

# ¿Cómo está nuestra agua?



Los bichitos que nos ayudan a conocer  
y monitorear la calidad de nuestra agua

Este manual es un producto del Proyecto **Organization of fair-trade flower production with micro rose pro-ducers in Ecuador** ejecutado por la Universidad de Wageningen, Países Bajos (WUR), en colaboración con la Universidad Regional Amazónica Ikiam y EcoCiencia, Ecuador.

---

Agosto de 2022

*Coordinación general del proyecto:*

**Jeroen Vos**, WUR

*Coordinación local del proyecto:*

**Patricio Mena Vásquez**, WUR y EcoCiencia

*Equipo de redacción:*

**Patricio Mena Vásquez**, WUR y EcoCiencia

**Andrea Llumiquinga**

**Alexander Gualli**

**Bryan Rosero**

Cátedra Unesco para el Manejo de Aguas Dulces Tropicales/Unesco Chair on Tropical Freshwater Management, Ikiam

*Revisión técnica:*

**Jorge Celi**, Cátedra Unesco para el Manejo de Aguas Dulces Tropicales/Unesco Chair on Tropical Freshwater Management, Ikiam

*Revisión pedagógica:*

**Rossana Manosalvas**, EcoCiencia

*Programación de la aplicación y asesoría en plataformas de manejo de datos:*

**Rodrigo Torres**, EcoCiencia y **Andrea Llumiquinga**

*Diagramación:*

**Patricio Mena Vásquez** y **Andrea Llumiquinga**

*Fotografía:*

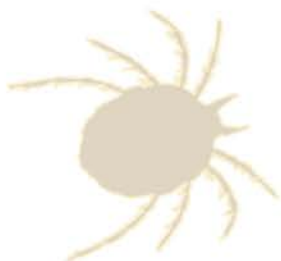
**Patricio Mena Vásquez**

Los gráficos han sido tomados con permiso y adaptados de:

**Carrera, C. y Fierro, K.** (2001). Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia. Quito.

# Contenido

1. <i>Nosotros y el agua</i> .....	5
2. <i>La calidad de nuestra agua</i> .....	7
3. <i>Unos bichitos especiales: los macroinvertebrados acuáticos</i> .....	11
4. <i>Los macroinvertebrados nos indican la calidad de nuestras aguas</i> .....	13
4.1 Hay bichitos a los que les gustan las aguas limpias, otros a los que les gustan las aguas contaminadas.....	13
4.2 El índice de calidad de agua y la necesidad de medirlo a lo largo del tiempo..	14
5. <i>¿Cómo medimos la calidad de nuestras aguas?</i> .....	17
5.1. Seleccionamos los sitios.....	17
5.2. Ubicamos los ambientes.....	18
5.3. Tenemos cuidado durante la toma de muestras.....	19
5.4 Recolectamos los macroinvertebrados del agua.....	19
5.5 Separamos e identificamos los bichos.....	22
5.6 Usamos la clave de identificación.....	23
5.7 Analizamos lo que hemos encontrado.....	27
5.8 Registramos los datos.....	27
6. <i>¿Cómo usamos la aplicación de teléfono celular para guardar los datos?</i> .....	29
6.1 Los teléfonos celulares y la ciencia ciudadana.....	29
6.2 ¿Cómo obtenemos la aplicación para nuestros celulares?.....	30
6.3 ¿Cómo llenamos nuestros formularios?.....	31
7. <i>¿Cómo revisamos los datos que hemos subido al Internet?</i> .....	45
8. <i>Hoja de registro</i> .....	49



# 1. Nosotros y el agua

## ¿Te has preguntado qué pasaría si no hubiera agua?

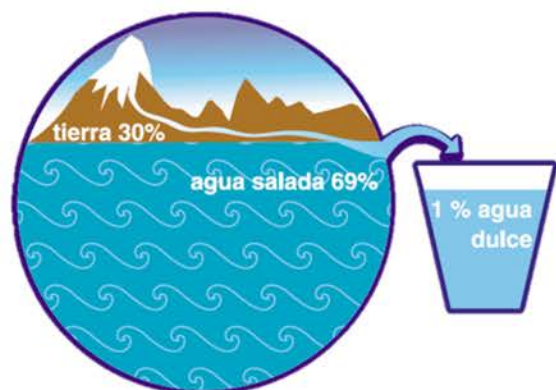
La respuesta es fácil: sin agua no habría vida, no habría naturaleza, no habría gente.

Pero lo bueno es que Sí hay agua. La Tierra es muy rica en ella comparada con los otros planetas.

El problema es que no toda esa agua se puede usar para nuestras labores diarias. En realidad, hay muy poca agua dulce que podemos aprovechar directamente en nuestra vida. La mayor parte es agua salada en los océanos o está helada en los polos y en las altas montañas. También hay mucha agua que está debajo del suelo, es decir, el agua subterránea.

Si esa poca agua utilizable se acaba o se ensucia, nuestra vida sería muy complicada. No solo que nos moriríamos de sed, sino que nuestros cultivos y nuestros animales también se morirían. Con el agua cocinamos, nos lavamos, trabajamos, cultivamos, construimos, jugamos, oramos, hacemos deporte y mil cosas más. No solo los humanos sino toda la naturaleza dependen de la calidad de este recurso vital. Sin agua tampoco habría bosques ni páramos.

Esta agua de la naturaleza muchas veces está contaminada por toda el agua sucia que le llega desde nuestras propias casas, las industrias y las actividades agropecuarias. Esa contaminación puede causar muchos problemas porque nos podemos enfermar y porque la fuente de nuestros ingresos también puede verse afectada. Además, las aguas escasas y contaminadas pueden causar peleas entre localidades vecinas.



*A pesar de que nuestro planeta es muy rico en agua, muy poca se puede usar en nuestras labores diarias.*

Por eso es importante que nosotros mismos –hombres y mujeres, adultos, adolescentes, niños y niñas– estemos conscientes de que el agua es preciosa y de que debemos cuidarla. Podemos hacer mucho para que el agua limpia siga siendo parte de nuestras vidas.

Tal vez te hayas dado cuenta de que el agua de tu quebrada o tu río ya no es tan abundante y limpia como hace años. No solo es la cantidad del agua sino la calidad del agua lo que está cambiando, pero ¿qué podemos hacer para saber cómo está realmente el agua en nuestra localidad? ¿Qué tan difícil es saber si nuestra agua está limpia?

Algunos exámenes y pruebas para ver cómo está el agua deben ser hechos por especialistas y en laboratorios. Pero también hay una manera práctica, efectiva y sencilla que podemos usar para medir la calidad de nuestra agua y sin necesidad de equipos sofisticados y costosos.

Aquí aprenderás una manera fácil, entretenida y científica para lo que nos ayudarán unos bichitos que viven en el agua. Ellos nos dirán mucho acerca de su situación y cómo hacer para que su calidad mejore. Pero antes de explicártelo, veamos algo más sobre el agua.



*¿Está limpio o contaminado este río? A simple vista parece limpio, pero podemos analizar el agua para establecer con más exactitud su calidad .*

## 2. La calidad de nuestra agua

El agua pura no existe. Las quebradas, los ríos, las lagunas, los reservorios y los canales no solo llevan agua sino muchas otras cosas que pueden ser buenas o malas. Incluso el agua potable que sale del grifo carga varias otras sustancias como el cloro que se usa para desinfectarla. ¿Pero por qué hay que desinfectar el agua que llega a nuestras casas?

En nuestro país, el agua viene en su mayoría de los páramos y los bosques que nos rodean. Esa agua se recoge en los suelos después de que ha caído como lluvia o de que los hielos de las montañas más altas se han derretido. Algo de esta agua se mete debajo de la tierra y sale más abajo en los pozos y ojos de agua.



Riachuelo que nace en el páramo del volcán Antisana.

*Mucho del agua que usamos a diario es recogida naturalmente en los suelos de los páramos y de ahí desciende hacia las tierras bajas. Allí se usa para riego, agua potable y energía hidroeléctrica.*

El agua empieza a bajar poco a poco y forma pequeños ríos que cada vez se hacen más grandes. También esa agua forma lagunas y puede ser usada para los sistemas de riego, para el agua potable y para generar energía hidroeléctrica.

El agua que se recoge de manera natural en las partes altas es generalmente muy limpia, pero a lo largo de su recorrido hacia abajo se va contaminando con sustancias que vienen de una serie de actividades humanas.



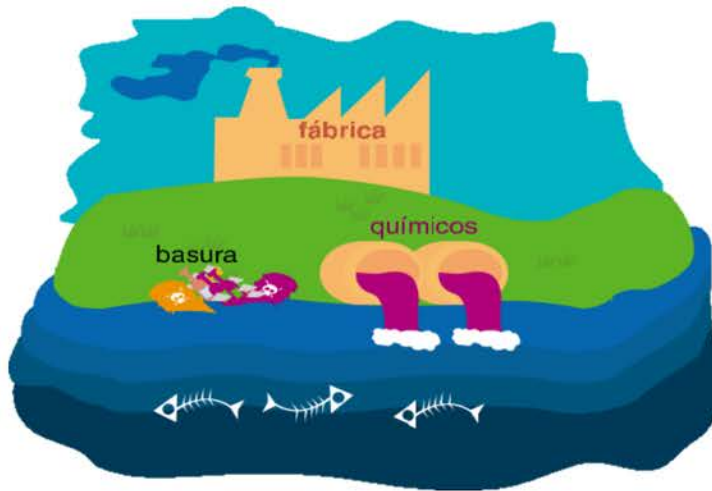
*El agua se recoge en las partes altas y empieza a bajar hacia los campos y ciudades.*

Una primera fuente de contaminación del agua en su recorrido hasta llegar a los grandes ríos y el océano viene de la agricultura y la ganadería. Las heces y la orina del ganado y los fertilizantes y pesticidas de los cultivos dañan las aguas. Estas actividades se realizan en las partes altas de las montañas y en los valles, y más tarde también en las tierras bajas. Pueden venir de la agricultura campesina y de la agroindustria, como la de las flores.

Otra fuente importante de contaminación viene de los pueblos y las ciudades. En nuestro país las aguas servidas de casas e industrias casi no se limpian y van directamente a los ríos y quebradas. Muchos ríos, lagunas y otros cuerpos de agua están prácticamente muertos por la cantidad de sustancias químicas, heces humanas y de animales domésticos, basura, plásticos, cadáveres de animales y otros elementos muy dañinos que llegan a ella sin tratamiento alguno.







