



**ECUADOR**  
**UNIVERSIDAD**  
**INTERNACIONAL**  
**SEK**

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**DIVERSIDAD Y RIQUEZA DE ESPECIES DE DIATOMEAS EPILÍTICAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO  
CHIBUNGA, CHIMBORAZO.**

---

**Proponente**

**Ing. Paola Serrano Avalos**

**Director**

**PhD. Pablo Castillejo**

**Quito -Ecuador**

**2018**

# CONTENIDO

## INTRODUCCIÓN

## MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

---

Colección de datos

## RESULTADOS

Indicadores Abióticos

    Análisis In-situ

    Análisis en Laboratorio

Índice de Calidad de Agua

Identificación de especies de diatomeas epilíticas como posibles bioindicadoras

Valores tróficos asignados a diatomeas epilíticas

Análisis multivariado

    Análisis de conglomerados o análisis cluster

    Análisis de correspondencia canónica

Riqueza y diversidad de especies

## CONCLUSIONES

## RECOMENDACIONES



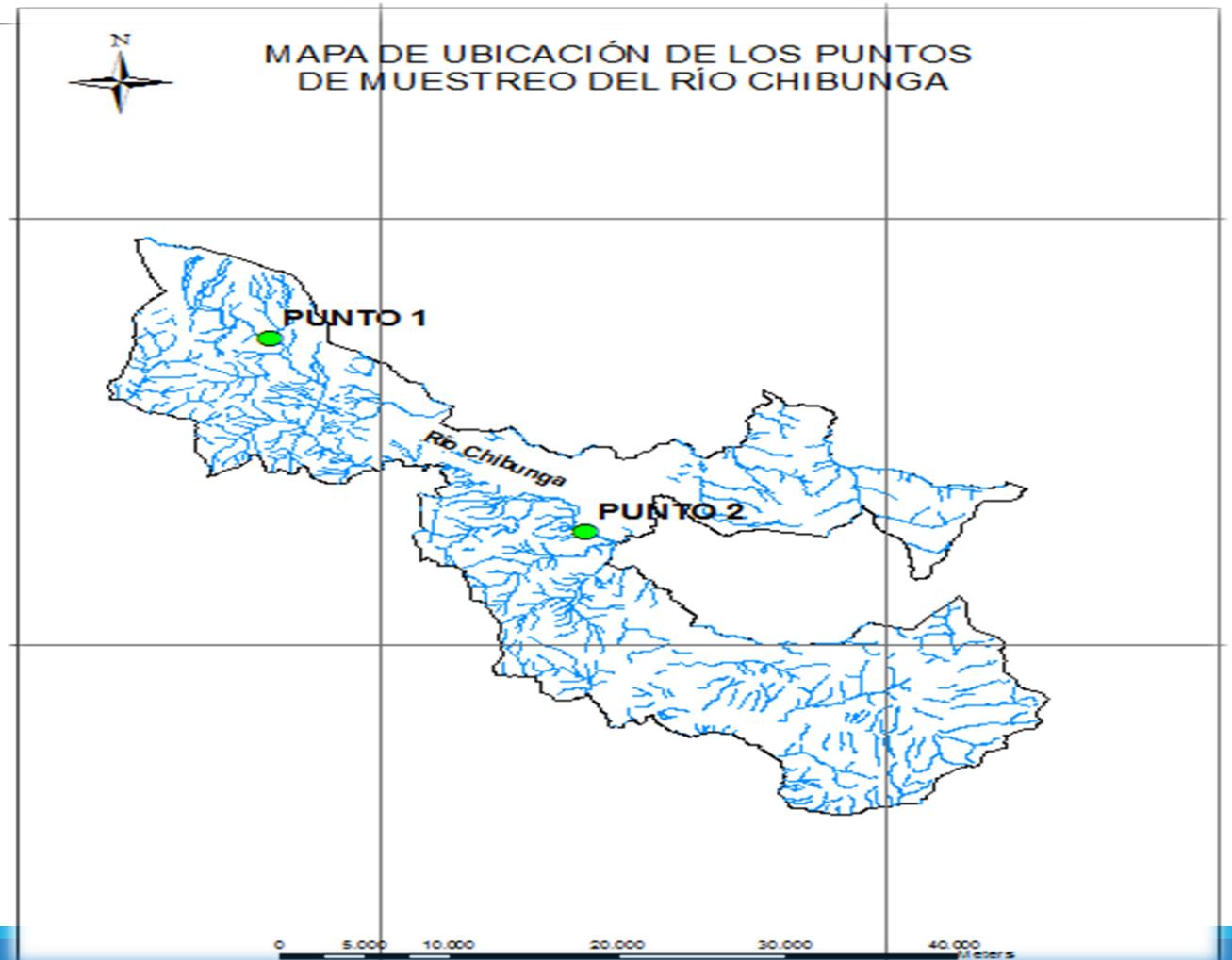
# INTRODUCCIÓN



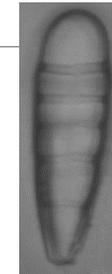
# MATERIALES Y MÉTODOS

## ÁREA DE ESTUDIO

CÓDIGO	RÍO	PUNTOS	COORDENADAS	ALTURA
P1	Chibunga	Tramo superior	X: 743483 Y: 9828719	3559 msnm
P2	Chibunga	Tramo inferior	X: 762244 Y: 9810538	2641 msnm



# COLECCIÓN DE DATOS



*Meridion circulare*  
(Greville) C. Agardh

RECOLECCIÓN  
DIATOMEAS



Preparación de  
muestras



Observación al  
microscopio



Identificación de  
especies

RECOLECCIÓN  
AGUA



Análisis físico  
químicos y  
microbiológicos



Índice de calidad  
de agua



Índice Trófico de Calidad  
de agua  
Análisis cluster -  
correspondencia  
canónica



Riqueza e Índices  
de Diversidad



**IQADATA**  
Versão 2010

# RESULTADOS

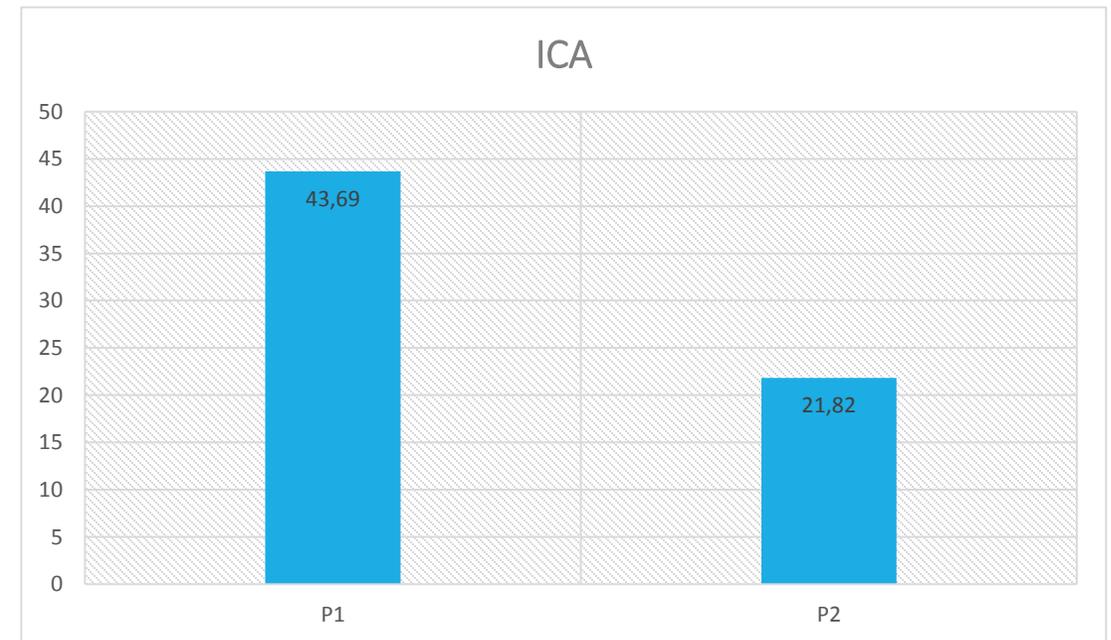
Indicadores Abióticos  
Análisis In-situ  
Análisis en Laboratorio



