UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD
CONTEXTOS URBANOS

MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO EN EL CONTEXTO DE LA CIUDAD DE MÉXICO: ESTUDIO DE CASO EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO(A) EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:
VIRIDIANA GONZÁLEZ MENESES

TUTOR PRINCIPAL
DRA. LUCÍA ORALIA ALMEIDA LEÑERO
Facultad de Ciencias, UNAM

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

DRA. ANA LAURA BURGOS TORNADÚ
Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, CIGA, UNAM

DR. LEOPOLDO GALICIA SARMIENTO
Instituto de Geografía, UNAM

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., ENERO 2019

UNAM POSGRADO
Ciencias de la Sostenibilidad

Coordinación de Estudios de Posgrado
Ciencias de la Sostenibilidad
Oficio: CEP/PCS/681/19
Asunto: Asignación de Jurado

Lic. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar
Universidad Nacional Autónoma de México
Presente

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su séptima sesión extraordinaria del 19 de octubre del 2018, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, de la alumna **GONZÁLEZ MENESES VIRIDIANA** con número de cuenta **517011034** con la tesis titulada "Monitoreo ambiental comunitario en el contexto de la Ciudad de México, estudio de caso en la cuenca del Río Magdalena", bajo la dirección de la Dra. Lucia Oralia Almeida Leñero.

PRESIDENTE:	DR. LEPOLDO GALICIA SARMIENTO
VOCAL:	DRA. MARÍA PEREVOCHTCHIKOVA
SECRETARIO:	DR. ITZKUAUHTLI BENEDICTO ZAMORA SAENZ
SUPLENTE 1:	DRA. ANA LAURA BURGOS TORNADÚ
SUPLENTE 2:	DRA. LUCIA ORALIA ALMEIDA LEÑERO

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE,

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, Cd. Mx., 7 de enero de 2019.

Dra. Marisa Mazari Hiriart
Coordinadora
Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM

AGRADECIMIENTOS

A cada uno de los monitores que siempre estuvieron presentes desde el inicio de los programas de monitoreo: Leonel Contreras González, Miguel Ángel Segura Aguilar, Moisés Alamilla Mendoza, Félix Mendoza Cabañas, María del Carmen González Gutiérrez, José María Mora Vázquez, Tomasa Zárate Ruíz, José Antonio Mora Aguilar, Eugenio Salinas Reyes, José Luis Reyes Alfaro; ya que sin todo su apoyo y sin su valioso conocimiento y presencia este proyecto no hubiera sido posible. Gracias por su confianza, por sus historias, por su amistad, por su admirable trabajo y esfuerzo y por ese gran interés y amor en cuidar del río y del bosque.

Al posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad por brindarme una formación ética y profesional.

A mi comité tutoral, la Dra. Lucia Oralia Almeida Leñero por brindarme la oportunidad de realizar esta investigación, por sus enseñanzas y creer en mí, a la Dra. Ana Laura Burgos Tornadú por ser parte esencial de este proyecto, por brindarme el conocimiento en el campo de monitoreo ambiental participativo, por su tiempo y asesoría en cada momento requerido y por siempre estar presente. Al Dr. Leopoldo Galicia Sarmiento por su asesoría en la estadística y guiarme en el proceso. Gracias a todos por su dedicación, su asesoría y tiempo brindado para contribuir en mi formación profesional.

A la Dra. María Perevochtchikova y al Dr. Itzkuauhtli Zamora por sus observaciones y apoyo brindado para mejorar mi trabajo.

A cada una de las personas que forman el gran esquipo del Laboratorio de Ecosistemas de Montaña de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por brindarme su apoyo para la realización de este trabajo. ¡Personas admirables!

A mi mejor amigo y compañero en este viaje, gracias por tu bello amor y la alegría que has dado a mi vida. Gracias por tu valioso apoyo en cumplir uno más de mis sueños que ahora comparto contigo. Gracias Erick por ser y estar.

A mis amigas sostenibles que siempre estuvieron apoyándome incondicionalmente en este proceso, por esas pláticas, por resolver mis dudas y por ser mis compañeras de desveladas (Anita, Azu, Ale, Martha y Gaby). Mujeres bellas e inteligentes!

Al programa de becas del CONACYT por el apoyo económico brindado durante el transcurso de estos años.

Al Programa UNAM-DGAPA-PAPIIT, IT-2014-15, con el proyecto "Monitoreo participativo de la reforestación, calidad ecológica y restauración de los ríos y arroyos en el bosque de agua con énfasis en la cuenca del río Magdalena, México, D.F" por el apoyo para la realización de esta tesis.

Al Proyecto 290832, FONCICYT, ANR-CONACYT "TRAJECTORIES OF SOCIAL-ECOLOGICAL SYSTEMS IN LATIN AMERICAN WATERSHEDS: FACING COMPLEXITY AND VULNERABILITY IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE (TRASSE)" por el apoyo proporcionado para salidas de campo.

Este trabajo forma parte del proyecto "Observatorio nacional para la Sustentabilidad socio-ecológica". CONACYT Problemas Nacionales 5526.

DEDICATORIA

A mis maravillosos y admirables padres, por su infinito amor y su gran enseñanza. Gracias por apoyarme en todo momento y ser mi guía. A ustedes dedico cada logro en mi vida y por quienes daría todo. Los amo infinitamente!

A mi hermana, por ser mi mejor amiga, confidente y soporte en los momentos más difíciles. Gracias por ser siempre aquella persona que me motiva a ser mejor cada día y que siempre ha creído en mí. Gracias por ser la voz de la razón y por estar siempre. Te amo!