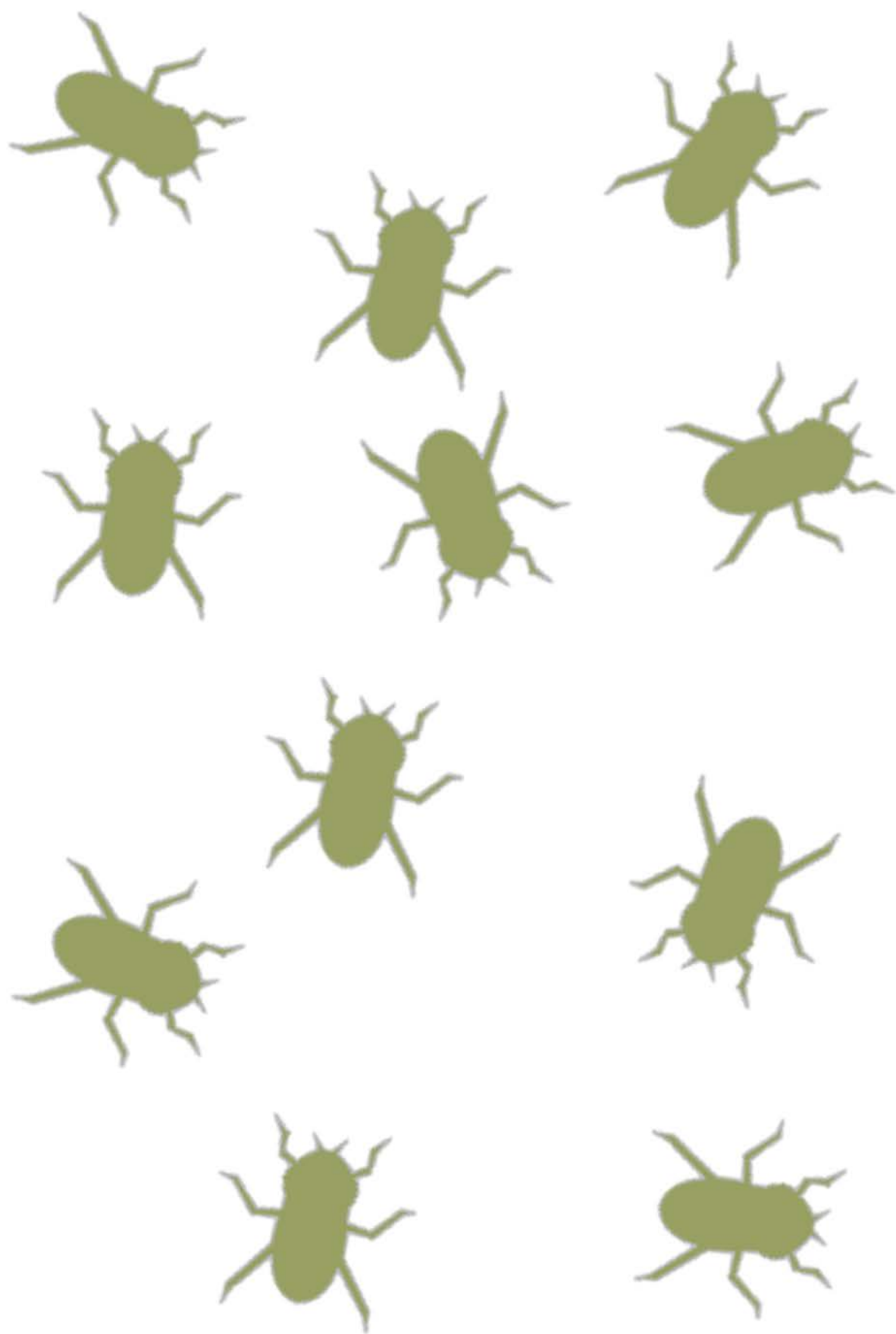
*Entre las principales fuentes de contaminación del agua están las aguas servidas y la basura de las ciudades y las industrias.*

Esta situación debe ser enfrentada por las autoridades municipales y las juntas de agua, pero nosotros y nosotras también podemos colaborar muy activamente. Lo primero que debemos hacer es tratar de no ensuciar el agua.

Pero, como dijimos, también podemos estudiar su calidad mediante el proceso llamado monitoreo que vamos a explicar a continuación. Vamos primero a hablar de esos bichitos que nos pueden ayudar mucho a entender cómo está nuestra agua y cómo esa calidad va cambiando con el paso del tiempo.

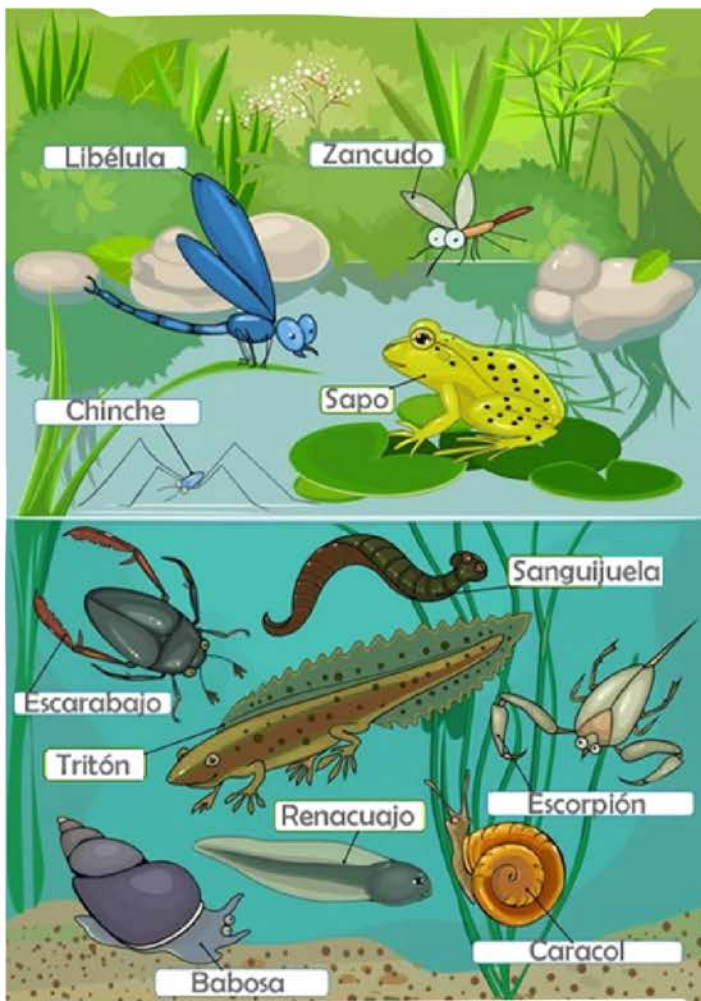


*Muchas veces las aguas usadas en nuestras casas van directamente a los ríos y los contaminan.*



# 3. Unos bichitos especiales: Los macroinvertebrados acuáticos

En el agua existe una gran diversidad de seres vivos. En el océano, por ejemplo, hay una variedad casi infinita que va desde las ballenas gigantes hasta diminutos seres microscópicos, pasando por langostas, corales, algas, medusas, delfines, focas y peces de todo tipo. También en el agua dulce —en los lagos y ríos— la cantidad de vida es inmensa. Sin embargo, pocas personas están conscientes de esta diversidad. Muchos de estos seres son muy pequeños y no pueden ser detectados a simple vista, a no ser que sean animales como renacuajos o güillis-güillis y peces o plantas que crecen en el fondo y en las orillas.



*Estos son solo algunos de los muchos animales que puedes encontrar en la superficie y dentro de los cuerpos de agua dulce.*

Pero también hay seres vivos que, aunque son chiquitos, pueden ser vistos sin necesidad de aparatos complicados. Son los llamados macroinvertebrados acuáticos. "Macro" significa grandes, y se llaman así porque, siendo pequeños, pueden ser observados a simple vista. Son "invertebrados" porque pertenecen a unos grupos de animales que no tienen huesos ni vértebras. Entre ellos están las larvas de insectos, los camarones, los caracoles y los gusanos o cuicas. Y son "acuáticos" porque precisamente viven en el agua dulce.

Pueden estar en hojas flotantes, en troncos caídos, en el lodo y en el fondo del río, sobre o debajo de las piedras. Pueden tener muchas formas como redondeadas, ovaladas, alargadas o como churo, y pueden poseer muchas o pocas patas, o no tener ninguna. Algunos tienen unas espinitas y otros son lisos. Muchos de estos seres viven en el agua durante sus primeras etapas, es decir, son larvas, y se convierten después en insectos adultos como las moscas y libélulas que conocemos.



*Los macroinvertebrados acuáticos son muy variados.  
Aquí se ve una pequeña muestra de esta diversidad.*

## 4. Los macroinvertebrados nos indican la calidad de nuestras aguas

La calidad de nuestra agua se puede estudiar de muchas formas, pero tal vez nunca pensaste que tú podías hacer unos análisis muy interesantes al recoger e identificar estos animalitos –los macroinvertebrados acuáticos. Ahora veamos cómo estos bichos nos pueden indicar la calidad de nuestras aguas.

### 4.1 Hay bichitos a los que les gustan las aguas limpias, otros a los que les gustan las aguas contaminadas

A algunos de los macroinvertebrados acuáticos les gusta vivir en aguas muy limpias, a otros no les importa mucho la calidad del agua y a otros más bien les gustan las aguas contaminadas. En otras palabras, su presencia nos indica la condición del agua en la que viven. Por eso se dice que son indicadores de la calidad del agua.

Hay una lista que nos indica la calidad del agua de acuerdo con los bichos que estén presentes. Si encontramos solo bichos a los que les gusta el agua limpia, esto nos indica que la calidad de esa agua es buena. Al contrario, si encontramos solo bichos muy tolerantes al agua sucia, eso nos indica que nuestra agua está muy contaminada. Entre estos dos extremos podemos encontrar muchas calidades intermedias.

Es importante entender que a veces estos bichos pueden estar ausentes porque no hay las condiciones para que habiten allí. Por ejemplo, una acequia o un reservorio encementado no permiten que los bichos se establezcan porque su superficie es lisa y no hay tierra ni piedras ni plantas. Eso no tiene que ver con la calidad del agua.

Por eso, es preferible que estos estudios de los bichitos sean hechos en aguas naturales que corren, como las quebradas y los ríos. También pueden servir canales de tierra y pequeñas lagunas o estanques donde el agua se mueve.

## **4.2 El índice de calidad de agua y la necesidad de medirlo a lo largo del tiempo**

Dependiendo de su preferencia por aguas limpias o contaminadas, cada uno de los grupos de bichos tiene un valor entre 1 y 10, más alto mientras más limpia sea el agua que prefieren. Al sumar esos números obtenemos un índice de calidad del agua. Este valor será más alto mientras más limpia esté el agua. Un valor de cero indicaría aguas muertas. Más adelante te explicaremos en detalle cómo hacer la recolección de los macroinvertebrados y el cálculo de este índice.

El valor calculado nos da una buena idea de la calidad del agua en ese momento, es decir, es como una fotografía. Pero estos análisis se deben hacer con frecuencia. Así obtendremos varias mediciones que nos dicen cómo va cambiando la calidad del agua en el tiempo; algo así como una película y no solo una foto.

