



**“ESTABLECIMIENTO DE UN ÍNDICE BIÓTICO PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE AGUAS DE LOS RÍOS ANDINOS PRESENTES EN EL ECUADOR BASADO EN POBLACIONES DE DIATOMEAS EPILÍTICAS”**

Realizado por:

**Katherine Jhoanna Rosero Córdova**

Como requisito para la obtención del título

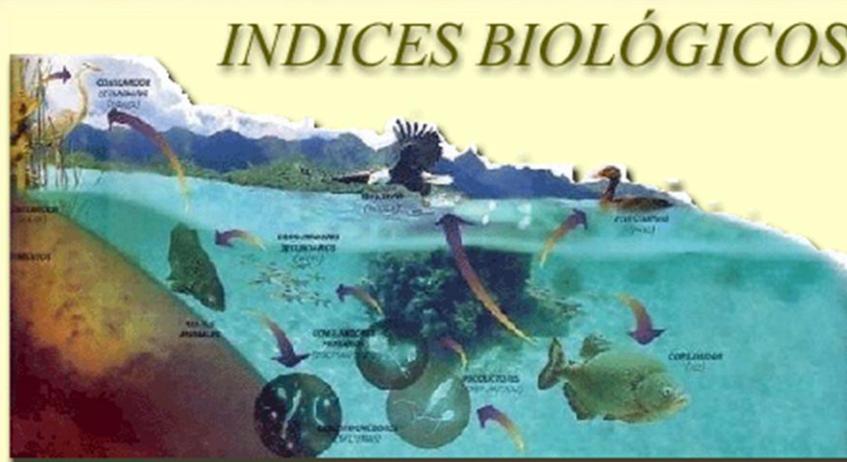
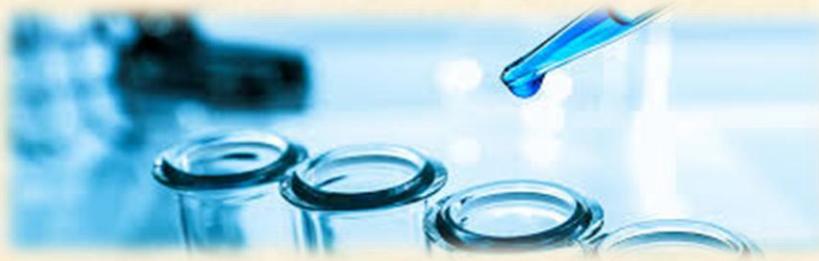
**INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA**

**Director del proyecto:**

PhD. Pablo Castillejo.

# Introducción

- El presente trabajo de Investigación tiene como objetivo establecer un índice biótico de la calidad de aguas basado en poblaciones de diatomeas epilíticas para determinar la calidad del agua de los ríos Andinos del Ecuador

