

Contratación de Estudio de Calidad de agua: Municipalidad de San Isidro

Introducción

Los indicadores biológicos son muy importantes en el análisis de la calidad del agua al tomar en cuenta organismos presentes en sitios de interés, como por ejemplo los ríos de nuestro país. En el caso de los macroinvertebrados, son muy funcionales por tomar en cuenta organismos que se establecen en sitios con diferentes grados de perturbación, tanto por la capacidad de colonización como por tener organismos sedentarios y capaces de establecerse en aguas estancadas. Es común que se utilicen los macroinvertebrados como indicadores biológicos junto con los análisis químicos para obtener un panorama más claro sobre el estado de los sitios de interés (Chapman, 1996), debido a que son organismos que se establecen invariablemente en un ecosistema de características establecidas y sus poblaciones son superiores al resto de otros animales (Lozano, 2005).

Objetivo general

Contar con los servicios de ingeniería que permitan generar la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales de dos afluentes de San Isidro de Heredia.

Objetivos específicos

- Realizar la muestra de dos cuerpos de agua superficial del cantón de San Isidro de Heredia, en la parte alta, media y baja.
- Aplicar la metodología de análisis y aplicación de parámetros físicos y químicos contenidos en el Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales N°33903-MINAE-S.
- Aplicar el monitoreo biológico conforme al Reglamento para la Evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales N°33903-MINAE-S.

- Potenciar un control estatal que permita el análisis en caso de problemas en sitios contaminados.

Metodología

Se muestrearon 13 sitios en el área de San Isidro, perteneciente a la Subcomisión de Heredia, el día 1 de mayo 2020. Los individuos fueron colectados mediante método de colecta directa con ayuda de una red tipo D de macroinvertebrados. En cada sitio se seleccionaron los microhábitats presentes que tuvieran acceso, en los cuales se removió el sustrato durante 10 minutos entre dos personas, teniendo un promedio de 30 min de esfuerzo total de recolecta en cada uno de los 13 sitios. Posteriormente, se separaron los individuos en el campo con pinzas entomológicas, en viales debidamente etiquetados por muestra y preservados en alcohol (etanol) al 70%, para su posterior identificación en el laboratorio mediante el uso del estereoscopio y claves taxonómicas disponibles (Springer *et al.* 2010, Roldán 1996 y Kolbe & Luedke 2009).

Cuadro 1. Descripción de las condiciones de los sitios de muestreo en época seca del estudio de macroinvertebrados de los cuerpos de agua monitoreados en Heredia, San Isidro.

Sitio de muestreo	Cuerpo de agua	Condiciones ambientales	Turbidez	Velocidad del agua	Sustrato
406-1-2020	Río Tibás	Soleado	Media	Leve	Piedras, vegetación
406-2-2020	Río Tibás	Soleado	Media	Leve	Pocos restos de vegetación
406-3-2020	Río Tibás	Soleado	Media	Leve	Piedras, troncos
406-4-2020	Río Paracito	Nublado	Media	Leve	Piedras, hojarasca
406-5-2020	Río Paracito	Soleado	Media	Leve	Hojas, troncos
406-6-2020	Río Paracito	Nublado	Media	Leve	Piedras, hojarasca
406-7-2020	Quebrada Astillero	Nublado	Alta	Nulo	Troncos
406-8-2020	Quebrada Tures	Nublado	Alta	Leve	Piedras, vegetación
406-9-2020	Quebrada Tures	Nublado	Alta	Nulo	Hojarasca
406-10-2020	Quebrada Tures	Nublado	Alta	Leve	Piedras, troncos, hojas
406-11-2020	Río Pará Blanco	Lluvioso	Media	Leve	Hojarasca, troncos, piedras
406-12-2020	Río Pará Blanco	Lluvioso	Media	Leve	Piedras, hojarasca
406-13-2020	Río Pará Blanco	Lluvioso	Media	Leve	Piedras, hojarasca



Fig.1. Sitio de muestreo 1



Fig. 2. Sitio de muestreo 2



Fig. 3. Sitio de muestreo 3



Fig. 4. Sitio de muestreo 4



Fig. 5. Sitio de muestreo 5



Fig.6. Sitio de muestreo 6



Fig. 7. Sitio de muestreo 7



Fig. 8. Sitio de muestreo 8



Fig. 9. Sitio de muestreo 9



Fig. 10. Sitio de muestreo 10



Fig. 11. Sitio de muestreo 11



Fig. 12. Sitio de muestreo 12



Fig. 13. Sitio de muestreo 13

Resultados y discusión

En total se recolectaron 2392 individuos en el I muestreo 2020. Los individuos están representados en 11 órdenes y 18 familias. La abundancia se encuentra en un rango de 1 a 1572.

