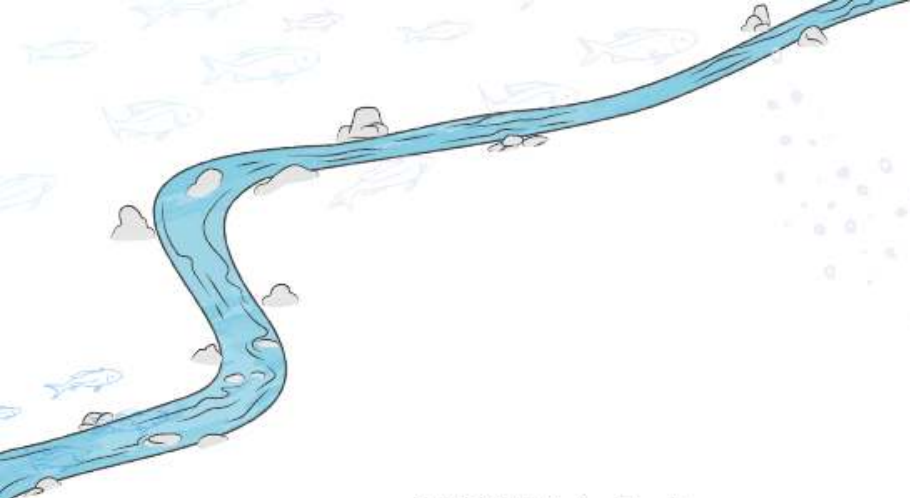




CARTILLA # 5

FUTURO SOSTENIBLE

MÉTODOS PARA ESTUDIAR EL AGUA



FUTURO SOSTENIBLE

Investigación y acción para un
arroz responsable con el agua

Fortalecimiento de los sistemas de información de la calidad y valoración de los servicios ambientales del agua con el fin de contribuir con el desarrollo sostenible del sector Agroindustrial del Departamento del Casanare. Yopal Nunchía BPIN 2020000100435.

Futuro Sostenible, investigación y acción para un arroz responsable con el agua, es un proyecto desarrollado por la Fundación Universitaria de San Gil (UNISANGIL), la Universidad de los Llanos y "ABC Colombia, somos territorio" con recursos de la asignación de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) del Sistema General de Regalías (SGR) que busca fortalecer los sistemas de monitoreo ambiental y valoración de los servicios ambientales del agua en áreas de producción agroindustrial del departamento del Casanare.



AUTORES

Beatriz Helena Ramírez Correal
Danitza Liseth Gutiérrez Arias
Ivonne Catherine Calderón Delgado
Lina María Cerón A.
Yeiny Liseth Sierra umanaña
Jessica Cárdenas Camacho
Yeni Tatiana Molina Moreno
Brayan Stiven Zamora Córdoba
Jessica Yirnaldy Rodríguez Jiménez
Jhon Derly Sarria Ospina
Mónica Viviana Mesa Torres
Natalia Andrea Roa López

EQUIPO TÉCNICO DE APOYO

Wilson Corredor Santamaría
Yohana M. Velasco Santamaría
Liliana Ibeth Pérez Pérez
Leidy Diana Ardila Leal

EDICIÓN

Gabriela Lucía Rodríguez Zabala
Natalia Andrea Roa López

DIAGRAMACIÓN

Natalia Andrea Roa López

CONTENIDO

Protocolo básico para estudiar el agua	2
Calidad del Agua: Procedimientos para su Evaluación y Monitoreo	5
Métodos de campo para la evaluación del efecto de agroquímicos en organismos acuáticos	8
Resultados preliminares y cómo interpretarlos	14
Estrategia de comunicación	16
Reflexión y diálogo	19

MÁRCALA CON TUS DATOS

NOMBRE

CARGO/ ROL

MUNICIPIO

VEREDA

Si requieres más información envíanos un correo a proyecto435.sgryopal@unisangil.edu.co

PROTOCOLO BÁSICO PARA ESTUDIAR EL AGUA

Los análisis de agua son fundamentales para garantizar su calidad y seguridad, evaluando diversos parámetros físicos, químicos y biológicos tales como:

- **Temperatura:** Asegura condiciones adecuadas para la vida acuática.
- **Conductividad:** es la capacidad de un material, como el agua, para conducir electricidad, dependiendo de la cantidad de sales y minerales disueltos en él.
- **pH:** Evalúa si el agua es ácida o básica. El pH puede incrementar o disminuir la toxicidad de algunas sustancias y afectar los tejidos de la vida acuática.
- **Oxígeno disuelto (OD):** Mide la cantidad de oxígeno disponible para organismos acuáticos. Un valor bajo puede estar relacionado con contaminación con materia orgánica.
- **Color y turbiedad:** Señalan partículas suspendidas y materia orgánica.
- **Sólidos suspendidos, volátiles, sedimentables o disueltos:** Revelan sedimentos, materia orgánica y sales disueltas.
- **Demanda química y biológica de oxígeno (DQO, DBO5):** Cuantifican la materia orgánica, señalando contaminación por desechos.
- **Carbono orgánico total (COT):** Indica compuestos orgánicos.
- **Fenoles:** Detectan contaminación industrial química.
- **Nitrógeno y fósforo (en diversas formas):** Identifican contaminación de origen agrícola, industrial y animal.
- **Otros parámetros químicos:** Cloruros, acidez, alcalinidad, dureza, sulfatos, calcio, hierro y manganeso evalúan la química del agua y posibles contaminantes.
- **Coliformes fecales y E. coli:** Detectan contaminación biológica por desechos fecales.
- **Agroquímicos:** Indica si hay residuos de agroquímicos en el agua y sedimentos, y en qué cantidades están presentes



PH



TURBIEDAD Y
COLOR



TEMPERATURA



OXÍGENO DISUELTO



CONDUCTIVIDAD
ELÉCTRICA

La medición de estos parámetros se puede realizar de diferentes maneras:

MEDICIÓN EN EL LUGAR (*IN SITU*):

Los parámetros como temperatura, conductividad, pH, oxígeno disuelto y turbiedad se miden directamente en el lugar usando dos equipos: un multiparámetro y un fotómetro. El multiparámetro es un dispositivo portátil que, mediante un sensor, puede medir varios de estos parámetros a la vez. El fotómetro, por otro lado, mide la cantidad de luz que una muestra líquida absorbe o deja pasar, lo que ayuda a determinar la concentración de ciertas compuestos en el agua.



RECOLECCIÓN DE MUESTRAS PARA LABORATORIO:

- **Parámetros microbiológicos:** Se utiliza una bolsa especial que se sumerge y se llena hasta el 90% sin exponerla al aire exterior, cerrándola herméticamente y refrigerando de inmediato.
- **Parámetros fisicoquímicos:** Se utilizan frascos limpios, sumergiéndolos bajo la superficie del agua y evitando que toquen el fondo o las orillas para que la muestra sea representativa del agua que se va a analizar.

- **Pesticidas:**

Agua: Se toma una muestra puntual a una profundidad de 20 a 50 cm, utilizando una botella de vidrio ámbar. La botella se sumerge tapada boca abajo, se destapa bajo el agua y se llena completamente, manteniéndola refrigerada.

Sedimentos: En los puntos de monitoreo, se identifica la zona del río con mayor acumulación de sedimentos finos. Con una draga de muestreo, se recolectan 300 gramos de sedimento, que se almacenan en un recipiente de vidrio o bolsa hermética y se refrigeran.

Las muestras se refrigeran porque así se evita que microorganismos o posibles reacciones químicas puedan cambiar las propiedades del agua, durante el transporte y almacenamiento de las muestras antes de su análisis.

En el laboratorio, las muestras de agua se analizan utilizando métodos y equipos específicos según el parámetro a evaluar:

- **Sólidos:** Las muestras se filtran, secan y pesan para determinar la concentración de partículas suspendidas y disueltas.
- **Análisis químicos:** Parámetros como la demanda de oxígeno y los nutrientes se miden mediante reacciones químicas y equipos especializados, que detectan cambios en color, turbiedad o emisiones de gases.
- **Microorganismos:** Las muestras se filtran e incuban en medios selectivos para cuantificar colonias bacterianas, permitiendo identificar contaminantes biológicos.

Para realizar estas cada una de las pruebas y análisis, se necesitan equipos especializados y personal capacitado. Cada prueba aporta información clave para detectar y controlar contaminantes que podrían afectar los ecosistemas y la salud humana.





CALIDAD DEL AGUA: PROCEDIMIENTOS PARA SU EVALUACIÓN Y MONITOREO

Además de los análisis fisicoquímicos, es importante realizar otros procedimientos con el fin de evaluar y monitorear la calidad del agua de una manera adecuada y eficiente.