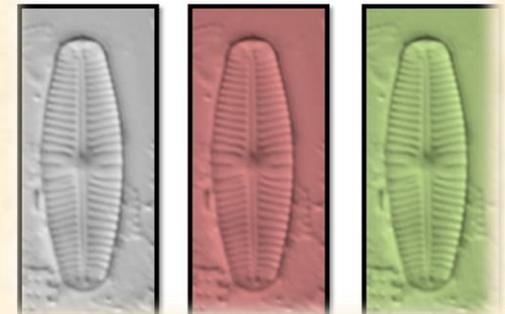


*Tolerancia de las comunidades*

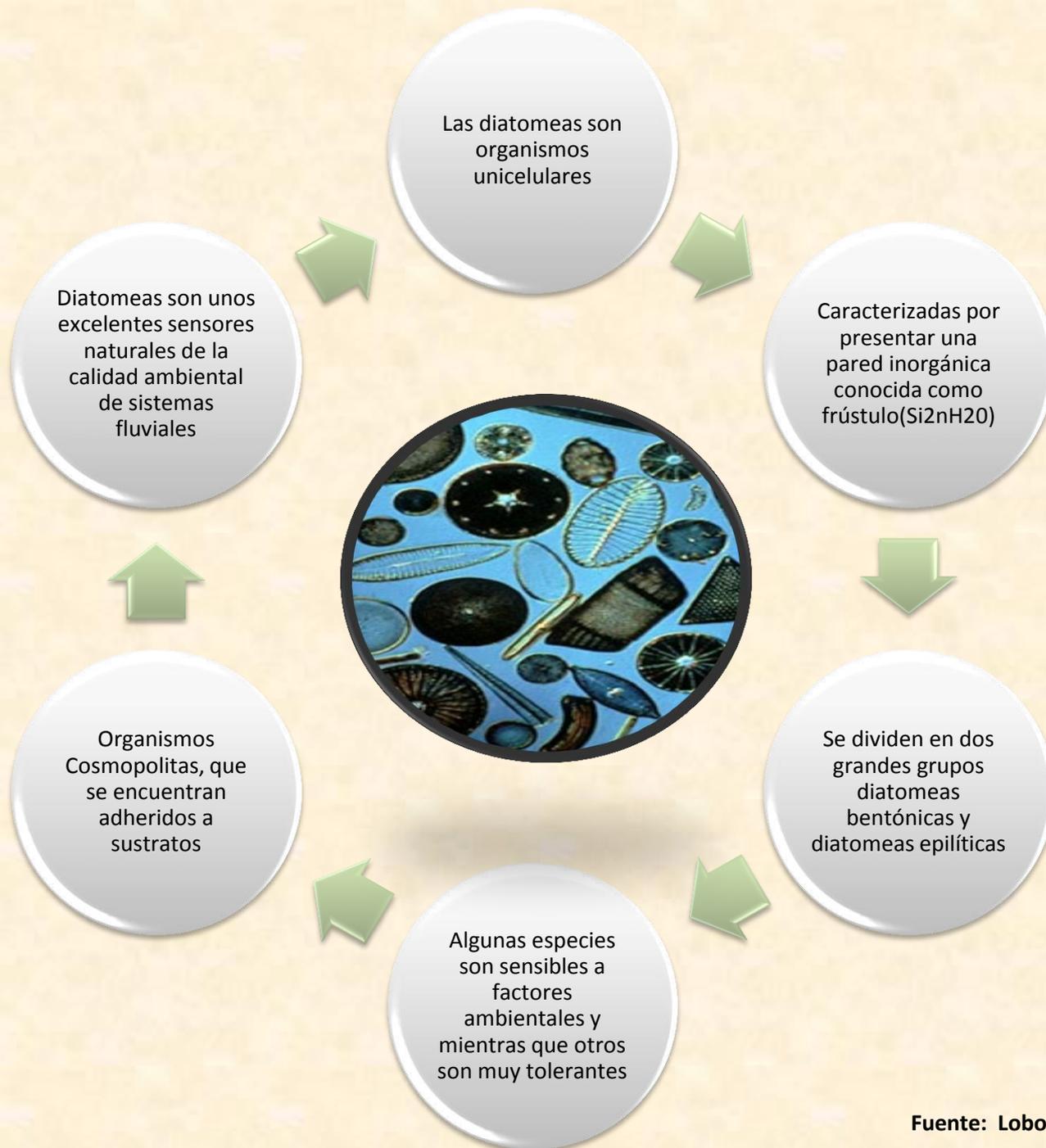
Fuente: Katherine Rosero, 2016 *contaminantes*

## DIATOMEAS EPILÍTICAS

*Geissleria schoenfeldii*



Fuente: Katherine Rosero, 2016



# Marco Teórico

## Métodos Tradicionales

Turbidez, color, olor, T Y Conductividad  
Oxígeno disuelto, carbono inorgánico, medición de Iones (cloruros sulfatos, calcio), DBO<sub>5</sub>, DQO,  
Medición del Nitrógeno .

- **Microorganismos se comportan como analizadores en continuo del estado del agua.**
- **El costo económico de su utilización es relativamente bajo**
- **Tiempo necesario para obtener resultados es menor**



Fuente: [geofrik.com](http://geofrik.com)

Fuente: Coral et al. 2013

Valoración	Agua	
	Coliformes fecales (NMP/100ml)	Coliformes totales (NMP/100ml)
No contaminado	0%-20% > 200	0%-20% > 1000
Contaminación Media	41% - 60 % > 200	41% - 60 % > 1000
Contaminación Alta	61% - 100 % > 200	61% - 100 % > 1000

Fuente: [geofrik.com](http://geofrik.com)

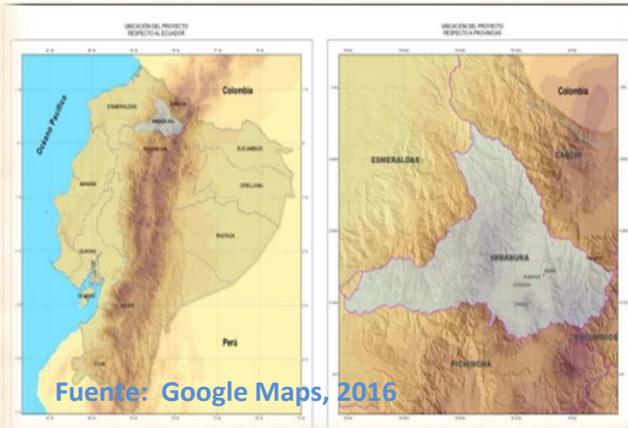
## Índices de calidad

Herramientas que permiten asignar un valor de calidad al medio a partir del análisis de diferentes parámetros

Índice ICA Fundación de Sanidad de los EEUU (NSF) (1970) y el ICA de Dinus (1987).

# Área de estudio:

Sitio de Estudio:  
Provincia de Imbabura



## RÍO AMBI



Puntos de Muestreo.



fuente: (Prefectura de Imbabura, 2016; Rosero, 2016)

Imagen. Caudal Medio río Ambi.



fuente: (Prefectura de Imbabura, 2016; Rosero, 2016)

Imagen. Desembocadura del río Ambi.