Gráfico 1. Abundancia (cantidad de individuos) de macroinvertebrados acuáticos en cada sitio de muestreo

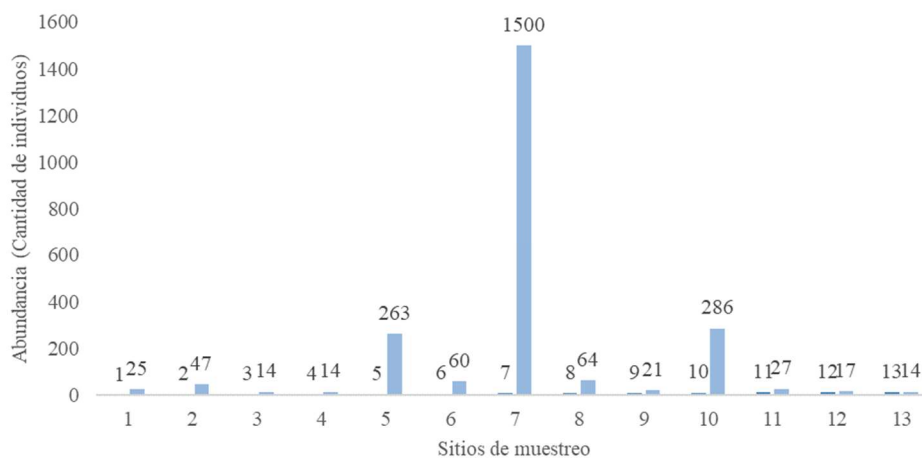


Gráfico 2. Riqueza biológica (taxa) de macroinvertebrados acuáticos en cada sitio de muestreo

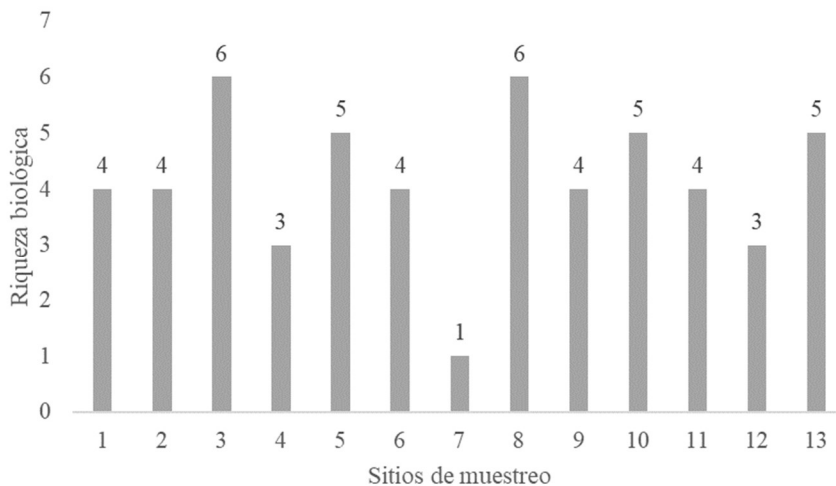
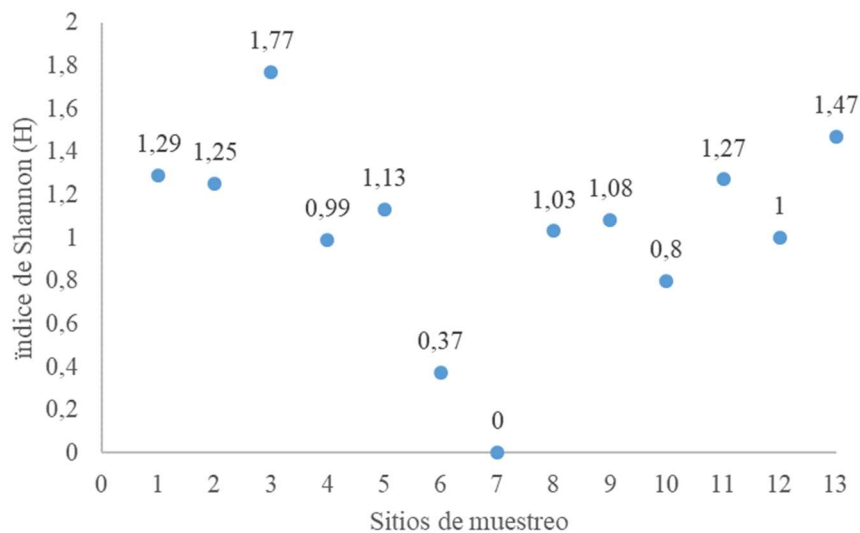