CONTENIDO

FIGURAS

TABLAS

RESUMEN

La acelerada expansión urbana en la Ciudad de México (CDMX) ha generado una presión constante en la Cuenca del río Magdalena (CRM) al sur poniente de la ciudad, comprometiendo la zona natural que provee de servicios ecosistémicos para el área urbana. Para abordar dicha problemática, desde el 2013 se realiza el monitoreo ambiental comunitario (MAC) de la calidad ecológica del río Magdalena y el de reforestación con participación de la comunidad Magdalena Atlitic (pueblo originario de la CDMX) como parte activa del proceso. En el cual colaboran empleados, comuneros y habitantes de la delegación Magdalena Contreras, con el Grupo Patrulla del Bosque, la Brigada de Incendios E-12 y miembros de la Asociación de Comerciantes Unidos de los Dinamos A.C. En la mayoría de los casos los programas de MAC no tienen un seguimiento riguroso que documente sus impactos. Por tal motivo, esta investigación busca conocer el desempeño que ambos MAC han tenido desde su implementación.

La metodología se ubica en el marco de la investigación-participativa (IP), que incluye investigación bibliográfica, aplicación de cuestionarios y toma de datos in situ. La evaluación del MAC de la calidad ecológica del río Magdalena incluyó el análisis de los datos del monitoreo realizado por Arroyo-Crivelli, (2015-2016) y del realizado en 2017 para complementar la información del presente trabajo. La calidad de agua se evaluó mediante parámetros fisicoquímicos (PH, dureza, alcalinidad, turbidez, oxígeno) y biológicos (macroinvertebrados y UFC de Escherichia coli y de otras bacterias coliformes). Para la evaluación del MAC de reforestación se consideraron los datos obtenidos de los monitoreos realizados de 2013 a 2014 y de 2014 a 2015, y del trabajo complementario para esta tesis. Se registró la sobrevivencia, el crecimiento y la salud de los árboles. El impacto socio-ambiental de ambos programas se evaluó con el nivel de involucramiento que han tenido los monitores desde el inicio y se determinaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas mediante tres etapas, donde se analizaron los componentes sociales y técnicos, las fases de intervención y los cinco criterios que deben ser considerados para evaluar un proyecto comunitario.

Con los datos obtenidos se pudo conocer que el monitoreo de reforestación ha sido exitoso con un alto porcentaje de sobrevivencia, donde la mortandad en la parcela 1 fue de seis árboles y 10 en la parcela 2. La calidad ecológica del río Magdalena presentó valores dentro de lo estipulado en las normas correspondientes, sin embargo, las características biológicas superan los límites permisibles para consumo humano.

Mediante el análisis FODA se determinó que ambos programas se encuentran en la fase de validación. La pertinencia, la eficacia y la eficiencia se han cumplido en ambos Programas. La evaluación de los programas permitió obtener información para conocer cómo se ha desarrollado el proceso de monitoreo en ambos programas, qué resultados se han alcanzado y detectar las debilidades para hacer los ajustes necesarios. En este sentido, la principales fortalezas identificadas fueron el cambio en la conciencia ambiental sobre el cuidado de sus recursos naturales y el acuerdo firmado con actores de gobierno por parte del monitoreo de la reforestación, por el contrario, dos de los principales desafíos fueron la pérdida de interés por parte de los participantes del monitoreo de calidad ecológica del río Magdalena y la falta de un acuerdo con actores de gobierno.

Y aunque la asistencia disminuyó a lo largo del monitoreo, la participación y el trabajo constante de los monitores ha sido relevante para dar continuidad a ambos programas.

Palabras clave: *participación, inclusión, ciencia ciudadana, monitoreo ambiental comunitario.*

ABSTRACT

The accelerated urban expansion in Mexico City (CDMX) has generated constant pressure in the Magdalena River Basin (CRM) to the south west of the city, compromising the natural zone that provides ecosystem services for the urban area. To address this problem, since 2013, community environmental monitoring (MAC) of the ecological quality of the Magdalena River and reforestation has been carried out, with the participation of the Magdalena Atlitic community (an original CDMX village) as an active part of the process, where it collaborates with employees and residents of the Magdalena Contreras delegation, with the Forest Patrol Group, the E-12 Fire Brigade and members of the "Asociación de Comerciantes Unidos de los Dinamos AC". In most cases MAC programs do not have a rigorous monitoring that documents their impacts. For this reason, this research seeks to know the performance that both MACs have.

The methodology is located within the framework of participatory research (IP), which includes bibliographic research, application of questionnaires and data collection in situ. The evaluation of the MAC of the ecological quality of the Magdalena River included the analysis of the data from the monitoring carried out by Arroyo-Crivelli, (2015-2016) in addition to the one made on 2017 to complement the information of the present work. Water quality was evaluated by physicochemical parameters (PH, hardness, alkalinity, turbidity, oxygen) and biological (macroinvertebrates and CFU of Escherichia coli and other coliform.

For the evaluation of the reforestation MAC, were considered the data obtained from the monitoring periods carried out from 2013 to 2014 and from 2014 to 2015 and from the third corresponding to the complementary work for this thesis. The survival, growth and health of the trees was recorded.

The socio-environmental impact of both programs was evaluated with the level of involvement that the monitors have had since the first period and the strengths, opportunities, weaknesses and threats were determined through three stages, where the social and technical components were analyzed, the intervention phases and the five criteria that must be considered to evaluate a community project.

