

RESULTADOS DEL PROGRAMA DE MONITOREO DEL HUMEDAL DEL RÍO CRUCES Y SUS RÍOS TRIBUTARIOS: 2014 - 2022

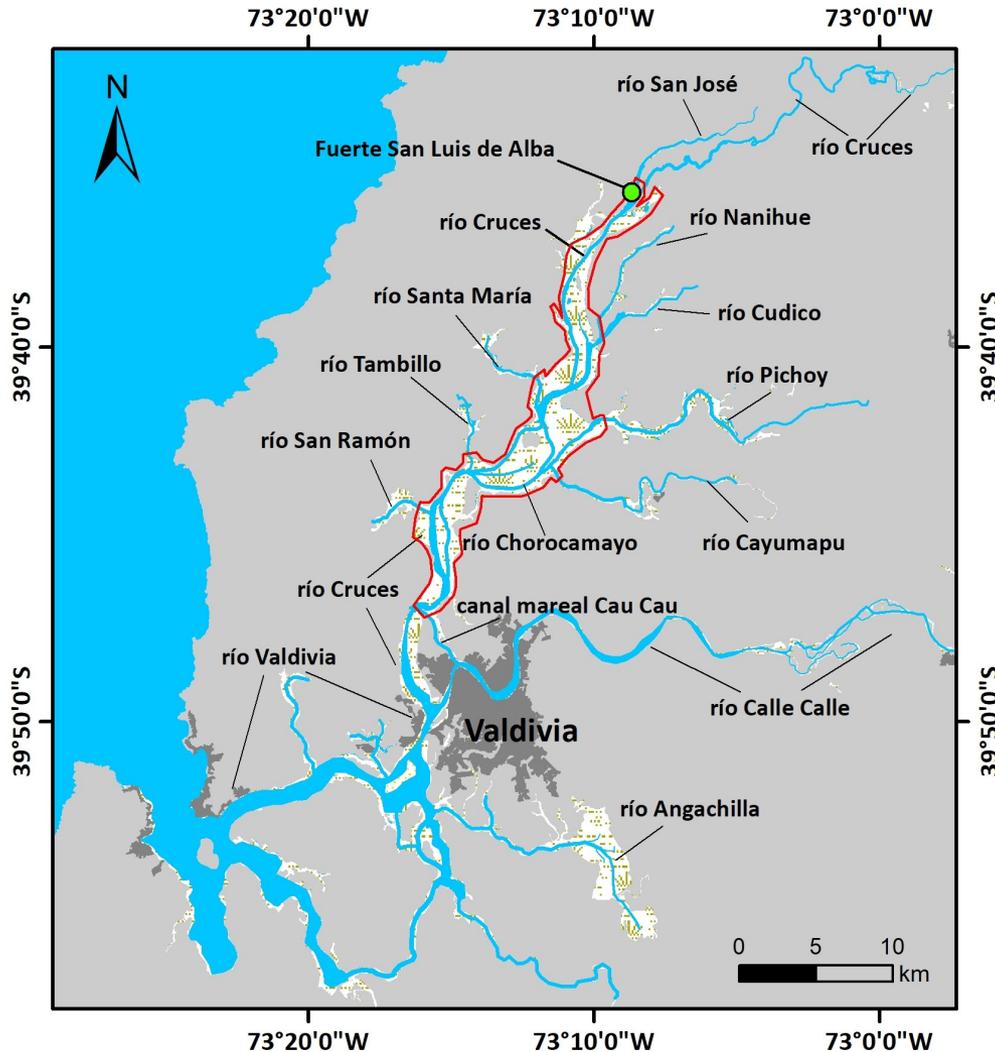
Auditorio Hugo Campos, Facultad de Ciencias,
Diciembre 6, 2022

OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE MONITOREO CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS

Presenta:
Eduardo Jaramillo · Instituto de Ciencias
de la Tierra, UACH

EL CONTEXTO

EL HUMEDAL Y SU ORIGEN



- MONUMENTO NACIONAL SANTUARIO DE LA NATURALEZA RIO CRUCES Y CHOROCAMAYO, SITIO RAMSAR CARLOS ANWANDTER (área delimitada por trazo rojo).

- EL HUMEDAL DEL RÍO CRUCES Y SUS RÍOS TRIBUTARIOS (HRC), INCLUYE AL EJE CENTRAL DEL MISMO Y OCHO RÍOS TRIBUTARIOS.

EL HRC SE ORIGINÓ POR SUBSIDENCIA CONTINENTAL (CA. 2,2 M), DURANTE EL TERREMOTO DE MAYO 1960.



AVES HERBÍVORAS



2004



2003



11-11-2004

Emigración y mortalidad de cisnes por causas desconocidas

LOS CAMBIOS AMBIENTALES DEL AÑO 2004

MACROFITAS ACUATICAS



Desaparición del Luchecillo, alimento primario de los cisnes

EL AGUA



8-1-2005

Aparición de aguas color marrón en río Valdivia

LA VISION TEMPORAL O LO QUE SE FUE VIENDO



EL PRINCIPIO DE PARSIMONIA, LAS HIPOTESIS
PLAUSIBLES, LAS AVESTRUCCES Y LAS PLACAS

● EL PRINCIPIO DE PARSIMONIA o NAVAJA DE OCKHAM

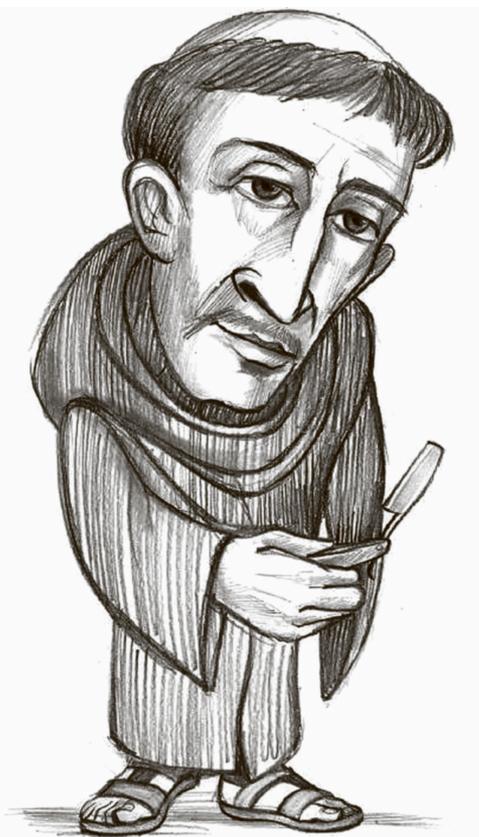


“All things being equal, the simplest solution tends to be the best one.”

William of Ockham

“En igualdad de condiciones, la explicación más sencilla suele ser la más probable”

«*entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem*» o no deben multiplicarse las entidades más de lo necesario



William of Ockham (UK) (1280-1349)

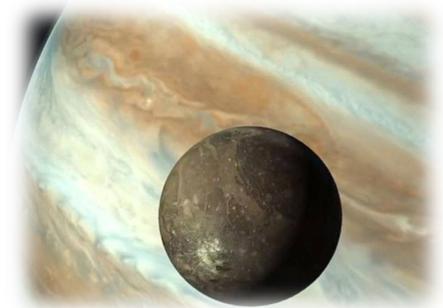
EJEMPLO DE LA NAVAJA DE OCKHAM

Si la rama de un árbol se cae y mata a un niño, ¿cuál de estas tres hipótesis, aplicando la navaja de Ockham, será probablemente la verdadera causa de la desgracia?

A.-La rama estaba podrida y se partió por casualidad.

B-Un espía ruso, persiguiendo a otro espía americano, saltaba de árbol en árbol y rompió una rama podrida.

C-Un rayo láser procedente de Ganímedes vino a parar a la rama podrida del árbol, sobre la cual, además, se peleaban dos espías: uno ruso y otro norteamericano.