Fuente: Katherine Rosero, 2016

# Materiales y Método

## Fase de campo:



Recolección de  
muestras



Cepillado de la  
superficie



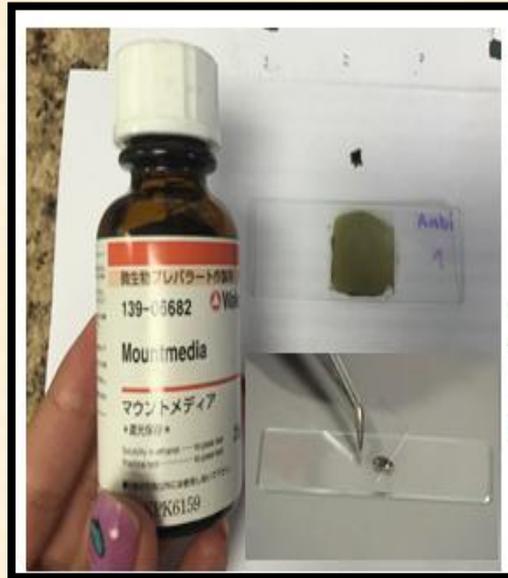
Almacenamiento  
de la muestra

# Material y Método

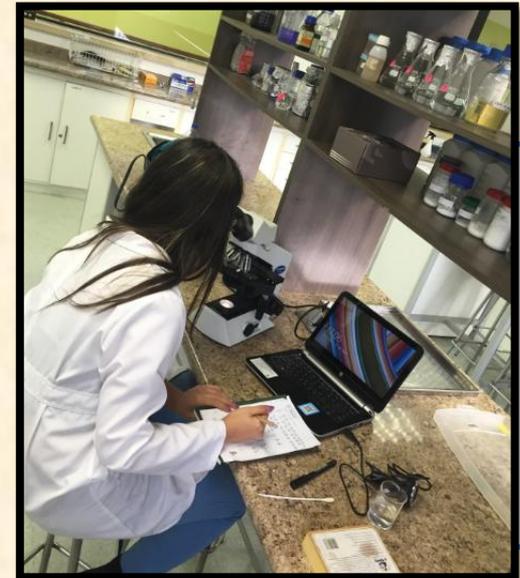
## Fase de Laboratorio:



Adición de  
Ácido Sulfúrico y  
Clorhídrico



Preparación de  
placas  
permanentes



Clasificación y  
Cuantificación de  
especies.

# Materiales y Método

- FASE DE LABORATORIO: Medición de los Parámetros Físicoquímicos:

Medición de pH. Temperatura, Conductividad, Oxígeno disuelto



Fuente: HACH company, 2010

Nitrógeno disuelto en el agua  
En forma de amoníaco



DQO demanda química de Oxígeno



demanda bioquímica de Oxígeno DBO<sub>5</sub>



Fuente: Katherine Rosero, 2016

# Materiales y Métodos

## FASE DE LABORATORIO: Medición de Parámetros Biológicos:

### Coliformes Totales



cauce ALTO

cauce MEDIO

cauce BAJO

5 ufc

40 ufc

<100 ufc

# Materiales y Método

## Cálculo de la abundancia de especies:

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

## Cálculo de valor trófico de especies.

Para calcular el valor trófico de cada especie se basó en un sistema preliminar propuesto por Lobo *et al.* (1996)

## Cálculo del índice biótico de calidad de aguas.

$$\text{IBCA} = \frac{\sum (vt \cdot h)}{\sum h}$$

vt= valor trófico de especies  
h= abundancia relativa de especies

# Resultados:

## ANÁLISIS DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS

CAUDAL	Alto	Medio.	Bajo
pH	7,06	7,18	8,8
Temperatura °C)	17	20,4	22,9
Oxígeno disuelto (mg L <sup>-1</sup> )	9,8	8,44	6,6
Conductividad (μ S cm <sup>-1</sup> )	81,9	70	22,1
Nitrógeno Total NH <sub>3</sub> N (mg L)	0,61	0.78	1,55
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) mg/L	6,1	15,1	22,3
Demanda Química de Oxígeno (DQO)mg/L	192	72	18

Realizado por: Katherine Rosero, 2016

Las variables fisicoquímicas medidas en el río Ambi nos indica que son aguas de carácter ligeramente neutras a básicas variando el pH entre 7,06 y 8,8.

