

**Preservación y Monitoreo del Bosque Mesófilo de Montaña en Coatepec: Una
Estrategia Comunitaria para la Conservación del bosque de niebla**

FIDECOAGUA

**Coatepec, México
2025**

INTRODUCCIÓN	2
Descripción de los sitios monitoreados	3
Las Palomas, Ingenio del Rosario (2,800 msnm).....	4
Loma Alta (1,400-2140 msnm).....	4
Col. Cuauhtémoc (1,200 msnm) y Las Lajas, Consolapan (1,200 msnm)	5
RESULTADOS Y ANÁLISIS	5
CAUDAL CON CORRIENTÍMETRO	7
BACTERIOLÓGICOS	9
FISICOQUÍMICOS	10
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (TDS).....	10
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (COD)	11
CARBONO ORGÁNICO TOTAL (TOC).....	12
ABSORBANCIA UV275	14
INDICADOR GENERAL DE LA CALIDAD DEL AGUA	15
CONCLUSIÓN	16
REFLEXIÓN SOBRE LA PARTICIPACIÓN COMUNITARIA EN LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA.....	17
REFERENCIAS	18

INTRODUCCIÓN

FIDECOAGUA es un Organismo Público Descentralizado con figura jurídica de fideicomiso, creado en el año 2002 por el H. Ayuntamiento de Coatepec, en conjunto con la Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Coatepec (CMAS) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Su objetivo es concentrar recursos provenientes del Sector Público y Privado para aplicar un Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la protección del Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) debido a que este bosque no solamente proporciona recursos ambientales que pueden abastecer a más de 90.000 personas a su alrededor, como la provisión de agua potable, recursos maderables y plantas medicinales, sino también promulga acciones de concientización que influyen en la mitigación de las problemáticas actuales como el crecimiento demográfico, la explotación de recursos y la deforestación, los cuales han provocado una pérdida considerable de estos servicios ecosistémicos, generando el deterioro del medio ambiente.

La comunidad de FIDECOAGUA abarca **177 dueños de bosque** de doce localidades de la zona montañosa del municipio de Coatepec; las cuales corresponden a Ingenio del Rosario, Carrizal, Mesa de Laurel, Tierra Grande, Coatepec Viejo, Cuesta del Pino, Loma Alta, Tapachapan, Cinco Palos, Colonia Cuauhtémoc, Zimpizahua y Zoncuantla. Estos dueños reciben \$1,000.00 (Mil pesos 00/100 M.X.), equivalentes a 58 dólares anuales, por hectárea de bosque, lo que ha permitido la protección de 1,406.83 hectáreas de Bosque Mesófilo de Montaña. La misión de la comunidad de FIDECOAGUA es el compromiso y bienestar de los dueños de bosque, mediante el fortalecimiento de las prácticas de conservación, para continuar obteniendo los beneficios directos e indirectos del Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), incluyendo los servicios hidrológicos de las microcuencas de Coatepec que abastecen de agua a la región.

Con el fin de fortalecer su posicionamiento ante los tomadores de decisiones, **FIDECOAGUA** ha establecido alianzas estratégicas con entidades gubernamentales (Ayuntamiento de Coatepec, SEDEMA, CONAFOR, CMAS), instituciones académicas (Universidad Veracruzana, Instituto Tecnológico Superior de Perote) y organizaciones de la sociedad civil (PRONATURA Veracruz A.C., GLOBAL WATER WATCH A.C.). Estas colaboraciones han facilitado actividades de difusión, conservación y reforestación, destacando el decreto que declaró **La Cortadura** como Área Natural Protegida.

Asimismo, el apoyo de empresas privadas como **Coca-Cola FEMSA, Nestlé S.A. de C.V. y ZUCARMEX** ha permitido mantener estable el presupuesto de FIDECOAGUA durante más de diez años, garantizando el pago a propietarios de bosque por su conservación.

En conjunto con **AGU Thriving Earth Exchange**, se obtuvieron datos hidrológicos precisos sobre la calidad del agua dentro del bosque mesófilo de montaña y pino-encino, integrado al programa de conservación, lo que evidenció su papel clave en la provisión de servicios ambientales y motivó mayor inversión privada y comunitaria en esquemas de Pago por Servicios Ambientales.

La recolección de datos se realizó entre diciembre de 2023 y agosto de 2025 en ocho sitios (AL1, AL2, ARA1, ARA2, EU1, EU2, MAC1, LAJ) ubicados en zonas de media y alta montaña (Las Lajas, Colonia Cuauhtémoc, Loma Alta e Ingenio del Rosario). Durante este período, se evaluaron diversos parámetros ambientales, incluyendo caudal, conductividad, sólidos disueltos, radiación UV, carbono orgánico total, demanda química de oxígeno (COD) y presencia de *Escherichia coli* en áreas con actividad agrícola y ganadera.

Además, se realizó un índice de tasas de macroinvertebrados, clasificando las especies observadas en tres grupos:

- **Grupo 1:** Escarabajo de agua, Escarabajo Moneda, Caracol, Efemeróptero, Plecóptero, Tricóptero
- **Grupo 2:** Anfípodo, Acamaya (langostino), Almeja asiática, Cochinilla de agua, Libélula A, Libélula Z, Megalóptero, Simúlido, Tipúlido, Tricóptero filtrador
- **Grupo 3:** Caracol (pulmonado), Jején (quironómido), Lombriz de agua, Sanguijuela

Este enfoque permitió caracterizar la diversidad y abundancia de macroinvertebrados en los distintos ecosistemas acuáticos, proporcionando información clave sobre la calidad del agua y la salud ambiental de las microcuencas del Bosque Mesófilo de Montaña de Coatepec.

Descripción de los sitios monitoreados

Período de diciembre 2023- agosto 2025:

Actualmente, el monitoreo activo se realiza en cuatro comunidades del municipio de Coatepec, seleccionadas por su ubicación estratégica en diferentes rangos altitudinales: Las Palomas, Ingenio del Rosario (2,800 msnm), Loma Alta (1,400-2140 msnm), Col. Cuauhtémoc (1,200 msnm) y Las Lajas, Consolapan (1,200 msnm). Cada una de estas comunidades presenta características sociales, económicas y ambientales que determinan sus prioridades, formas de organización y manera de enfrentar los retos socioambientales que las rodean.

Las Palomas, Ingenio del Rosario (2,800 msnm)

Las zonas altas de las faldas del Cofre de Perote, particularmente en comunidades como Las Palomas, Ingenio del Rosario (2,800 msnm), presentan actualmente procesos acelerados de degradación ambiental. Frente a este escenario, se ha establecido un sistema de monitoreo estratégico que permita generar información confiable para diseñar e implementar acciones de mitigación orientadas a la conservación y restauración de los ecosistemas locales.

En este contexto, se llevan a cabo actividades de monitoreo en dos sitios denominados **ARA 1** y **ARA 2**, ubicados en el río tributario El Caracol, cuerpo de agua que abastece a diversas comunidades aledañas. La principal diferencia entre ambos puntos es su localización: ARA 1 se encuentra aguas arriba y ARA 2 aguas abajo, dentro de un mismo predio. La comunidad de Las Palomas está conformada por ejidatarios y pequeños propietarios privados cuyos terrenos mantienen predominantemente cobertura forestal de pino-encino.

Actualmente, el río El Caracol presenta afectaciones derivadas de un drenaje irregular situado entre ambos puntos de monitoreo. Esta problemática motivó la implementación de un muestreo específico para la detección de *E. coli*, con el objetivo de evaluar la calidad del agua y generar información técnica que respalde una adecuada gestión de los cuerpos hídricos de la región, en el marco de acciones preventivas y correctivas frente al deterioro ambiental. Así mismo, se incluyen las demás variables realizadas en los otros sitios a modo de general una correlación entre todas las actividades de monitoreo.