Indicadores

Índice de Calidad de Agua

PUNTOS	ICA	CLASIFICACIÓN
P1	43,69	MALO
P2	21,82	MUY MALO



## RESULTADOS

Identificación de especies de diatomeas epilíticas como posibles bioindicadoras

Se identificaron un total de 62 especies de diatomeas epilíticas



Especies

### *Especies de Diatomeas Epilíticas abundantes del Punto 1*

Nº	Especies abundantes	Individuos
1	<i>Navicula lanceolata.</i>	618
2	<i>Navicula cryptotenella.</i>	303
3	<i>Nitzschia inconspicua.</i>	76
4	<i>Nitzschia palea.</i>	189
5	<i>Staurosira brevistriata.</i>	93
6	<i>Brachysira neglectissima.</i>	107
7	<i>Pinnularia borealis var. scalaris.</i>	117

### *Especies de Diatomeas Epilíticas abundantes del Punto 2*

Nº	Especies abundantes	Individuos
1	<i>Navicula lanceolata</i>	183
2	<i>Nitzschia heufleriana</i>	114
3	<i>Nitzschia palea</i>	549
4	<i>Navicula riediana</i>	219
5	<i>Mayamaea permitis</i>	67
6	<i>Cocconeis placentula</i>	198
7	<i>Eolimna subminuscula</i>	105

→ Especies excluyentes

$$\text{Abundancia de especies} = \frac{\text{número de individuos}}{\text{número de especies}}$$

Valores tróficos asignados a diatomeas epilíticas

Valores tróficos de las especies de diatomeas abundantes del punto P1

ESPECIES ABUNDANTES	INDIVIDUOS	Vt
<b>Navicula lanceolata.</b>	618	3
<b>Navicula cryptotenella.</b>	303	2,5
<b>Nitzschia inconspicua.</b>	76	1
<b>Nitzschia palea.</b>	189	4
<b>Staurosira brevistriata.</b>	93	1
<b>Brachysira neglectissima.</b>	107	1
<b>Pinnularia borealis var. scalaris.</b>	117	1
	IBCA P1	1,92

Valores tróficos de las especies de diatomeas abundantes del punto P2

ESPECIES ABUNDANTES	INDIVIDUOS	Vt
<b>Navicula lanceolata</b>	183	3
<b>Nitzschia heufleriana</b>	114	1
<b>Nitzschia palea</b>	549	4
<b>Navicula riediana</b>	219	1
<b>Mayamaea permitis</b>	67	4
<b>Cocconeis placentula</b>	198	2,5
<b>Eolimna subminuscula</b>	105	4
	IBCA P2	2,78

**Índice trófico de calidad de agua del río Chibunga**

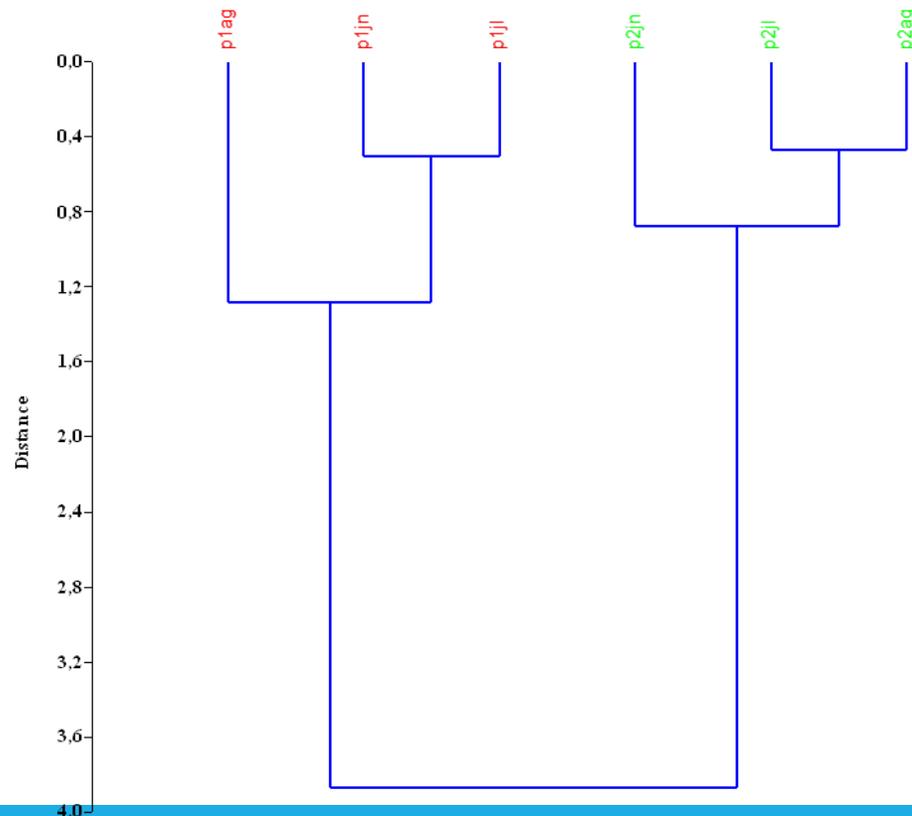
PUNTOS	ITQA	ÍNDICE TRÓFICO
P1	1,92	β -mesotrófico
P2	2,78	α -mesotrófico