Gráfico 3. Índice de Shannon de las familias encontradas en cada sitio en el I muestreo mayo 2020



Cuadro 3. Número de individuos por familia

Orden	Familia	Valor BMWP-CR	Sitios de muestreo												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tricoptera	Hydropsichidae	5	5	22	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Odonata	Libelulidae	6	13	0	2	0	0	0	0	0	0	0	7	3	4
Molusca	Physidae	3	0	7	0	0	100	0	0	3	0	0	0	0	1
Diptera	Chironomidae	2	0	12	2	7	60	0	0	46	0	200	0	9	0
Odonata	Coenagrionidae	4	0	6	3	0	1	0	0	0	5	0	12	0	2
Hemiptera	Belastomatidae	4	0	0	2	0	0	1	0	5	1	0	0	5	0
Hirudinea	Glossiphonidae	3	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	Tipulidae	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera	Elmidae	5	4	0	0	5	0	55	0	3	12	9	0	0	0
Coleoptera	Staphylinidae	4	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Blattodea	Blaberidae	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odonata	Calopterygidae	4	0	0	3	2	0	0	0	0	0	6	0	0	5
Ephemeroptera	Leptohyphidae	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	Culicidae	2	0	0	0	0	0	0	1500	2	0	70	0	0	0
Diptera	Simuliidae	4	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0
Coleoptera	Dytiscidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Plecoptera	Perlidae	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0

Cuadro 4. Abundancia relativa por familia, I muestreo 2020

Orden	Familia	Abundancia relativa
Tricoptera	Hydropsichidae	0,013
Odonata	Libelulidae	0,012
Molusca	Physidae	0,046
Diptera	Chironomidae	0,140
Odonata	Coenagrionidae	0,012
Hemiptera	Belastomatidae	0,006
Hirudinea	Glossiphonidae	0,042
Diptera	Tipulidae	0,001
Coleoptera	Elmidae	0,037
Coleoptera	Staphylinidae	0,002
Blattodea	Blaberidae	0,000
Odonata	Calopterygidae	0,007
Ephemeroptera	Leptohyphidae	0,002
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	0,001
Diptera	Culicidae	0,657
Diptera	Simuliidae	0,003
Coleoptera	Dytiscidae	0,000
Plecoptera	Perlidae	0,001

Cuadro 4. Valores del BMWP-CR,

ID	Sitio de muestreo	Índice BMWP-Cr (I muestreo)	Calidad del agua (I muestreo / II muestreo)
406-1-2020	Río Tibás	28	Mala, muy contaminadas
406-2-2020	Río Tibás	14	Muy mala, extremadamente contaminadas
406-3-2020	Río Tibás	25	Mala, muy contaminadas
406-4-2020	Río Paracito	13	Muy mala, extremadamente contaminadas
406-5-2020	Río Paracito	14	Muy mala, extremadamente contaminadas
406-6-2020	Río Paracito	21	Mala, muy contaminadas
406-7-2020	Quebrada Astillero	2	Muy mala, extremadamente contaminadas
406-8-2020	Quebrada Tures	20	Mala, muy contaminadas
406-9-2020	Quebrada Tures	17	Mala, muy contaminadas
406-10-2020	Quebrada Tures	23	Mala, muy contaminadas
406-11-2020	Río Pará Blanco	24	Mala, muy contaminadas
406-12-2020	Río Pará Blanco	12	Muy mala, extremadamente contaminadas
406-13-2020	Río Pará Blanco	22	Mala, muy contaminadas

El índice BMWP-CR indica valores bajos, por lo tanto, se califica entre los rangos de agua de calidad mala a muy mala. Es importante considerar los resultados del segundo muestreo para determinar los cambios según la época del año. Es importante tener en cuenta que los periodos de época seca pueden afectar que los organismos se establezcan en un ecosistema, debido a la disminución del caudal y falta de corriente para colonizar sitios utilizando el flujo del cuerpo de agua.