Loma Alta (1,400-2140 msnm)

En Loma Alta se realizan monitoreos comunitarios de calidad de agua en dos zonas: Parte alta y parte media. En la parte alta (2,140 msnm), dentro de un predio inscrito en el Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA), se ubican los sitios **AL1** (aguas arriba) y **AL2** (aguas abajo). Esta área conserva de manera íntegra una cobertura de bosque mesófilo de montaña, sin presencia de actividades productivas ni ganaderas. El objetivo de este monitoreo es generar evidencia técnica sobre los beneficios ecosistémicos que aporta la conservación de este tipo de bosque, especialmente en la regulación hídrica y el mantenimiento de la calidad del agua.

En la zona de menor altitud (1,400 msnm), sobre el mismo cauce fluvial, se monitorean dos sitios adicionales: **EU1** (aguas arriba) y **EU2** (aguas abajo). Esta área combina remanentes de bosque mesófilo con sistemas agroforestales de café bajo sombra, en los que no se emplean agroquímicos, dado que los productores practican agricultura orgánica. El objetivo de este monitoreo es comprender las dinámicas hidrológicas y la calidad del agua en contextos productivos sostenibles, evaluando cómo estas prácticas pueden coexistir armónicamente con el ecosistema y contribuir a la conservación de los servicios ambientales.

Col. Cuauhtémoc (1,200 msnm) y Las Lajas, Consolapan (1,200 msnm)

En la tercera zona altitudinal, correspondiente a las áreas más bajas (1,200 msnm), se establecieron dos sitios de monitoreo estratégicos: **MAC1**, ubicado aguas arriba en la Col. Cuauhtémoc, y **LAJ**, localizado en la comunidad de Las Lajas, Consolapan. Ambos puntos se encuentran separados por aproximadamente un kilómetro y se caracterizan por estar inmersos en un mosaico de cobertura forestal de bosque mesófilo de montaña, combinada con zonas de cultivo de papa. En esta área se ha identificado el uso de agroquímicos no regulados, situación que genera preocupación entre los habitantes debido a sus posibles impactos en la salud humana y en los ecosistemas acuáticos. Por esta razón, el monitoreo en estos sitios busca obtener información técnica relevante que permita comprender las dinámicas hídricas y la influencia de las prácticas agrícolas sobre la calidad del agua, con el fin de fortalecer la gestión agrícola y la planificación hídrica a nivel comunitario y regional.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

El estudio evaluó la calidad del agua en 8 sitios mediante análisis fisicoquímicos, bacteriológicos y biomonitoreo, considerando variables como COD, TOC, UV275, TDS, EC, indicadores biológicos, recuento de *E. coli*, coliformes totales y número de taxones.

En síntesis, la calidad del agua en la región monitoreada es globalmente favorable; sin embargo, se identificaron sitios vulnerables que requieren seguimiento y la implementación de medidas focalizadas, especialmente en el control de descargas y la gestión integral de cuencas.

BIOMONITOREO

La evaluación de biomonitoreo se realizó mediante el conteo de taxones de macroinvertebrados presentes en los ocho sitios de muestreo previamente mencionados. Los resultados muestran diferencias notables en el número de taxones y en el índice acumulado entre los distintos sitios.

En particular, los sitios AL1 y AL2 registraron los valores más altos en ambos indicadores a lo largo del tiempo, lo que evidencia una mejor calidad del agua en comparación con los demás sitios (Figuras 1 y 2). Por el contrario, los otros sitios presentan valores menores y no muestran diferencias significativas entre sí, lo que sugiere una calidad de agua relativamente más baja.

Estos hallazgos destacan la utilidad del biomonitoreo como indicador ecológico, ya que refleja de manera integral las condiciones ambientales y la salud del ecosistema acuático en los diferentes puntos de muestreo.

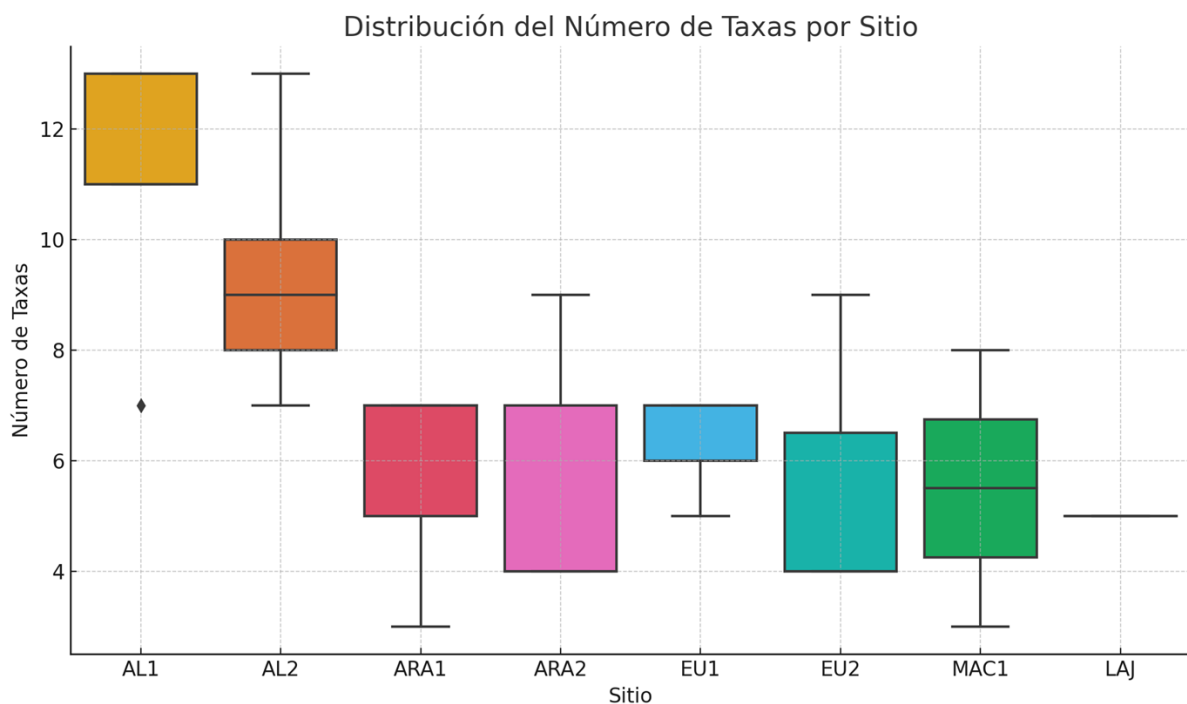


Figura 1: Distribución del número de taxas de macroinvertebrados por sitio.