## Análisis multivariado

Análisis de conglomerados o análisis cluster  
Análisis de correspondencia canónica

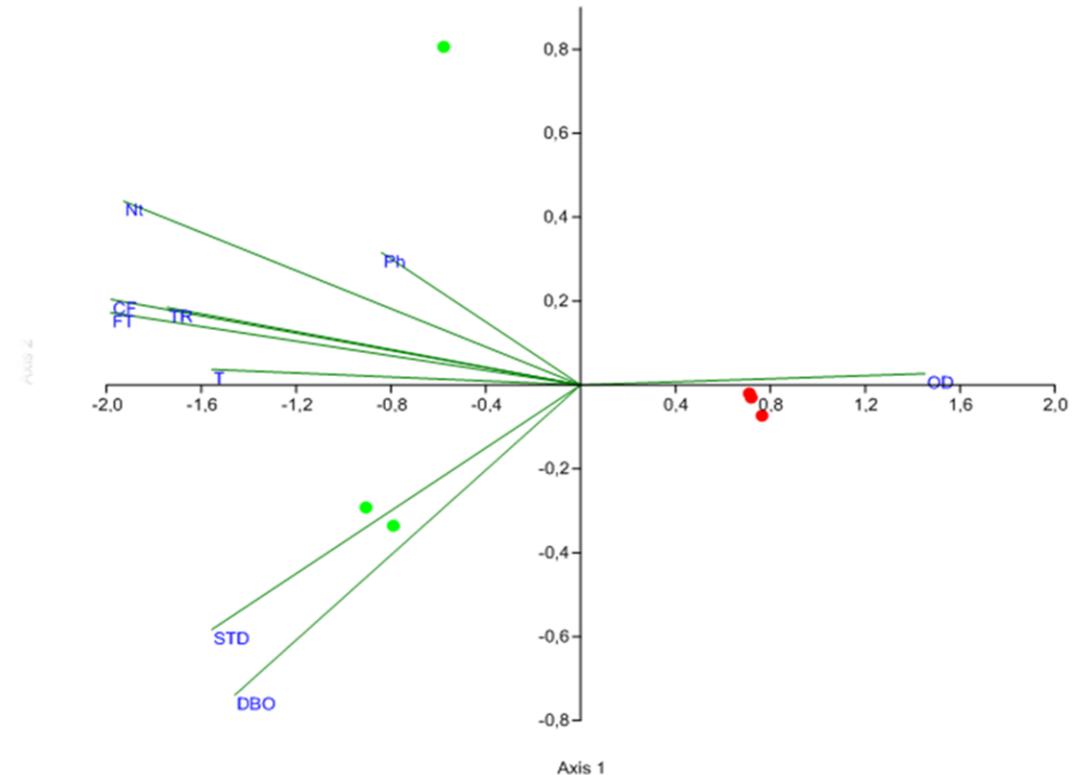
## RESULTADOS

Análisis Cluster basado en los datos biológicos de especies de diatomeas de los dos puntos de muestreo del río Chibunga.