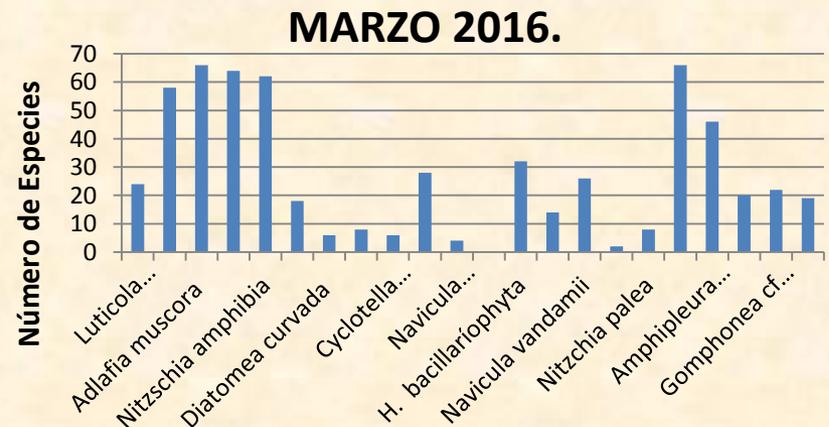
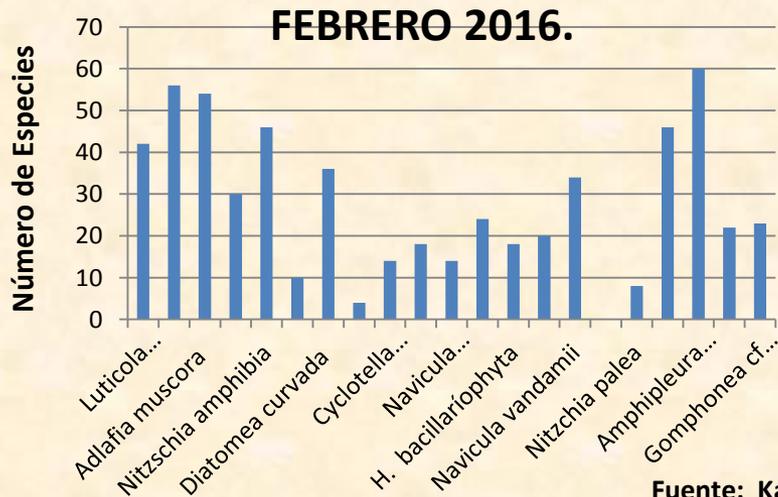
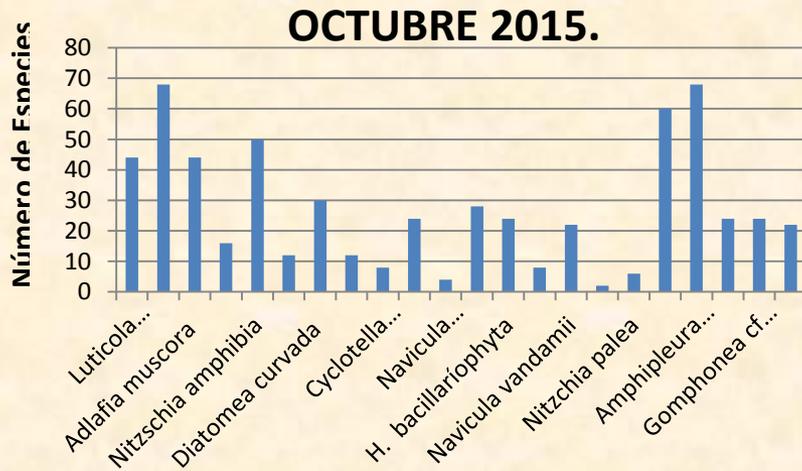
La conductividad es muy baja en la desembocadura del río

El porcentaje de oxígeno varía entre 6,6 y 9,8mg/L.

# Resultados:

$$(AE) = \frac{\text{número de especies}}{\text{número de individuos}}$$

## ANÁLISIS DE LA ABUNDANCIA DE ESPECIES CAUCE ALTO



# Resultados:

$$(AE) = \frac{\text{número de especies}}{\text{número de individuos}}$$

- ANÁLISIS DE LA ABUNDANCIA DE ESPECIES CAUCE MEDIO



# Resultados:

$$(AE) = \frac{\text{número de especies}}{\text{número de individuos}}$$

## ANÁLISIS DE LA ABUNDANCIA DE ESPECIES CAUCE BAJO

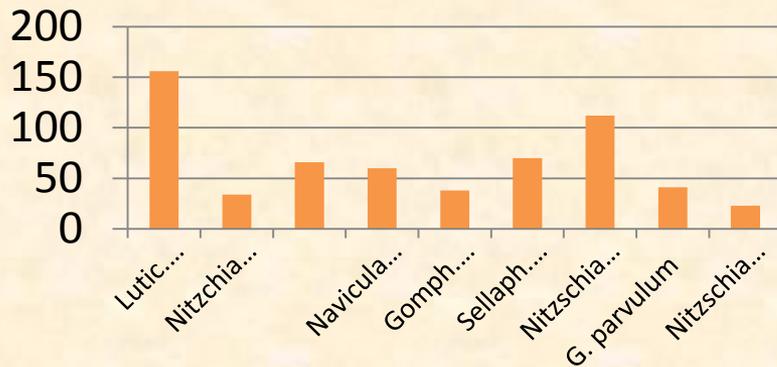
### OCTUBRE 2015.