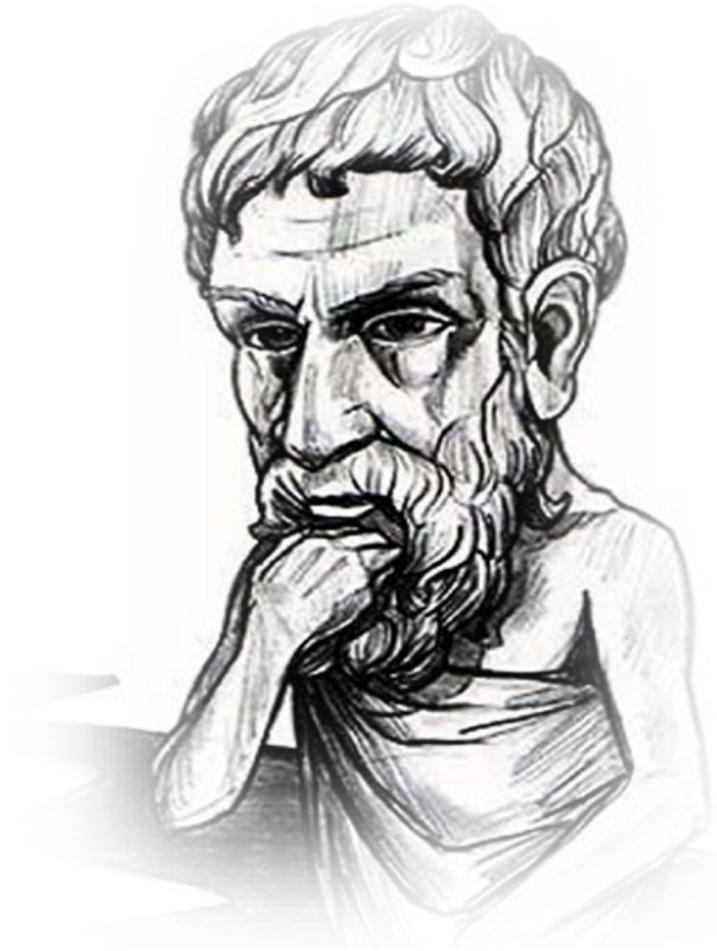


Ganímedes, el satélite natural más grande de Júpiter



"Pluralitas non est ponenda sine necessitate"
(la pluralidad no se debe postular sin necesidad)

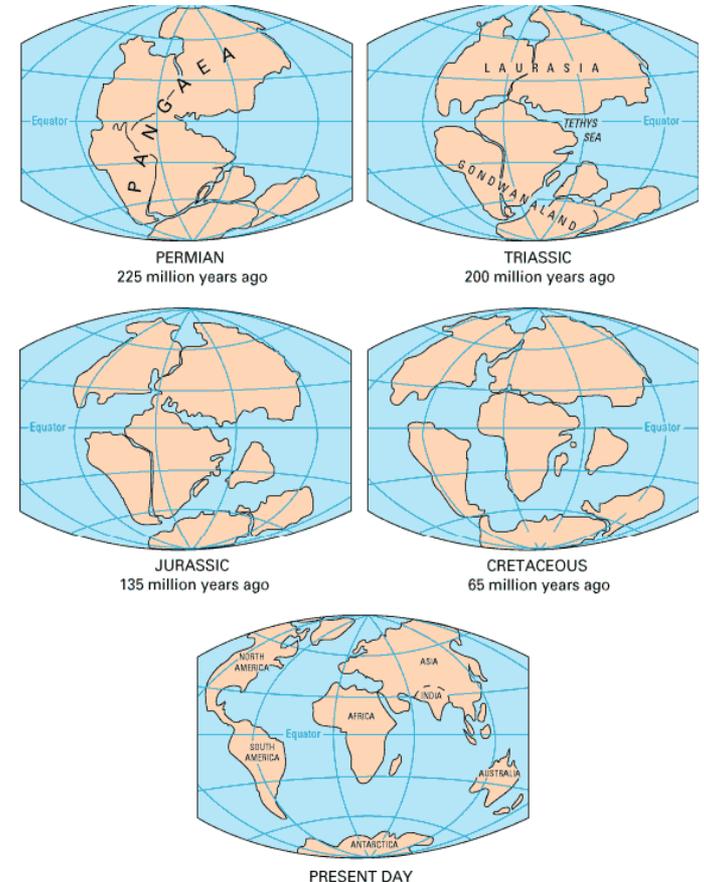
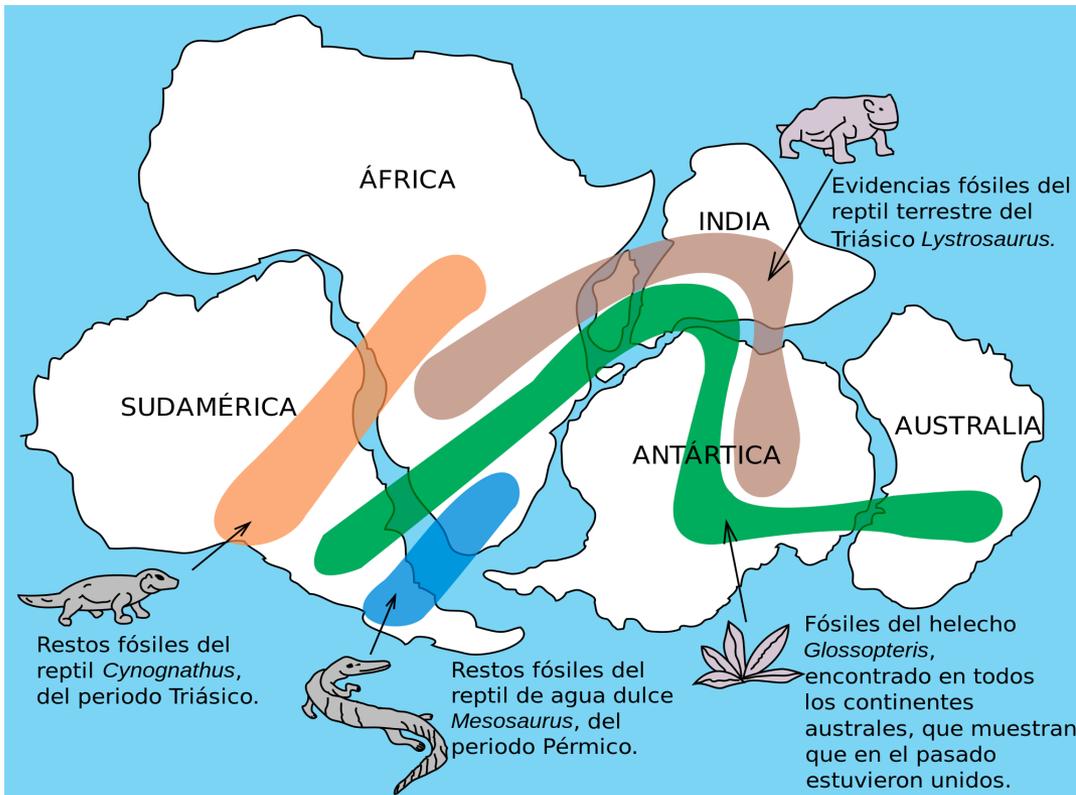
¿ Por qué Navaja de Ockham ?



Con su Principio, Ockham llegó a afeitar como una navaja las barbas de Platón (muchas ideas) y de una pasada, logró una simplificación notable en contraposición al modo de ver las cosas que proponía este filósofo (razonamiento muy complejo para explicar lo que ocurre).