En el momento del primer muestreo en algunos sitios, se observó muy poca agua, lo cual dificulta la colonización de ciertas familias que requieren de corrientes para completar su ciclo de vida. Si es importante, reconocer que en los sitios de muestreo se observa contaminación tanto de aguas residuales como por desechos sólidos. Es primordial poner especial atención al sitio #7, perteneciente a la Quebrada Astillero, en el cual solamente había un pequeño charco de agua estancada, en la cual se encontraron 1500 larvas de *Aedes aegypti*, el mosquito transmisor del dengue. Además, en los sitios 8 y 10 también hubo presencia de esta especie, con 2 y 70 individuos respectivamente.

Se observaron organismos de las familias Glossiphonidae, Chironomidae y Physidae. Estas familias son representativas en áreas en las cuales hay presencia de agua de mala calidad.

Se recolectaron organismos de la familia Chironomidae, en total 336 larvas de dípteros, lo cual puede ser perjudicial para la salud humana y ecosistémica ya que son indicadores de contaminación orgánica y con baja cantidad de oxígeno (Auquilla et al. 2005).

La riqueza y diversidad se ve influida también por una mayor posibilidad de microhábitats en los sitios, siendo las piedras, troncos y hojarasca un beneficio para el establecimiento de diferentes familias con

diferentes requerimientos biológicos. A lo largo del río no se observó gran cantidad hojarasca ni troncos, lo que puede afectar en el establecimiento de familias que se mantienen sumergidos al agarrarse de rocas, troncos o tallos de plantas acuáticas (Hanson et al. 2010).

RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS:

Para la evaluación de los resultados de aguas superficiales, se utiliza el decreto:

Decreto N° 33903-MINAE-S Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales

En este decreto se clasifican las aguas superficiales desde Clase 1 hasta Clase 5 de acuerdo al uso que se le puede dar agua:

Usos	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5
Abastecimiento de agua para uso y consumo humano	Con tratamiento simple con desinfección	Con tratamiento convencional	Con tratamiento avanzado	No utilizable	No utilizable
Abastecimiento de agua para actividades industriales destinadas a la producción de algunos alimentos de consumo humano	Sin tratamiento previo o con tratamiento simple de desinfección	Con tratamiento convencional	Con tratamiento avanzado	No utilizable	No utilizable
Abastecimiento de agua para abrevadero y actividades pecuarias.	Sin limitaciones	Sin limitaciones	Sin limitaciones	Con limitaciones	No utilizable
Actividades recreativas de contacto primario.	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable
Acuicultura.	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable
Fuente para la conservación del equilibrio natural de las comunidades acuáticas.	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable

Usos	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5
Fuente para la protección de las comunidades acuáticas.	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable
Generación hidroeléctrica.	Utilizable	Utilizable	Utilizable	Utilizable con limitaciones	Utilizable con limitaciones
Navegación.	No utilizable	No utilizable	Utilizable	utilizable	Utilizable
Riego de especies arbóreas, cereales y plantas forrajeras.	Utilizable	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable
Riego de plantas sin limitación, irrigación de hortalizas que se consumen crudas o de frutas que son ingeridas sin eliminación de la cáscara.	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable

Los límites establecidos para los parámetros son los siguientes:

Parámetros Complementarios (Unidades)	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5
Turbiedad (UNT)	<25	25 a <100	100 a 300	(1)	(1)
Temperatura (°C)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Potencial de hidrógeno (pH)	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	6,0 a 9,0	5,5 a 9,5	5,5 a 9,5
Nitratos, NO ₃ ⁻ (mg N /L)	<5	5 a <10	10 a <15	15 a <20	>20
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	<20	20 a <25	25 a <50	50 a <100	100 a 300
Cloruros (como Cl) (mg/L)	<100	100 a 200	NA	NA	NA
Fluoruros (como F) (mg/L)	<1,0	1 a 1,5	NA	NA	NA
Color (Pt-Co)	2,5 a 10	10 a 100	(1)	(1)	(1)
Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)	<10	10 a 25	25 a 100	100 a 300	>300

