://educacion.mma.gob.cl/capacitan-en-educacion-ambiental-a-funcionarios-publicos-que-trabajan-con-comunidades-vulnerables/>

- ❖ Ministerio de Salud. (1998). Manual de Técnicas Microbiológicas para Alimentos y Aguas. Subdepartamento Laboratorios del Ambiente. Instituto de Salud Pública de Chile. Santiago, Chile.

- ❖ Ministerio de Salud. (2014). *Informe de ensayo microbiológico de aguas N° 1224*. Recuperado de <http://munilaja.cl/w/wp-content/uploads/2015/01/Analisis-Microbiologico-Laguna-Se%C3%B1oraza-2014-2015.pdf>

- ❖ Mora, J., & Calvo, G. (2010). *Estado actual de contaminación con coliformes fecales de los cuerpos de agua de la península de Osa*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835746.pdf>

- ❖ Moreno, H. (1953). *Lagos y lagunas. Estudio sobre la definición de algunos términos geográficos*. Recuperado de https://www.sogecol.edu.co/documentos/011_02_lago_laguna.pdf

- ❖ Murray, P., Rosentahl, K., & Pfaller, M. (2017). *Microbiología Médica* (8° edición). Barcelona, España: Elsevier.

- ❖ Pantoja, J., Proal, J., García, M., Cháirez, I., & Osorio, G. (enero, 2015). Eficiencias Comparativas de Inactivación de Bacterias Coliformes en Efluentes Municipales por Fotolisis (UV) y por Fotocatálisis (UV/TiO₂/SiO₂). Caso: Depuradora de Aguas de Salamanca, España. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 4(1), 119-135.

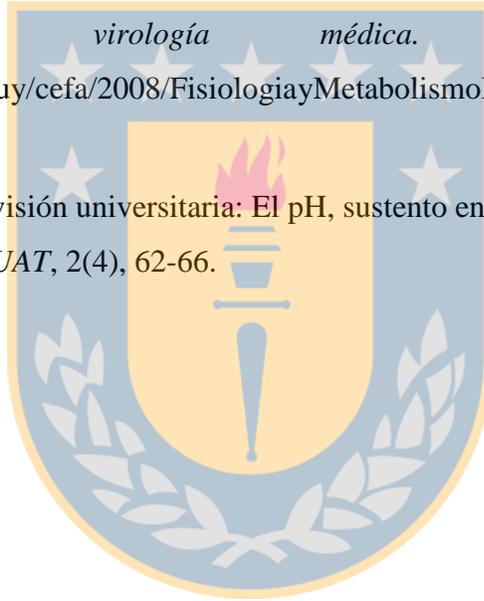
- ❖ Parra, O., Almanza, V., Urrutia, R., & Baeza, C. (2013). *Programa de monitoreo de la calidad del agua de las lagunas urbanas de Concepción, Chile: Análisis de resultados y propuesta*. Recuperado de http://www.eula.cl/lagunas_urbanas/doc_final/7.13.pdf

- ❖ Peña, S. (2016). Informe visita a comuna Laja. Centro Regional de Estudios Ambientales, Universidad Católica de la Santísima Concepción.

- ❖ Ramírez, C., & San Martín, C. (2008). Ecosistemas dulceacuícolas. Biodiversidad de Chile. Patrimonios y desafíos (2° edición) (pp. 106-177). CONAMA. Ocho Libros, Santiago de Chile.