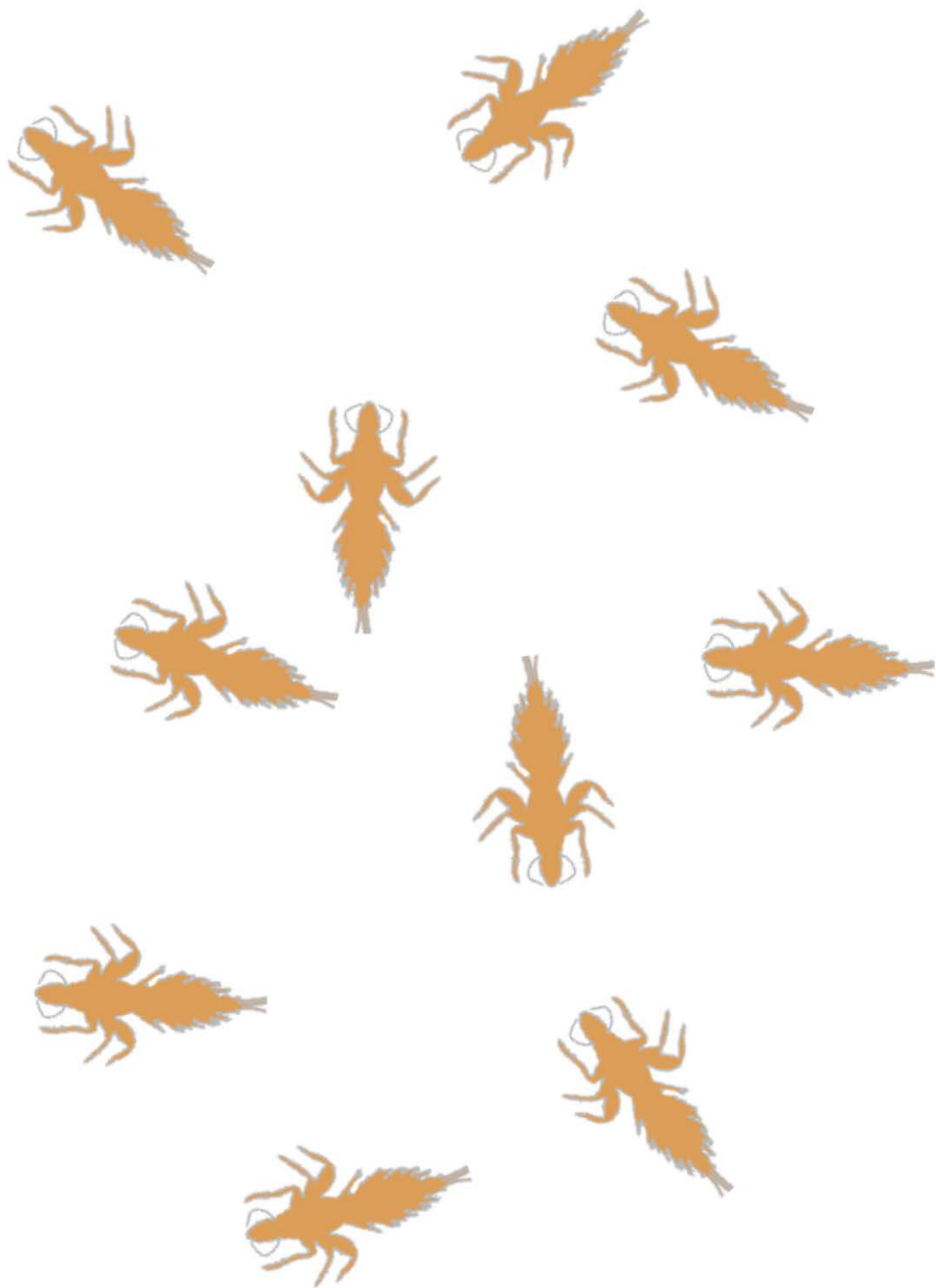
Debemos hacer la medición en el mismo sitio cada mes o con la frecuencia que podamos. Nos daremos cuenta de que la calidad del agua va cambiando conforme avanza el tiempo, a veces para bien, a veces para mal. Ese proceso de ver la tendencia del cambio de la calidad de nuestras aguas a lo largo del tiempo se llama monitoreo.

Esto es muy importante porque solo a través de un monitoreo sabremos si nuestra agua ha mejorado, sigue igual o ha empeorado. Con esa información podremos tomar buenas decisiones acerca de lo que debemos hacer para que la calidad de nuestra agua sea la mejor posible.

Por ejemplo, si hay ganadería que está contaminando nuestra quebrada, podremos decidir mover el ganado a un sitio más alejado o a construir abrevaderos, y en la próxima medición de la calidad del agua ver si nuestras acciones han dado el resultado esperado. Si las aguas han mejorado, la acción de tomamos fue correcta. Si las aguas están iguales o más contaminadas, habrá que pensar y tomar más decisiones al respecto.

Medir la calidad del agua también nos permite pedir cuentas a las autoridades que deberían velar por esa calidad. Con los resultados claros que nos dan estos análisis podemos demandar acciones más efectivas de parte de esas autoridades. Llegar con un documento creado con este método de los macroinvertebrados será mucho más efectivo ante las autoridades que simplemente llegar con denuncias sin mucho respaldo científico.







# 5. ¿Cómo medimos la calidad de nuestras aguas?

Ahora veamos en detalle cómo hacemos nuestros análisis y monitoreamos la calidad del agua por medio de estos bichitos.

## 5.1 Seleccionamos los sitios

Para encontrar y estudiar los bichitos del agua, o sea los macroinvertebrados, necesitamos primero encontrar sitios adecuados, cercanos y accesibles para tomar las muestras de agua. Esto quiere decir que estos sitios no deben estar muy lejos de donde realizamos nuestras actividades diarias y no deben estar en lugares a los que es muy difícil llegar.

Como hemos dicho, estos sitios deben estar en una quebrada o un río. También se pueden usar reservorios, canales o lagunas, pero es preferible, como dijimos, que sea agua que está corriendo y en estado natural. Dependerá del sitio específico donde vivas para que decidas qué sitios son los mejores para hacer este trabajo, pero es necesario estar seguros de los sitios, ya que se deberán hacer las pruebas siguientes allí mismo.

Es bueno tener más de un solo sitio. Uno debe estar en la parte más alta, donde haya habido menos contaminación. Este se llama sitio de control y permitirá comparaciones con otros sitios aguas abajo. Lo típico es que, mientras más arriba hagamos las pruebas, el agua tenderá a estar en mejor estado. El sitio de control es el que tiene el agua más limpia y que no cambia mucho con el tiempo. Mientras más sitios de monitoreo tengamos es mejor, pero tener varios sitios dependerá de las características del lugar y de la disponibilidad de tiempo y recursos.



## 5.2 Ubicamos los ambientes

En el sitio donde vamos a tomar las muestras hay que escoger, si es posible, tres ambientes, también llamados hábitats: necesitamos un ambiente donde el agua esté corriendo normalmente, otro donde haya rápidos, o sea sitios donde el agua corre a mayor velocidad y se producen burbujas, y otro donde el agua esté un poco estancada o empozada y se mueva lentamente. Otra manera de llamar a estos ambientes es de velocidad normal, de velocidad alta y de velocidad baja, respectivamente. Si no encuentras los tres ambientes, utiliza los que estén disponibles, aunque sea solo uno.



*Velocidad normal*

*Velocidad alta  
(rápidos)*



*Velocidad baja  
(empezada)*

### 5.3 Tenemos cuidado durante la toma de muestras

Cuando hagamos la recolección de los macroinvertebrados en el agua, siempre debemos tener dos tipos de cuidado. Primero, en el suelo de la corriente puede haber *rocas cortantes o animales que pican o muerden*. Segundo, *las aguas pueden estar contaminadas*, especialmente en las partes más bajas, lo que podría ser peligroso si entran en contacto con la piel, los ojos o la boca. Cada sitio tendrá sus características propias y deberás fijarte si algunas de ellas representan algún peligro.

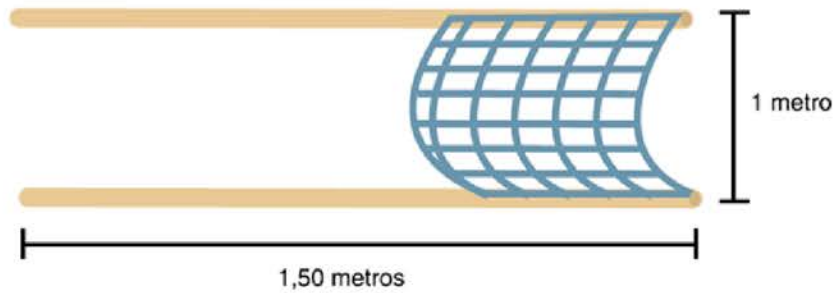
Para evitar riesgos tenemos que caminar con atención y usar constantemente guantes de cocina o de lavar y botas de caucho que eviten que el agua nos alcance en la piel. No debemos jugar con el agua mientras se desarrollan estas actividades.

Una vez terminada la labor, será necesario desinfectarse con cuidado las manos y cualquier parte del cuerpo que se haya mojado, usando jabón o alcohol. También hay que limpiar todo el material que hayamos usado.



### 5.4 Recolectamos los macroinvertebrados del agua

En cada uno de los hábitats recogemos los macroinvertebrados usando una red que puede ser fabricada manualmente. La red más sencilla que se puede hacer consiste en dos palos de escoba de 1,5 metros de largo que sujetan una malla plástica o de metal que tenga un ojo de 0,5 a 1 milímetro; los huecos de la malla deben tener ese tamaño pequeño para que no se pasen los bichos. La malla debe tener aproximadamente 1 metro cuadrado.



*Una red sencilla que se puede construir fácilmente.  
Los huecos de la red deben ser de 0,5 a 1 milímetro.*

Una red un poco más complicada pero que dura más y es más cómoda es la llamada red D. Tiene ese nombre por la forma del aro que sostiene la malla. En los talleres que se han realizado para explicar este método hemos usado este tipo de red:



*Una red D fabricada con un palo de escoba, un un aro de metal y una malla.  
El aro debe tener un ancho de 30 centímetros.*

Aunque una sola persona sí puede hacer el trabajo, es más eficiente, seguro y cómodo hacerlo en parejas. Una persona introduce la red en el agua contra la dirección de la corriente mientras la otra persona remueve con las botas o los brazos el suelo bajo el agua y hacia la red. El tiempo debe ser en total entre 3 y 5 minutos, cambiando un poco de posición la red cada minuto, y manteniéndola siempre en movimiento para que no se salga el material recogido. Dentro de la red se acumulan la tierra y las piedras con los macroinvertebrados.

En las siguientes imágenes se ven parejas de personas haciendo la recolección de fondo de ríos utilizando redes D.



*Una persona sostiene la red en contra de la corriente y la otra remueve el piso del río durante tres a cinco minutos para recolectar los bichos en la malla.*

## 5.5 Encontramos y separamos los bichos

Colocamos lo que hemos recolectado en una bandeja de fondo blanco. Si no tienes una bandeja blanca puedes utilizar un pedazo de plástico blanco en el fondo, pero es necesario que sea blanco para que haya contraste y se puedan ver bien los bichos. No hay que poner demasiado material en la bandeja para que sea más fácil encontrar los bichos.