AFORO DE CAUDAL

El aforo de caudal es el proceso para medir la cantidad de agua que fluye en un río durante un tiempo determinado. Existen diferentes métodos para medir el caudal, y la elección del más adecuado depende de las condiciones específicas del río, como su profundidad, velocidad del agua y características del lecho. El método más común es el de área-velocidad, que divide el río en secciones para calcular el caudal mediante la profundidad, velocidad del agua y área promedio. El caudal total resulta de sumar las secciones. También se usan molinetes hidráulicos, sensores acústicos Doppler (ADCP), vertederos y aforadores.

En nuestro caso, se utiliza un medidor acústico (ADCP), que emplea ondas sonoras para medir la velocidad del agua y la profundidad en un río (1). Este equipo envía pulsos de sonido hacia el fondo del río y analiza el cambio en las ondas de sonido cuando rebotan en el agua (efecto Doppler), para determinar la velocidad del agua y medir la profundidad. El uso del ADCP se divide en tres etapas:



- **Acondicionamiento del punto de aforo:** Preparación del tramo del río donde se realizarán las mediciones.
- **Alistamiento y calibración del equipo ADCP:** Configuración del ADCP para garantizar mediciones precisas.
- **Mediciones de caudal:** Recolección de datos en el tramo seleccionado, moviendo el equipo a lo largo del cauce para obtener las velocidades y áreas requeridas para calcular el caudal total. Esto garantiza resultados confiables y adaptados a las condiciones del río.

Conocer el caudal proporciona datos precisos sobre la disponibilidad de agua para consumo humano, agricultura, industria y energía hidroeléctrica. También es esencial para el diseño y mantenimiento de infraestructuras hidráulicas como presas y sistemas de riego, y para monitorear inundaciones, permitiendo tomar medidas preventivas. Además, contribuye a evaluar la salud del ecosistema del río, garantizando suficiente agua para mantener la biodiversidad.



ESTACIONES METEOROLÓGICAS

El monitoreo de las variables meteorológicas se realiza utilizando estaciones meteorológicas automáticas (EMA), que registran de manera continua parámetros como precipitación, temperatura, dirección y velocidad del viento, humedad relativa, índice UV y radiación solar (2). La precipitación se mide a través de un recolector de lluvia autovaciable, que registra la cantidad de lluvia en incrementos de 0,2 mm. Los parámetros de temperatura, humedad relativa, radiación solar e índice UV se determinan mediante sensores integrados en la estación. Para medir la dirección y velocidad del viento, la EMA está equipada con un anemómetro que incluye una veleta y copas de viento.

En la zona de estudio (Río Tocaría), se instalaron dos estaciones meteorológicas: una en la zona media en la vereda Taladro, y la otra en la zona final en la vereda San Nicolás. Los datos recolectados se almacenan en la unidad de los Data Loggers WeatherLink y son descargados y recopilados mensualmente en un equipo de cómputo.



ESTE ES EL MAPA DE LAS ESTACIONES



¡ESTA ES UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA!

El uso de las estaciones meteorológicas es esencial para contextualizar y complementar los datos obtenidos en el río, permitiendo correlacionar las variables climáticas con las condiciones hidrológicas. Esto facilita la identificación de patrones y una mejor comprensión de la relación entre el clima y el comportamiento del río, clave para evaluar la influencia de factores como la lluvia y la temperatura en los caudales, niveles de agua y calidad hídrica. Así, se mejora la interpretación de datos y la planificación en la gestión del recurso hídrico.

EJERCICIO

Responde las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se relaciona el aforo de caudal con la calidad del agua?

- ¿Cuál es la importancia de usar estaciones meteorológicas?

- ¿Qué aspectos del río, deben tenerse en cuenta a la hora de seleccionar los puntos de muestreo donde se evalúa la calidad del agua?

- ¿Qué dificultades considera que pueden enfrentar los investigadores a la hora de realizar los monitoreos de calidad del agua?

MÉTODOS DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE AGROQUÍMICOS EN ORGANISMOS ACUÁTICOS

Para comprender el efecto que tienen los agroquímicos y otras sustancias químicas sobre la vida acuática, es importante conocer los conceptos biomarcador y bioindicador:

Biomarcador

Es una señal que podemos encontrar en los organismos (como animales, plantas, microorganismos o incluso nosotros), que nos permite determinar si algo está afectando su salud (3). Por ejemplo, en los animales podemos, a partir de su sangre o de sus células, definir si hay señales que indiquen cambios, de esta forma se puede comparar un ambiente que está contaminado con uno que no lo esté (4).