### DICIEMBRE 2015.



### FEBRERO 2016.



### MARZO 2016.



# Resultados

## Valor Trófico

Para calcular el valor trófico de cada especie se basó en un sistema preliminar propuesto por Lobo et al. (1996) que estableció valores indicativos de 1, 2,5 y 4 a las diatomeas basándose en los valores de la abundancia relativa de especies y los de la DBO<sub>5</sub>.

ESPECIE	VALOR TRÓFICO "vt"
<i>Adlafia muscora</i>	1
<i>Amphipleura lindheimeri</i>	1
<i>Cocconeis lineata</i>	1
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1
<i>Diatomea curvada</i>	2,5
<i>Encyonema minutum</i>	1
<i>Frustulia guayanensis</i> spp. Ecuatoriana	2,5
<i>Gomphonema lagenula</i>	1
<i>Gomphonema parvulum</i>	4
<i>Hantzschia bacillariophyta</i>	2,5
<i>Luticola goeppertiana</i>	4
<i>Mastogera patens</i>	1
<i>Navicula cryptotenella</i>	2,5
<i>Navicula rostellata</i>	4
<i>Gomphonea cf gracile</i>	1
<i>Navicula symmetrica</i>	1
<i>Navicula vandamii</i>	1
<i>Nitzschia incospicua</i>	4
<i>Geissleria punctifera</i>	2,5
<i>Nitzia palea</i>	4
<i>Gomphonema aff. Pseudoaugur</i>	2,5
<i>Nitzschia amphibia</i>	2,5
<i>Nitzschia linearis</i>	4

**Oligotrófico** o zona de aguas puras no contaminadas ( vf= 1),  
**β-Mesosaprobica** o zona levemente contaminada conocida también como zona de contaminación débil ( vt= 2)  
**α- Mesosaprobica** o zona contaminada ( vt= 2,5)  
**zona eutrofizada** o zona extremadamente contaminada (vt= 4) Jhonson et al 1993.

# Resultados

$$IBCA = \frac{\Sigma (vt \cdot h)}{\Sigma h}$$

## Índice Biótico De Calidad De Aguas

TWQI	Niveles de Contaminación
1,0 - 1,5	Oligotrófico (contaminación despreciable)
1,5 - 2,5	β-mesotrófico (contaminación moderada)
2,5 - 3,5	α-meso trófico (contaminación fuerte)
3,5 - 4,0	Eutrófico (contaminación excesiva)

E. Abundantes	vt: Valor	h:
Cauce Alto	trófico	abundancia %
Luticola goeppertiana	4	6,66
Gomphonema lagenula	1	10,75
Adlafia muscora	1	8,5
Mastogera patens	1	6
Nitzschia amphibia	2,5	8,83
Navicula symmetrica	1	9,41
Amphipleura lindheimeri	1	10,16
	1,5	
IBCA CAUCE ALTO		

E. Abundantes	Valor	h:
Cauce Medio	trófico	abundancia %
Diatomea curvada	2,5	14
Nitzschia amphibia	2,5	11
F. guayanensis spp. E	2,5	14
Nitzschia incospicua	4	11,41
IBCA CAUCE MEDIO		
	2,8	