En la bandeja se lava la muestra recolectada con agua utilizando una botella llamada piseta o cualquier otro medio que permita separar los bichos del suelo o las piedras. Los bichos seguirán vivos y podrás verlos moviéndose. Al final podrás devolverlos al agua. Si necesitas coleccionar bichos para un laboratorio en un colegio, por ejemplo, puedes conservarlos en un frasco con alcohol.



Con la ayuda de pinzas y lupas buscamos los macroinvertebrados con cuidado, y los agrupamos por su parecido. Por ejemplo, ponemos todas las cuicas juntas, los caracoles juntos, las larvas con seis patas juntas, etc.

Más adelante encontrarás una guía o clave que nos permite saber a qué grupo pertenecen los bichos hallados según sus características. Como sabes, estas características tienen que ver con el número de patas, la forma del cuerpo, la presencia de espinas, la coloración, etc.



*El material recogido en el agua se pone en una bandeja con fondo blanco donde se separan los bichos.*



*La búsqueda e identificación de los bichos se puede hacer en el campo o en sitios como un aula de colegio o la sala de reuniones de la comunidad.*

## 5.6 Usamos la clave de identificación

Debemos saber qué bichos vamos encontrando, para lo que vamos a usar una clave, o sea una guía con gráficos en la que se ven fácilmente ciertas características de los bichos. En las próximas páginas está esa clave.

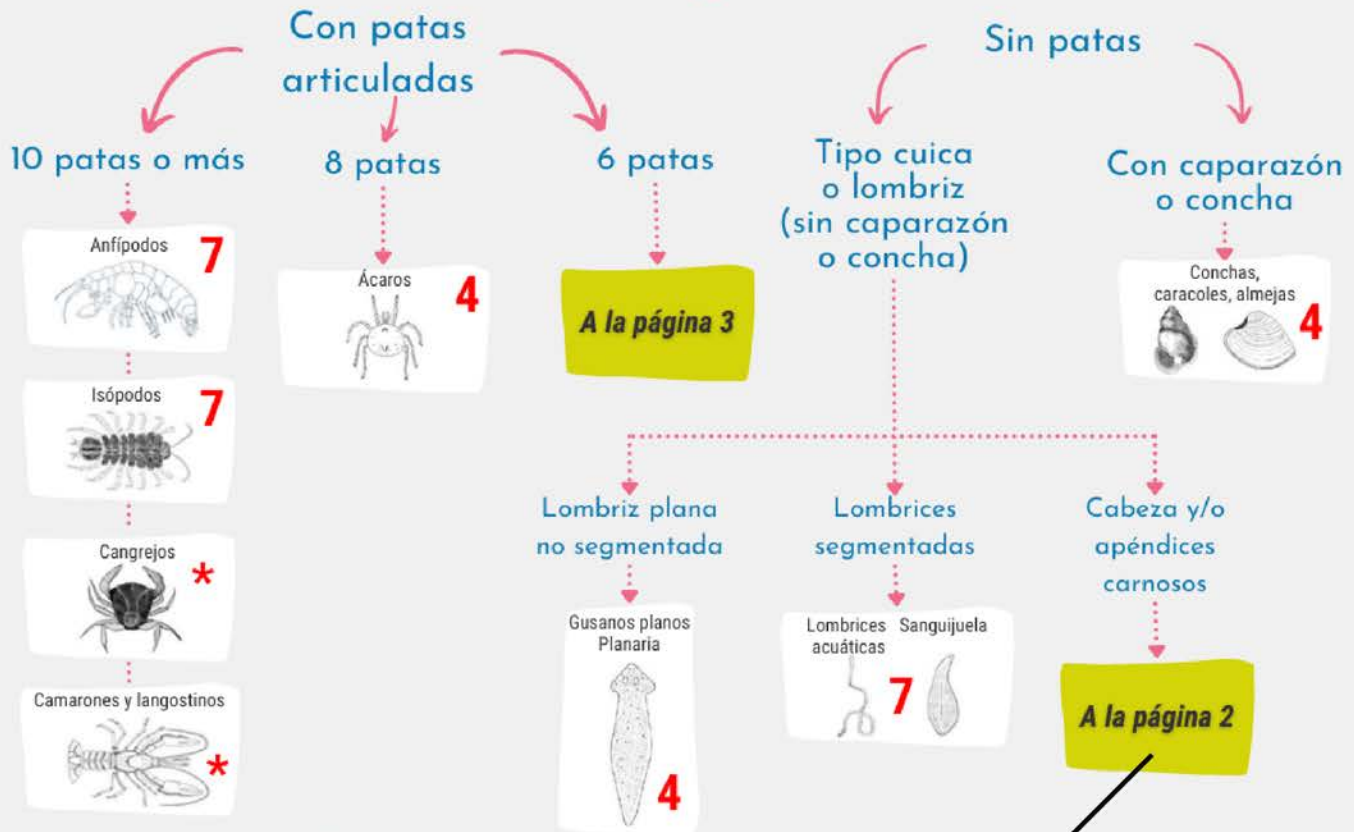
Primero tienes que fijarte si el bicho tiene o no patas. De ahí en adelante sigues las flechas hasta llegar al bicho más parecido al que encuentraste. En cada caso hay un número rojo que te indica el valor que tiene ese bicho para el cálculo del índice de calidad de agua, que explicaremos más adelante.

Cuando encuentres e identifiques un bicho debes registrar su presencia y el número rojo de la clave para el índice, pero recuerda que no debes sumar ese valor más de una vez si es que ese bicho aparece más de una vez o en más de un ambiente.

Al usar la clave, nota que los camarones y los cangrejos no tienen un valor y por lo tanto no sirven para el cálculo del índice, pero su presencia es importante para otro tipo de cálculos, por lo que también deben ser registrados.

Los bichos que se encuentran en el agua, como todos los seres vivos, tienen unos nombres científicos que suenan raro y son complicados. Para este manual es suficiente en la mayoría de los casos usar los nombres comunes, es decir, los que usamos a diario; si te interesa saber más de estos fascinantes animalitos, puedes buscar en el Internet o en una biblioteca.

Página 1



\* Los cangrejos y camarones no tienen valor para el índice pero es bueno registrarlos.

Página 2

Tipo gusano con cabeza y/o apéndices carnosos (protuberancias)

Larvas de moscas





Seis patas segmentadas o articuladas

Casa o refugio portátil  
(fabricado con arena,  
piedrecillas o materia vegetal)



Sin alas o cubierta de las alas)

Con ganchos al final del cuerpo

Sin filamentos  
(proyecciones) laterales

Con branquias  
filamentosas  
debajo del  
abdomen o al  
final del cuerpo

Larvas de  
mosca de Cádiz



Con filamentos  
(proyecciones)  
carnosos laterales

Larvas de perro  
de agua



Con filamentos  
(proyecciones)  
laterales. Al final del  
cuerpo hay un  
filamento largo

Larvas de  
moscas de pesca



No se observan ganchos  
al final del cuerpo

Con patas falsas  
(o propatas) en el  
abdomen, como  
oruga

Orugas  
acuáticas



Sin patas  
falsas

Larvas de  
escarabajos



Sin refugio portátil

Con alas o  
pterotecas  
(cubierta externa  
de las alas)

A la página 4

Alas o estuches presentes

Con filamentos (proyecciones)  
terminales

Dos filamentos  
terminales, sin  
branquias abdominales

Larvas de mosca  
de la piedra



Dos o tres filamentos  
terminales, con  
branquias abdominales

Larvas de  
moscas de mayo



Tres filamentos planos,  
sin branquias  
abdominales

Larvas de caballito  
del diablo



Sin filamentos (proyecciones)  
terminales

Con pterotecas  
(cubierta externa de  
alas)

Labio en forma de  
paleta, bisagrado  
en su base

Larvas de  
libélula



Alas duras, centradas  
(o se reúnen en la  
mitad del abdomen)

Escarabajos  
adultos










































Con alas

Alas suaves  
con un  
traslape en  
la parte final

Chinches  
acuáticas



Aquí tienes más imágenes de cada uno de los bichos para ayudarte en la identificación.

Anfípodos		Larvas de perro de agua	 Larva  adulto
Isópodos		Larvas de mosca de pesca	 Larva  adulto
Ácaros		Orugas acuáticas	
Gusanos planos, planarias		Larvas de escarabajo	 Larva  adulto
Lombrices acuáticas, sanguijuelas	 larva  adulto	Larvas de mosca de la piedra	 Larva  adulto
Conchas, caracoles, almejas	 	Larvas de mosca de mayo	 Larva  adulto
Larvas de zancudo y tipúlido	 larva  adulto	Larvas de caballito del diablo	 Larva  adulto
Larvas de mosca de agua con espinas	 	Larvas de libélula	 larva  adulto
Larvas de jején	 larva  adulto	Escarabajos adultos	
Larvas de zancudo ciego	 Larva  adulto	Chinches acuáticas	
Larvas de tricóptero	 Larva  aculto	Cangrejos	
Larvas de mosca de Cádiz	 Larva  adulto	Camarones, langostinos	

## 5.7 Analizamos lo encontrado

Cuando hayamos identificado los bichos encontrados podemos ya determinar la calificación para cada grupo de acuerdo con los valores señalados en la clave en color rojo. Vamos sumando estos valores para obtener lo que se llama un índice de calidad de agua. Mientras más alto sea el valor del índice quiere decir que el agua está en mejores condiciones. El número más alto al que se puede llegar en la suma es 139.

La suma se debe hacer tomando en cuenta los tres hábitats. Por ejemplo, si encontramos cuicas en el hábitat de agua corriente normal y también en los rápidos, solo registramos su valor una vez. Sin embargo, sí es necesario que anotes en la hoja de registro la cantidad de bichos de cada tipo que hallaste. Eso les servirá a otras personas para hacer otros cálculos.

La siguiente tabla te indica lo que significan los diferentes valores:

ÍNDICE	CALIDAD	SIGNIFICADO	COLOR
101 - 139	BUENA	Aguas limpias a muy limpias	Azul
61 - 100	ACEPTABLE	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
36 - 60	DUDOSA	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
16 - 35	CRÍTICA	Aguas muy contaminadas	Anaranjado
0 - 15	MUY CRÍTICA	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Los colores de cada rango de valores en la tabla sirven para indicar fácilmente en gráficos o mapas la calidad del agua. Son como un semáforo que nos indica rápidamente el grado de contaminación de las aguas estudiadas.

## 5.8 Registramos los datos

Debemos registrar bien los datos que vamos obteniendo en una hoja como la que está al final de este manual. Primero registramos nuestros datos personales. Luego indicamos el sitio donde hicimos el análisis. También debemos registrar el día y la hora.

Luego indicamos el tipo de macroinvertebrados acuáticos que hemos encontrado y consideramos el valor que tiene cada tipo según la calificación. Hacemos la suma y así obtenemos el índice de calidad del agua.