Parámetros Complementarios (Unidades)	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5
Sólidos Disueltos (mg/L)	<250	250 a <500	500 a 1000	>1 000	> 1 000
Grasas y Aceites (mg/L)	ND	ND	ND	ND	15 a 25
Sustancias activas al azul de metileno (mg/L)	ND	ND	ND a 1	1 a 2	2 a 5
Arsénico (mg/L)	< 0,01	< 0,01	0,01 a 0,05	> 0.05	>0,05
Boro (mg/L)	0,1	0,2	0,5	1	1
Cadmio (mg/L)	<0,005	0,005	0,01	0,02	0,02
Cianuro (mg CN ⁻ /L)	<0,1	0,1 a <0,2	0,2	>0,2	>0,2
Cobre (mg/L)	<0,5	0,5 a <1	1,0 a 1,5	1,5 a 2,0	2,0 a 2,5
Cromo Total (mg/L)	<0,05	0,05	0,20	0,50	>0,5
Magnesio mg MgCO ₃ / L	<30	30 a 50	> 50	> 50	> 50
Mercurio (mg/L)	<0,001	0,001	0,002	0,004	0,005
Níquel (mg/L)	<0,05	0,05	0,1	0,2	0,3
Plomo (mg/L)	<0,03	0,03 a <0,05	0,05 a <0,10	0,10 a <0,20	0,20
Selenio (mg/L)	<0,005	0,005 a <0,010	0,010 a <0,020	0,020 a <0,050	0,050
Sulfatos (SO ₄) ⁻² (mg/L)	<150	150 a 250	>250	>250	>250
Parámetros orgánicos					
Sumatoria de los Compuestos Organoclorados (mg/L)	ND	ND	ND	0,01	0,01
Sumatoria de los Compuestos Organofosforados (mg/L)	ND	ND	ND	0,01	0,01
Biológicos					
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	< 20	20 a 1000	1000 a 2000	2000 a 5000	>5000

ND: No detectable por el método utilizado.

NA: No aplicable

(1) Natural o que no afecte el uso indicado

RESULTADOS OBTENIDOS
RESULTADOS OBTENIDOS

PARAMETRO	ID LAB	CHEM-ID-03263-2020	CHEM-ID-03264-2020	CHEM-ID-03265-2020	CHEM-ID-03266-2020	CHEM-ID-03267-2020	CHEM-ID-03268-2020	CHEM-ID-03269-2020
	LUGAR DE MUESTREO	Municipalidad de San Isidro, 406-01-2020; Parte alta del cuerpo de agua del Río Tibás	Municipalidad de San Isidro, 406-02-2020; Parte media del cuerpo de agua del Río Tibás	Municipalidad de San Isidro, 406-03-2020; Parte baja del cuerpo de agua del Río Tibás	Municipalidad de San Isidro, 406-04-2020; Parte alta del cuerpo de agua del Río Paracito	Municipalidad de San Isidro, 406-05-2020; Parte media del cuerpo de agua del Río Paracito	Municipalidad de San Isidro, 406-06-2020; Parte baja del cuerpo de agua del Río Paracito	Municipalidad de San Isidro, 406-07-2020; Parte alta del cuerpo de agua de la Quebrada Astillero
UNIDADES	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO
Cloruros	mg/L	10,250	15,241	15,002	10,368	10,548	10,240	20,784
Color	Pt-Co	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
DBO (5,20)	mg/L	<2	<2	<2	<2	5	<2	59
DQO	mg/L	<1	<1	<1	<1	7	<1	84
Fluoruro	mg/L	<0,04	0,04	0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,08
Grasas y Aceites	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Nitrato	mg/L	0,700	1,010	0,300	0,602	0,821	0,911	2,002
Nitrogeno Amoniacal	mg/L	0,05	0,53	0,06	<0,02	<0,02	0,03	4,25
pH Agua Residual		7,66	7,30	7,90	6,97	7,37	7,65	7,70
Porcentaje de Oxigeno	%	47,6	9,70	67,9	9,8	45,0	62,5	9,5
SAAM	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Solidos Disueltos Totales	mg/L	21	81	87	86	42	30	179
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	<15	<15	<15	<15	<15	<15	47
Sulfato	mg/L	<0,010	2,015	6,668	<0,010	<0,010	<0,010	22,324
Temperatura	°C	18,20	19,60	21,30	17,20	19,80	21,50	19,20
Turbiedad	NTU	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50