# Resultados

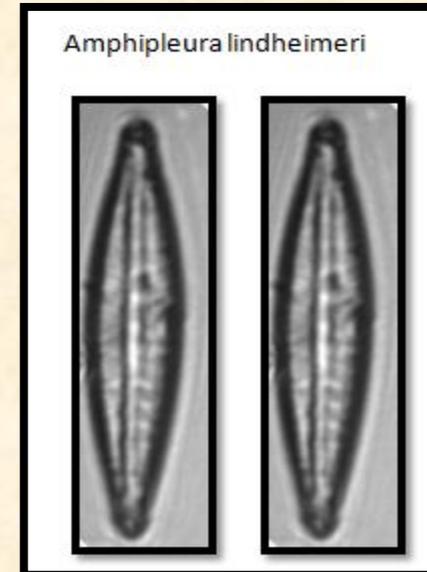
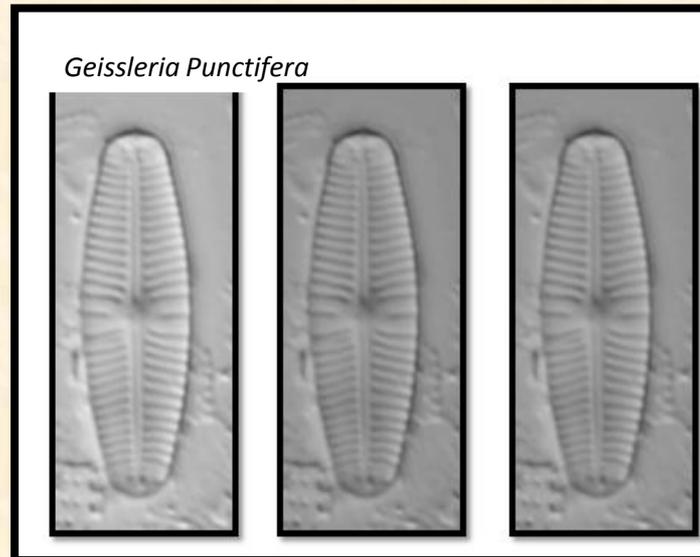
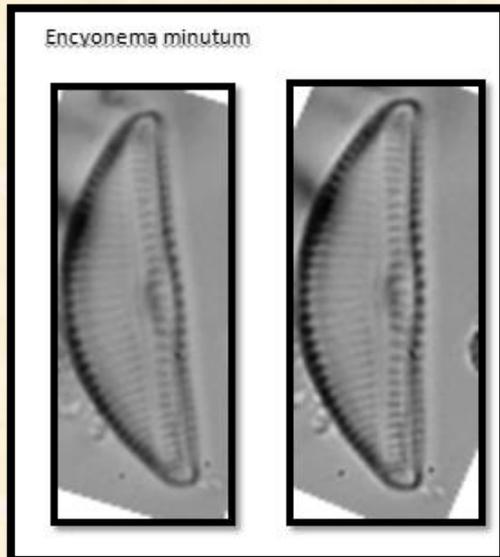
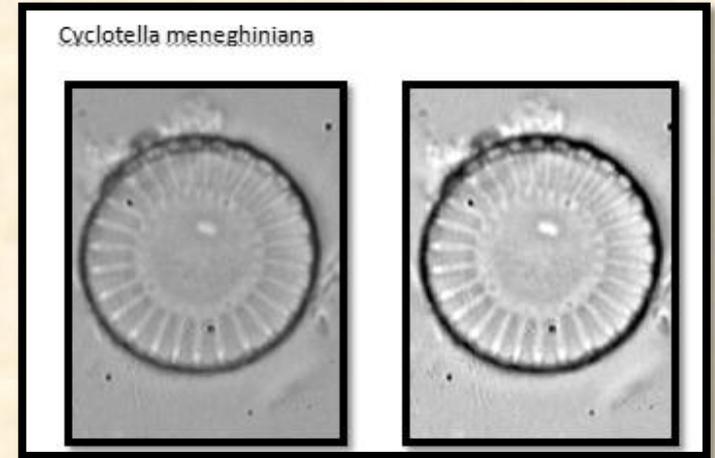
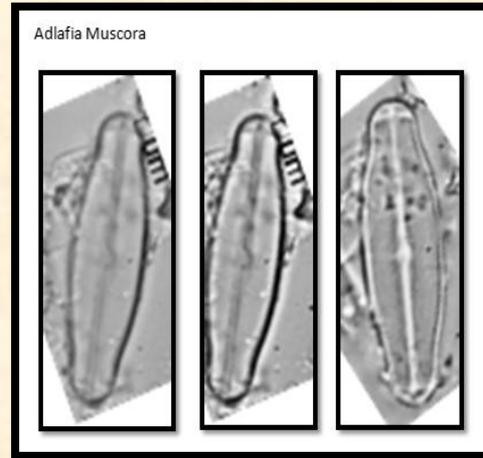
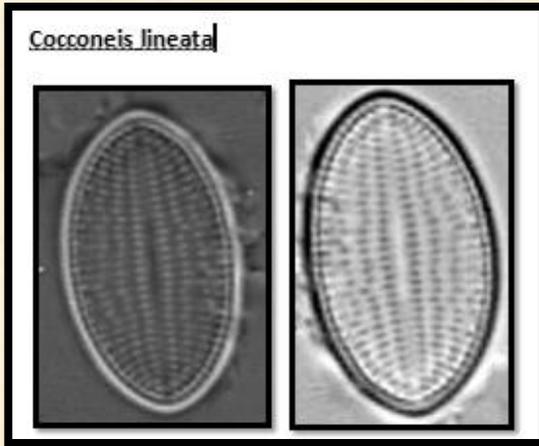
$$IBCA = \frac{\Sigma (vt \cdot h)}{\Sigma h}$$

- Índice Biótico De Calidad De Aguas

E. Abundantes	Valor	h:
Cauce Bajo	trófico	abundancia %
Luticola goeppertiana	4	28,79
Nitzschia linearis	4	10,88
Nitzschia incospicua	4	18,29
IBCA CAUCE BAJO	4	