Bioindicadores

Son seres vivos (plantas, animales o microorganismos) que nos ayudan a conocer el estado de salud del medio en el que viven. Estos organismos pueden cambiar su apariencia y comportamiento al reaccionar a los cambios de su entorno, debido a su alta sensibilidad y baja resistencia a la contaminación, de manera que pueden llegar a acumular los contaminantes "bioacumulación" (4). Todo esto nos permite saber si un lugar está contaminado o si hay algo que lo esté dañando. Son "detectives" naturales que nos permiten ver los problemas ambientales antes de que sean graves.

En los ecosistemas acuáticos, los principales bioindicadores incluyen diversos organismos que responden de manera sensible a los cambios en la calidad del agua. Dos de los más comunes son:



- Peces: Algunas especies de peces, son sensibles a cambios en su hábitat, variaciones en la temperatura, oxígeno disuelto y/o contaminantes químicos. Cambios en su comportamiento, población y salud pueden reflejar alteraciones en el ecosistema acuático (5).
- Anfibios: Los anfibios, como las ranas, tienen una piel permeable muy sensible a la calidad del agua. Además, su ciclo de vida acuático y terrestre, los expone a contaminantes en ambos medios (6).

PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LOS EFECTOS DE AGROQUÍMICOS EN PECES Y RANAS.

Para evaluar los efectos de los agroquímicos en la vida acuática, se determinó como área de estudio cuerpos de agua aledaños a zonas de cultivo de arroz, como lagunas y canales de riego, además de sitios un poco más alejados del cultivo como madrevejas. En el caso de los peces, se seleccionó como especie bioindicadora a la guabina (*Hoplias malabaricus*), una especie local de hábitos carnívoros, y, en el caso de los anfibios, se capturaron ranas del género *Leptodactylus*.

Una vez capturados los individuos, se siguen protocolos estandarizados que permiten obtener la mayor cantidad de información posible del organismo colectado. A continuación, se describe el paso a paso de este procedimiento aplicado a una guabina:



- Los peces son anestesiados para que cualquier dolor potencial sea reducido, por lo tanto, llevamos a cabo procesos éticos y de bioseguridad. Luego, se retira el mucus de la superficie dérmica, se recoge en un frasco y se almacena en nitrógeno líquido para su posterior procesamiento. Con esta muestra se caracterizará el perfil de proteínas del mucus epidérmico mediante técnicas de laboratorio, proporcionando información sobre la funcionalidad de este mucus. Además, se realizará caracterización de la microbiota del mucus para conocer su relación con la salud del pez y el entorno en el que vive.

- Posteriormente se registra el peso y las medidas del individuo.
- Luego se realiza un extendido sanguíneo en donde se extrae sangre por medio de punción directa en la vena caudal. En una lámina portaobjetos se coloca una gota de sangre y con ayuda de una lámina de vidrio extendemos la sangre, para después colorearla con reactivo de Wright que permite visualizar todas las células, entre estas los eritrocitos (7).



- Para la necropsia, se coloca al individuo sobre su costado derecho y se realiza un corte medular para insensibilizarlo. Con un bisturí esterilizado, se realiza una incisión en el abdomen, sin perforar el sistema digestivo, creando una ventana abdominal para exponer los órganos internos. Uno por uno se van retirando los órganos de interés (hígado, branquias, gónadas, bilis, cerebro, riñón craneal, filete), se observan para identificar lesiones externas, y se pesan para calcular índices que nos permiten conocer el estado del animal.



- Dependiendo del análisis que se quiere realizar, los tejidos seleccionados son almacenados adecuadamente para su posterior procesamiento. Por ejemplo, para análisis moleculares destinados a evidenciar alteraciones en la expresión génica, se almacena tejido, como el hígado, en pequeños tubos conservados en nitrógeno líquido. De manera similar, para análisis bioquímicos, se colectan muestras de hígado, branquias y cerebro, utilizando una mayor cantidad de tejido, que también se conserva en nitrógeno líquido.
- Para análisis histológicos, las muestras de hígado, branquias, gonadas, piel y riñón craneal, son fijadas en una solución de formalina para su conservación, y se envían a laboratorios especializados para la elaboración de una lámina histológica.