P1= (contaminación moderada)

Análisis canónico de correspondencia de nueve variables abióticas en los dos puntos de muestras del río Chibunga.



P2= (contaminación fuerte)

## RESULTADOS

Riqueza y diversidad de especies

Punto P1

RIQUEZA ESPECÍFICA	
S=	37

Punto P2

RIQUEZA ESPECÍFICA	
S=	38

ÍNDICE DE SHANNON WIENER	
H=	2,317642594
ÍNDICE DE SIMPSON	
1-λ	0,829

ÍNDICES	DIVERSIDAD
SHANNON	<2= Baja; >3=Alta; 2-3= Normal
SIMPSON	0-1= Cuanto menor sea el valor mayor es la diversidad

ÍNDICE DE SHANNON WIENER	
H=	2,465228808
ÍNDICE DE SIMPSON	
1-λ	0,858

SERIE DE NÚMEROS DE HILL	
N0=S	37
N1=e <sup>H'</sup>	10,15171436
N2=1/λ	5,847953216
EQUIDAD DE HILL	
Ehi=N2/N1	0,576055729

SERIE DE NÚMEROS DE HILL	
N0=S	38
N1=e <sup>H'</sup>	11,76617404
N2=1/λ	7,042253521
EQUIDAD DE HILL	
Ehi=N2/N1	0,598516859

# CONCLUSIONES

---

El punto P1 de la microcuenca del río Chibunga se encuentra en un estado  $\beta$ -mesotrófico y el punto P2 se encuentra en un estado  $\alpha$ -mesotrófico.

Las poblaciones de especies de diatomeas epilíticas cambian su composición en el punto P1 y P2.

Una de las variables con mayor impacto en los dos puntos son las coliformes fecales, lo cual permitió corroborar con los datos de la literatura debido que el cantón Riobamba es considerado un exportador potencial de actividades agrícolas y ganaderas.

# CONCLUSIONES

---

Las especies *Reimeria sinuata* var. *Sinuata*, *Navicula* cf. *cascadensis*, *Gomphonema?* *Geisslerae*, *Pinnularia microstauron*, *Nitzschia bergii*, *Pinularia doehringii*, *Nitzschia denticula*, *Nitzschia angustatula*, *Geissleria decussis*, *Tabellaria flocculosa*, *Planothidium* cf. *frequentissimum* son especies poco tolerantes a niveles de eutrofización.

Las especies que representan mayor riqueza en el punto P1 son *Navicula lanceolata* y *Navicula cryptotenella*, mientras que en el punto P2 son *Nitzschia palea* y *Navicula riediana*.

De acuerdo al Índice de Shannon Wiener en los dos puntos P1 y P2 existe una diversidad moderada y se encuentran en un sistema moderadamente contaminado.

# RECOMENDACIONES

En el momento de muestrear se debe tener los equipos de protección personal (EPP) adecuados al lugar donde se van a tomar las muestras, como: guantes, botas y mascarilla, además se debe tener los equipos necesarios para los análisis in-situ. Estos materiales deben ser revisados y calibrados con anterioridad.

Realizar primero análisis físicoquímicos para establecer tramos definidos como oligotróficos, mesotrófico y eutróficos y luego poder procesar las muestras de diatomeas.

Para estudios posteriores se recomienda realizar muestreos en las faldas del nevado Chimborazo, debido que este río es afluente del río Chibunga y poder determinar la calidad de agua y tener información de posibles diatomeas epilíticas de estados oligotróficos.

Las muestras recolectadas se deben llevar lo más pronto posible al laboratorio, se puede tener máximo 24 horas previo a la refrigeración y ser procesadas rápidamente para que no exista disturbios en sus resultados.

Se recomienda en el momento de la colocación de reactivos que este sea en la cámara de extracción de olores debido a que son tóxicos.

Tomar en consideración en el procesamiento de diatomeas epilíticas la homogenización con el VORTEX MIXER, debido que se obtuvo mejores resultados en la obtención de las especies.