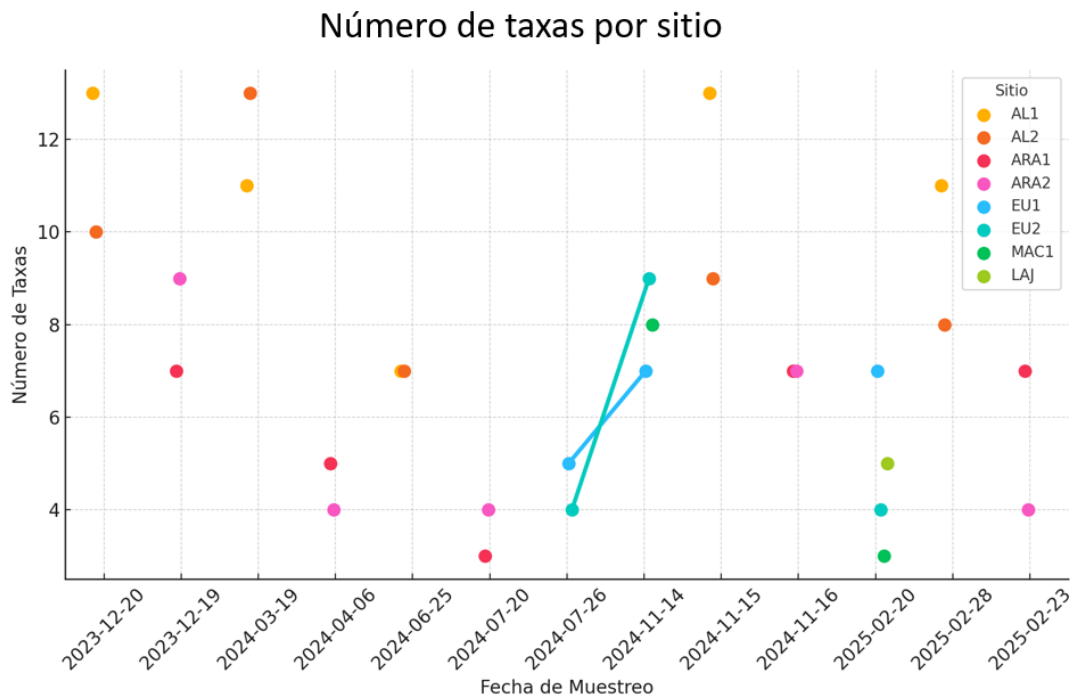


Figura 2: Número de taxones registrados por sitio en las diferentes fechas de colecta. La figura muestra las variaciones en la riqueza de macroinvertebrados entre los sitios de muestreo a lo largo del tiempo.

De acuerdo con las observaciones de campo, los sitios AL1 y AL2 presentan cobertura de bosque mesófilo de montaña y ausencia de actividades antrópicas. Estos resultados evidencian que las perturbaciones humanas influyen negativamente en la composición y diversidad de macroinvertebrados acuáticos. En general, a medida que aumenta el grado de intervención antrópica en los sitios, se observa una disminución en la riqueza y abundancia de taxa asociados a una mejor calidad del agua.

No obstante, esta información debe interpretarse con cautela, ya que se recomienda realizar estudios específicos sobre la biodiversidad de macroinvertebrados en cada zona, considerando factores ecológicos adicionales como la variabilidad estacional y las fases ontogénicas de los organismos, los cuales pueden influir significativamente en los resultados obtenidos.

CAUDAL CON CORRIENTÍMETRO

En general, se observa una alta dispersión en los valores de caudal registrados. Los corrientímetros mostraron variaciones considerables, lo que impide identificar un patrón claro en la dinámica del flujo. Estas fluctuaciones podrían estar asociadas a diferencias en los niveles de precipitación o a descargas intermitentes (Figuras 3 y 4).

En los sitios MAC1, EU1 y EU2 se registraron picos inestables en los niveles de caudal, los cuales coinciden temporalmente con los periodos en que, según los pobladores locales, se abre

la presa de agua ubicada aproximadamente a 2 km aguas arriba de los puntos de monitoreo. Dichos eventos también concuerdan con los tiempos de mayor precipitación en la zona, lo que sugiere una posible interacción entre factores naturales y antrópicos que afectan el régimen hídrico local.

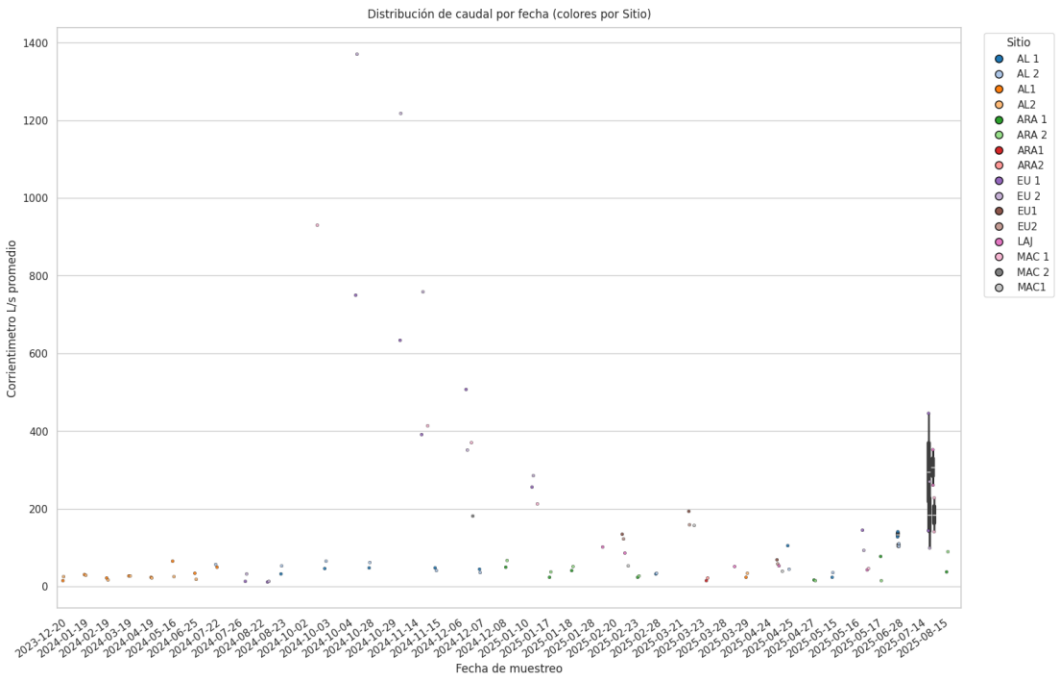


Figura 3: Distribución del caudal por fecha de muestreo. La figura muestra la variación del caudal registrada en las diferentes fechas y sitios de monitoreo. Cada color representa un punto de muestreo distinto, evidenciando la dispersión de los valores a lo largo de las zonas evaluadas. Se observan fluctuaciones marcadas en algunos sitios, lo que sugiere la influencia de factores climáticos y antrópicos sobre la dinámica del flujo.

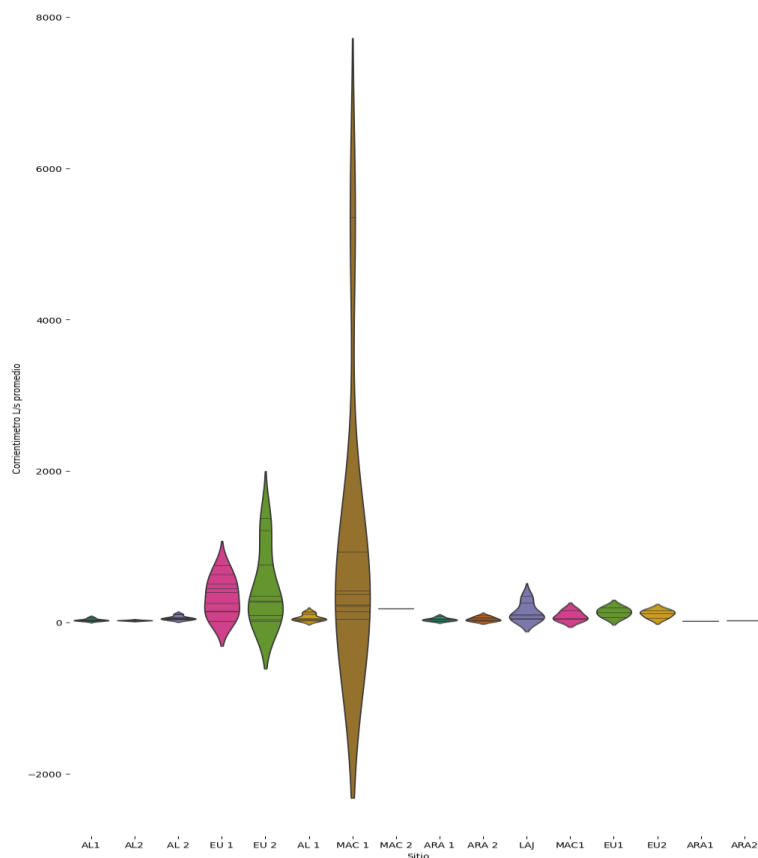


Figura 4: Promedio del correntímetro (L/s) por sitio.