With the data obtained could know that the monitoring of reforestation has been successful with a high percentage of survival, where mortality in the parcel 1 was of six trees and 10 in the parcel 2. The ecological quality of the Magdalena river showed values within as set forth in the relevant standards, however, the biological characteristics exceed the permissible limits for human consumption.

By analyzing FODA was determined that both programs are in the validation phase. The relevance, effectiveness and efficiency are met in both programs. Evaluation of programs allowed information to see how it has developed the process of monitoring in both programs, what results have been achieved and detect weaknesses to make necessary adjustments. In this sense, the main strengths identified were the change in environmental awareness about the care of their natural resources and the agreement with government actors from the monitoring of reforestation, on the other hand, two of the major challenges were the loss of interest from the participants of the ecological quality of the Magdalena river and the lack of an agreement with actors of Government monitoring. And although the assistance declined along of the monitoring, the participation and the constant work of the monitors has been relevant to give continuity to both programs.

Keywords: participation, inclusion, citizen science, community environmental monitoring.

CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN

En las últimas tres décadas la acelerada expansión urbana en la Ciudad de México (CDMX) ha generado una presión constante en las zonas naturales ubicadas a la periferia de la ciudad, hecho que se ve reflejado en la devastación ecológica y desigualdad social que inciden en la degradación de los ecosistemas naturales (Almeida-Leñero *et al.*, 2007 y Gress, 2016). Esta zona natural, conocida como Suelo de Conservación (SC), contiene una gran diversidad de ecosistemas (bosques, pastizales de alta montaña, pedregales, humedales y zonas agrícolas) que contribuyen al mantenimiento de la calidad de vida de los habitantes de la CDMX, pues su existencia genera servicios ecosistémicos vitales y de gran valor económico, como son provisión de agua y alimentos, diversos aspectos culturales, captura de carbono, regulación del clima, entre otros (Rodrigues *et al.*, 2007). Sin embargo, el crecimiento urbano desmedido presenta grandes desafíos que resulta en la pérdida de estos servicios ambientales (Rodrigues *et al.,* 2007).

La Cuenca del río Magdalena (CRM), región en la que centramos este estudio, es un área natural de gran importancia presente en la CDMX, ya que en ella se encuentran bosques templados en buen estado de conservación y el río Magdalena, uno de los cuerpos de agua más importantes de la CDMX. Ambos elementos aportan servicios ecosistémicos relacionados con los recursos hídricos como son el mantenimiento de la calidad de agua y el mantenimiento de la capacidad de recarga de acuíferos (Perevochtchikova y Vázquez, 2010), que inciden en el bienestar de la población urbana y rural de la ciudad, como es la comunidad agraria Magdalena Contreras Atlitic (Ávila-Akerberg, 2004; Almeida-Leñero *et al.*, 2007; Ramos-Elordyu, *et al.*, 2018).

Debido a la expansión urbana a las periferias de la CDMX, esta zona enfrenta un grave proceso de degradación que lo expone ante una mayor vulnerabilidad ambiental, comprometiendo la existencia del bosque y los procesos hídricos y ambientales de la cuenca (Centro GEO, 2004; Galeana *et al.,* 2009), donde las principales amenazas en materia ambiental son la pérdida de las funciones ecosistémicas, consecuencia de la pérdida de cobertura forestal, actividades recreativas no reguladas y las medidas inadecuadas de conservación impulsadas por el gobierno (Ramos-Elorduy, *et al.*, 2018). Mantener los bosques presentes en la CRM permite conservar importantes servicios ecosistémicos hidrológicos, donde la visión territorial mediante el análisis de cuenca como sistema natural es esencial para planificar estrategias que permitan la solución de problemas de gran complejidad. Así, las acciones realizadas no se limitan al cauce, que si bien es el elemento clave, las acciones deben realizarse a una escala mayor (Cotler, 2004; Galicia, 2016). En consecuencia, la cuenca alta es un elemento central del sistema en estas zonas de transición rural-urbana para que el río tenga una excelente calidad de agua y se pueda asegurar el ciclo hidrológico superficial y subterráneo y poder dirigirse hacia un desarrollo sostenible en la cuenca (Arteaga-Reyes *et al.*, 2017).

Dada la importancia ecológica y social que representa para la Ciudad de México (CDMX) y para la comunidad de la Magdalena Atlitic, como una estrategia para involucrar a los habitantes locales en el monitoreo de sus recursos y tomar mejores decisiones en su manejo, desde el año 2013 se inició en la CRM el proyecto "Monitoreo participativo de la reforestación, calidad ecológica y restauración de los ríos y arroyos en el Bosque de Agua con énfasis en la cuenca del río Magdalena, D.F.", del cual surgieron el programa de Monitoreo Ambiental Comunitario de la Calidad Ecológica del río Magdalena (CERM) y el programa de Monitoreo Ambiental Comunitario de la Reforestación (MACR) aplicado en dos parcelas con *Abies religiosa,* impulsados por iniciativa del Laboratorio de Ecosistemas de Montaña de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y propuesto por Ramos (en prensa) en colaboración con los actores locales.