- ❖ Ravanal, F. (2014). *Informe técnico: Estudio de avifauna presente entre sector lagunas “La Señoraza” y “El pillo”*. (Informe Técnico) Recuperado de http://munilaja.cl/medioambiente/wp-content/uploads/2014/12/InformeT%C3%A9cnico-Estudio-de-Avifauna-presente-entre-sector-Lagunas-_La-Se%C3%B1oraza_-y-_El-Pillo_.pdf
- ❖ Reygadas, F., Tovar, E., Hansen, A., Cassassuce, F., Markiewicz, E., & Nastich, S. (2004). *Métodos para purificar el agua. Agua salud*. Recuperado de https://web.stanford.edu/~twmark/agua/metodos_para_purificar_el_agua.htm
- ❖ Salazar, C. (2003) Situación de los recursos hídricos en Chile (Reporte de Investigación). Recuperado de <http://www.thirdworldcentre.org/wp-content/uploads/2015/05/rechidricochile.pdf>
- ❖ Sandoval, A., & Carlos, G. (1991). *Determinación de Coliformes Fecales. Manual N°7*. Recuperado de <https://www.ircwash.org/sites/default/files/245.11-91AD-9090.pdf>
- ❖ Sepúlveda, M. (2014). *Laboratorio pH*. Recuperado de http://server-enjpp.unsl.edu.ar/escuela/images/laboratorio_de_ph
- ❖ Séré, M. (2002). *La Enseñanza en el Laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia?* Recuperado de <http://educontinua.fcencias.unam.mx/CONTINUA/CURSOS/EnsenanzaExperimental/2008/ArchivosaEnviar/Articulos/ConocimientoPracticoyActitudAntelaCiencia.Sere.pdf>
- ❖ Smith, T., & Smith, R. (2007). *Ecología* (6° edición). Madrid, España: Pearson Madison Wesley.
- ❖ Solomon, E., Berg, L., & Martin, D. (2008). *Biología*. (8° edición). México D.F. Mc. Graw-Hill Interamericana.

- ❖ Suarez, C., Ramírez, F., Monroy, O., Alazard, D., & Fernández, L. (enero-marzo 2004). La vida a altas temperaturas: adaptación de los microorganismos y aplicación industrial de sus enzimas. *Ciencia* 56-65.
- ❖ UNESCO. (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Aguas Residuales El Recurso Desaprovechado*. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002476/247647s.pdf>
- ❖ Varela, G., & Grotiuz, G. (2008). *Fisiología y metabolismo bacteriano. Temas de bacteriología y virología médica*. Recuperado de <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/FisiologiyMetabolismoBacteriano.pdf>
- ❖ Zavala, G. (2008). Una visión universitaria: El pH, sustento en el equilibrio químico para la vida celular. *Ciencia UAT*, 2(4), 62-66.





Anexo 1

TABLA PARA EL CALCULO DE NUMERO MAS PROBABLE (NMP) POR 100 ml. SEMBRANDO SERIES DE CINCO TUBOS CON 10 – 1 Y 0.1 ml.

N° de tubos positivos	NMP	N° de tubos positivos	NMP	N° de tubos positivos	NMP
0-0-0	-	1-0-0	2.0	2.0.0	4.5
0-0-1	1.8	1-0-1	4.0	2.0.1	6.8
0-0-2	3.6	1-0-2	6.0	2.0.2	9.1
0-0-3	5.4	1-0-3	8.0	2.0.3	12
0-0-4	7.2	1-0-4	10	2.0.4	14
0-0-5	9.0	1-0-5	12	2.0.5	16
0-1-0	1.8	1.1.0	4.0	2.1.0	6.8
0-1-1	3.6	1.1.1	6.1	2.1.1	9.2
0-1-2	5.5	1.1.2	8.1	2.1.2	12
0-1-3	7.3	1.1.3	10	2.1.3	14
0-1-4	9.1	1.1.4	12	2.1.4	17
0-1-5	11	1.1.5	14	2.1.5	19
0-2-0	3.7	1.2.0	6.1	2.2.0	9.3
0-2-1	5.5	1.2.1	8.2	2.2.1	12
0-2-2	7.4	1.2.2	10	2.2.2	14
0-2-3	9.2	1.2.3	12	2.2.3	17
0-2-4	11	1.2.4	15	2.2.4	19
0-2-5	13	1.2.5	17	2.2.5	22
0-3-0	5.6	1.3.0	8.3	2.3.0	12
0-3-1	7.4	1.3.1	10	2.3.1	14
0-3-2	9.3	1.3.2	13	2.3.2	17
0-3-3	11	1.3.3	15	2.3.3	20
0-3-4	13	1.3.4	17	2.3.4	22
0-3-5	15	1.3.5	19	2.3.5	25
0-4-0	7.5	1.4.0	11	2.4.0	15
0-4-1	9.4	1.4.1	13	2.4.1	17
0-4-2	11	1.4.2	15	2.4.2	20
0-4-3	13	1.4.3	17	2.4.3	23
0-4-4	15	1.4.4	19	2.4.4	25
0-4-5	17	1.4.5	22	2.4.5	28
0-5-0	9.4	1.5.0	13	2.5.0	17
0-5-1	11	1.5.1	15	2.5.1	20
0-5-2	13	1.5.2	17	2.5.2	23
0-5-3	15	1.5.3	19	2.5.3	26
0-5-4	17	1.5.4	22	2.5.4	29
0-5-5	19	1.5.5	24	2.5.5	32