BACTERIOLÓGICOS

Los resultados muestran diferencias significativas en las concentraciones de *E. coli* entre los sitios ARA1 y ARA2 (Figura 5), mientras que no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el caso de los coliformes totales (Figura 6). De manera consistente, el sitio ARA1 presentó valores más bajos de *E. coli* a lo largo del periodo de muestreo, en comparación con ARA2.

Los picos más altos de *E. coli* se registraron en ARA2 durante las fechas de mayor precipitación, lo cual sugiere que las lluvias favorecen el arrastre de materia orgánica y contaminantes hacia el cuerpo de agua. Esta tendencia puede explicarse por la presencia de un vertedero de drenaje ubicado entre ARA1 y ARA2, que descarga directamente en el río sin regulación ni tratamiento previo. Esta fuente puntual de contaminación se refleja en el incremento marcado de *E. coli* en ARA2, especialmente en los periodos lluviosos.

En conjunto, estos resultados evidencian una influencia directa de las actividades humanas sobre la calidad microbiológica del agua. Mientras ARA1 mantiene condiciones relativamente

más estables, ARA2 muestra un deterioro en la calidad del agua vinculado a descargas no controladas y eventos de precipitación que intensifican la contaminación bacteriana.

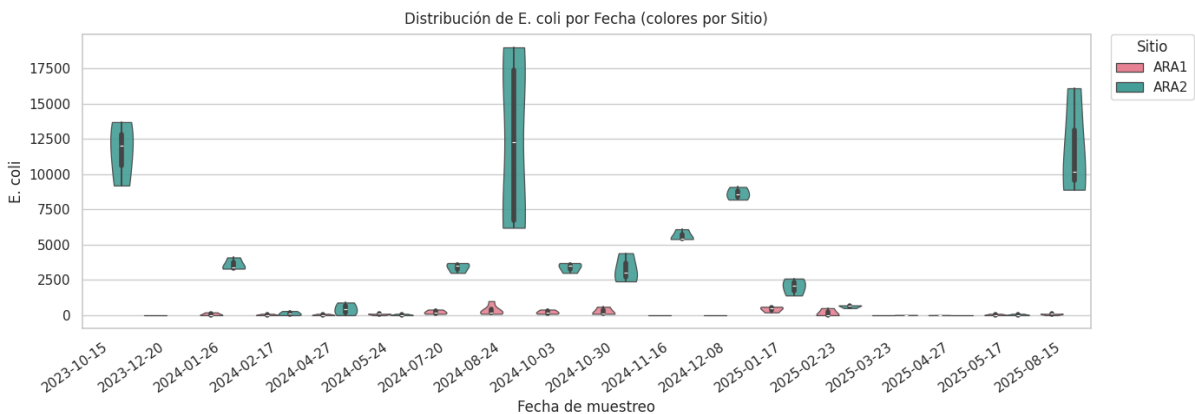


Figura 5: Distribución de *E. coli* en los sitios correspondientes a Ara 1 y Ara 2.

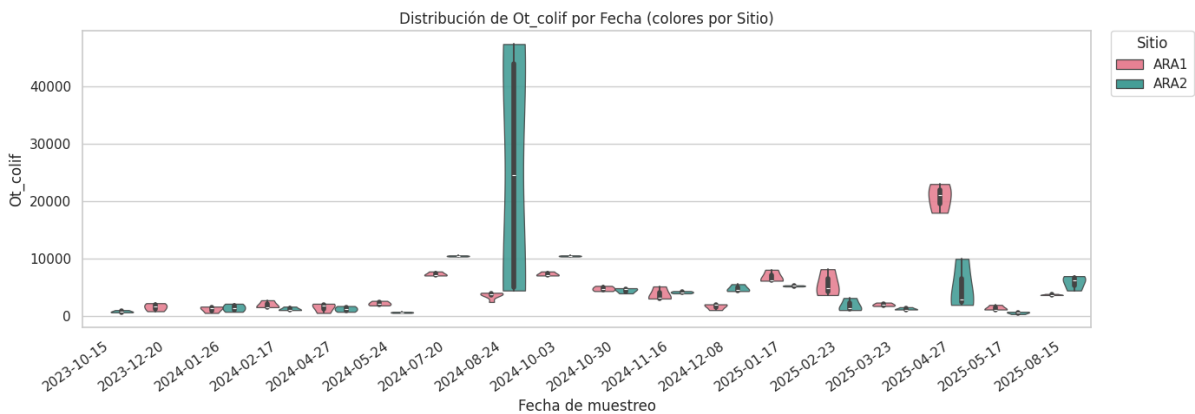


Figura 6: Distribución de otras coliformes en los sitios correspondientes a Ara 1 y Ara 2.

FISICOQUÍMICOS

SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (TDS)

Considerando todos los muestreos, se encontraron diferencias significativas en los valores de sólidos suspendidos totales (SST) entre los sitios AL1 y AL2. Ambos sitios presentaron los valores más bajos de SST, lo que indica una mejor calidad del agua en comparación con las demás zonas evaluadas. De acuerdo con la norma SEMARNAT (2021), las concentraciones inferiores a 25 mg/L corresponden a una calidad de agua excelente, mientras que los valores por debajo de 75 mg/L se clasifican como de buena calidad. En este sentido, todos los sitios analizados se encuentran dentro de los rangos aceptables, aunque con variaciones notables entre ellos.

Se observó una mayor presencia de sólidos disueltos totales en los sitios ARA1 y ARA2, ubicados en zonas con cobertura de bosque de pino-encino (Figura 7 y 8). Este patrón sugiere una posible relación entre el tipo de cobertura vegetal y la capacidad de retención o filtración de sedimentos en los cuerpos de agua. En contraste, los sitios con bosque mesófilo de montaña (AL1 y AL2) parecen ofrecer una mayor capacidad de filtración natural, reduciendo el arrastre de sólidos hacia el sistema hídrico. Estos resultados abren la discusión sobre el papel de las diferentes coberturas forestales en la regulación de la calidad del agua y la conservación de los ecosistemas acuáticos asociados.

Figura 7. Sólidos disueltos totales (TDS) registrados en las diferentes fechas de muestreo. La línea roja indica el valor umbral correspondiente a una excelente calidad del agua, según los criterios establecidos por la norma SEMARNAT (2021). Los valores que superan esta línea se clasifican dentro del rango de buena calidad del agua.