# Resultados cauce Alto

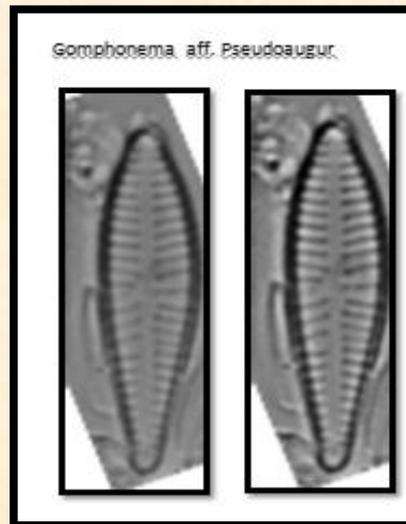
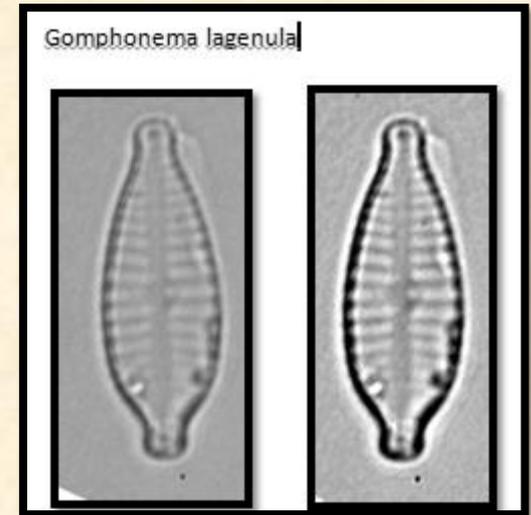
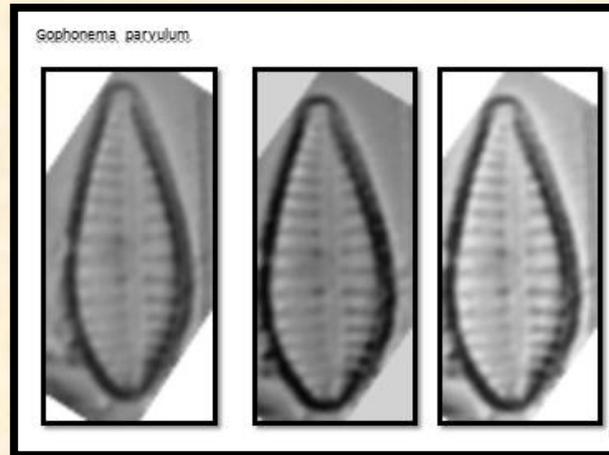
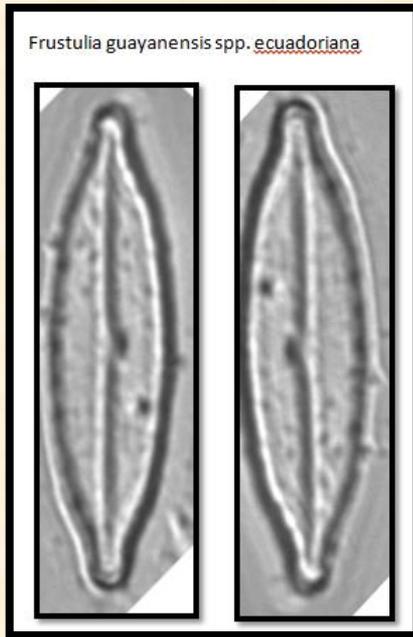
cauce Alto: pH: 7,06 T(C): 17 Oxígeno Disuelto: 9,8 mg L<sup>-1</sup> Conductividad: 81,9 μ S cm<sup>-1</sup>