PARAMETRO	ID LAB	CHEM-ID-03270-2020	CHEM-ID-03271-2020	CHEM-ID-03272-2020	CHEM-ID-03273-2020	CHEM-ID-03274-2020	CHEM-ID-03275-2020
	LUGAR DE MUESTREO	Municipalidad de San Isidro, 406-08-2020; Parte media del cuerpo de agua de la Quebrada Tures	Municipalidad de San Isidro, 406-09-2020; Parte baja del cuerpo de agua de la Quebrada Tures	Municipalidad de San Isidro, 406-10-2020; Parte alta del cuerpo de agua de la Quebrada Tures	Municipalidad de San Isidro, 406-11-2020; Parte media del cuerpo de agua del Río Pará Blanco	Municipalidad de San Isidro, 406-12-2020; Parte baja del cuerpo de agua del Río Pará Blanco	Municipalidad de San Isidro, 406-13-2020; Parte alta del cuerpo de agua del Río Pará Blanco
UNIDADES	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO
Cloruros	mg/L	30,297	10,321	15,045	12,568	10,059	10,225
Color	Pt-Co	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
DBO (5,20)	mg/L	67	64	13	9	<2	<2
DQO	mg/L	96	92	19	13	<1	<1
Fluoruro	mg/L	0,16	0,17	0,11	<0,04	<0,04	0,06

Grasas y Aceites	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Nitrato	mg/L	2,010	1,121	0,022	0,812	0,913	1,103
Nitrogeno Amoniacal	mg/L	0,25	0,02	0,03	0,05	0,05	0,06
pH Agua Residual		7,85	7,40	7,66	7,14	7,10	7,64
Porcentaje de Oxigeno	%	9,7	9,6	9,3	9,6	10,0	23,2
SAAM	mg/L	<0,2	<0,2	7,0	<0,2	<0,2	<0,2
Solidos Disueltos Totales	mg/L	227	131	142	15	30	39
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	34	36	<15	<15	<15	<15
Sulfato	mg/L	46,154	31,254	27,000	<0,010	<0,010	<0,010
Temperatura	°C	21,00	20,60	22,20	17,00	18,80	20,80
Turbiedad	NTU	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50

Evaluación del INDICE HOLANDES:

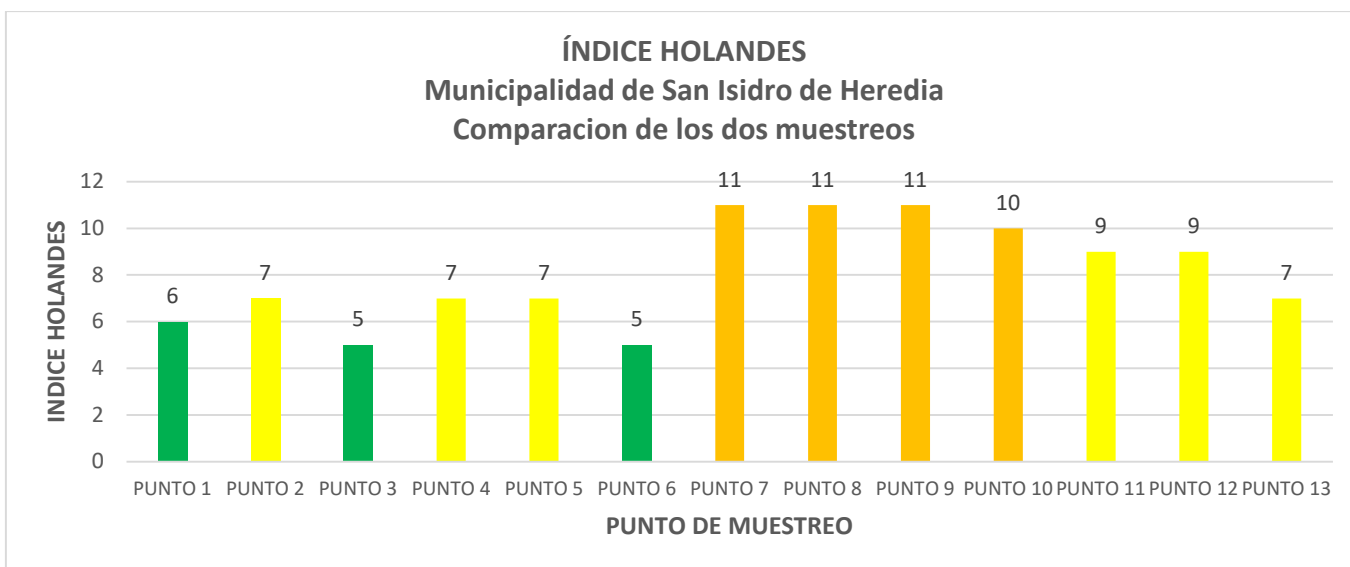
PARAMETRO	ID LAB		INCERT	LD	LC	CHEM-ID-03263-2020	CHEM-ID-03264-2020	CHEM-ID-03265-2020	CHEM-ID-03266-2020	CHEM-ID-03267-2020	CHEM-ID-03268-2020	CHEM-ID-03269-2020
	A	UNIDADES				1	2	3	4	5	6	7
DBO (5,20)	*	mg/L	2	2	3	<2	<2	<2	<2	5	<2	59
Saturacion de Oxigeno	*	%	0,01	0,02	0,03	47,6	9,70	67,9	9,8	45,0	62,5	9,5
Nitrogeno Amoniacal	**	mg/L	0,01	0,02	0,03	0,05	0,53	0,06	<0,02	<0,02	0,03	4,25