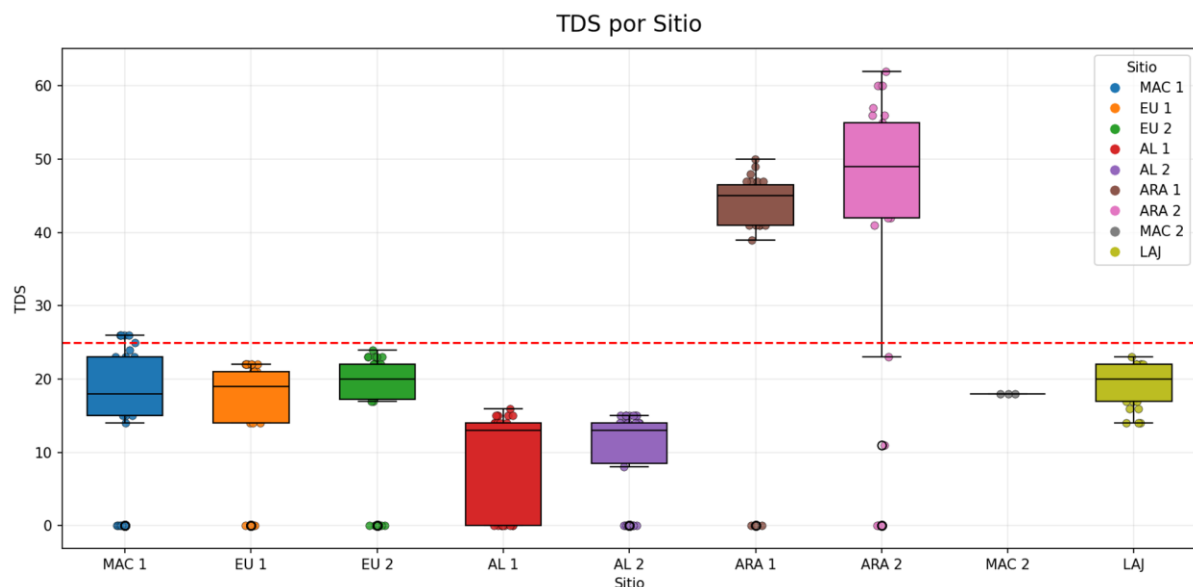


Figura 8. Sólidos disueltos totales (TDS) registrados en las diferentes zonas de muestreo. La línea roja indica el valor umbral correspondiente a una excelente calidad del agua, según los criterios establecidos por la norma SEMARNAT (2021). Los valores que superan esta línea se clasifican dentro del rango de buena calidad del agua.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (COD)

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) es una medida de la cantidad de oxígeno requerida para oxidar químicamente la materia orgánica presente en el agua. Este parámetro se utiliza ampliamente para evaluar la calidad del agua y estimar la carga contaminante en cuerpos de agua naturales y sistemas de tratamiento de aguas residuales (APHA, AWWA & WEF, 2017).

Considerando todos los muestreos realizados, y de acuerdo con los criterios establecidos por la norma SEMARNAT (2021), se observa que las concentraciones registradas en todos los sitios evaluados se mantienen por debajo de 20 mg/L (Figura 9), lo cual indica que el agua en estos puntos cumple con los parámetros de calidad establecidos por la normativa. Se evidencia que el 03/10/2024 corresponde a la fecha en la que se registraron los índices más elevados de COD

durante todo el periodo de monitoreo (Figura 10), lo que podría estar relacionado con factores puntuales como el arrastre de materia orgánica, descargas superficiales o variaciones en las condiciones climáticas previas al muestreo. En las demás fechas, los valores permanecieron por debajo de los límites establecidos por la norma SEMARNAT (2021), indicando condiciones de calidad del agua favorables. En consecuencia, los sitios analizados pueden clasificarse dentro de las categorías de calidad buena a excelente.

Cabe resaltar que, según la misma norma, valores superiores a 40 mg/L son indicativos de contaminación; sin embargo, ninguno de los sitios evaluados alcanzó dichos niveles. No obstante, resulta fundamental mantener una evaluación constante de los sitios de muestreo, ya que el monitoreo periódico permite identificar posibles variaciones en la calidad del agua a lo largo del tiempo. Esta práctica contribuye a prevenir riesgos ambientales y sanitarios, además de proporcionar información actualizada que facilite la toma de decisiones y la implementación de estrategias orientadas a la conservación y mejora continua de los índices de calidad del agua.

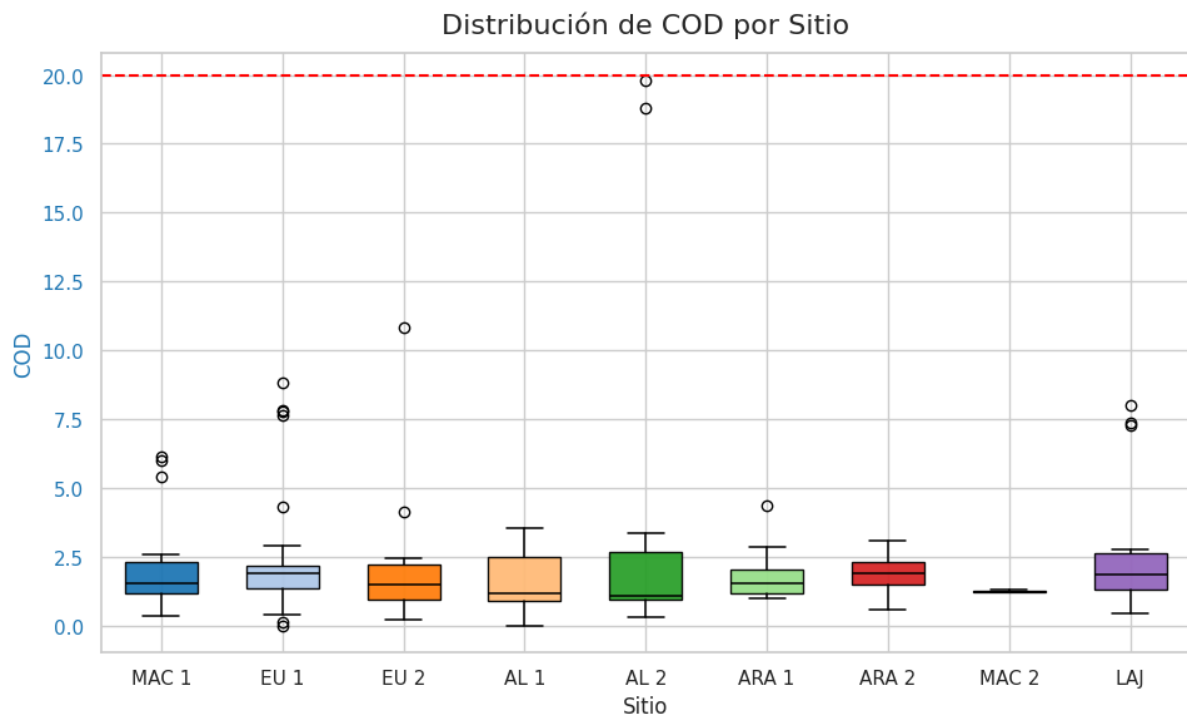


Figura 9: Distribución de los valores de Demanda Química de Oxígeno (COD) registrados en los diferentes sitios de muestreo durante el periodo de estudio.