No necesitamos más datos para calcular el índice de calidad del agua, pero, como dijimos, es importante también contar y anotar cuántos macroinvertebrados de cada tipo hallamos para que los especialistas hagan otros cálculos. A continuación, está un ejemplo de lo que debemos registrar en la hoja que se encuentra al final y de la que puedes sacar copias para seguir utilizándola cada vez que hagas un muestreo. Las flechas indican la manera de ir sumando los valores en la columna SUMA PARCIAL:

**HOJA DE REGISTRO  
MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA USANDO  
MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS**

Nombre de la persona que llena el formulario: *Mario Moreno*  
 Nombre del sitio: *Comunidad de Loma Grande*  
 Nombre del cuerpo de agua: *Quebrada de Culebrillas*  
 Fecha: *14 de febrero de 2022* Hora: *7:30 am*

TIPO DE BICHO	PRESENTE	CALIFICACIÓN (ver la clave)	SUMA PARCIAL	CANTIDAD DE BICHOS
Antípodos		7		
Isópodos		7		
Ácaros		4		
Gusanos planos, planarias	X	4	4	4
Lombrices acuáticas, sanguijuelas		7		
Conchas, caracoles, almejas		4		
Larvas de zancudo y tipúlido		4		
Larvas de mosca de agua con espinas		10		
Larvas de jején		5		
Larvas de zancudo ciego	X	2	6	4
Larvas de tricóptero		8		
Larvas de mosca de cádiz		8		
Larvas de perro de agua		6		
Larvas de mosca de pesca	X	6	12	1
Orugas acuáticas		8		
Larvas de escarabajo		5		
Larvas de mosca de la piedra		10		
Larvas de mosca de mayo		8		
Larvas de caballito del diablo		7		
Larvas de libélula		6		
Escarabajos adultos		5		
Chinchas acuáticas	X	8	20	3

¿Había cangrejos? Sí \_\_\_ (¿Cuántos? \_\_\_) No X  
 ¿Había camarones? Sí X (¿Cuántos? 3) No \_\_\_

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA CALCULADO (SUMA): **20**

CALIDAD DEL AGUA SEGÚN EL VALOR DEL ÍNDICE:  
*Aguas muy contaminadas, calidad crítica*

# 6. ¿Cómo usamos la aplicación de teléfono celular para guardar los datos?

La tecnología de comunicaciones ha avanzado muchísimo en los últimos años. Además de ser teléfonos, los celulares ahora nos sirven para muchas cosas más. La cantidad de tareas que podemos hacer con un aparatito tan pequeño es increíble y también nos puede ayudar mucho en nuestros muestreos de la calidad del agua.



## 6.1 Los teléfonos celulares y la ciencia ciudadana

Entre las muchas cosas que podemos hacer con nuestros celulares está la de recoger los datos que hemos obtenido y guardarlos en el espacio virtual del Internet. Esto se hace a través de una aplicación que puedes cargar en tu teléfono celular y sobre la que hablaremos en seguida.

Después de haber realizado el procedimiento presentado en las páginas anteriores, tenemos información valiosa que puede guardarse en el Internet junto a lo que hayan muestreado otras personas que están haciendo lo mismo en otros sitios. La información se guarda de manera segura, mantiene la misma estructura y es fácilmente accesible para hacer más análisis.

Ya se han usado aplicaciones de celular de este tipo con éxito en muchos otros proyectos en todo el mundo, con macroinvertebrados acuáticos y con muchos otros grupos de animales. Son parte de lo que se llama "ciencia ciudadana". La ciencia ciudadana se concentra en problemas sociales, como la calidad del agua. Se recogen datos y se genera conocimiento más allá del entorno científico típico. Lo que se busca es una participación real de la ciudadanía y la comunidad.

A pesar de que no necesitamos equipos sofisticados, sí seguimos una metodología rigurosa y ejecutada por miembros de la comunidad que no necesariamente tiene una formación científica formal. Al interactuar con gente de universidades y centros de investigación, se logra un trabajo colaborativo entre la ciudadanía y personal científico experto.

La gente que vive en los sitios donde se hacen estos experimentos tiene una gran ventaja frente a las personas que vienen desde afuera: conoce muy bien el lugar y los problemas que deben ser resueltos. Así, la participación directa y voluntaria de las personas locales en los proyectos de investigación logra dos cosas: por un lado, se recoge mucha información valiosa que al personal científico le costaría mucho conseguir. Y, por otro lado, la gente de las localidades colabora activamente y se adueña de unos proyectos que le pueden traer muchos beneficios.

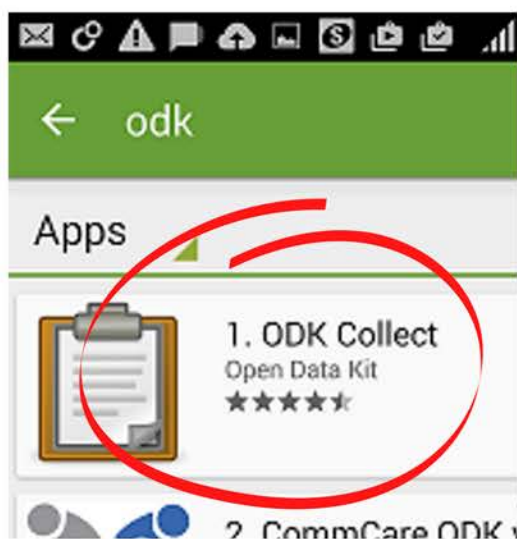
## **6.2 ¿Cómo obtenemos la aplicación para nuestros celulares?**

Cualquier persona con un celular Android puede obtener la aplicación para subir la información de los macroinvertebrados en los sitios de muestreo. Esta aplicación NO SIRVE para teléfonos iPhone con sistema iOS.

Primero hay que buscar y bajar la aplicación llamada ODK COLLECT de la tienda de aplicaciones de Google. En tu celular encuentra esa tienda así:



Allí buscamos ODK y la aplicación que necesitamos aparece así:



### 6.3 ¿Cómo llenamos nuestros formularios?

Después de que hayas bajado esta aplicación, al abrirla la primera vez verás esta pantalla:



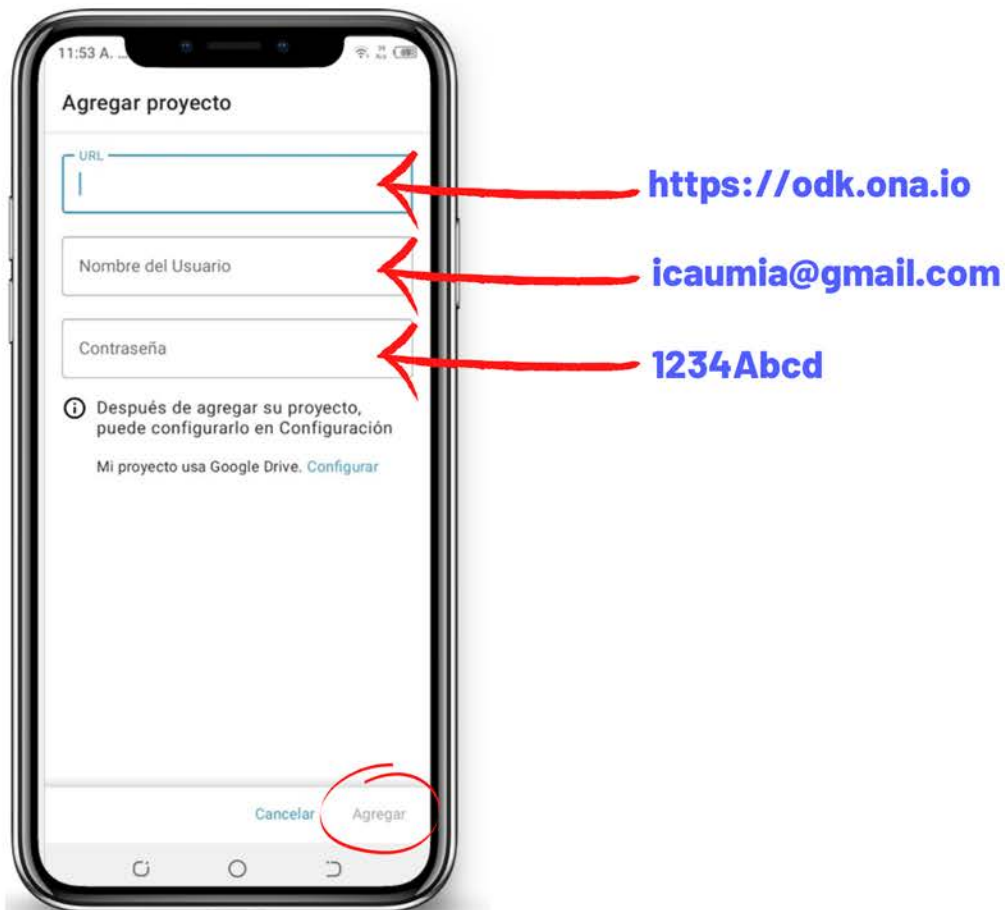
Escoge esta opción para que ingreses automáticamente al leer el código QR que está en la próxima página.

Escoge esta opción para que ingreses manualmente los datos que están en la próxima página.

La manera más fácil de continuar es escoger la opción de configurar mediante un código QR. Al presionar allí se abre la cámara del celular y debes escanear aquí mismo este código QR:

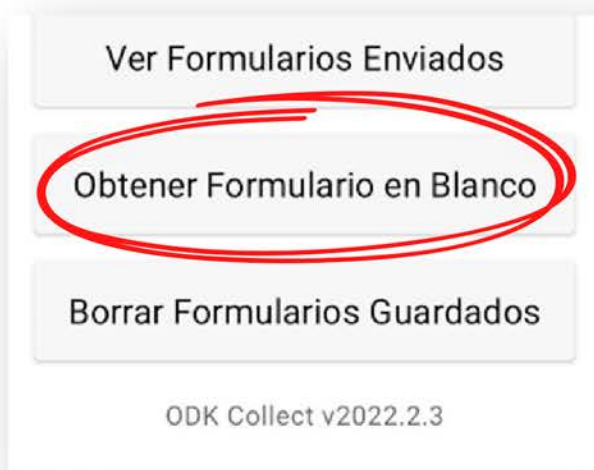


Si no puedes escanear el código QR debes ingresar los datos manualmente y pulsar después en **Agregar**:

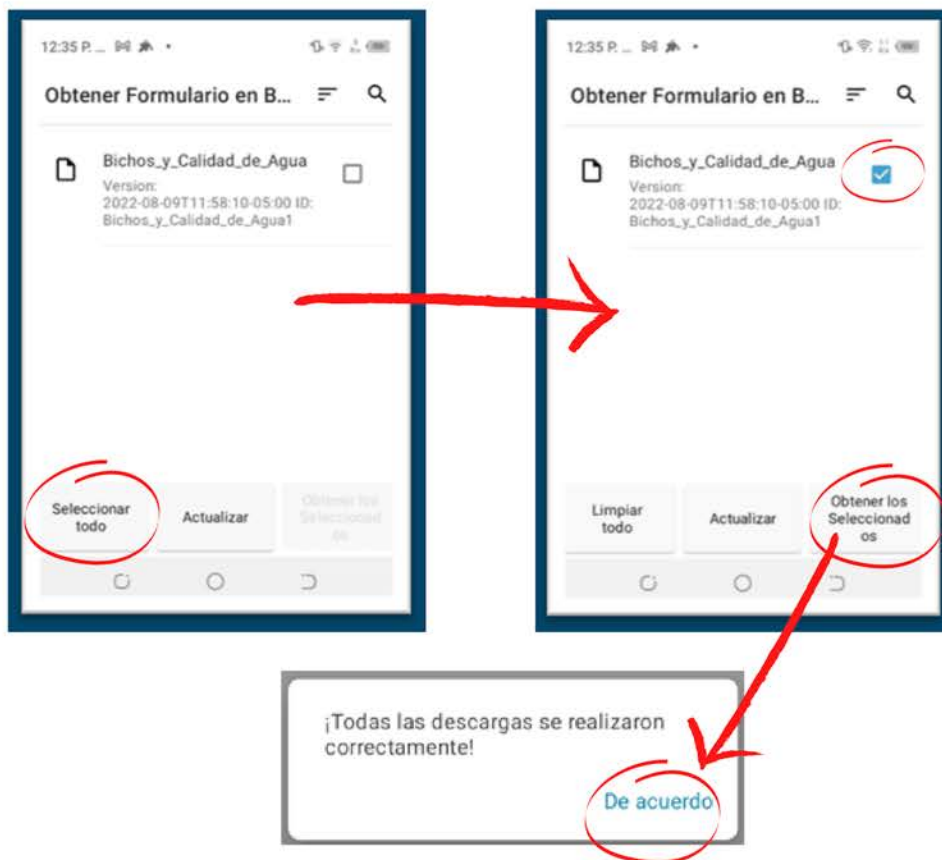




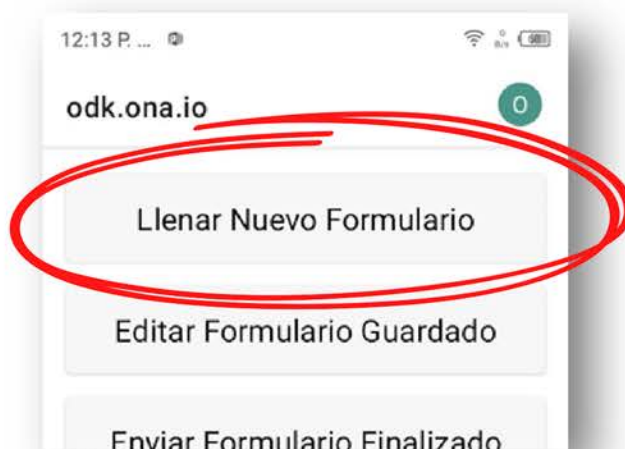
Allí, solamente la primera vez debes escoger la opción **Obtener Formulario en Blanco** en Blanco:



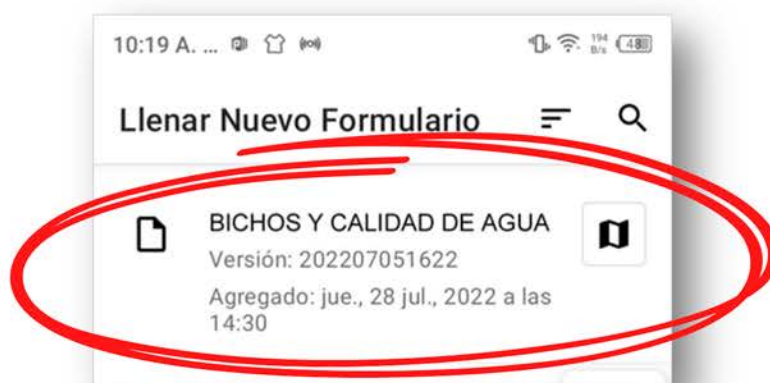
Allí irás a una nueva pantalla donde deberás **Seleccionar todo** y luego **Obtener los seleccionados** y finalmente presionar **De acuerdo**:



Ahora ya puedes usar la aplicación para ingresar los datos de tu muestreo. Cada vez que hagas un muestreo debes escoger la siguiente opción:



y de allí seleccionas el formulario:



Al ingresar, lo primero que verás será este mensaje de bienvenida:

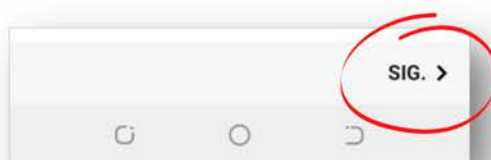
El Proyecto de ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA CON MACROINVERTEBRADOS te da la bienvenida. Aquí puedes ingresar los datos luego de haber hecho el muestreo e identificación de los macroinvertebrados presentes en el agua. La información se guardará automáticamente en una base de datos y servirá para saber cómo esta este recurso a lo largo del tiempo.

¡Gracias por ser parte de esta iniciativa de CIENCIA CIUDADANA!

Al hacer clic en **SIG. >** entrarás a una serie de preguntas. **En cada formulario deberás llenar TODA la información que se te pide**, pues si no lo haces no podrás guardar el formulario. Si no has contestado una pregunta, aparecerá esta pantalla y deberás contestar **De acuerdo**:

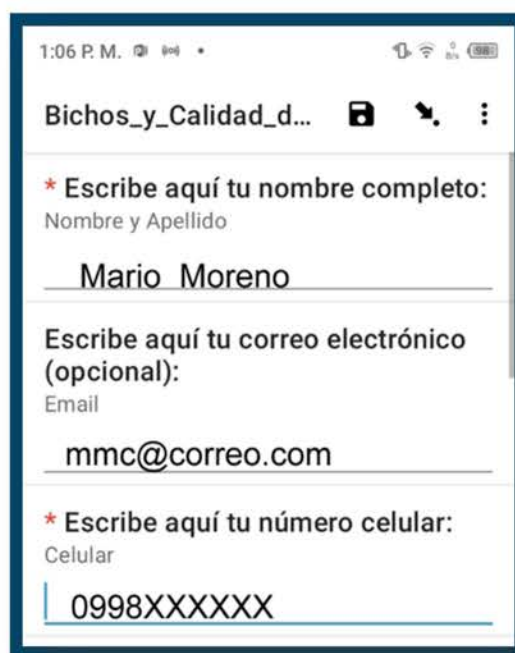


Cada vez que termines de llenar lo que te preguntan en cada pantalla deberás seguir a la próxima presionando en **SIG. >** en la parte baja a la derecha o deslizando la pantalla hacia la izquierda.



También podrás regresar a las pantallas anteriores presionando **< RETROCEDER**.

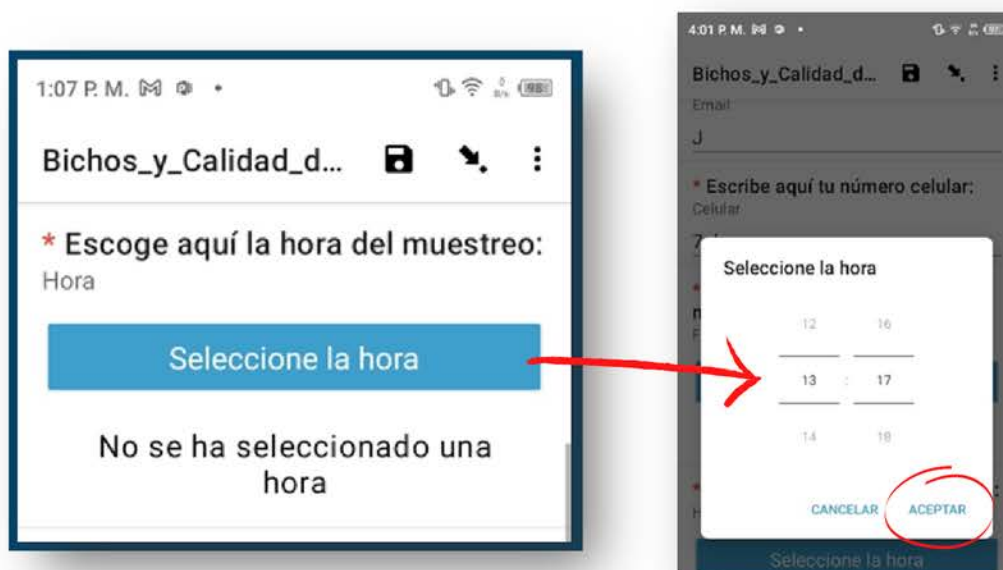
Las primeras preguntas son datos personales, como en el siguiente ejemplo:



Debes luego escoger la **fecha** y **hora** del calendario y el reloj que te da la aplicación misma, en las opciones **Seleccione la fecha** y **Seleccione la hora**:



Para indicar la hora debes hacer lo mismo en la siguiente pantalla:



A continuación, la aplicación encontrará la ubicación exacta del sitio donde haces el muestreo. Esto se hace automáticamente gracias a que tu celular se conecta con los satélites que están dando vueltas alrededor del planeta. La aplicación encuentra las coordenadas de tu sitio.

Como verás, el celular se demora un poco en encontrar la localización con suficiente precisión, es decir, con menos de 5 metros de error. Cuando lo haga, deberás guardar el resultado. Así se ven las pantallas:



La latitud y la longitud que te da el celular son las coordenadas que nos indican la situación precisa de un sitio en el planeta. La altitud es la cantidad de metros desde el nivel del mar a los que se encuentra nuestro sitio. Y la precisión es una medida que nos indica la exactitud de la medición que hacen los satélites.

Ahora toca subir los datos específicos del sitio donde estamos, incluyendo los ambientes o hábitats en los que pudimos hacer el muestreo (en el siguiente ejemplo no se pudo encontrar un ambiente con rápidos):

\* Escribe aquí el nombre completo de tu comunidad, escuela, colegio, etc.:

Lugar

Comunidad Río Verde, Ayora

---

\* Escribe aquí el nombre completo de la quebrada, río u otro cuerpo de agua:

Cuerpo de agua

Quebrada Honda

---

\* Indica aquí los hábitats donde hiciste el muestreo (señala todos los que apliquen):

Tipos de hábitats

Normal (corriente)

Rápidos

Estancada

A continuación, debes tomar o escoger de tu galería dos fotos de donde has hecho el muestreo. Te recomendamos que una sea del paisaje en general y otra del sitio específico donde hiciste el muestreo.

La pantalla para tomar o escoger las fotos se ve así:



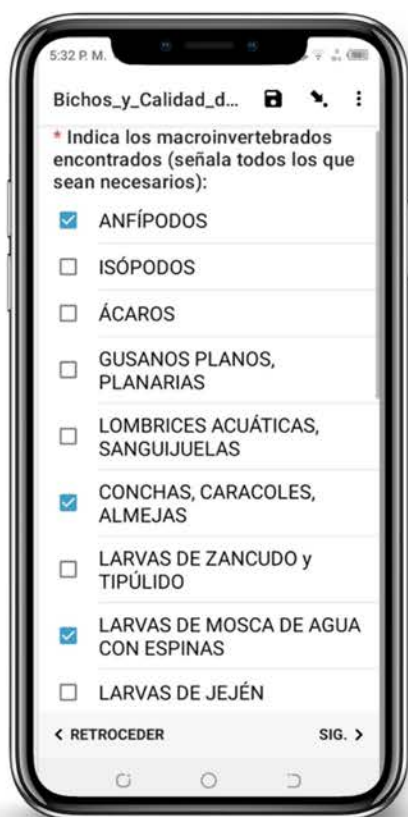
Debes hacerlo otra vez con una segunda foto. Y a continuación debes hacer lo mismo, pero con dos fotos de lo que encontraste en el muestreo. Si puedes tomar fotos de lo que viste en el microscopio o con la lupa donde se vean los bichos, mucho mejor. Si no, puedes tomar fotos de lo que recogiste en las redes.