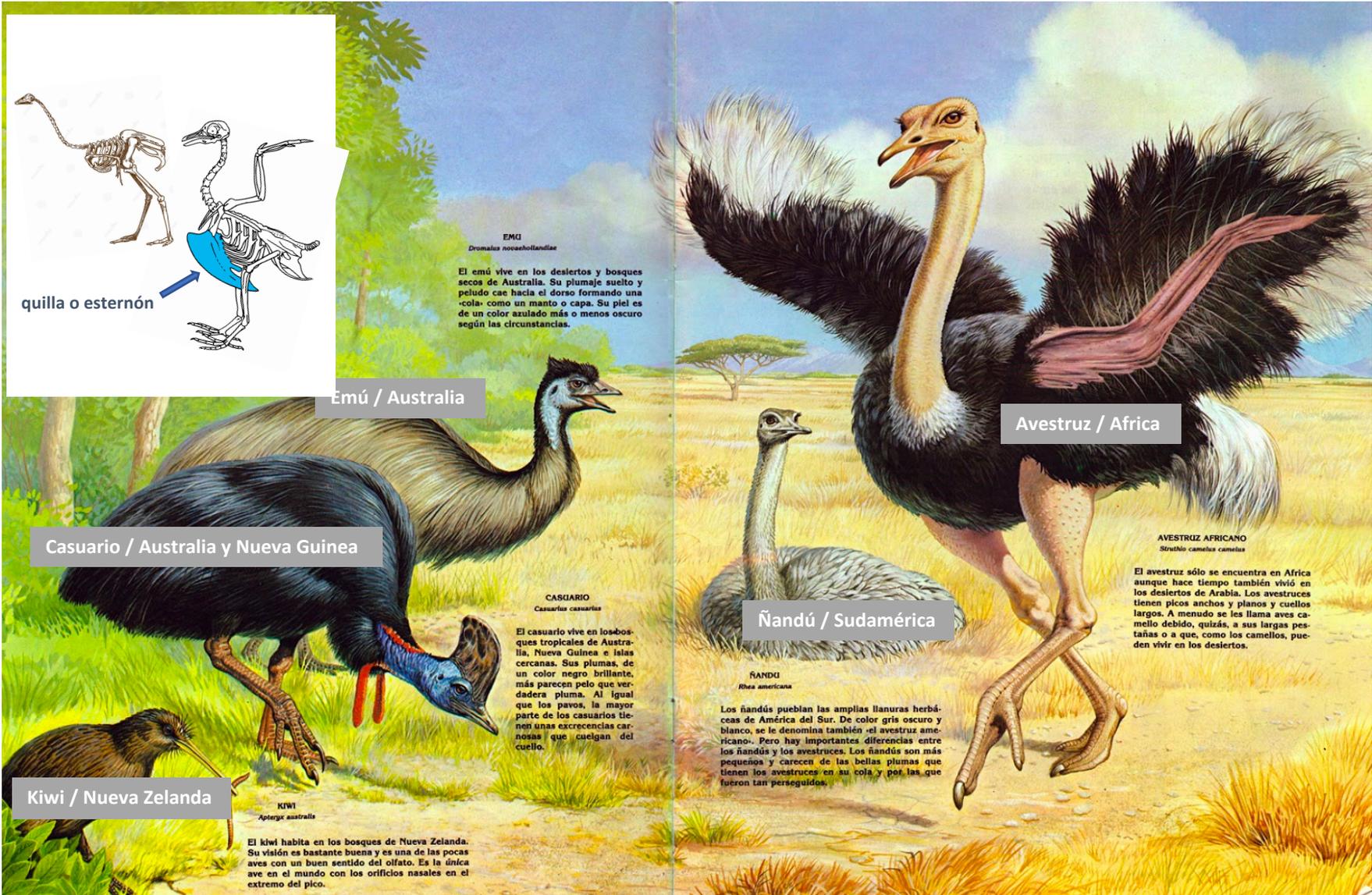
• Principio de Parsimonia & hipótesis más plausibles

¿ Por qué los contornos de los continentes coinciden y por qué los mismos fósiles están en continentes separados ?



FOSILES: UNA EVIDENCIA DEL PASADO

AVES NO VOLADORAS O RATITES: UNA EVIDENCIA DEL PRESENTE



- La similitud de formas corporales en aves que no vuelan, demuestra que alguna vez en el pasado estas habitaron masas continentales no separadas

DEL 2004 A AL 2020.....Y A NOVIEMBRE 2022

1

Otoño 2005: Estudio UACH para evaluar la causalidad de tales cambios (noviembre 2004 - abril 2005): se concluye relación entre cambios en calidad de agua y afectación del humedal y se plantea esto, como la hipótesis más plausible para explicar el origen de los cambios ambientales del año 2004.

Principio de Parsimonia

2

Otoño 2005 - invierno 2013: acciones legales - relacionadas al origen de los cambios ambientales del año 2004, llevan a la implementación de medidas reparatorias; incluyendo entre otras, la implementación de un **Programa de Diagnóstico Ambiental Actualizado y un Programa de Monitoreo Ambiental del humedal (2014 - 2020)**.

3

2008 en adelante: recuperación del Luchecillo y los cisnes en el humedal. Por aproximadamente 10 años "*Pax regnat*" en el humedal.

4

Invierno 2018: Inicio de la depredación de cisnes por parte de lobos marinos al interior del humedal; a noviembre 2022, esa depredación continua.

5

Primavera 2019: ARAUCO - mediante su Gerencia del Medio Ambiente (GMA) - decide continuar con un Programa de Monitoreo en el HRC.

6

Invierno 2020: afectación masiva de Luchecillo en el humedal: ¿ por qué ?

Principio de Parsimonia

LA PRESENTACION DE HOY

1

OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE MONITOREO / Eduardo Jaramillo

2

CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS / Eduardo Jaramillo

3

VARIABILIDAD INTER ANUAL DE MACROFITAS ACUATICAS
VIA IMÁGENES SATELITALES Y DRONES / Fabio Labra

4

FAUNA DE RIBERAS / Pablo Fierro, José Nuñez, Jorge Ruiz

5

DIFERENTES ESTADOS DEL HUMEDAL Y NUEVAS AMENAZAS /
Eduardo Jaramillo

6

CONTENIDOS PÁGINA WEB PROGRAMA MONITOREO DEL HUMEDAL /
Felipe Leiva

LOS OBJETIVOS DEL PROGRAMA AMBIENTAL DEL HUMEDAL DEL RIO CRUCES Y SUS RIOS TRIBUTARIOS SON:

- i) *EVALUAR LA VARIABILIDAD ESPACIO - TEMPORAL DE LOS COMPONENTES ABIÓTICOS Y BIÓTICOS SELECCIONADOS, PARA IR DANDO CUENTA EL ESTADO AMBIENTAL DEL HUMEDAL EN EL ESPACIO Y EN EL TIEMPO.*
- ii) *DAR RESPUESTA A LA APARICIÓN DE FENÓMENOS NO OBSERVADOS AL COMIENZO DEL MISMO O A LA VARIABILIDAD ESPACIO - TEMPORAL DE VARIABLES FÍSICAS Y/O BIOLÓGICAS, QUE VAN MÁS ALLÁ DE LO QUE HASTA EL MOMENTO DE OCURRENCIA DE TALES SITUACIONES ES CONOCIDO.*

MONITOREO DE TIPO ADAPTATIVO

PROGRAMA DE MONITOREO
AMBIENTAL DEL HUMEDAL DEL RIO
CRUCES Y SUS RIOS TRIBUTARIOS
2015 – 2020
DE ACUERDO A ORIENTACIONES DEL
CONSEJO CIENTIFICO SOCIAL