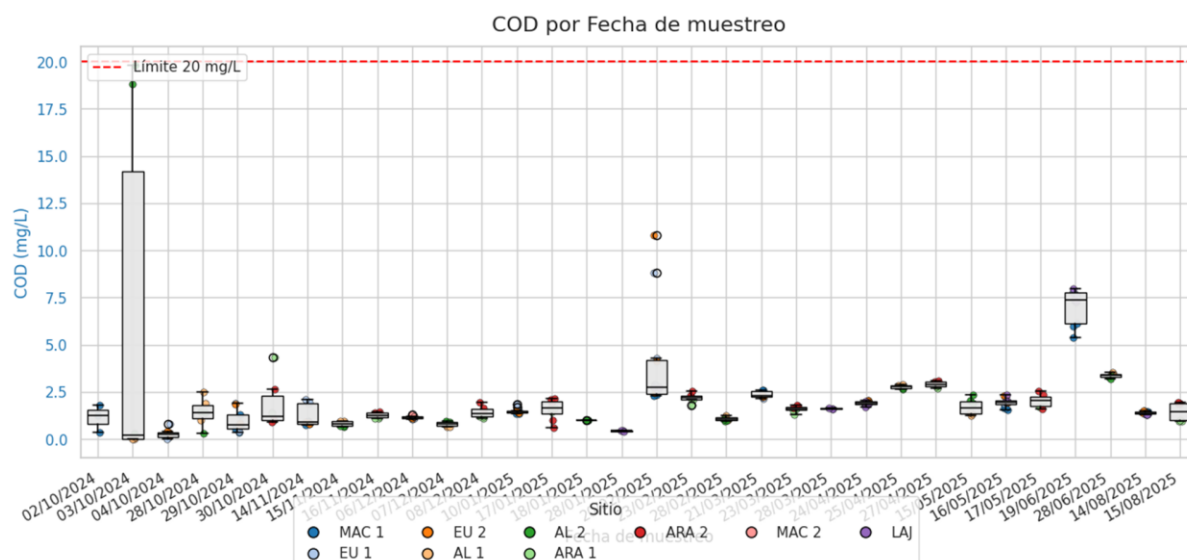


Figura 10: Variación temporal de los valores de Demanda Química de Oxígeno (COD) a lo largo de las diferentes fechas de muestreo.

CARBONO ORGÁNICO TOTAL (TOC)

El Carbono Orgánico Total (COT) representa la cantidad total de carbono presente en los compuestos orgánicos disueltos o suspendidos en el agua, y se emplea como indicador de contaminación orgánica y eficiencia en los procesos de tratamiento (APHA, AWWA & WEF, 2017).

De acuerdo con esta referencia, todos los sitios evaluados superan dicho límite, por lo que el agua no se considera apta para consumo. Entre los puntos de muestreo, los sitios AL2 y EU2 presentan las concentraciones más elevadas de TOC, indicando una mayor carga de materia orgánica disuelta y, por tanto, un mayor grado de contaminación (Figura 11 y 12). Estos resultados sugieren la presencia de posibles fuentes de aporte orgánico, tales como descargas domésticas, actividad agrícola o procesos naturales de descomposición, que podrían estar contribuyendo al incremento de este parámetro en dichos sectores.

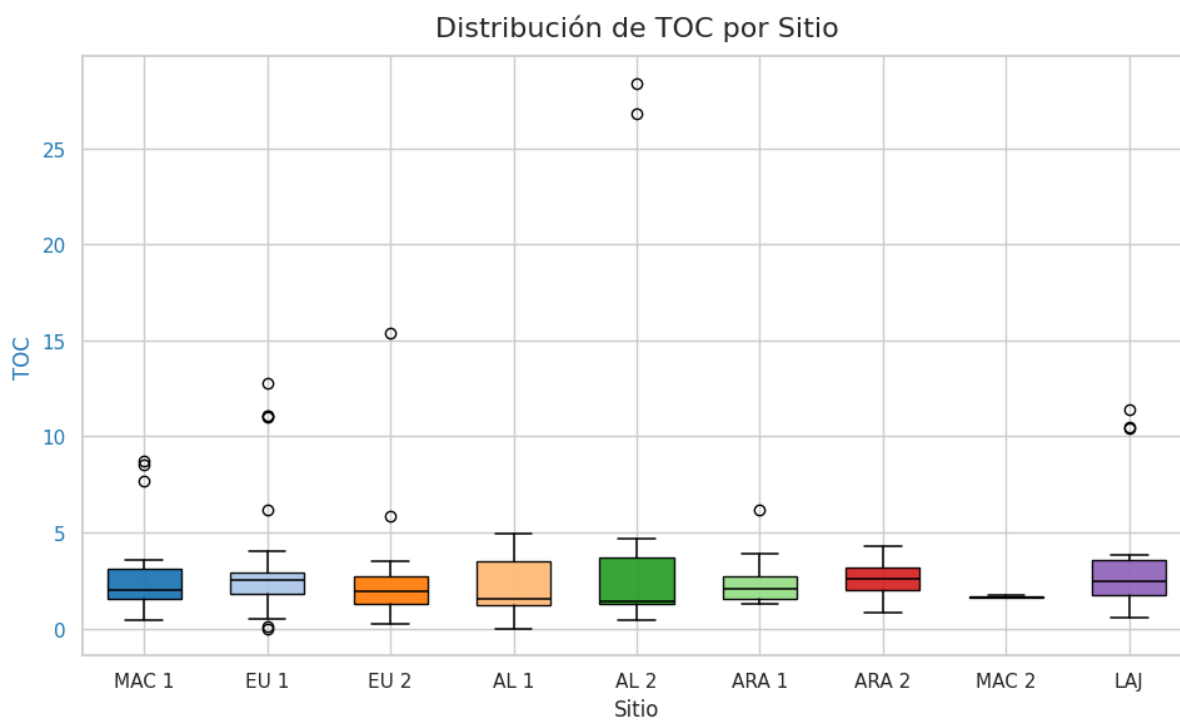


Figura 11: Distribución de los valores de Carbono Orgánico Total (COT) registrados en los diferentes sitios de muestreo durante el periodo de estudio.

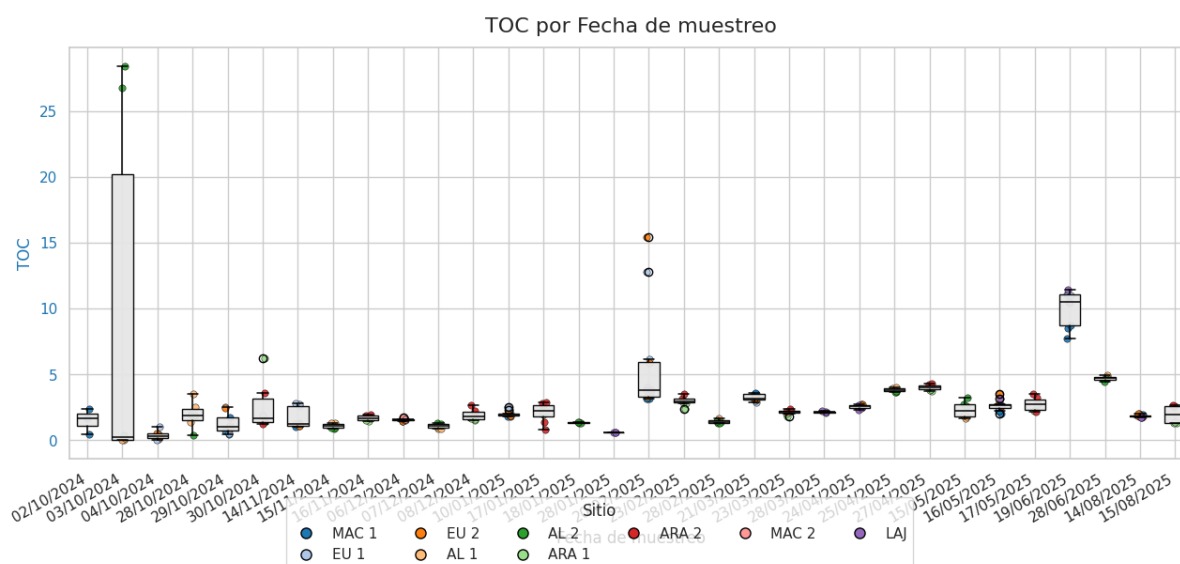


Figura 12: Variación temporal de los valores de Carbono Orgánico Total (COT) a lo largo de las diferentes fechas de muestreo.