- En el laboratorio, se sumerge el órgano en parafina para crear un pequeño bloque que es cortado a un grosor menor a 1 milímetro, aproximadamente 2 micras (para hacerse una idea, es el tamaño de algunas bacterias o la espora de un hongo). Estos cortes los denominamos cortes histológicos y permiten ver el tejido de forma plana para identificar posibles cambios en su estructura.
- Finalmente, se retira y almacena el filete de los peces para evidenciar bioacumulación.



- Este paso a paso también es realizado a las ranas colectadas, con algunas variaciones de acuerdo a la anatomía de estos organismos y los análisis respectivos.





Lo anterior, permite detectar los efectos de sustancias contaminantes como los agroquímicos en la vida acuática, y también sirve como herramienta para evaluar la salud de los cuerpos de agua, al identificar señales o alertas tempranas que ayudan a prevenir y mitigar los efectos de los contaminantes.

EJERCICIO

Responde las siguientes preguntas:

- o ¿Qué factores considera que pueden afectar la calidad de los resultados obtenidos?

- o ¿Cuáles cree que pueden ser las dificultades de realizar este tipo de procedimientos en campo?

- o ¿Por qué no se hace este estudio en humanos?

- o ¿Considera que los resultados que se obtendrán en este estudio impactan en su comunidad?

RESULTADOS PRELIMINARES Y CÓMO INTERPRETARLOS

La interpretación de resultados preliminares es fundamental para obtener una visión inicial de la calidad del agua y los posibles efectos ecotoxicológicos, así como para evaluar la eficiencia de los métodos aplicados y realizar los ajustes necesarios. Este enfoque, permite optimizar el proceso de monitoreo, asegurando que los resultados finales sean más precisos y representativos, además de facilitar la toma de decisiones inmediatas en caso de identificar riesgos críticos. Sin embargo, es crucial entender que solo con los datos finales se puede lograr una perspectiva más completa y precisa de las variaciones temporales y espaciales.



A continuación, se presentan los resultados preliminares de algunos parámetros evaluados en cinco puntos de muestreo correspondientes a distintos tipos de cuerpos de agua que podrían estar recibiendo residuos indirectos de agroquímicos empleados en cultivos de arroz.

Parámetro	Laguna	Canal	Madrevieja	Río Tocaría
Temperatura (°C)	29	29,4	27	23,4
pH	5,9	6,6	6,2	7
Oxígeno disuelto (mg/L)	1,3	5,2	3,7	6,5
Conductividad (μS/cm)	22	69,5	126,5	61,6
Sólidos totales disueltos (mg/L)	11	35	63	97
Amonio (mg/L)	0,1	0	0,2	4,2

Recuerda que en la bitácora anterior (Bitácora 2, Físico-química del agua) hablamos de cómo la variación de algunos parámetros puede afectar la composición del agua y la vida acuática. Teniendo en cuenta lo anterior, observa la tabla, compara los datos y responde las siguientes preguntas:



- ¿Cómo variaciones de temperatura pueden afectar la composición del agua y la vida acuática? y ¿Cuál considera que es la razón por la cual el Río Tocaría tiene una temperatura menor que los otros cuerpos de agua?



- Teniendo en cuenta que el rango de pH para agua potable es de 6,5 a 9 ¿Qué cuerpo de agua no se considera óptimo según el pH? En este caso, ¿este cuerpo de agua presenta un pH ácido o básico?



- Teniendo en cuenta que a mayor temperatura, hay mayor conductividad y menor oxígeno disuelto, ¿Qué se puede decir sobre los cuerpos de agua evaluados?



- Según la concentración de sólidos totales disueltos, ¿Qué cuerpo de agua podría enfrentar problemas en el proceso de fotosíntesis de las plantas acuáticas debido a un menor paso de luz?



- Una alta concentración de amonio puede estar asociada a contaminación por materia orgánica, por lo tanto ¿Cuál cuerpo de agua puede estar presentando este tipo de contaminación? ¿Qué implicaciones tiene esto para el consumo del agua y la vida acuática?

ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN

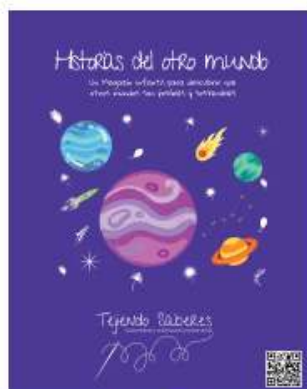
Chimamanda Ngozi Adichie (8) resalta cómo las narrativas dominantes pueden moldear nuestra percepción de las culturas y las identidades. Esta reflexión se conecta profundamente con el desarrollo de los territorios y el papel de la comunicación como herramienta de transformación social. Adichie advierte sobre el poder de contar historias desde múltiples perspectivas, subrayando que quien cuenta la historia define la narrativa, y por ende, la percepción del territorio. En este contexto, el desarrollo de una región no es solo cuestión de infraestructura o recursos, sino también de quién tiene la voz para narrar su experiencia y cómo esas historias construyen la identidad colectiva.



En Colombia, la comunicación popular ha sido un motor clave para el cambio social y el fortalecimiento de las comunidades. Alfonso Gumucio destaca que la comunicación no es neutra: puede perpetuar desigualdades o convertirse en un vehículo para la emancipación (9). La experiencia de *Radio Sutatenza* es un ejemplo emblemático: más allá de transmitir programas, esta radio fue una herramienta de educación y empoderamiento que transformó la vida de campesinos al conectarlos con conocimiento y saberes propios (10). En Belén de los Andaquíes, en el Caquetá, las emisoras comunitarias han permitido que las comunidades narren su historia en sus términos, resistiendo estigmas relacionados con el conflicto armado. Por su parte, la experiencia audiovisual en Montes de María ha resignificado las narrativas de esta región, poniendo en primer plano las voces de las víctimas del conflicto y sus luchas por la memoria y la reparación.

Estas experiencias revelan cómo la cantidad y diversidad de historias contadas de un territorio pueden influir en su desarrollo. Narrativas diversas no solo rompen estereotipos, sino que permiten la construcción de futuros más inclusivos. Sin embargo, es igualmente importante reflexionar sobre las historias que no se cuentan, aquellas invisibilizadas por intereses políticos o económicos, que dejan vacíos en nuestra comprensión del territorio y su gente. La comunicación, en este sentido, es tanto un campo de batalla como un espacio de reconciliación.

Desde ABC Colombia, la organización que lidera el objetivo de apropiación de conocimiento en Futuro Sostenible, se trabaja en la construcción de un universo narrativo y sonoro que amplifica las voces del territorio, promoviendo la conservación y visibilizando sus luchas. Proyectos como *Orinoco sin fin podcast* narran las relaciones entre las comunidades y su entorno, mientras *Historias del Futuro Podcast* se centra en un público infantil, fomentando la imaginación sobre mundos más sostenibles. Por su parte, *Relatos del Futuro Podcast* crea radionovelas que exploran la gobernanza territorial desde una perspectiva local, razón por la que se creará una cuarta radionovela inspirada en la experiencia de investigación y fomento de la apropiación de conocimiento de este proyecto: Futuro Sostenible.



Una radionovela es un formato narrativo de ficción auditiva que combina diálogos, efectos sonoros y música para contar historias de manera envolvente, frecuentemente con capítulos seriados. En Colombia, un referente emblemático es *Kaliman, el hombre increíble*, una radionovela que marcó la cultura popular a partir de los años 60. Este programa, que narraba aventuras llenas de misterio y acción, fue un fenómeno masivo y demostró el potencial de la radio para crear mundos imaginativos que conectaran emocionalmente con su audiencia. Aunque no era educativa, su impacto cultural evidenció el alcance de la radionovela como medio de comunicación y entretenimiento en diversos públicos.



En nuestro proyecto, la radionovela nos presentará un futuro en el que la comunidad enfrenta retos relacionados con la calidad del agua y la protección de sus habitantes. Desde una perspectiva informada y de gobernanza eficaz, la narrativa explorará alternativas sostenibles para manejar estos desafíos. La producción será participativa: expertos, estudiantes de las instituciones educativas El Pretexto (Nunchía) y El Taladro (Yopal), autoridades locales, investigadores universitarios y arroceros del sector serán invitados a grabar sus voces desde sus celulares, contribuyendo activamente al proyecto. El guion se inspirará en realidades locales y mostrará cómo la colaboración comunitaria y el conocimiento científico pueden integrarse para construir soluciones que benefician a todos, fortaleciendo la gobernanza y el bienestar colectivo desde una visión inclusiva y sostenible.