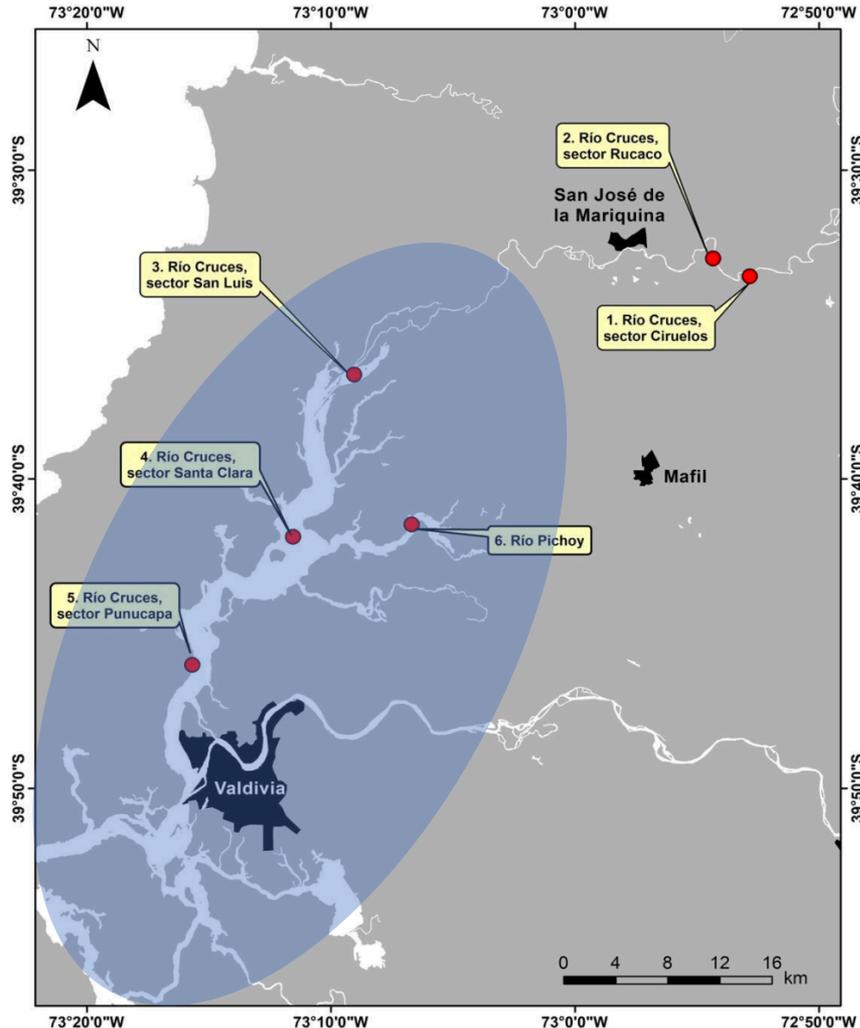


Año 1

	Consejo Científico Social	Consejo Científico Social	Gerencia Medio Ambiental Arauco
abril 14 - marzo 15	DIAGNÓSTICO		
abril 15 - marzo 16		MONITOREO	
abril 16 - marzo 17		MONITOREO	
abril 17 - marzo 18		MONITOREO	
abril 18 - marzo 19		MONITOREO	
abril 19 - marzo 20		MONITOREO	
abril 20 - abril 23			MONITOREO

CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES Y SEDIMENTOS SUBACUATICOS

• ESTACIONES DE MUESTREO Y PARAMETROS DE ESTUDIO EN AGUA SUPERFICIAL Y SEDIMENTOS SUB ACUATICOS

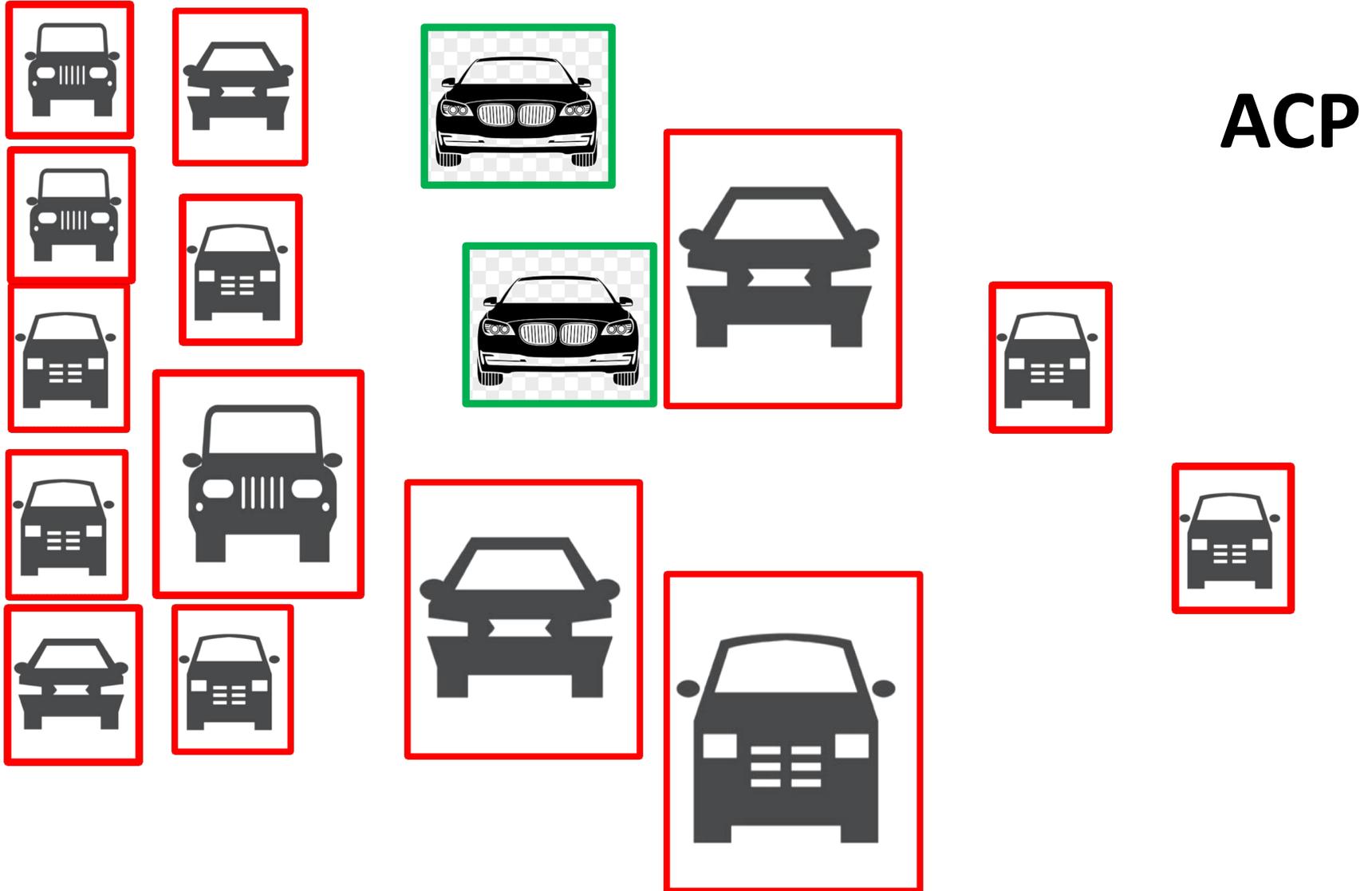


 con variabilidad mareal

AGUA SUPERFICIAL		SEDIMENTOS SUB ACUATICOS	
temperatura		Grava (%)	
pH		Arena (%)	
Conductividad		Fango (%)	
Sólidos disueltos totales (SDT)		Agregados biogénicos (%)	
Oxígeno disuelto		Materia orgánica total (%)	
Saturación de Oxígeno		Tamaño de la arena (micrones)	
Sólidos suspendidos totales (SST)		Carbono orgánico total	
Transparencia			
		pH	
Metales pesados disueltos		Redox	
	Hierro	Acidos grasos	
	Aluminio	Acidos resínicos	
	Cobre	AOX	
	Zinc	EOX	
	Plomo		
Metales pesados particulados		Dioxinas	
	Hierro	Furanos	
	Aluminio	Equivalentes tóxicos	
Compuestos orgánicos			
	Ácidos grasos		
	AOX		