(Ministerio de salud, 1998)

TABLA PARA EL CALCULO DE NUMERO MAS PROBABLE (NMP) POR 100 ml. SEMBRANDO SERIES DE CINCO TUBOS CON 10 – 1 Y 0.1 ml.

Nº de tubos positivos	NMP	Nº de tubos positivos	NMP	Nº de tubos positivos	NMP
3.0.0	7.8	4.0.0	13	5.0.0	23
3.0.1	11	4.0.1	17	5.0.1	31
3.0.2	13	4.0.2	21	5.0.2	43
3.0.3	16	4.0.3	25	5.0.3	58
3.0.4	20	4.0.4	30	5.0.4	76
3.0.5	25	4.0.5	36	5.0.5	95
3.1.0	11	4.1.0	17	5.1.0	33
3.1.1	14	4.1.1	21	5.1.1	46
3.1.2	17	4.1.2	26	5.1.2	64
3.1.3	20	4.1.3	31	5.1.3	84
3.1.4	23	4.1.4	36	5.1.4	110
3.1.5	27	4.1.5	42	5.1.5	130
3.2.0	14	4.2.0	22	5.2.0	49
3.2.1	17	4.2.1	26	5.2.1	70
3.2.2	20	4.2.2	32	5.2.2	95
3.2.3	24	4.2.3	38	5.2.3	120
3.2.4	27	4.2.4	44	5.2.4	150
3.2.5	31	4.2.5	50	5.2.5	180
3.3.0	17	4.3.0	27	5.3.0	79
3.3.1	21	4.3.1	33	5.3.1	110
3.3.2	24	4.3.2	39	5.3.2	140
3.3.3	28	4.3.3	45	5.3.3	180
3.3.4	31	4.3.4	52	5.3.4	210
3.3.5	35	4.3.5	59	5.3.5	250
3.4.0	21	4.4.0	34	5.4.0	130
3.4.1	24	4.4.1	40	5.4.1	170
3.4.2	28	4.4.2	47	5.4.2	220
3.4.3	32	4.4.3	54	5.4.3	280
3.4.4	36	4.4.4	62	5.4.4	350
3.4.5	40	4.4.5	69	5.4.5	430
3.5.0	25	4.5.0	41	5.5.0	240
3.5.1	59	4.5.1	48	5.5.1	350
3.5.2	32	4.5.2	56	5.5.2	540
3.5.3	37	4.5.3	64	5.5.3	920
3.5.4	41	4.5.4	72	5.5.4	1600
3.5.5	45	4.5.5	81	5.5.5	>1600

(Ministerio de salud, 1998)



Anexo 2

	Universidad de Concepción Campus Los Ángeles.	
Fecha:	Laboratorio: Biología.	Profesores: Carla Larenas M. Luis Lavin M. Fresia Obreque O.

Nombre: _____ **Curso:** _____

<p>Objetivo de aprendizaje:</p> <p>Analizar la calidad del agua que se encuentra presente en una laguna para determinar si cumple con la Normativa N°1333 “Norma de calidad de agua para uso recreativo”.</p>
--

“Cuidemos el recurso agua”.

Introducción.

El agua es uno de los recursos naturales más importantes para el desarrollo de la vida en el planeta. A través de los procesos de evaporación, condensación, precipitación, infiltración, escorrentía superficial y transporte subterráneo, este vital elemento se encuentra en continuo movimiento como parte del ciclo del agua (**Imagen 1**).