Si es que has contestado todas las preguntas y cargado todas las fotos, en la siguiente pantalla ya puedes indicar qué bichos encontraste en tu muestreo.

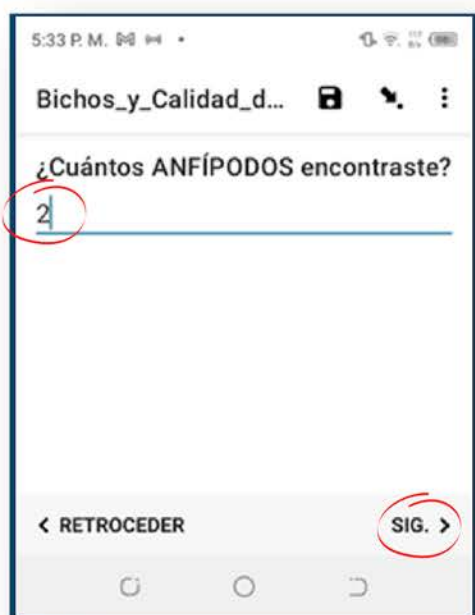
La pantalla presenta la lista de los bichos igual a la que usaste en la clave y en la hoja de registro. En el caso de que hayas encontrado un bicho de cada tipo (en uno o varios ambientes), debes señalar en la casilla correspondiente.

En la misma pantalla debes avanzar hasta haber revisado la lista completa. La primera parte de la pantalla se ve así. En este caso hemos señalado dos bichos encontrados, pero en cada ocasión será diferente:



Desliza en la pantalla del celular hacia abajo para ver la lista completa de los tipos de bichos y marca todos los que has encontrado.

Después de haber marcado todos los bichos encontrados, en la próxima pantalla ingresas el número de bichos encontrados. La aplicación solo te preguntará para los bichos que marcaste. Después de indicar el número de bichos pulsa **SIG.** Así se ve la pantalla:



Cuando hayas ingresado el número del último bicho de la lista de encontrados se presentará automáticamente una pantalla donde se encuentran la suma para el índice y el correspondiente resultado de la calidad del agua de tu muestra. El color de la letra está de acuerdo con la tabla presentada antes (en este caso ANARANJADO). En este ejemplo, el resultado es este:

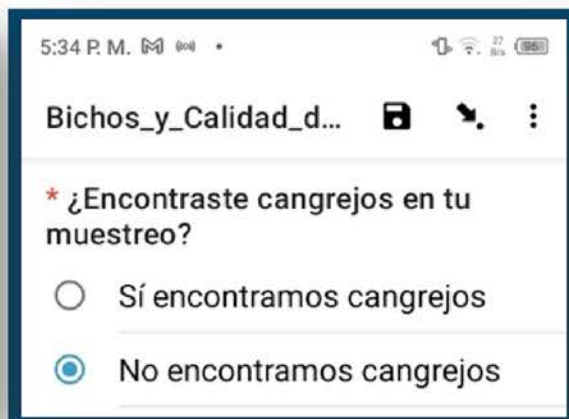
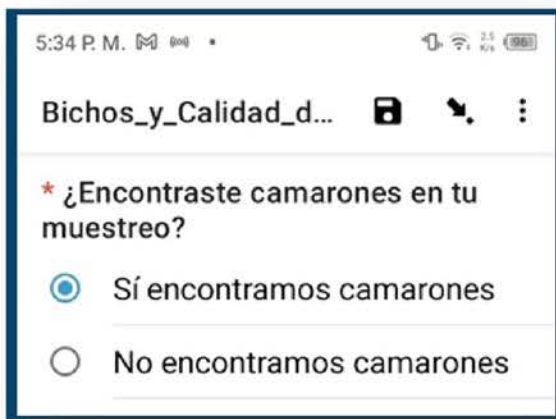


Esta es la suma que da el índice de calidad de agua según los bichos encontrados.

Esta es la calidad de nuestra agua de acuerdo con el índice.

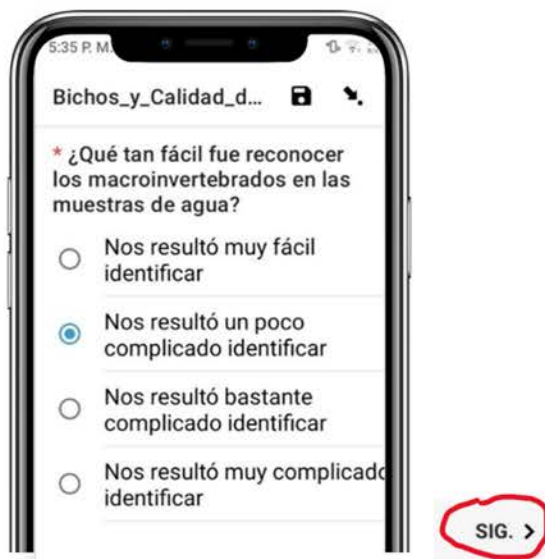
Nota que el color corresponde al semáforo que viste antes.

El último dato que necesitamos es el de si encontraste o no camarones y camarones. Las pantallas se ven así. En nuestro ejemplo sí encontramos camarones, pero no encontramos cangrejos:





Antes de terminar y guardar el formulario, por favor contesta una pregunta acerca de la dificultad de responder las preguntas. Eso nos ayudará a ver si necesitamos hacer cambios:



Con esto hemos terminado de subir los datos en la aplicación. Lo que queda por hacer es guardar lo que hemos hecho.

En la pantalla, que se ve así, solo debes pulsar en **Guardar el Formulario y Salir:**



Ahora regresas al menú principal. Allí podrás todavía editar, o sea cambiar el formulario que acabas de guardar, o borrarlo. Cuando estés seguro de que tu formulario esta listo debes enviarlo.



**Si quieres llenar un nuevo muestreo.**

**Si quieres corregir o revisar un formulario antes de enviarlo.**

**Si quieres subir un formulario listo.**

**Si quieres ver los formularios subidos.**

**Si quieres borrar formularios (por ejemplo, los de práctica).**

Como ves, podrás subir de una sola vez varios formularios o uno solo. El número entre paréntesis te indica los formularios que están listos para subirse al Internet.



En resumen, los tres pasos generales que debes seguir para completar el proceso en tu celular son estos:



**No te olvides de enviar los formularios**

Puedes practicar antes de usar la aplicación en el campo.

Una buena manera de familiarizarte con el uso de esta aplicación es llenar unos formularios de prueba, pero debes asegurarte de borrarlos y no enviarlos.



# 7. ¿Cómo revisamos los datos que hemos subido al Internet?

Ya que tus formularios llenos están en el Internet, puedes revisarlos y ver cómo van cambiando los datos de nuestra calidad del agua.

Para ello debes estar en un navegador de Internet como Chrome o Edge, y allí debes visitar la página:

**<https://www.ona.io/login>**

Estas páginas están en inglés, pero no es difícil utilizarlas si no hablas ese idioma.

La pantalla inicial se ve así. Debes ingresar estos datos para usuario y palabra clave:



Sign in to Ona

Username or Email

Password

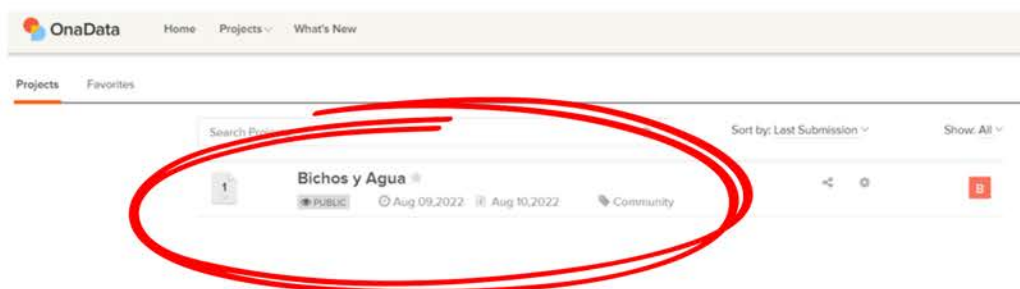
Sign In

Forgot your password?

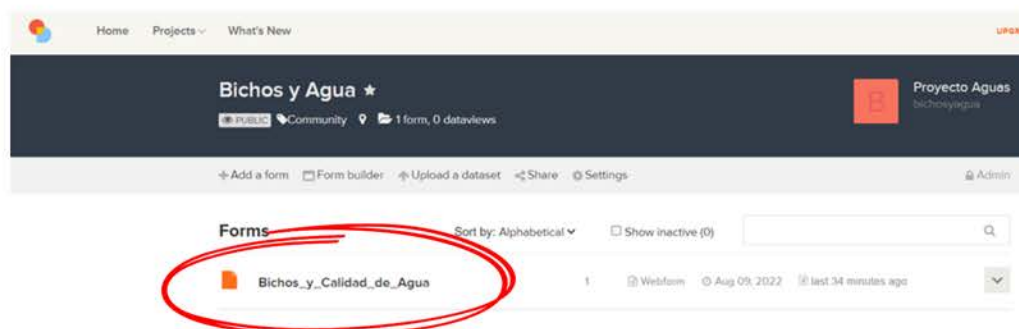
aguaybichos@gmail.com

1234Abcd

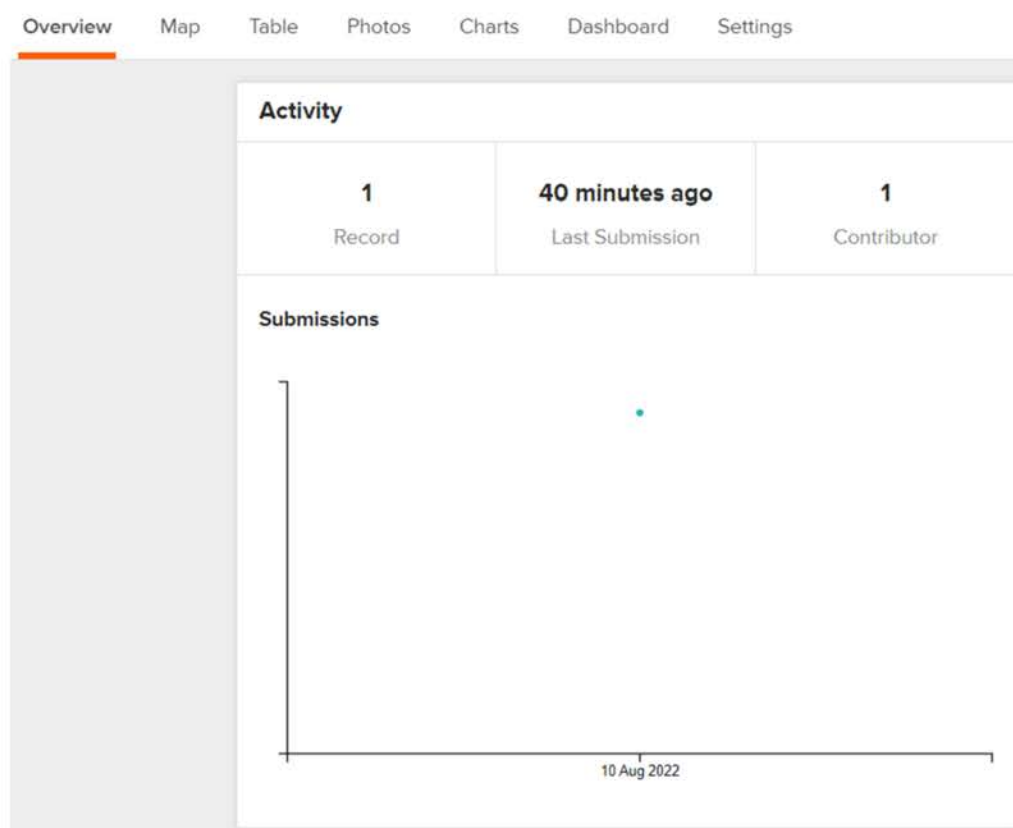
Ahí escoges el proyecto **Bichos y Agua**:



Ahí escoges el formulario **Bichos\_y\_Calidad\_de\_Agua**:



En el formulario seleccionado podrás ver cuántos formularios cargados hay (Record), hace cuantos días se subió el último formulario (Last Submission) y cuántas personas han contribuido con datos (Contributor). La pantalla se ve así:



En el gráfico se ven los formularios llenados a lo largo del tiempo. En este ejemplo solo hay uno llenado el 10 de agosto de 2022, pero si se han llenado varios se verán en el gráfico con las fechas correspondientes.

Para ver los datos como una tabla debes hacer clic en **Table** y obtendrás la siguiente pantalla:



ID	Submission time	Escribe aquí tu nombre comp	Escribe aquí tu correo electró	Escribe aquí tu número celul	Escoge aquí la fecha del mue	Escoge aquí la hora del mues	Obrén aquí la ubicación
number	datetime	string	string	string	datetime	datetime	geolocat
107764941	Aug 10, 2022	Mario Moreno	null	0998365XXX	Aug 10, 2022	13:00:00.000-05:00	0.0000010.0000012800

Para descargar los datos en tu computadora, debes volver a **Overview** y hacer clic en **Prepare Data Export**:



**Activity**

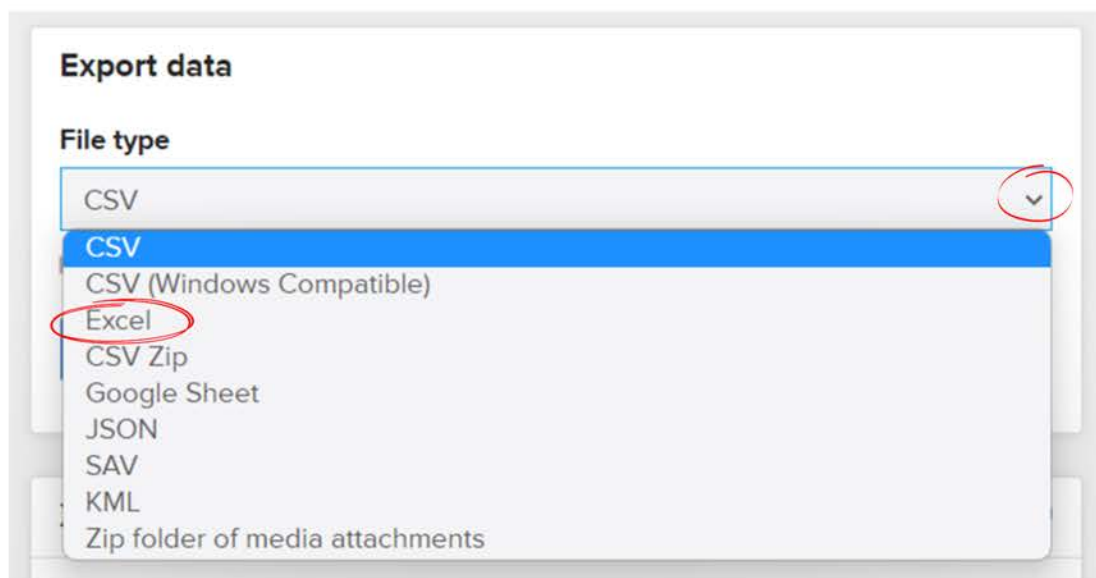
1	20 hours ago	1
Record	Last Submission	Contributor

**Data Exports**

NO DATA EXPORTS

Prepare Data Export

Ahora haz clic en  para desplegar los tipos de formatos en los que se pueden descargar los datos:

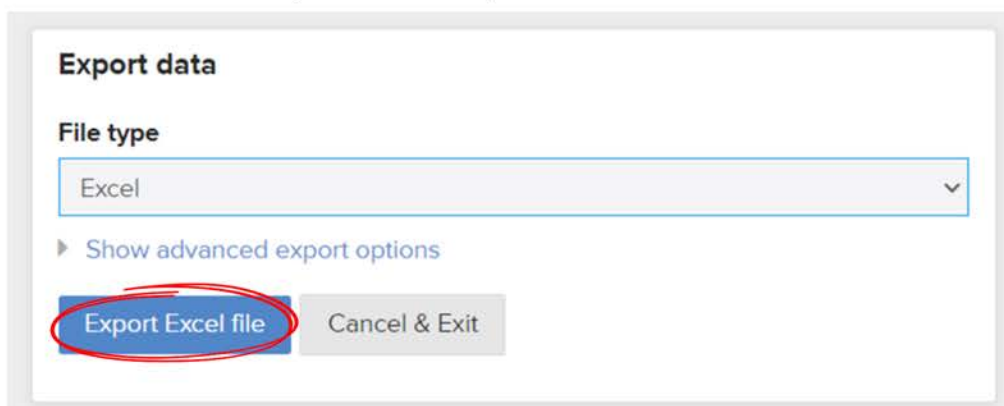


**Export data**

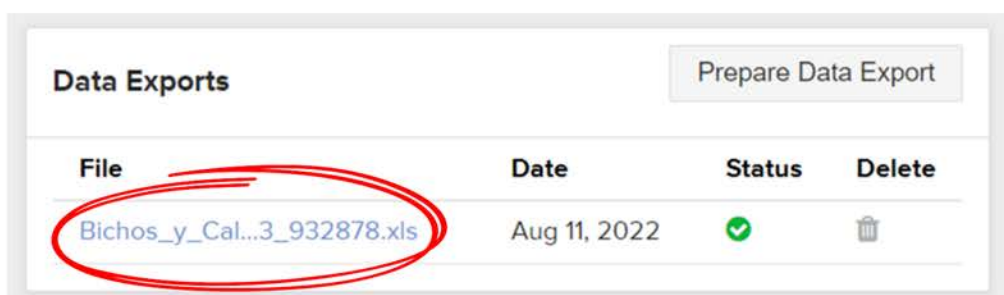
**File type**

- CSV
- CSV
- CSV (Windows Compatible)
- Excel
- CSV Zip
- Google Sheet
- JSON
- SAV
- KML
- Zip folder of media attachments

Escoge el formato Excel y verás esta pantalla:



Haz clic en **Export Excel file** y verás esta pantalla:



Al hacer clic en el archivo generado podrás guardarlo en tus archivos y abrirlo en el programa Excel, donde verás lo siguiente:



Si no puedes acceder a estos datos en el Internet, recuerda que tienes las hojas de registro en papel y que puedes guardarlas de modo que te sirvan para ir viendo cómo cambia la calidad del agua en tu sitio de muestreo.

Si eres parte de un grupo como una comunidad, escuela, institución o lo que sea, una buena idea es que una persona se encargue de subir los datos desde su teléfono cada vez que se haga un muestreo. Esta persona puede ser la que mejor maneje la tecnología o alguien que sea líder o dirigente, pero cada grupo deberá resolver este tipo de asuntos de acuerdo con su realidad.



## 8. Hoja de registro

En la próxima página encontrarás una hoja de registro vacía que puedes usar para cada uno de los muestreos.

La suma de los valores se va haciendo en la columna SUMA PARCIAL. Debes sumar allí el valor del bicho encontrado más la suma anterior. Por ejemplo, si el primer bicho encontrado tiene un valor de 4, en esa columna escribes 4. Si el segundo bicho encontrado tiene un valor de 5, entonces en la columna de SUMA PARCIAL pones 9, porque 9 es la suma de 4 y 5. Si luego viene un bicho con valor 7, la suma parcial será 9 más 7, es decir 16. Al final tendrás la suma total que sirve para calcular el índice de calidad de agua. FÍJATE EN EL EJEMPLO DE LA PÁGINA 28.

Te recomendamos sacar varias fotocopias de esta página para que las tengas listas cuando vayas a hacer el monitoreo.

La información que registres te servirá para llenar los datos en la aplicación y también para tener un archivo en papel de tus análisis.





# HOJA DE REGISTRO

## MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA USANDO MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Nombre de la persona que llena el formulario: \_\_\_\_\_

Nombre del sitio: \_\_\_\_\_

Nombre del cuerpo de agua: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_

TIPO DE BICHO	PRESENTE	CALIFICACIÓN (ver la clave)	SUMA PARCIAL	CANTIDAD DE BICHOS
Anfípodos		7		
Isópodos		7		
Ácaros		4		
Gusanos planos, planarias		4		
Lombrices acuáticas, sanguijuelas		7		
Conchas, caracoles, almejas		4		
Larvas de zancudo y tipúlido		4		
Larvas de mosca de agua con espinas		10		
Larvas de jején		5		
Larvas de zancudo ciego		2		
Larvas de tricóptero		8		
Larvas de mosca de Céciz		8		
Larvas de perro de agua		6		
Larvas de mosca de pesca		6		
Orugas acuáticas		8		
Larvas de escarabajo		5		
Larvas de mosca de la piedra		10		
Larvas de mosca de mayo		8		
Larvas de caballito del diablo		7		
Larvas de libélula		6		
Escarabajos adultos		5		
Chinches acuáticas		8		

¿Había cangrejos? Sí\_\_ (¿Cuántos? \_\_) No\_\_

¿Había camarones? Sí\_\_ (¿Cuántos? \_\_) No\_\_

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA CALCULADO (SUMA): \_\_\_\_\_

CALIDAD DEL AGUA SEGÚN EL VALOR DEL ÍNDICE:

---



WAGENINGEN UR

wur.nl



ikiam.edu.ec



Alumnos y alumnas del Colegio Nelson Torres de Cayambe y personal del proyecto en el muestreo de macroinvertebrados acuáticos en el río Blanco.