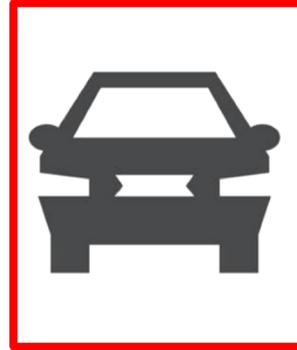
CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES Y SEDIMENTOS SUBACUATICOS

AUTOMOTORA CON OFERTA VARIADA DE VEHICULOS

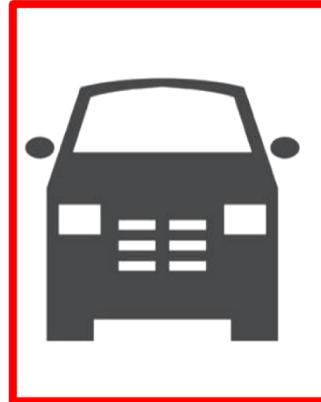
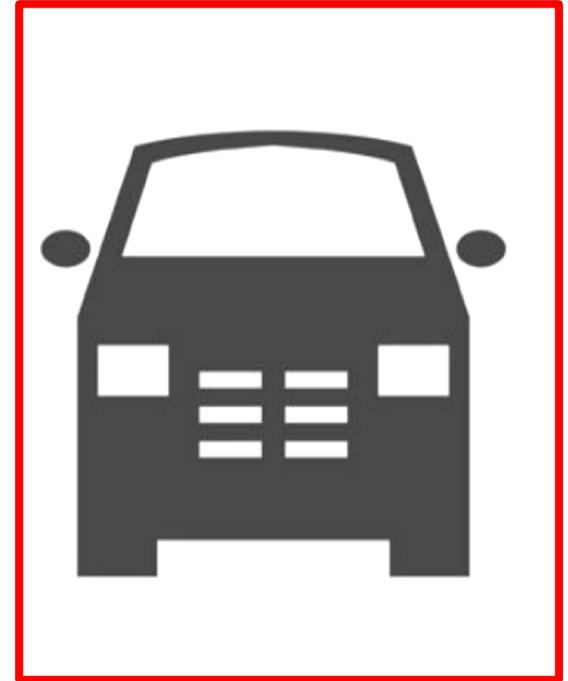


CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES Y SEDIMENTOS SUBACUATICOS

AUTOMOTORA CON OFERTA VARIADA DE VEHICULOS



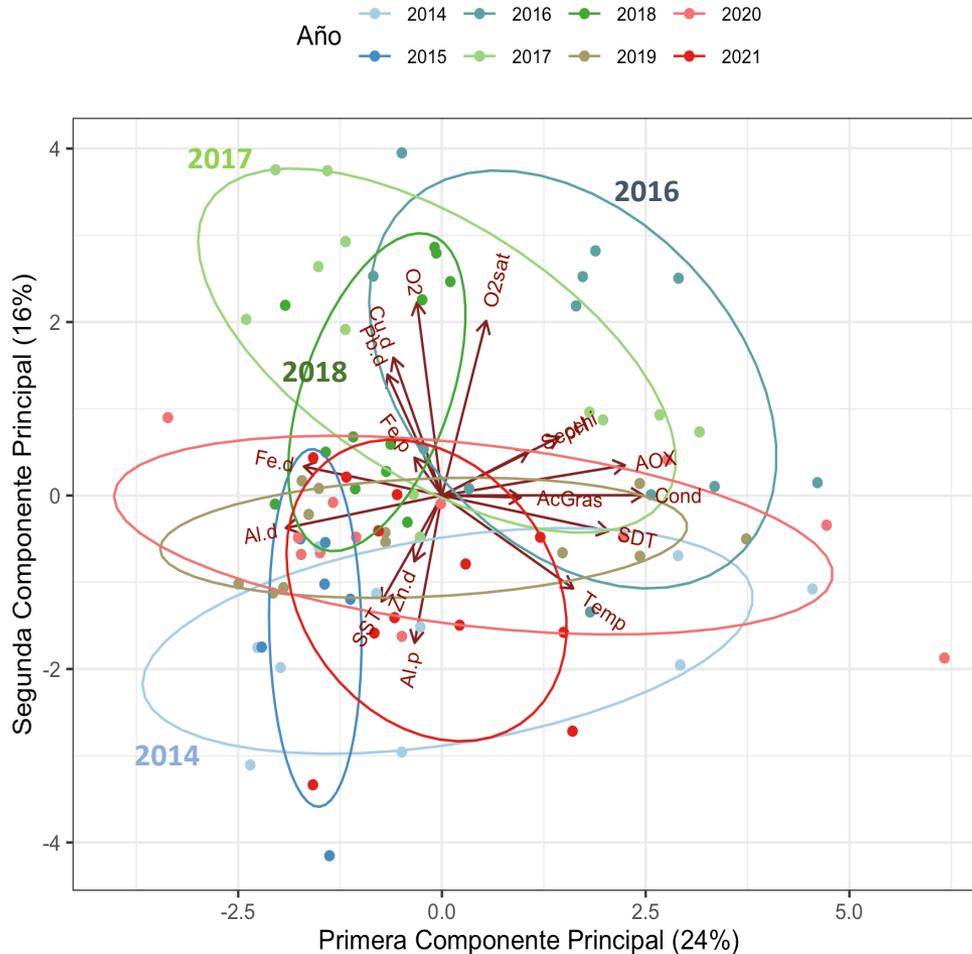
ACP



El Análisis de Componentes Principales (ACP), es una técnica estadística multivariada, usada para reducir el número de características en el conjunto de datos, mediante la selección de las más importantes. Estas son las que capturan la máxima información (variabilidad) en el conjunto de los datos.

Comparación entre años (2014 al 2021)

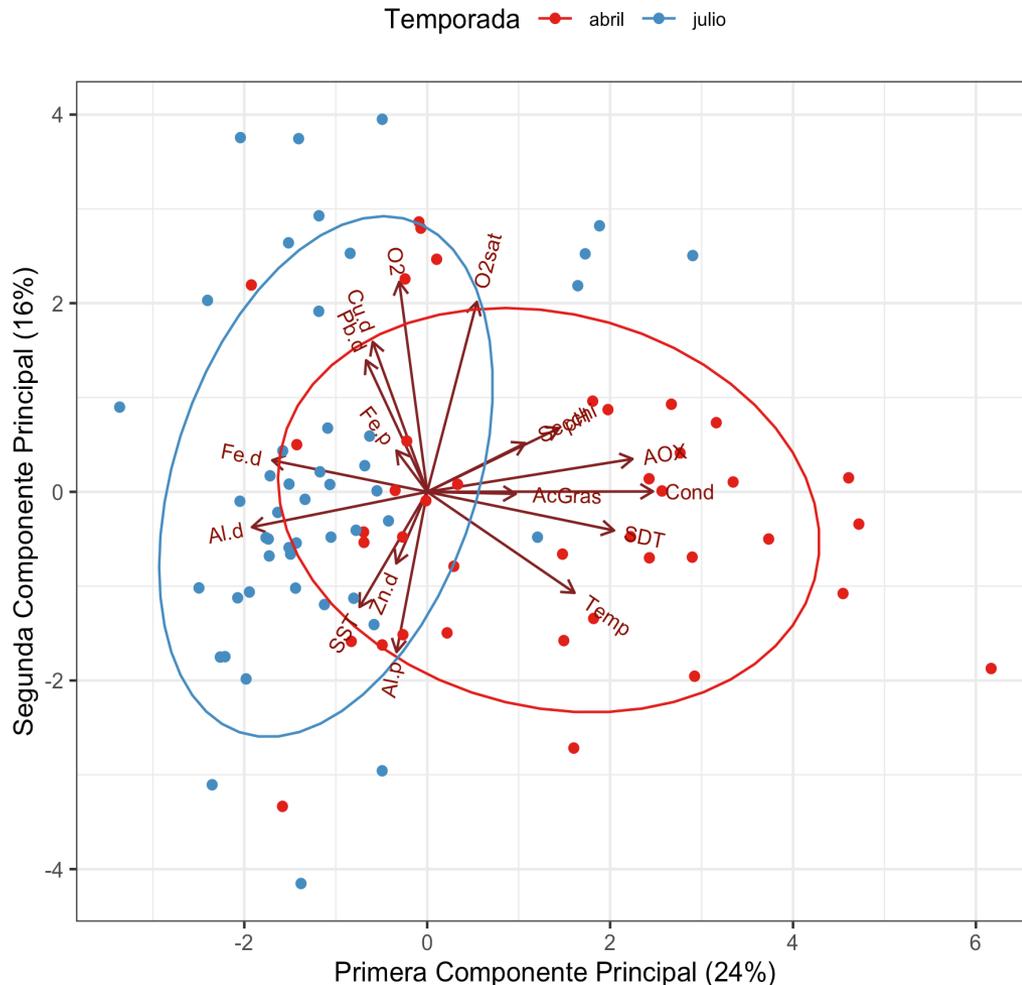
Permanova R²: 0.36 (P<0.001)