Ambos programas son más que una recopilación de datos por parte de los habitantes locales, constituyen una herramienta de contribución al manejo ambiental para buscar soluciones a los problemas ambientales, especialmente en las comunidades locales quienes tienen un papel vital en la gestión. A pesar de su importancia, desde las propuestas realizadas por Ramos (en prensa) en 2013 y del monitoreo llevado a cabo los siguientes años (Arroyo-Crivelli, 2017; Centeno, 2017; Salazar, 2016), no se ha dado seguimiento riguroso que documente los efectos y alcances que han tenido ambos programas en la CRM y la comunidad. Por ello se requiere evaluar el desempeño de los programas, tanto en el aprendizaje operativo y sobre el entorno ecológico de los monitores, como en sus impactos sociales y ambientales en la CRM, ya que los resultados favorables no solo se reflejan en la aplicación de prácticas exitosas, sino también en el aprendizaje que los actores involucrados adquieren en el proceso (Burgos, 2011, Evans *et al.*, 2015).

En este sentido, la etapa de evaluación es fundamental para asegurar el éxito de las acciones desarrolladas (Crespo, 2009), pues permite conocer cómo se desarrolla el proceso, si los resultados alcanzados han sido los esperados, como es la actuación de los sujetos implicados, identificar las fortalezas y debilidades de las acciones llevadas a cabo y realizar ajustes para mejorar los impactos sobre los problemas de interés (Pacheco, 2010). Por lo tanto, el objetivo principal del presente trabajo se ha enfocado en evaluar el desempeño de los Programas de CERM y de MACR para conocer sus impactos socio-ambientales al cabo de cinco años de su implementación, mediante un enfoque socioecosistémico basado en análisis cualitativo y cuantitativo.

Para la evaluación del MACR se consideraron los datos obtenidos de los periodos de monitoreo realizados desde 2013 y se monitoreo un año adicional en 2017 para obtener información complementaria. De este modo el análisis abarca el periodo de monitoreo de 2013 a 2017 con algunas discontinuidades temporales debido a problemas internos en la comunidad. Por cuestiones de tiempo, para la evaluación del CERM se consideraron únicamente los datos del segundo periodo de monitoreo realizado entre 2014 y 2015 llevado a cabo por Arroyo-Crivelli (2017) y del tercer periodo correspondiente al trabajo complementario para esta tesis. Ya que los datos del primer monitoreo realizados en 2013 serán producto de la investigación de Ramos (en prensa).

En este estudio se presenta la experiencia del proceso de involucramiento ciudadano en los dos programas de monitoreo comunitario, así como la condición actual y las variaciones espaciales y temporales en la calidad ecológica del río Magdalena y en la sobrevivencia de plantaciones forestales realizadas desde 2013. Se pretende contribuir con información acerca de efectos y alcances que tienen este tipo de proyectos en los esfuerzos de colaboración entre los científicos y la comunidad y, por lo tanto, plantear soluciones más efectivas para su mejoramiento y así garantizar el proyecto a mediano y largo plazo, donde la intervención social participativa e inclusiva contribuye como una forma efectiva para lograr la sostenibilidad.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E HIPÓTESIS

En la mayoría de los casos, los proyectos con un enfoque participativo como es un programa de Monitoreo Ambiental Comunitario se enfrentan a distintos problemas. Por una parte, a recortes de financiamiento gubernamental y al dilema del reconocimiento de la validez de los datos obtenidos por los ciudadanos, así como en cuestiones de priorización del financiamiento (Betancur y Cañón, 2016) y por otro, la falta de estudios acerca de los impactos que estos proyectos comunitarios tienen limita obtener información concreta para implementar acciones para la gestión de los recursos naturales, ya que los datos colectados en un Programa de Monitoreo Ambiental deben dar soporte para conocer la situación ambiental y poder elaborar nuevas políticas públicas para resolver las problemáticas (Perevochtchikova, 2009).

En consecuencia, la falta de evaluación de un proyecto lleva a que programas ineficientes sean puestos en marcha con los escasos recursos disponibles y que bien podrían utilizarse en iniciativas de mayor efecto para el bienestar de la población (Pinilla y García-Altés, 2010). Como una estrategia de inclusión social se han realizado una serie de actividades en el territorio de la Magdalena Atlitic a fin de garantizar el proyecto a mediano y largo plazo.

Basándose en lo anterior, la hipótesis de investigación es que la implementación de técnicas sencillas e incluyentes desarrolladas en los programas de monitoreo promueven la participación e interés de la comunidad en el proceso científico, lo cual aumenta la apropiación del conocimiento por parte de la comunidad en el contexto operacional para la obtención de datos confiables y en la interpretación de las observaciones del sistema ecológico. Asimismo, este proceso de colaboración puede implicar un cambio de percepción de la importancia en el cuidado del ambiente para gestionar sus recursos naturales de manera sostenible y crear la confianza para el desarrollo de una relación más estrecha entre la academia y comunidad para trabajar en conjunto para la resolución de problemas dentro de la comunidad.

ALCANCES DE ESTA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con la información antes expuesta, esta tesis se guía por las siguientes preguntas de investigación:

1) ¿Cuál es la condición actual y las variaciones espaciales y temporales en la calidad ecológica del río Magdalena y en la sobrevivencia de plantaciones forestales realizadas en el periodo 2013-2017 en la Cuenca del río Magdalena de CDMX?

2) ¿Cómo se ha desenvuelto el proceso de involucramiento ciudadano en el registro de información periódica y sistemática de datos ambientales de forma participativa? y ¿Cómo ha incidido en este proceso científico desde la implementación de ambos programas de monitoreo en el año 2013?

3) ¿Cuál es el impacto que han tenido los programas de Monitoreo Ambiental Comunitario en la CRM y cuáles son las fortalezas y debilidades que los dos programas de monitoreo comunitario presentan desde su implementación en el año 2013?