10 μm

# Resultados cauce Medio:

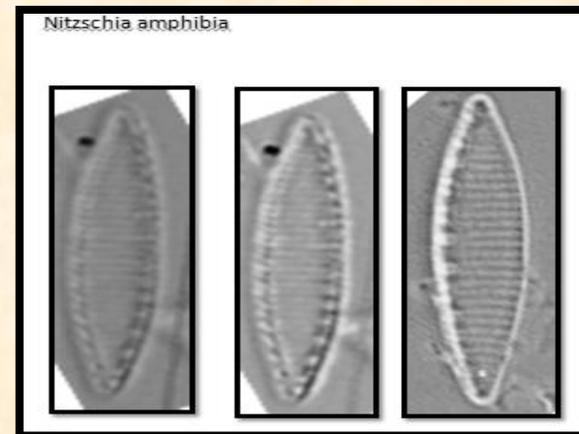
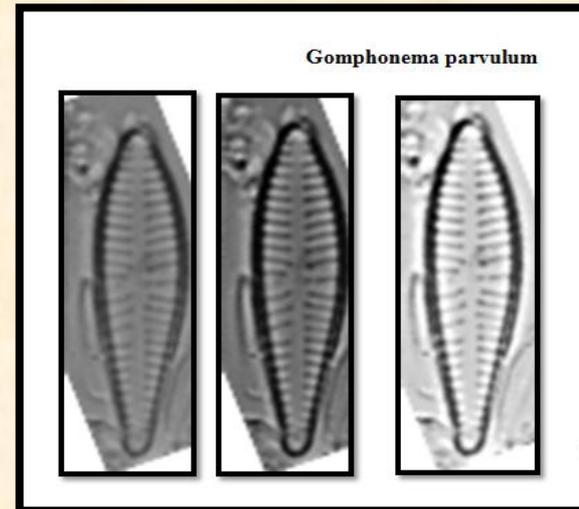
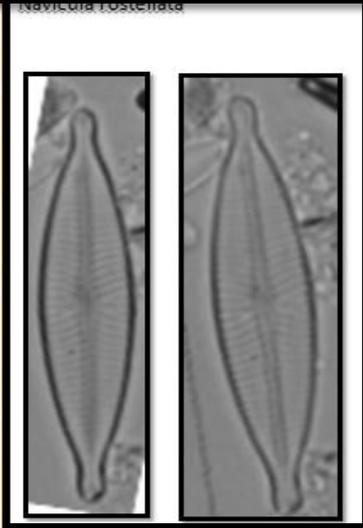
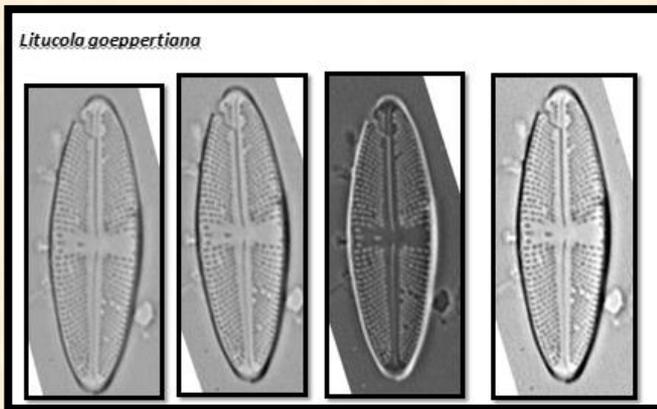
cauce Medio: pH: 7,18 T(C): 20 Oxígeno Disuelto: 8,4mg L<sup>-1</sup> Conductividad: 70 μ S cm<sup>-1</sup>



10 μm

# Resultados Cauce Bajo

cauce Bajo: pH: 8,8 T(C): 22 Oxígeno Disuelto: 6.6 mg L<sup>-1</sup> Conductividad: 22,1 μ S cm<sup>-1</sup>



# Conclusiones

• Las especies *Adafla Muscora*, *Amphipleura lindheimeri*, *Cocconeis lineata*, *Cyclotella meneghiana*, *Encyonema minutum*, *Gomphonema cf gracile* y *Navicula symmetrica* son bioindicadoras de buena calidad de aguas.

• Las especies *Diatomea curvada*, *Nitzschia amphibia*, *Frustulia guayanensis spp. Ecuatoriana*, *Nitzschia incospicua*, son bioindicadoras de aguas levemente eutrofizadas.

• Las especies *Luticola Goepfertiana*, *Nitzschia incospicua*, *Nitzschia linearis* son bioindicadores de aguas altamente eutrofizadas.

• Las especies *Nitzschia linearis*, *Sellaphora auldreekie*, *Navicula rostellata* y *Gomphonema parvulum* son muy tolerantes a la eutrofización

• La especies *Nitzschia. Palea*, *Nitzschia incospicua* y *Luticola Goepfertiana* son especies cosmopolitas.

• El cauce limpio presenta una mayor abundancia de especies en relación con el medio y el bajo.  
• En el río Ambi existen especies no abundantes que aún no han sido descritas en la bibliografía científica de diatomeas.

• El nacimiento del río Ambi la calidad de agua es buena, mientras que el cauce medio del río Ambi presentan una calidad de aguas moderada. El cauce bajo del río presenta altos niveles de eutrofización debido a la actividad antropogénica.

# Recomendaciones

Se recomienda continuar con este análisis de muestras para de esta manera aumentar la base de datos con el fin de proporcionar mayor número de los resultados y poder realizar correlaciones con la información generada.



realización del trabajo de campo es necesario tomar las debidas precauciones de seguridad



Se recomienda el muestreo periódico de cada punto del cauce del río durante aproximadamente 1 año para evitar las fluctuaciones que los factores ambientales puedan ocasionar en los sistemas acuáticos



## Bibliography:

ALMEIDA BETANCOUR. (2014). *Una revisión de la evaluación de la calidad de agua de os ríos de la provincia de Imbabura* (Trabajo de Fin de Titulación). UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA, Loja Ecuador. Recuperado a partir de Área de Biología.

BARBER, H. G., HAWORTH, E. (1981). Guide to the Morphology of the Diatoms Frustule. *Scientific Publication*, n: 44, 112 p. <http://doi.org/10.2307/3225822>

BARRIGA, R. (1991). *Lista de Vertebrados del Ecuador. Peces de agua dulce* (Trabajo de Titulación). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. Recuperado a partir de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6769>

CABRERA W. (2002). *Propuesta de Manejo del rio Ambi* (propuesta de tesis de grado de ingeniero agroforestal). UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL, Quito-Ecuador.