ABSORBANCIA UV275

Similar al Carbono Orgánico Total (COT o TOC), el parámetro UV275 mide la absorción de luz ultravioleta a una longitud de onda de 275 nm, lo que permite identificar la presencia de sustancias orgánicas disueltas, hidrocarburos aromáticos y otros compuestos derivados de la materia orgánica en el agua. Este parámetro se utiliza como un indicador indirecto de contaminación orgánica, ya que una mayor absorbancia está asociada con una mayor concentración de contaminantes orgánicos (APHA, AWWA & WEF, 2017).

Aunque no existen límites permisibles establecidos en las normas mexicanas ni internacionales para este parámetro, su interpretación se basa en la comparación relativa entre sitios. En este sentido, se observa que los sitios AL2, EU1, EU2 y Mac1 presentan los valores más elevados de UV275, lo que indica una mayor carga de materia orgánica y, por tanto, un mayor nivel de contaminación en dichas localidades (Figura 13 y 14).

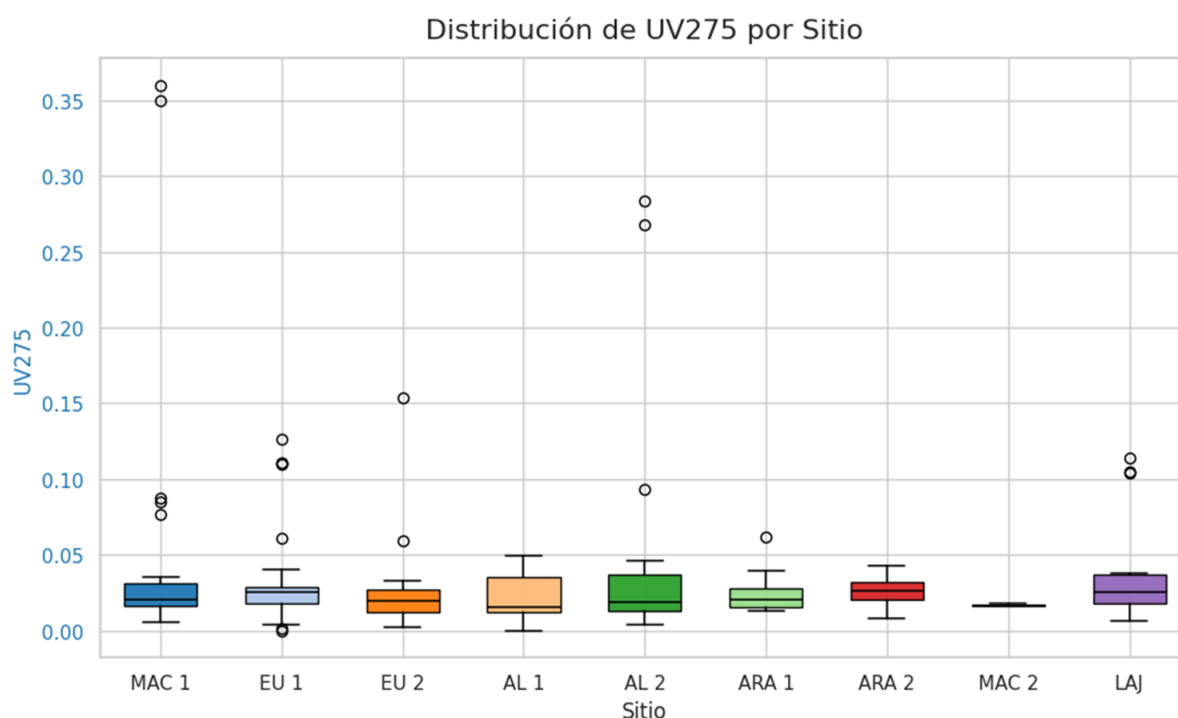


Figura 13: Distribución de los valores de absorbancia UV275 registrados en los diferentes sitios de muestreo

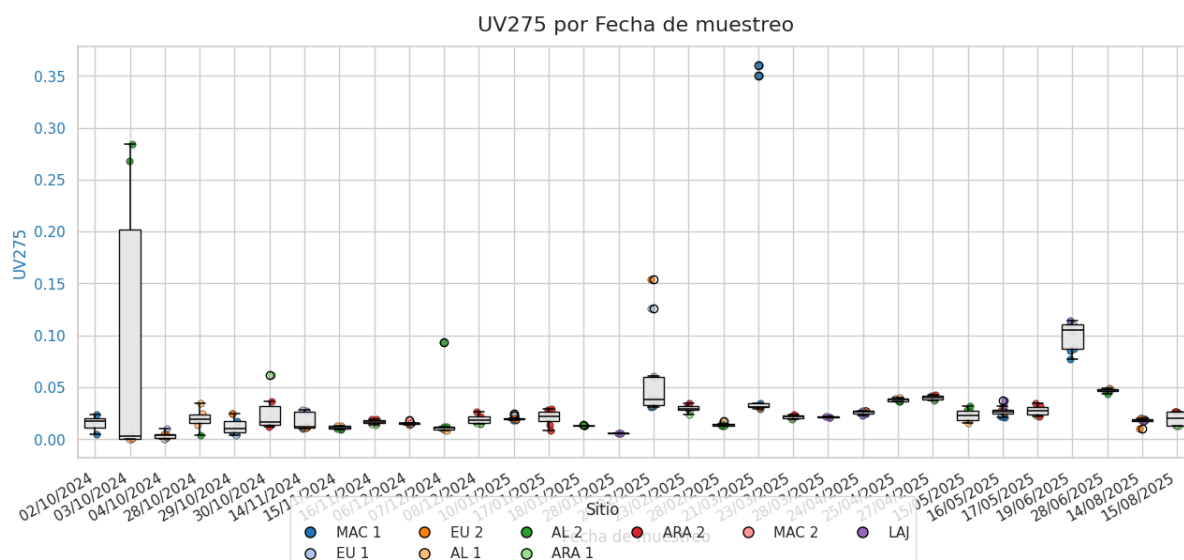


Figura 14: Variación temporal de los valores de absorbancia UV275 a lo largo de las diferentes fechas de muestreo

INDICADOR GENERAL DE LA CALIDAD DEL AGUA

De manera general, los resultados obtenidos muestran que la mayoría de los sitios evaluados presentan una calidad de agua que oscila entre aceptable y excelente, de acuerdo con los parámetros analizados durante el periodo de muestreo. No obstante, se identifican tres puntos específicos (AL2, EU1 y EU2) que registran valores indicativos de contaminación (Figura 15).

Esta condición podría estar asociada a factores temporales o ambientales, como episodios de escorrentía superficial o lluvias intensas, que favorecen el arrastre de lodos y materia orgánica hacia los cuerpos de agua, incrementando temporalmente los niveles de contaminantes. Aun así, los resultados sugieren que, en términos generales, la calidad del agua en el área de estudio se mantiene dentro de rangos favorables, aunque se recomienda continuar con el monitoreo periódico para detectar posibles variaciones y prevenir deterioros en los sitios más sensibles.