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el desempeño y los impactos socio-ambientales de los Programas de Monitoreo Ambiental Comunitario, sobre la reforestación y la calidad ecológica, implementados en la Cuenca del río Magdalena, Ciudad de México, México.

OBJETIVOS PARTICULARES

Objetivo 1. Dar continuidad a los muestreos de los programas de monitoreo ambiental comunitario implementados en la cuenca del río Magdalena de la CDMX durante 2017 y analizar las series de datos disponibles desde el año 2013.

Objetivo 2. Conocer el nivel de involucramiento de los monitores en el proceso participativo del registro de datos ambientales y su percepción sobre el desarrollo de este proceso científico en la cuenca del río Magdalena entre 2013 y 2017.

Objetivo 3. Identificar las fortalezas y debilidades de los dos programas de monitoreo ambiental comunitario desarrollados en la Cuenca del río Magdalena entre 2013 y 2017.

Para propiciar la vinculación de esta tesis con el problema de investigación, como componente adicional se participó en actividades directas para la diseminación de información y resultados entre los actores vinculados directa e indirectamente a la Cuenca del río Magdalena.

CAPÍTULO 2

MARCO CONCEPTUAL

PARTICIPACIÓN SOCIAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

En la década de 1970 la creciente preocupación por los problemas medio-ambientales en el mundo llevó a los países miembros de las Naciones Unidas a convocar a la Conferencia Mundial sobre el Medio Humano (CNUMH) en Estocolmo, Suecia, en 1972. Esta conferencia constituyó una nueva manera de reflexión para abordar la problemática del deterioro ambiental a nivel internacional. Durante su vigésimo aniversario se celebró la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), también conocida como la "Cumbre para la Tierra", realizada en Río de Janeiro, Brasil, en 1992, donde la protección del ambiente, el desarrollo social y económico conformaron el tema de desarrollo sostenible[1] (Gabutti, 2016). Uno de los logros más importantes de la CNUMAD fue el Programa 21[2] y la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo[3], donde se planteó la necesidad de lograr la participación de todos los grupos sociales involucrados a fin de lograr el alcance del desarrollo sostenible. En particular en el Principio 10 de Declaración de Río se establece que "los problemas ambientales se abordan de mejor manera con la participación de todos los ciudadanos preocupados e interesados en la problemática del deterioro ambiental, en el nivel que corresponda". Así mismo, en el Principio 22 se establece que las comunidades locales tienen un papel vital en la gestión y el desarrollo del ambiente, donde resalta la importancia de su conocimiento y prácticas tradicionales en el que se reconoce su participación efectiva (Naciones Unidas, 1992).

El tema de participación ha ganado cada vez más atención y se ha vuelto parte integral de muchas iniciativas (Prell *et al.*, 2009). Es por ello, que en todo el mundo los tomadores de decisiones y organizaciones no gubernamentales consideran la participación de ciudadanos voluntarios como una estrategia para conocer el estado de las áreas protegidas y mejorar el manejo de los recursos naturales, así como

[1] El libro "Nuestro Futuro Común" (nombre original del Informe Brundtland) fue el primer intento de eliminar la confrontación entre desarrollo y sostenibilidad. Se define a la sostenibilidad como "el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades", para lo cual se consideran tres dimensiones: sostenibilidad ambiental, social y económica (http://www.un.org/spanish/conferences/wssd/unced.html).

[2] Programa de acción de 40 capítulos que funge como estrategia global para llevar a la práctica de manera local y que implica a todos los sectores de una comunidad: sociales, culturales, económicos y para poder alcanzar el desarrollo sostenible en el siglo XXI.

[3] La Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, propone 27 principios donde se definen los derechos y responsabilidades de las naciones (distintas para los países desarrollados del resto de los países) en la búsqueda del progreso y del bienestar de la humanidad.

para conocer el estado del ecosistema (Conrad y Hilchey, 2011). En este contexto, algunas experiencias en Latinoamérica referente a la implementación del concepto de cuenca en la planeación del territorio y manejo de los recursos han demostrado la ineficacia sin la participación efectiva de la población local, por lo cual, muchas de las iniciativas de manejo sostenible de los recursos fracasan debido a la poca atención prestada a los intereses de los involucrados. Por esta razón, la inclusión de la población en aquellos problemas que les afectan resulta indispensable para su resolución, ya que involucran a las poblaciones afectadas desde un inicio (Rodrigo, 1988; Dickinson *et al.,* 2012).