PARAMETRO	ID LAB		INCERT	LD	LC	CHEM-ID-03270-2020	CHEM-ID-03271-2020	CHEM-ID-03272-2020	CHEM-ID-03273-2020	CHEM-ID-03274-2020	CHEM-ID-03275-2020
	A	UNIDADES				1	2	3	4	5	6
DBO (5,20)	*	mg/L	2	2	3	67	64	13	9	<2	<2
Saturacion de Oxigeno	*	%	0,01	0,02	0,03	9,7	9,6	9,3	9,6	10,0	23,2
Nitrogeno Amoniacal	**	mg/L	0,01	0,02	0,03	0,25	0,02	0,03	0,05	0,05	0,06

PARAMETRO		DBO (5,20)	Saturacion de Oxigeno	Nitrogeno Amoniacal	INDICE HOLANDES					
ID LAB		mg/L	%	mg/L	DBO	%DO	N	TOTAL	IH	
CHEM-ID-03263-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-01-2020; Parte alta del cuerpo de agua del Río Tibás	<2	47,6	<0,2	1	4	1	6		Contaminación incipiente
CHEM-ID-03264-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-02-2020; Parte media del cuerpo de agua del Río Tibás	<2	9,70	<0,2	1	5	1	7		Contaminación moderada
CHEM-ID-03265-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-03-2020; Parte baja del cuerpo de agua del Río Tibás	<2	67,9	<0,2	1	3	1	5		Contaminación incipiente
CHEM-ID-03266-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-04-2020; Parte alta del cuerpo de agua del Río Paracito	<2	9,8	0.3	1	5	1	7		Contaminación moderada
CHEM-ID-03267-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-05-2020; Parte media del cuerpo de agua del Río Paracito	5	45,0	<0,2	2	4	1	7		Contaminación moderada
CHEM-ID-03268-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-06-2020; Parte baja del cuerpo de agua del Río Paracito	<2	62,5	<0,2	1	3	1	5		Contaminación incipiente

PARAMETRO		DBO (5,20)	Saturación de Oxígeno	Nitrogeno Amoniacal	INDICE HOLANDES					
ID LAB		mg/L	%	mg/L	DBO	%DO	N	TOTAL	IH	
CHEM-ID-03269-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-07-2020; Parte alta del cuerpo de agua de la Quebrada Astillero	59	9,5	<0,2	5	5	1	11		Contaminación severa
CHEM-ID-03270-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-08-2020; Parte media del cuerpo de agua de la Quebrada Tures	67	9,7	<0,2	5	5	1	11		Contaminación severa
CHEM-ID-03271-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-09-2020; Parte baja del cuerpo de agua de la Quebrada Tures	64	9,6	<0,2	5	5	1	11		Contaminación severa
CHEM-ID-03272-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-10-2020; Parte alta del cuerpo de agua de la Quebrada Tures	13	9,3	<0,2	4	5	1	10		Contaminación severa
CHEM-ID-03273-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-11-2020; Parte media del cuerpo de agua del Río Pará Blanco	9	9,6	<0,2	3	5	1	9		Contaminación moderada
CHEM-ID-03274-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-12-2020; Parte baja del cuerpo de agua del Río Pará Blanco	<2	10,0	1,85	1	5	3	9		Contaminación moderada

PARAMETRO		DBO (5,20)	Saturación de Oxígeno	Nitrogeno Amoniacal	INDICE HOLANDES					
ID LAB		mg/L	%	mg/L	DBO	%DO	N	TOTAL	IH	
CHEM-ID-03275-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-13-2020; Parte alta del cuerpo de agua del Río Pará Blanco	<2	23,2	<0,2	1	5	1	7		Contaminación moderada



Interpretación de los Datos:

De acuerdo con la evaluación del Índice Holandés, los puntos 7-8-9-10, presentan una contaminación severa, debido al alto contenido de materia orgánica y un contenido bajo de oxígeno disuelto en el agua y se refleja en un nivel muy alto de coliformes fecales.