Dentro de las funciones más importantes que cumple el agua son:

- Permite mantener las funciones vitales de los seres vivos.
- Es el medio de desarrollo de la vida acuática. Permite la existencia de especies que sólo pueden sobrevivir en el agua o que desarrollan una parte de su ciclo de vida en ella.

- Posibilita el desarrollo de actividades productivas y domésticas al usarla como insumo en procesos tales como enfriamiento, calentamiento, preparación de alimentos, limpieza, etc.
- Permite la recreación y el esparcimiento. Por ejemplo, permite el desarrollo de actividades tales como la pesca deportiva, navegación, nado, apreciación de paisajes, terapias naturales, etc.

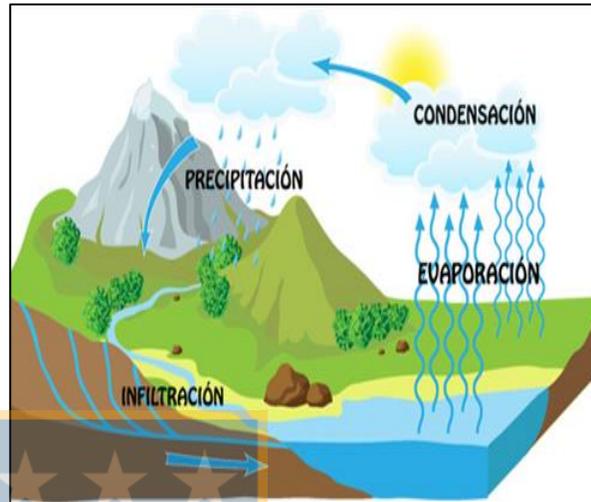


Imagen 1. Ciclo del agua.

En los últimos años, se han hecho diversos estudios sobre la problemática del agua, cuyos resultados muestran que esta se vincula con tres aspectos básicos, su cantidad, calidad y su oportunidad o disponibilidad para los distintos usos. Estos aspectos están directamente relacionados, ya que la disponibilidad del agua para un uso determinado se puede ver afectada, si la cantidad o calidad del recurso se altera gravemente.

En general, el deterioro de la calidad del agua se produce por contaminación, es decir, por la adición de agentes contaminantes que generan diversas alteraciones de las características químicas, físicas y biológicas del recurso.

¿Qué harías para cuidar el recurso agua?

Con esta actividad, ustedes se convertirán en técnicos de supervisión de la calidad del agua que se encuentra en una laguna, a partir de los resultados que se obtenga se comparan con los parámetros que aparecen en la Normativa N°1333 “Norma de calidad de agua para uso recreativo”.

Materiales:

- 4 Frascos de vidrio.
- Muestras enumeradas de 100 ml. agua de una laguna (de diferentes sectores).
- Cuaderno.
- Lápiz.
- Papel pH.
- Termómetro.
- Microscopio.
- Micropipeta.
- Portaobjetos.
- Cubreobjetos.



Parte I.- Cualidades del agua de una laguna.

Procedimiento:

1. Observa las cualidades (sólidos flotantes, algas, etc.) del agua que se encuentra en cada frasco de vidrio. Anote sus observaciones.
2. Con ayuda del termómetro, mida la temperatura de cada muestra de agua. Anote sus observaciones.
3. Introduzca durante al menos 15 segundos una tira indicadora de pH en cada frasco con muestras de agua. Anote en la tabla adjunta los resultados de pH de las muestras.

4. Con una micropipeta, extraiga agua de cada frasco, y agregue 1 gota de agua a los portaobjetos, luego coloque el cubreobjetos. Observe la muestra en el microscopio. Anote sus observaciones.
5. Complete el siguiente cuadro y compare sus resultados con los parámetros de la Normativa N° 1333 “Norma de calidad de agua para uso recreativo”.

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Nombre del sector.				
pH.				
Temperatura (°C).				
Solidos flotantes.				
Otras observaciones				

Actividades.

Responde las siguientes preguntas de acuerdo a la actividad realizada.