- El ACP detectó diferencias significativas ($p < 0,05$) al comparar entre años.
- Los muestreos del 2016, 2017 y 2018, tienden a segregarse **verticalmente** en el plano X - Y del resto de las elipses anuales.
- Segregación vertical, debido principalmente a concentraciones más altas de oxígeno (O₂ y O₂sat), Cobre disuelto (Cu.d) y Plomo disuelto (Pb.d).
- Si bien hay diferencias entre algunos años, no hay en general, tendencia significativa al aumento en el tiempo de las concentraciones de elementos y compuestos químicos.

Comparación entre temporadas (abril vs julio, años 2014 al 2021)

Permanova R²: 0.19 (P<0.001)



- El ACP detectó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre temporadas.

- Las elipses con datos de abril y julio, se **separan principalmente a través del eje horizontal** o X de la misma.

- Durante abril, hubo valores más altos de temperatura (Temp), conductividad (Cond), sólidos disueltos totales (SDT) y AOX.

Disminución del espejo de agua durante abril, resulta en concentraciones más altas de elementos y compuestos químicos.

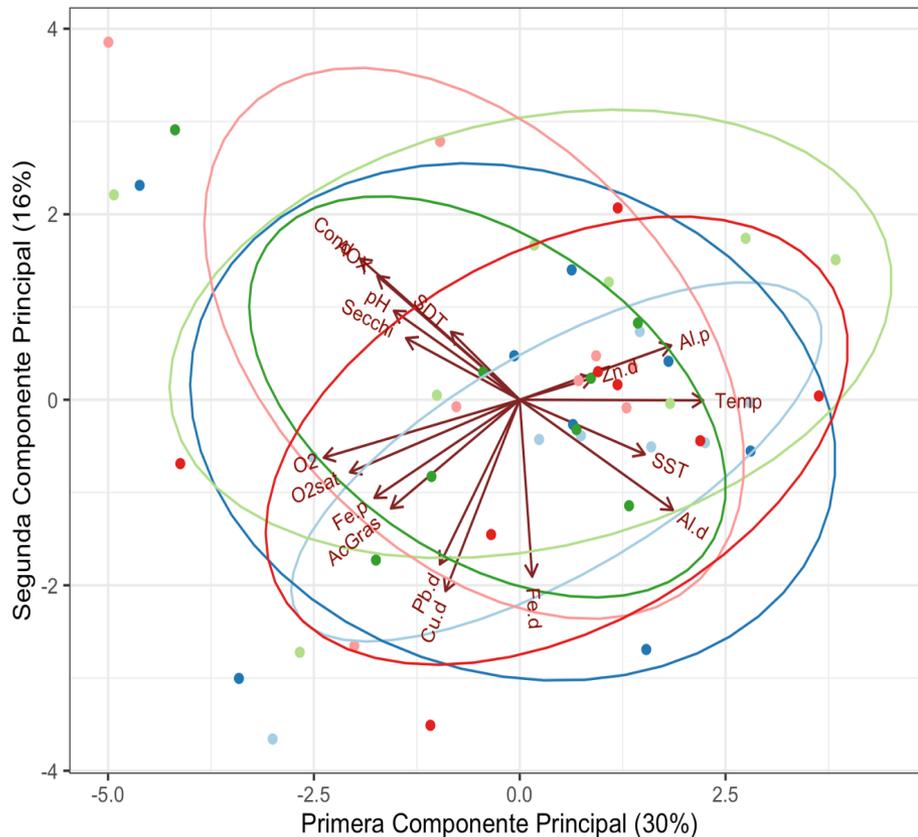
- Durante julio, hubo mayores concentraciones de Hierro disuelto (Fe. d) y Aluminio disuelto (Al.d). **Mayor escorrentía y resuspensión de sedimentos, resulta en mayores concentraciones de metales pesados en el agua.**

CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES

Comparación entre estaciones (1 a 6) por temporada / julio

Permanova R²: 0.06 (P=0.836)

Estación
1 2 3 4 5 6

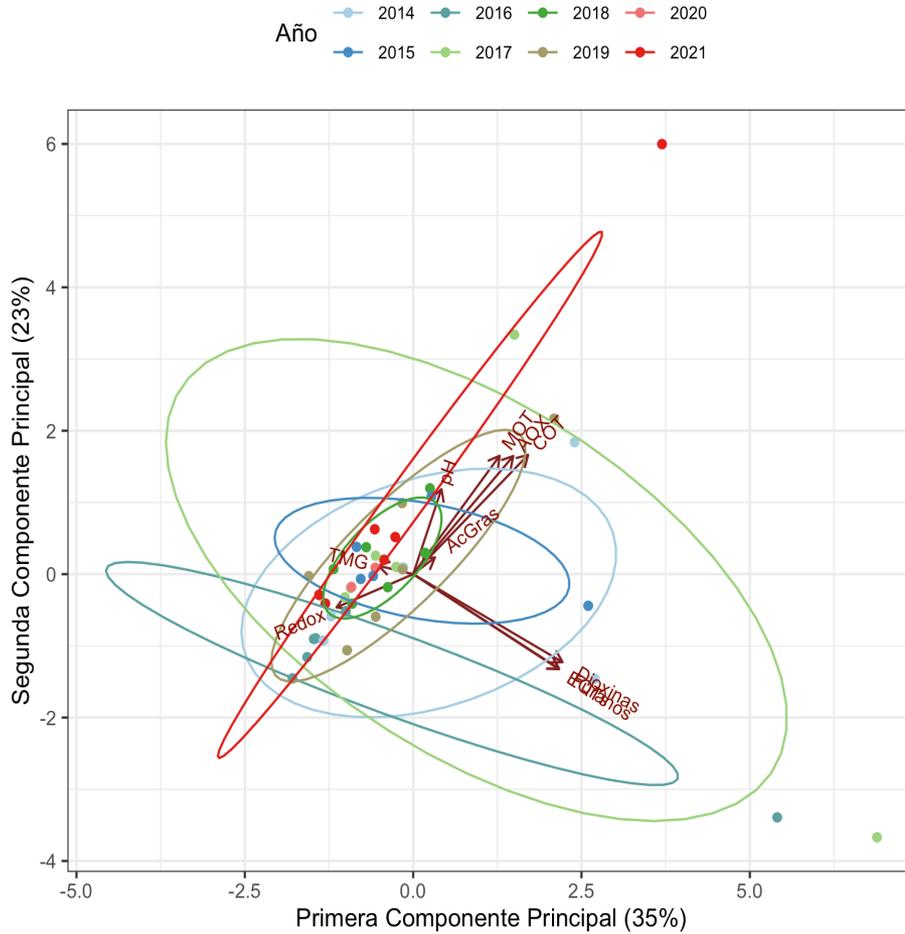


- El ACP con **datos de julio**, no detectó diferencias significativas ($p > 0,05$) entre estaciones. **Aumento del espejo durante julio, resulta en concentraciones más diluídas de elementos y compuestos químicos.**