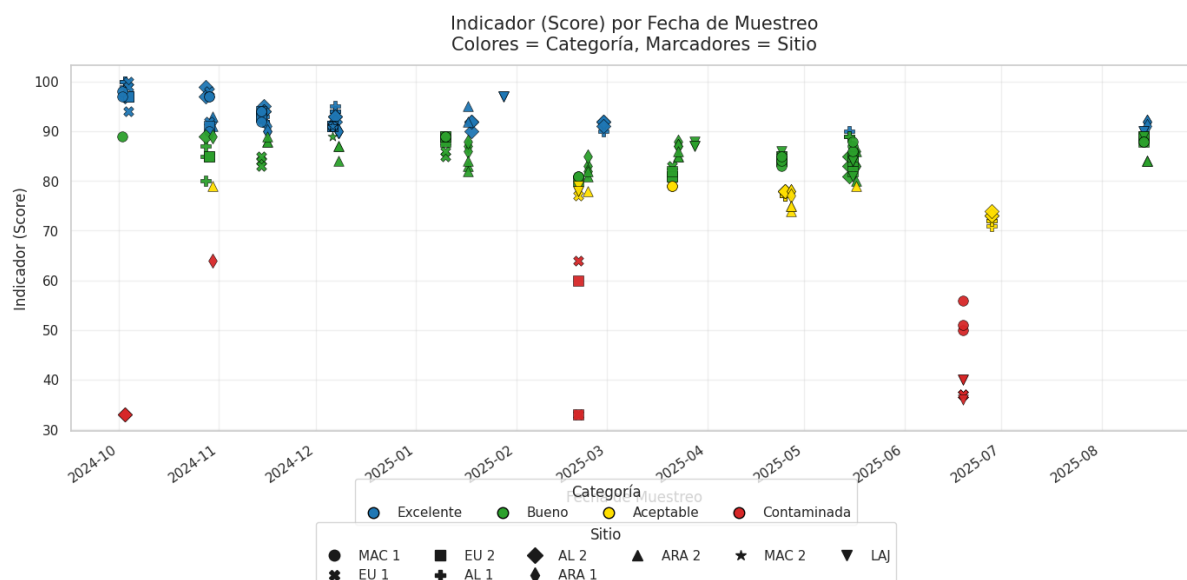


Figura 15: Indicador de contaminación por fecha de muestreo. Los colores representan las categorías de calidad del agua de acuerdo con el grado de contaminación observado (Azul: Excelente, Verde: Bueno, Amarillo: Aceptable, Rojo: Contaminada). Los marcadores señalan los sitios específicos de muestreo, permitiendo visualizar la variación espacial y temporal de la calidad del agua a lo largo del periodo de estudio.

CONCLUSIÓN

En general, la calidad del agua en los sitios evaluados se clasificó entre aceptable y excelente, de acuerdo con los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y de biomonitoreo realizados. Se identificaron diferencias significativas entre los sitios AL1 y AL2 en los parámetros de biomonitoreo y sólidos suspendidos totales (SST), lo que sugiere variaciones locales en las condiciones ambientales.

Los sitios AL2, EU1 y EU2 presentaron las mayores evidencias de contaminación biológica y orgánica, reflejadas en los altos niveles de *E. coli*, carbono orgánico total (TOC) y absorbancia UV275, además de un menor número de taxones. Estas condiciones podrían deberse a eventos de lluvia o escorrentía superficial que generan descargas puntuales y arrastre de materia orgánica hacia los cuerpos de agua.

Pese a ello, todos los sitios permanecieron por debajo de los límites establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021 para demanda química de oxígeno (DQO), sólidos disueltos totales (TDS) y conductividad eléctrica (EC), lo cual indica que, en términos generales, las aguas monitoreadas se mantienen dentro de estándares aceptables de calidad. Sin embargo, los valores de TOC superaron el umbral europeo de 500 ppb C, lo que evidencia la presencia de materia orgánica disuelta y una condición no apta para el consumo humano directo.

El análisis integral de los parámetros sugiere que la calidad del agua en el área de estudio es predominantemente buena, aunque se detectaron focos puntuales de deterioro asociados a presiones antrópicas localizadas y a procesos naturales de arrastre estacional. Estos resultados destacan la necesidad de implementar acciones de control y manejo específico en los sitios más vulnerables, con el fin de prevenir el deterioro ambiental a mediano plazo.

Si bien este estudio ofrece una aproximación preliminar sobre la influencia de los factores antropogénicos en la dinámica ecológica de los cuerpos de agua evaluados, resulta fundamental mantener un monitoreo continuo y a largo plazo. Estudios sostenidos en el tiempo permitirán comprender con mayor precisión cómo las actividades humanas afectan la estructura y funcionalidad de los ecosistemas asociados al bosque mesófilo de montaña. De esta forma, se podrá generar información clave que contribuya al diseño de estrategias de conservación y manejo sostenible de estos ambientes sensibles.

REFLEXIÓN SOBRE LA PARTICIPACIÓN COMUNITARIA EN LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA

La conservación efectiva del Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) no depende únicamente de las acciones gubernamentales o institucionales, sino que requiere del compromiso activo de la comunidad local, quienes son los principales beneficiarios y guardianes de estos ecosistemas. En este sentido, el programa implementado por FIDECOAGUA representa un modelo ejemplar de participación comunitaria, donde los propietarios de bosque reciben incentivos económicos mediante el Pago por Servicios Ambientales (PSA), fomentando la protección de más de 1,400 hectáreas de BMM. Este esquema no solo asegura la conservación de la cobertura forestal, sino que también promueve la educación ambiental y la conciencia sobre la importancia de los servicios ecosistémicos, incluyendo la provisión de agua potable y la regulación de los recursos naturales.

La participación de los Guardianes del Bosque, junto con la colaboración de las comunidades locales y estudiantes universitarios voluntarios permitieron implementar un monitoreo activo y estratégico de la calidad del agua y de los ecosistemas asociados, proporcionando información confiable sobre caudales, biomonitoreo y parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Este involucramiento directo de la comunidad genera beneficios tangibles y tangenciales: fortalece la gobernanza local, fomenta prácticas sostenibles en la agricultura y ganadería, y contribuye a la resiliencia frente a eventos naturales como lluvias intensas o escurrimientos.

Además, la vinculación con instituciones académicas, organizaciones de la sociedad civil y empresas privadas potenciaron los esfuerzos de conservación, al proporcionar apoyo técnico, difusión, proyectos de reforestación y financiamiento estable. Esta colaboración multiparte asegura que la comunidad no solo reciba beneficios económicos, sino que también desarrolle capacidades técnicas y conciencia ambiental, consolidándose como un actor clave en la preservación del bosque y la gestión sostenible de los recursos hídricos.

En conjunto, el caso de FIDECOAGUA evidencia que la participación comunitaria es fundamental para lograr un impacto duradero en la protección del BMM. La integración de los habitantes locales en la vigilancia y gestión de sus ecosistemas garantiza que las acciones de conservación no sean esporádicas, sino sostenidas en el tiempo, fortaleciendo la resiliencia ecológica y promoviendo un desarrollo local sostenible en armonía con la naturaleza.

REFERENCIAS

- APHA, AWWA, & WEF. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23rd ed.). American Public Health Association. Washington, D.C.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2021). NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021.
<https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nom-127-ssa1-2021/>
- Global Water Watch (2023). *Monitoreo Comunitario del Agua, sólidos Suspendidos Totales y Sólidos Sedimentables*. Global Water Watch México A.C.
- Global Water Watch (2023). *Monitoreo Comunitario del Agua, Monitoreo Bacteriológico*. Global Water Watch México A.C.
- Global Water Watch (2023). *Monitoreo Comunitario del Agua, Monitoreo de Caudal*. Global Water Watch México A.C.
- Global Water Watch (2023). *Monitoreo Comunitario del Agua, Monitoreo Biológico*. Global Water Watch México A.C.