CIENCIA CIUDADANA COMO HERRAMIENTA PARA EL MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO

En los últimos años se ha empleado internacionalmente el concepto de *ciencia ciudadana* (*citizen science* en inglés) como una forma de involucrar a la sociedad en el proceso científico y llevar así una relación más estrecha entre la investigación científica y la interpretación de las observaciones del medio natural por parte de personas interesadas en conocer su entorno (Dickinson *et al.,* 2012; Miller-Rushing *et al.*, 2012; Amsteins, 2014). Esta necesidad ha transformado la forma del registro de información periódica y sistemática de datos ambientales mediante el Monitoreo Ambiental Comunitario o en inglés, Environmental Community-Based Monitoring, donde la colaboración de los pobladores locales puede participar en la recolección de datos y análisis de datos e incluso participar de manera autónoma para la toma de decisiones en la gestión de sus recursos (Danielsen *et al.*, 2009; Páez y Burgos, 2012). El MAC ofrece distintas ventajas, ya que amplía el potencial de investigación, puesto que los voluntarios cubren áreas geográficas mucho más extensas que las que un grupo de investigación podría abarcar por sí solo, y el costo es más económico (Dickinson *et al.*, 2012; Betancur y Cañón, 2016). Los interesados se capacitan para responder a problemas de interés público y tomar decisiones a nivel local (Evans y Guariguata, 2008; Dickinson *et al.*, 2012; Samamé, y Martínez, 2014), de manera que se genera un nuevo tipo de producción científica basada en la participación, consciente y voluntaria de ciudadanos (Flores-Díaz, 2013; Finquelievich y Fischnaller, 2014). Esta participación incide en factores positivos que van desde el aumento del conocimiento personal y la conciencia ambiental de la comunidad, hasta el cambio en las actitudes y comportamientos, construcción de capital social, toma de decisiones en la gestión de recursos y generación de nuevas políticas públicas (Deutsch y Ruiz-Córdova, 2015).

Entre los temas que han sido monitoreados de forma participativa en distintas partes del mundo destacan la salud humana (Díaz, 2014), la biodiversidad (Becker *et al.*, 2005), la calidad de agua (Perevochtchikova, 2016), el manejo forestal (Arrázola *et al.,* 2016), la salud (Díaz, 2014; Osores, 2016) el manejo de recursos (Topp-Jorgensen *et al.,* 2005; Álvarez y Shany, 2012; Krause y Zambonino, 2013) y las áreas de importancia para la conservación (Ramos, en prensa; Tabla 1). Estos esfuerzos han producido datos que han sido utilizados por los científicos para rastrear los cambios en las poblaciones y las tendencias ambientales en el tiempo (Stepenuck y Green. 2015).

TABLA 1. MONITOREOS PARTICIPATIVOS REALIZADOS EN DISTINTOS PAÍSES
(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA)

País	Tema de interés	Referencia
	Biodiversidad	
México	Aves y mamíferos	Ortega-Álvarez, 2015
México	Aves	CONABIO, 2012
África	Gorilas	Gray y Kalpers, 2005
Alemania	Mamíferos	Strauss *et al.*, 2008
Brasil	Biodiversidad	Constantino *et al.*, 2008
Ghana	Aves	Brashares y Sam, 2005
Kenia	Aves	Bennun *et al.*, 2005
	Manejo de recursos	
México	Pesca	Pattengill y Semmens, 1998
México	Reforestación	Centeno, 2017
Bolivia	Pesca	Noss *et al.*, 2005
Kenia	Pesca	Obare, 2001
Zambia	Pesca	Ticheler *et al*, 2002
	Vigilancia de la salud	
Brasil	Epidemiológico	Breilh, 2003
Colombia	Salud	Díaz, 2014
Perú	Salud ambiental humana	Osores, 2016
	Agua	
México	Calidad de agua	Perevochtchikova, 2016
México	Calidad de agua	Arroyo-Crivelli, 2017
Estados Unidos	Calidad de agua	Smeltzer y Heiskary, 1990

Los programas de monitoreo de agua son una de las formas más populares de ciencia ciudadana que han tenido mayor impacto (Conrad y Hilchey, 2011; Páez y Burgos, 2012). En las últimas dos décadas, en Estados Unidos y Canadá se ha incrementado la colaboración entre universidades y comunidades para unir esfuerzos en la implementación de programas de monitoreo de la calidad de agua de ríos, que han podido incidir en marcos legales (Savan et al., 2003). Entre los programas de monitoreo de agua en estos países se pueden mencionar el Programa "Adopta tu cuenca" de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América[4], el Programa de Alabama Water Watch en USA[5] y el Monitoreo comunitario participativo en Canadá[6]. Destaca el papel que ha tenido la organización Global Water Watch[7] en el apoyo conceptual y metodológico para implementar y certificar redes mundiales de grupos comunitarios

[4] http://water.epa.gov/type/rsl/monitoring
[5] http://www.alabamawaterwatch.org
[6] http://www.enr.gov.nt.ca/programs/water-resources/community-based-monitoring
[7] www.globalwaterwatch.org/

de monitoreo del agua, los cuales han tenido contribuciones considerables que impactan en la educación ambiental (Perevochtchikova, 2009; Stepenuck y Green, 2015). El auge que los proyectos de ciencia ciudadana han tenido recientemente puede atribuirse en gran parte al desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación que proveen de herramientas para el procesamiento de datos, así como para el acceso de información. Ello propicia la mejor comunicación e interacción entre los ciudadanos, la academia, organizaciones no gubernamentales (ONGs) y todas aquellas personas interesadas en el tema. Además de proporcionar datos y servir a la comunidad científica en el proceso de recolección de datos para la investigación, permite la inclusión social en todos los niveles (Betancur y Cañón, 2016).

En México han sido monitoreados de forma participativa distintos factores ambientales en colaboración con instituciones gubernamentales y la academia, donde se han desarrollado programas de monitoreo comunitario como el mecanismo REDD+ (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal), que busca desacelerar la pérdida de los bosques mediante programas de fortalecimiento de capacidades para el monitoreo comunitario. Otro ejemplo es la Red de Monitoreo Comunitario de Aves, impulsada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) desde el 2010; y Global Water Watch-México, A.C. (GWW-México) que desde 2005 ha promovido la capacitación ciudadana en el monitoreo biológico, físico y químico del agua, entre otros.