Los puntos 1-3-6 mostraron una contaminación incipiente. Esto se debe a la baja concentración de DBO (en el primer caso) y la alta saturación de oxígeno.

Por último, los puntos restantes (2-4-5-11-12-13), presentaron una contaminación moderada.

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

ID LAB	PUNTO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO
CHEM-ID-03276-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-01-2020; Parte alta del cuerpo de agua del Río Tibás	Coliformes Fecales	NMP/100 mL	4,2E+04
CHEM-ID-03277-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-02-2020; Parte media del cuerpo de agua del Río Tibás	Coliformes Fecales	NMP/100 mL	Ausente
CHEM-ID-03278-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-03-2020; Parte baja del cuerpo de agua del Río Tibás	Coliformes Fecales	NMP/100 mL	2,3E+04
CHEM-ID-03279-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-04-2020; Parte alta del cuerpo de agua del Río Paracito	Coliformes Fecales	NMP/100 mL	6,3E+04
CHEM-ID-03280-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-05-2020; Parte media del cuerpo de agua del Río Paracito	Coliformes Fecales	NMP/100 mL	2,8E+04
CHEM-ID-03281-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-06-2020; Parte baja del cuerpo de agua del Río Paracito	Coliformes Fecales	NMP/100 mL	5,5E+04
CHEM-ID-03282-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-07-2020; Parte alta del cuerpo de agua de la Quebrada Astillero	Coliformes Fecales	NMP/100 mL	4,7E+04
CHEM-ID-03283-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-08-2020; Parte media del cuerpo de agua de la Quebrada Tures	Coliformes Fecales	NMP/100 mL	> 1,0+05
CHEM-ID-03284-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-09-2020; Parte baja del cuerpo de agua de la Quebrada Tures	Coliformes Fecales	NMP/100 mL	> 1,0+05
CHEM-ID-03285-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-10-2020; Parte alta del cuerpo de agua de la Quebrada Tures	Coliformes Fecales	NMP/100 mL	> 1,0+05
CHEM-ID-03286-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-11-2020; Parte media del cuerpo de agua del Río Pará Blanco	Coliformes Fecales	NMP/100 mL	6,5E+03
CHEM-ID-03287-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-12-2020; Parte baja del cuerpo de agua del Río Pará Blanco	Coliformes Fecales	NMP/100 mL	6,3E+04
CHEM-ID-03288-2020	Municipalidad de San Isidro, 406-13-2020; Parte alta del cuerpo de agua del Río Pará Blanco	Coliformes Fecales	NMP/100 mL	3,7E+04

Solamente el punto 2 mostró un nivel de contaminación aceptable, de clase 2. Los puntos restantes se clasifican en el nivel de contaminación más alto, de clase 5.



LIC. JOSE ARMANDO RODRIGUEZ
CHEMLABS

Referencias bibliográficas

Aquilla, R., Astorga, Y. & Jiménez. 2005. Influencia del uso del suelo en la calidad del agua en la subcuenca del río Jabonal, Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente/no. 48:81-92.

Chapman, D. 1996. Water Quality Assessments. A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. Chapman & Hall. 626 pp.

Hanson, P., Springer, M & Ramírez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. Revista Biología Tropical, volumen 58. 38 pp.

Kolbe, C. & Luedke, M. 2009. A guide to freshwater ecology. Texas Commition and Environmental Quality. 13087: 37-64.

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T Manuales y Tesis. Vol. 1.

Roldán, G. 1996. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Impreades Presencia, Bogotá, Colombia.

Springer, M., A. Ramírez & P. Hanson. 2010. Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica I. Rev. Biol.Trop. Suppl. 58 (Supl. 4).

Yepez, A., Bolívar, A., Urdanigo, J., Morales, D., Guerrero, N., & ThayHing, C. 2016. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo, Ecuador. Cienc Tecn UTEQ, 10(1) p 27-34.

Anexo 1. Registro fotográfico de organismos encontrados en los sitios de muestreo