CALIDAD DE SEDIMENTOS SUB ACUATICOS

Comparación entre años (2014 al 2021)

Permanova R²: 0.14 (P=0.673)



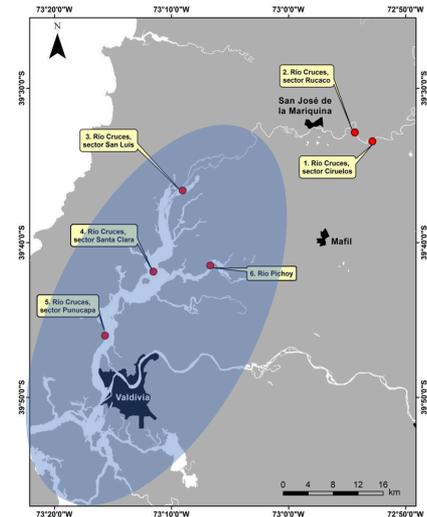
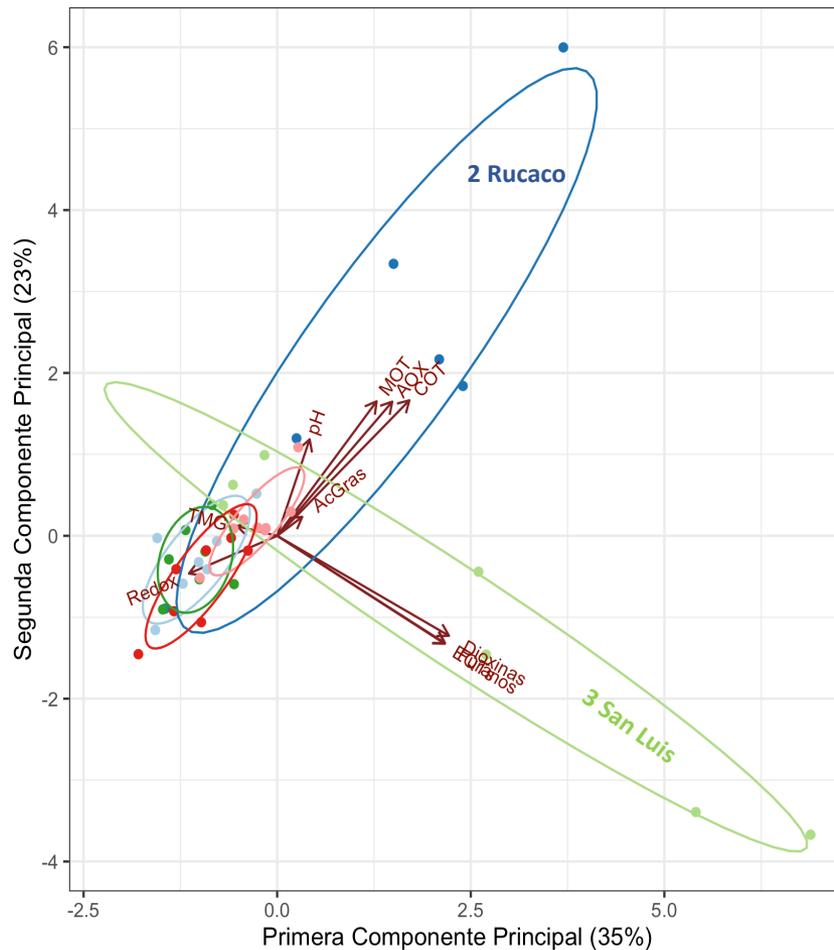
- El ACP no detectó diferencias significativas ($p > 0,05$) al comparar entre años.

Comparación entre estaciones (1 a 6)

Permanova R²: 0.46 (P<0.001)

Estación

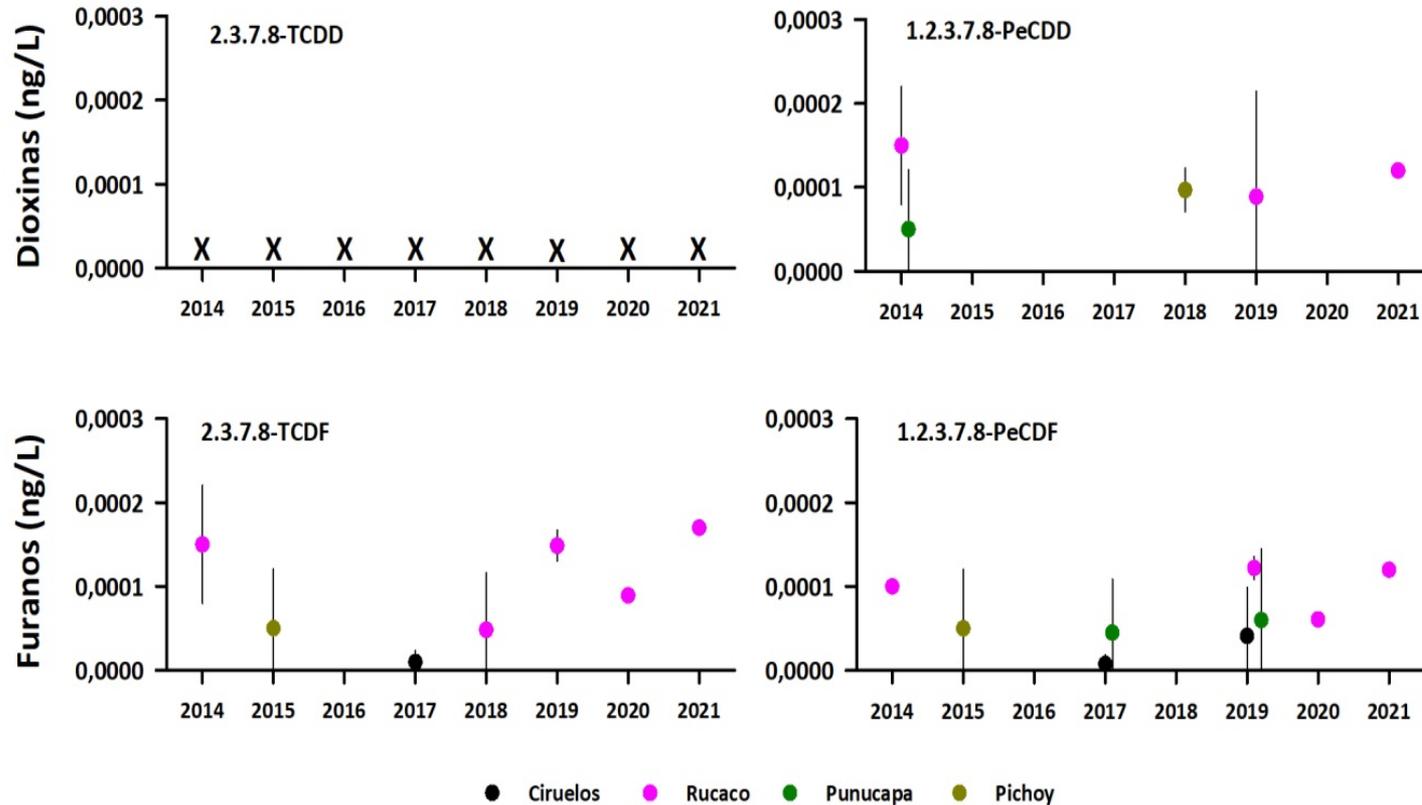
● 1	● 3	● 5
● 2	● 4	● 6



- El ACP detectó diferencias significativas ($p < 0,05$) al comparar entre estaciones:
- Segregación clara de los sedimentos de Rucaco y San Luis.
- Los sedimentos de Rucaco, han tenido concentraciones más altas de materia orgánica total (MOT), carbono orgánico total (COT) y AOX.
- Los sedimentos de San Luis tuvieron mayores concentraciones de Dioxinas, Furanos y Equivalentes tóxicos.