Entre las experiencias de implementación de programas de monitoreo comunitario del agua en zonas rurales se pueden mencionar el programa de "Monitoreo Comunitario de la Calidad del Agua (MCCA)" que se desarrolla en la sección baja de la Cuenca del Rio Balsas en el Estado de Michoacán[8], el "Monitoreo del río Pixquiac" en el estado de Veracruz[9] y el programa de "Monitoreo de calidad del agua en cauces de la microcuenca La suiza", en Chiapas (López y Reynoso, 2017), entre otros. Por otra parte, los casos de experiencia de monitoreo participativo en el contexto urbano se encuentran orientados a un monitoreo ciudadano en rendición de cuentas referente al desempeño gubernamental para generar propuestas en la mejora de la calidad de los servicios públicos (Hevia, 2017; CESJAL, 2015) y, por otro lado, orientados a procesos de desarrollo y diseño urbano en relación con la recuperación de los espacios urbanos (Bonilla, 2009). Es decir que los monitoreos en el contexto urbano se enfocan a dar seguimiento al cumplimiento de metas y gestión de los recursos públicos de una urbe.

LA ETAPA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO EN PROYECTOS PARTICIPATIVOS

El manejo adaptativo es un enfoque transformador para la resolución de problemas que consiste en un proceso de adaptación de las distintas actividades y estrategias para lograr un aprendizaje. El manejo adaptativo abre la posibilidad de conocer el estado de aquellas acciones y estrategias que no ofrecen un resultado positivo para modificarlas mediante una retroalimentación constante y lograr un mejor aprendizaje. Cuando este proceso se hace con la participación e interacción de los manejadores del recurso natural, se logra un proceso de aprendizaje social colectivo (Bartaburu *et al.*, 2009). De acuerdo con Taylor (1999), los pasos básicos del manejo adaptativo son la valoración, diseño, implementación, monitoreo, evaluación y ajuste de las actividades. En este sentido, la evaluación de un proyecto es un proceso de aprendizaje y acción para adaptar las acciones con base en los resultados obtenidos. De tal

[8] http://lasa.ciga.unam.mx/monitoreo/
[9] http://zoncuantla.org/category/monitoreo-del-rio/

forma que la implementación de un proyecto social, de desarrollo, o de cualquier índole no garantiza por sí mismo un impacto positivo en la vida de las personas, ni el cumplimiento eficaz de los objetivos planteados. Para aumentar las posibilidades de efectividad es necesario realizar su evaluación para conocer en qué medida se ha logrado el cumplimiento de los objetivos, cuáles son los impactos y qué acciones se han implementado como resultado de este (Berumen, 2010).

Se pueden considerar cinco etapas en un proyecto: 1) Identificación, correspondiente a la priorización del problema central; 2) Diseño-formulación, se plantean los objetivos concretos y comienza la fase preparatoria de las acciones; 3) Ejecución, se llevan a cabo las acciones planteadas y se aplican de manera continua; 4) Monitoreo, se analizan los datos que van surgiendo durante la ejecución y; 5) Evaluación, se determina entre otros aspectos, el cumplimiento de los objetivos del proyecto (Pacheco, 2010; Crespo, 2009).

La evaluación tiene por objeto obtener la información necesaria mediante métodos diversos, donde se pueden implementar indicadores, analizar datos durante todo el ciclo del proyecto, detectar las debilidades, hacer ajustes necesarios, retroalimentar con información a los involucrados, demostrar los resultados a los participantes y utilizar los resultados en acciones que mejoren el bienestar de la comunidad (Pacheco, 2010). En este sentido, existen numerosas técnicas y métodos diferentes para evaluar los programas comunitarios, los cuales dependen de distintos elementos tales como el objeto de interés y el contexto, entre otros, por lo cual, no existe una técnica predeterminada con un solo enfoque. Es decir, que una "evaluación pluralista" que aborde los enfoques cuantitativos y cualitativos en la evaluación de programas es necesaria para el acopio de información (Beattie, 1995; Pacheco, 2010). Diversos autores coinciden en que una evaluación exitosa debe considerar distintos aspectos de intervención. Así, una evaluación completa se caracteriza por ser imparcial y transparente, tener credibilidad, ser útil y retroalimentar la toma de decisiones (Berumen, 2010; Fernández *et al.*, 2014; Crespo, 2009). Esta valoración de calidad del proyecto se fundamenta en cinco criterios:

Pertinencia: qué tanto el diseño de la intervención responde a las necesidades de los beneficiarios.

Eficacia: medida en la cual el proyecto produce resultados esperados y estos permiten lograr el objetivo específico del proyecto.

Eficiencia: medida en la cual se brindan y gestionan los servicios y se realizan las actividades previstas optimizando los medios, recursos y tiempo disponible.

Impacto: se refiere a los efectos del proyecto sobre los beneficiarios, así como sus efectos sobre un mayor número de personas, en un sector o en un área geográfica determinada.

Que sea sostenible: medida en la cual los impactos de la intervención tienen la posibilidad de continuar después del cierre del proyecto y si los participantes quieren y pueden dar continuidad.

Por su parte, un Programa de MAC comprende una fase preparatoria, una de validación y otra de aplicación continua (Burgos *et al.,* 2013), donde elementos como un objetivo, recursos materiales y humanos, una metodología, tiempo establecido, coste, herramienta para la incorporación de información y los medios disponibles para llevar a cabo las actividades previstas son esenciales para llevar adecuadamente un monitoreo. A su vez, este programa debe ser viable, eficaz, eficiente, sostenible y pertinente (Crespo, 2009).