1. Explique ¿Qué es el pH y cuáles son sus formas de medición?
2. Explique cuál es la razón de que se observen partículas sólidas en la muestra de agua.
3. Investiga la normativa N° 1333 “Norma de calidad de agua para uso recreativo”. Luego a partir de sus resultados obtenidos en esta actividad ¿La laguna cumple con dicha normativa? Explique.

4. ¿Cuáles son las implicaciones de tener niveles muy ácidos o muy básicos de pH en cuerpos lacustres?
5. ¿Cuál es la importancia de una temperatura adecuada en cuerpos lacustres para la comunidad de especies que habitan esta? Fundamenta tu respuesta.

Parte II.- Observación de colonias bacterianas presentes en una laguna.

Materiales:

- Muestras de agua anteriormente sacadas de una laguna.
- Membrana de filtro de 0,45 mm.
- Matraz Erlenmeyer.
- Pinzas.
- Vaso precipitado.
- Placas Petri.
- Agar.
- Incubadora.
- Cuaderno.
- Lápiz.



Procedimiento.

1. Coloque en la membrana de filtro 0,45 mm en el matraz Erlenmeyer con una pinza (previamente esterilizada).
2. Luego vierta aproximadamente 100 ml. de la muestra en el vaso para hacer pasar la muestra a través de la membrana.
3. Una vez filtrada la muestra, se retira la membrana con una pinza (previamente esterilizada) y se deposita en una placa Petri con 4 ml. de agar. Presione suavemente la membrana sobre el medio de cultivo.
4. Incube la muestras durante 22 a 24 hrs. a 35°C.

5. Pasadas las horas de incubación cuente las colonias de coliformes totales encontradas (guíese por la imagen 2). Anote sus observaciones.

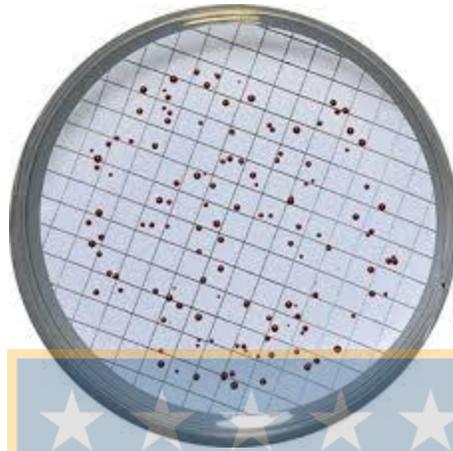


Imagen 2. Observación de colonias de coliformes totales en placa Petri con agar.

Actividades.

Responde las siguientes preguntas.

1. ¿Qué son los coliformes? ¿Cuál es la razón de encontrar dichos microorganismos en un cuerpo lacustre?
2. ¿Cuáles son las condiciones necesarias para la reproducción de estos microorganismos?
3. ¿Cómo crees que se verían afectados los organismos que conviven en el entorno de este cuerpo lacustre?
4. ¿Qué enfermedades pueden tener las personas que tienen mayor contacto con una laguna contaminada?

Parte III.- Conozcamos los niveles de claridad de las aguas.

Materiales:

- Disco de madera o de plástico (20 cm. de diámetro).
- Plumón permanente.
- Pintura negra.
- Cordel
- Trozo de metal.

Procedimiento:

1. Con el plumón permanente, hacemos una cruz en el disco, para que tengamos 4 trozos equivalentes (de igual medida y tamaño).
2. Una parte disco es pintado de color negro, lo mismo con su lado opuesto a la parte que ya fue pintada.
3. Una vez pintado, hacemos un pequeño agujero en el centro del disco, colocamos el cordel junto con el trozo de metal.