CALIDAD DE SEDIMENTOS SUB ACUATICOS

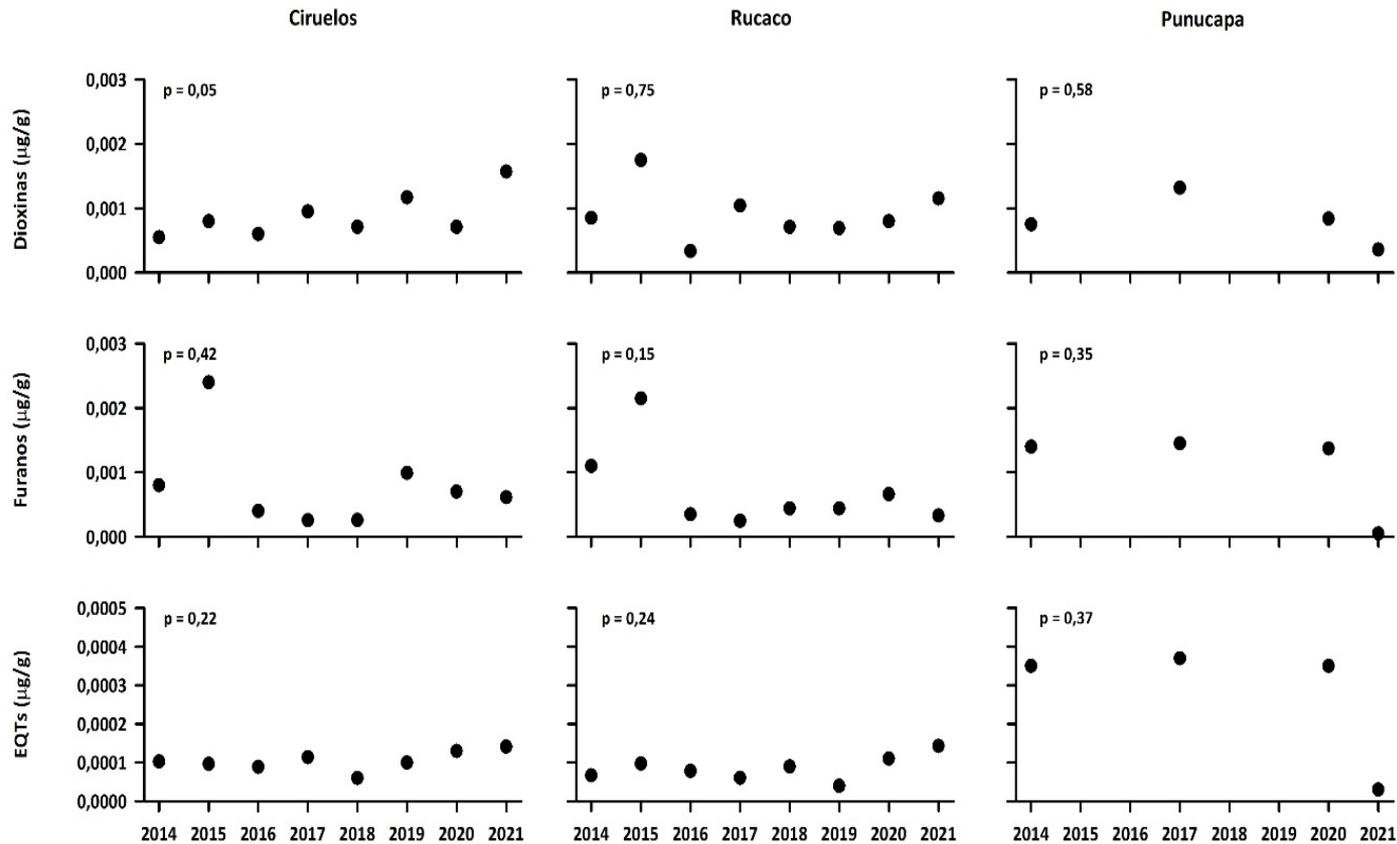
Dioxinas y Furanos en los sedimentos



Durante el período 2014 - 2021, no se ha detectado la dioxina 2,3,7,8 TCDD (tetraclorodibenzo-p-dioxina).

CALIDAD DE SEDIMENTOS SUB ACUATICOS

¿ HAY BIOACUMULACION DE DIOXINAS, FURANOS Y EQUIVALENTES TOXICOS EN LOS PUYES ?



CONCLUSIONES

1

EN PRINCIPIO, LOS RESULTADOS DEL ACP MOSTRARON DIFERENCIAS ENTRE AÑOS, PERO NO ENTRE ESTACIONES.

2

LOS RESULTADOS DEL ACP CON DATOS SEPARADOS POR TEMPORADAS, MUESTRAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE PERÍODOS DE MAYOR Y MENOR CAUDAL HÍDRICO (ABRIL Y JULIO, RESPECTIVAMENTE).

3

DURANTE ABRIL, SE SEPARAN RUCACO, SAN LUIS, SANTA CLARA Y PUNUCAPA EN EL EJE CENTRAL DEL HRC EN UN GRUPO Y CIRUELOS (AGUAS ARRIBA DEL HRC) Y PICHROY (TRIBUTARIO) EN OTRO GRUPO.

4

LA AUSENCIA DE DIFERENCIACIÓN ESPACIAL, ESTÁ PROBABLEMENTE RELACIONADA CON LA MEZCLA PERMANENTE DE LAS AGUAS DEL EJE CENTRAL DEL HRC (RÍOS CRUCES Y CHOROCAMAYO) CON LA DE LOS RÍOS TRIBUTARIOS, YA QUE TODA EL ÁREA DE ESTUDIO ES AFECTADA POR EL EFECTO DE MAREAS LLENANTES Y VACIANTES.

5

DURANTE JULIO, NO SE DETECTARON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE ESTACIONES DE MUESTREO.

CONCLUSIONES

1

LOS RESULTADOS DEL ACP NO MOSTRARON DIFERENCIAS ENTRE AÑOS, LO QUE SUGIERE QUE LA MATRIZ SEDIMENTARIA DE CADA ESTACIÓN, SE HA MANTENDIO ESTABLE DESDE EL AÑO 2014.

2

EL ACP DETECTÓ DIFERENCIAS ENTRE ESTACIONES: LOS SEDIMENTOS DE RUCACO Y SAN LUIS, SE DIFERENCIAN BASICAMENTE DEL RESTO POR TENER CONCENTRACIONES MAS ALTAS DE AOX Y DIOXINAS, RESPECTIVAMENTE.

3

MATRIZ SEDIMENTARIA SE HA MANTENIDO ESTABLE EN EL TIEMPO (2014 A 2021), PERO EL ÁREA DE ESTUDIO NO ES HOMOGÉNEA EN CUANTO A CARACTERÍSTICAS DEL FONDO O DEL RÉGIMEN HIDROGRÁFICO, LO QUE RESULTA EN DIFERENTES TASAS DE ACUMULACIÓN DE POR EJEMPLO, AOX, DIOXINAS Y FURANOS.

4

NO HAY EVIDENCIAS DE BIOACUMULACION DE COMPUESTOS ORGANICOS PERSISTENTES EN PUYES

GRACIAS