En general estas iniciativas son un ejemplo del poder de la comunicación para transformar territorios, partiendo de la forma como las comunidades se perciben a sí mismas y al mundo. En un país tan diverso como Colombia, contar historias desde la pluralidad no es solo una estrategia de comunicación; es un acto de justicia y de construcción de paz.

REFLEXIÓN Y DIÁLOGO

Responde las siguientes preguntas:



- ¿Qué es lo que más le ha asombrado de lo que hemos aprendido?



- ¿Qué ha sido lo más difícil de entender o qué todavía siente que no comprende del todo bien?



- ¿Hay algo de todo esto que le parezca que no tiene sentido o que se podría hacer diferente o mejor?

- Hemos avanzado, y cada vez usamos palabras más técnicas, ¿cómo se ha sentido con esto?



- ¿Cómo cree que podemos explicar el contenido de esta bitácora de forma más sencilla para que las demás personas de la vereda o gente de Yopal entiendan lo que se está haciendo? Para responder esta pregunta, imagine que le está contando a un amigo sobre lo siguiente:

- * Mediciones fisicoquímicas del agua
- * Aforo del caudal
- * Qué son bioindicadores y biomarcadores
- * Cómo los peces y las ranas nos ayudan a saber si el agua está contaminada

- o ¿Cómo cree que podemos explicar el contenido de esta bitácora de forma más sencilla para que las demás personas de la vereda o gente de Yopal entiendan lo que se está haciendo? Para responder esta pregunta, imagine que le está contando a un amigo sobre lo siguiente:

- * Mediciones fisicoquímicas del agua

- * Aforo del caudal

- * Qué son bioindicadores y biomarcadores

- * Cómo los peces y las ranas nos ayudan a saber si el agua está contaminada

- o ¿De qué manera tener estos conocimientos le ha cambiado su percepción de los problemas asociados al agua?



REFERENCIAS

1. U.S. Geological Survey. (n.d.). Moving-boat measurements. Retrieved November 19, 2024, from [https://www.usgs.gov/hydroacoustics/moving-boatmeasurements#:~:text=Acoustic%20Doppler%20Current%20Profilers%20\(ADCPs,the%20instrument%20\(relative%20velocity\).](https://www.usgs.gov/hydroacoustics/moving-boatmeasurements#:~:text=Acoustic%20Doppler%20Current%20Profilers%20(ADCPs,the%20instrument%20(relative%20velocity).)
2. Zúñiga S., M., López-Olivari, R., Pauchard C., H., & Carillanca, I. d. I. A. C. R. d. I. (2017). Estaciones meteorológicas automáticas (EMAs).
3. Vélez, J. A. P., Moreira, L. R. R., & Flores, J. B. I. (2023). Estrategias de aminoración de contaminantes: Calidad del agua de la cuenca baja del río Portoviejo. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 8(11), 175-197.
4. Cazenave, J., Amé, M. V., & Menone, M. L. (2021). Biomarcadores de Contaminación. Principios de Ecotoxicología. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Exactas. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/161075>.
5. Kavaraj, A., Unlu, E., Gupta, A., & El Nemr, A. (2014). Biomarkers of environmental pollutants. BioMed research international, 2014, 806598. <https://doi.org/10.1155/2014/806598>
6. Heuvel, M.R. (2004). Biological Indicators of Aquatic Ecosystem Stress. Transactions of The American Fisheries Society, 133, 492-492.
7. Corredor-Santamaría, W., Mora-Solarte, D. A., Arbeli, Z., Navas, J. M., & Velasco-Santamaría, Y. M. (2021). Liver biomarkers response of the neotropical fish *Aequidens metae* to environmental stressors associated with the oil industry. Heliyon, 7(7).
8. Adichie, C. N. (2009, Julio). The danger of a single story [Video]. TED Conferences. https://www.ted.com/talks/chimamanda_ngozi_adichie_the_danger_of_a_single_story
9. Gumucio Dagon, A. (2016). Tres retos de la comunicación: participación, poder y sostenibilidad. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/304782407_Tres_retos_de_la_comunicacion_participacion_poder_y_sostenibilidad
10. Banco de la República. (n.d.). Radio Sutatenza: Un referente mundial de educación rural. Recuperado de <https://www.banrepcultural.org/noticias/radio-sutatenza-un-referente-mundial-de-educacion-rural>



CARTILLA # 5

FUTURO SOSTENIBLE

MÉTODOS PARA ESTUDIAR EL AGUA