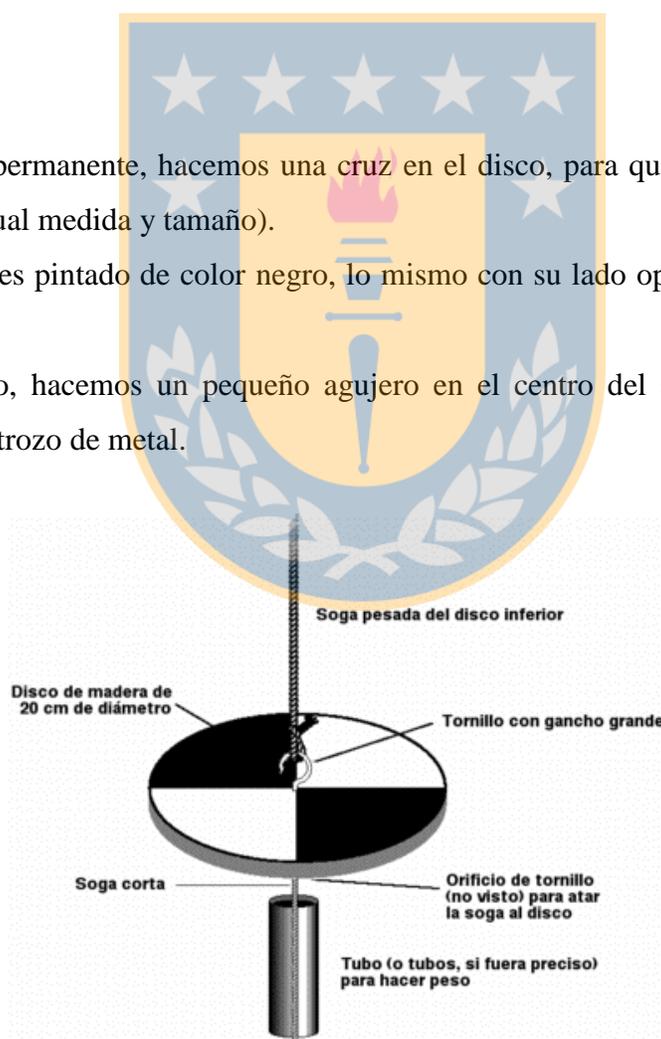
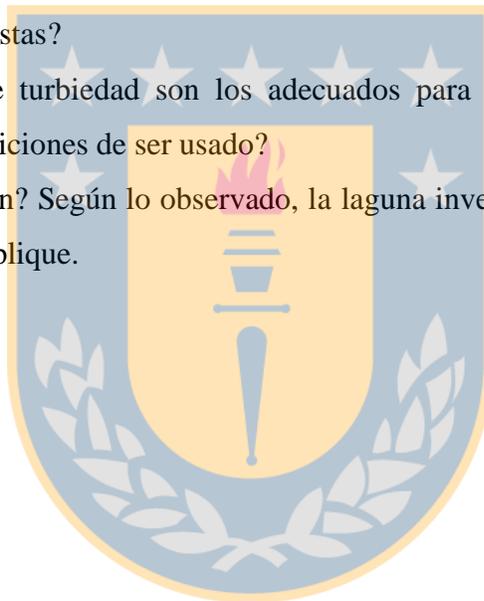


Imagen 3. Disco Sechhi.

Actividades.

II.- Responde las siguientes preguntas.

1. ¿Cómo se puede medir la turbiedad del agua a través de la metodología del disco Secchi?
2. ¿Qué otros métodos pueden ser utilizados para medir la turbiedad de las aguas y así medir la calidad de estas?
3. ¿Qué parámetros de turbiedad son los adecuados para determinar si un cuerpo lacustre está en condiciones de ser usado?
4. ¿Qué es eutrofización? Según lo observado, la laguna investigada estará en proceso de eutrofización. Explique.



Referencias.

- ❖ Laboratorio de Tecnología Educativa (2018). Departamento de Microbiología y Genética. Universidad de Salamanca. Recuperado de http://coli.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/FiltraMembColiT_auto.html
- ❖ Organización mundial de legisladores en pro de la protección del medio ambiente, (GLOBE). (2005). *Construcción de instrumentos. Instrucciones para Fabricar un Disco Secchi para Medir la Transparencia del Agua*. Recuperado de http://www.globeargentina.org/guia_del_maestro_web/hidrologia/construcciondeinstrumentos.pdf
- ❖ Smith, T., & Smith, R. (2007). *Ecología* (6° edición). Madrid, España: Pearson Madison Wesley.