Se recomienda realizar paso a paso los métodos planteados que se encuentran plasmados en la investigación para una correcta ejecución y obtención de resultados.

# BIBLIOGRAFÍA

Alba, J. Sánchez, A. (1988). UN MÉTODO RÁPIDO Y SIMPLE PARA EVALUAR LA CALIDAD BIOLÓGICA DE LAS AGUAS CORRIENTES BASADO EN EL DE HELLAWELL (1978). Recuperado a partir de <http://www.limnetica.com/documentos/limnetica/limnetica-4-1-p-51.pdf>

Alcolado, P. (1998). CONCEPTOS E ÍNDICES RELACIONADOS CON LA DIVERSIDAD, (18406), 7-21.

Andrade, A. (2004). LINEAMIENTOS PARA LA APLICACIÓN DEL ENFOQUE ECOSISTÉMICO A LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO, 11. Recuperado a partir de <http://www.pnuma.org/educamb/documentos/Lineamientos.pdf>

Arcos, M. et al. (2005). INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DE CONTAMINACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA. *Nova*, 3(4), 69. <https://doi.org/10.22490/24629448.338>

Atici, T., Ahiska, S., Altindag, A., & Aydin, D. (2002). ECOLOGICAL EFFECTS OF SOME HEAVY METALS (CD, PB, HG, CR) POLLUTION OF PHYTOPLANKTONIC ALGAE AND ZOOPLANKTONIC ORGANISMS IN SARYYAR DAM RESERVOIR IN TURKEY. *African Journal of Biotechnology* (Vol. 7). Academic Journals. Recuperado a partir de <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/58868>

Castro, D. (2009). DESARROLLO DE UN ÍNDICE DE DIATOMEAS PERIFÍTICAS PARA EVALUAR EL ESTADO DE LOS HUMEDALES DE BOGOTÁ. Recuperado a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/2656/1/190240.2009.pdf>

Cejudo, C. (2011). MONITORIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DULCEACUÍCOLAS MEDIANTE MÉTRICAS BASADAS EN DIATOMEAS, 107. Recuperado a partir de <http://buleria.unileon.es/xmlui/bitstream/handle/10612/1000/2010ON-CEJUDO FIGUEIRAS%2C CRISTINA.pdf?sequence=1>

Gómez, N. (1998). USE OF EPIPELIC DIATOMS FOR EVALUATION OF WATER QUALITY IN THE MATANZA-RIACHUELO (ARGENTINA), A PAMPEAN PLAIN RIVER. *Water Research*, 32(7), 2029-2034. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(97\)00448-X](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(97)00448-X)

Lobo. (2002). ÍNDICES DE LA CALIDAD DEL AGUA, 101-102. Recuperado a partir de [http://lasa.ciga.unam.mx/monitoreo/images/biblioteca/39 Proteccion\\_calidad\\_agua\\_subterranea.pdf](http://lasa.ciga.unam.mx/monitoreo/images/biblioteca/39 Proteccion_calidad_agua_subterranea.pdf)

Lobo, E, Callegaro, V., Hermany, G., Bes, D., Wetzel, C., & Oliveira, M. A. (2004). USE OF EPILITHIC DIATOMS AS BIOINDICATORS FROM LOTIC SYSTEMS IN SOUTHERN BRAZIL, WITH SPECIAL EMPHASIS ON EUTROPHICATION. *Limnology*, 16(1), 25-40.

Lobo., Schuch, M., Heinrich, C. G., da Costa, A. Ben, Dupont, A., Wetzel, C. E., & Ector, L. (2015). DEVELOPMENT OF THE TROPHIC WATER QUALITY INDEX (TWQI) FOR SUBTROPICAL TEMPERATE BRAZILIAN LOTIC SYSTEMS. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(6). <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4586-3>

Lobo, E. A. et al 2016. (2016). ÍNDICE TRÓFICO DE CALIDAD DE AGUA. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Mayama, S. (2010). PROYECTO DE DIATOMEAS. Recuperado 9 de noviembre de 2017, a partir de <http://www.u-gakugei.ac.jp/~diatom/spanish/video/index.html>



**GRACIAS**