A finales de la década de los años 60 en los países desarrollados, los estudios de evaluación de los proyectos comunitarios se dirigieron hacia un enfoque ambiental, ante la presión de grupos ambientalistas y de la población en general, realizándose así estudios de evaluación con indicadores ambientales y dejando de lado aquellos dirigidos hacia el impacto social (Fernández et al., 2014), y aunque la incidencia social es fundamental en el fracaso o el éxito de cualquier proyecto, las evaluaciones del impacto generalmente no están realizadas para conocer efectos sociales como es el aprendizaje que se da entre las personas durante el proceso (Blauert y Quintanar, 2000). Entre los proyectos comunitarios que han sido evaluados con un enfoque social, se encuentra el realizado en Cuba denominado "Ligas Deportivas Comunitarias (LDC)", donde se trabaja a través de la observación participativa y las entrevistas se establecieron indicadores sociales con el propósito de evaluar el impacto social que ha tenido en la salud (Fernández *et al.*, 2014). En Mongolia se involucra a los grupos beneficiarios en la evaluación de un programa nacional de mitigación de la pobreza (Davaa y Menamkart, 2000). En Filipinas la evaluación del proyecto "La educación para la fundación de la vida" (ELF, por sus siglas en inglés) se centra en la evaluación de la eficacia de las actividades en la formación escolar (Abes, 2000). En México se puede mencionar la evaluación participativa en proyectos sobre la agricultura sostenible y de conservación del suelo, en el cual se miden los impactos con un enfoque económico-ambiental (Blauert y Quintanar, 2000).

EL MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO EN EL SUELO DE CONSERVACIÓN DE LA CIUDAD DE MÉXICO

La Ciudad de México conforma una de las aglomeraciones urbanas más grandes del mundo (FAO, 2015) y cuenta con dos categorías administrativas: Suelo Urbano (SU) y Suelo de Conservación (SC; Figura 1), establecidas en su Programa General de Desarrollo Urbano, donde cada categoría depende de los usos productivos del suelo y las actividades de la población. El SC tiene una superficie de 88 442 hectáreas, y abarca más de la mitad de la superficie de la entidad (59%), con el 9.3% correspondiente a Áreas Naturales Protegidas (ANP) de diferentes categorías (GDF, 2000; INEGI, 2002). La mayor superficie de SC se encuentra al sur del Distrito Federal, abarca 87,204 ha y se extiende por toda la sierra del Chichinautzin, la Sierra de Las Cruces y la Sierra del Ajusco, el cerro de La Estrella y la sierra de Santa Catarina, así como en las planicies lacustres de la delegación Xochimilco-Tlahuac y Chalco. Mientras que la menor superficie del SC que se localiza al norte de la CDMX y comprende 1,238 ha, distribuidas entre la sierra de Guadalupe y el cerro del Tepeyac (GDF, 2000). La zona urbana abarca una extensión de 61,082 ha que representa el 41% de la superficie total y en ella se desarrollan el uso de suelo con fines para vivienda, recreación y espacios abiertos, equipamiento, industria y comercio y vialidad primaria, entre otros.

El crecimiento demográfico dentro de la zona metropolitana de la CDMX ha ocasionado una acelerada expansión urbana hacia la periferia, lo que ha generado una considerable transformación en la zona natural de la ciudad, por lo que esta zona ha sido objeto de estudio desde diversas disciplinas (Cruz, 2000). Algunos ejemplos de las investigaciones realizadas son la desarrollada por Trinidad (2010), enfocada a la problemática del crecimiento de la urbanización en la delegación Tláhuac, CDMX, el estudio enfocado a la capacidad de almacenamiento de carbono bajo diferentes tipos de cobertura vegetal realizado por Vela y colaboradores (2012), la descripción de la diversificación de ingresos no agropecuarios en el SC para conocer los impactos en el capital natural, social y económico en San Nicolás Totolapan (Avila-Foucat, 2012), entre otros.

FIGURA 1. CATEGORÍAS ADMINISTRATIVAS EN LA CDMX
(FUENTE: ELABORADO POR ROXANA GONZÁLEZ MENESES)

Como una herramienta para conocer el estado del SC e involucrar a las comunidades locales en la toma de decisiones, desde 2014[10], la Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA) del Gobierno de la Ciudad de México a través del PROFACE, promueve la integración de brigadas comunitarias para el monitoreo de la biodiversidad. Actualmente en las comunidades de Villa Milpa Alta y San Miguel Topilejo se realiza el *Monitoreo del gorrión serrano y del zacatuche* con apoyo de CONABIO y de la Dirección

[10] El Programa Fondos de Apoyo para la Conservación y Restauración de los Ecosistemas a través de la Participación Social (PROFACE), promueve la protección, conservación y restauración de los ecosistemas, la biodiversidad y los servicios ambientales, que se generan en el Suelo de Conservación de la Ciudad de México, con la participación de dueños posesionarios o usufructuarios de este territorio, permitiendo con ello, fortalecer su identidad cultural y social (SEDEMA, 2017).

General de Zoológicos y Vida Silvestre la SEDEMA (Ortega-Álvarez, 2015); el *Monitoreo comunitario participativo de la calidad de agua, caso Ajusco, México*, realizado en la delegación de Tlalpan en la periferia suroeste de la cuenca de México donde se lleva a cabo el registro de datos de la calidad de agua en las fuentes de abastecimiento (Perevochtchikova, 2016).

Por otra parte, en la CRM, desde el 2013 se vienen implementando dos programas de monitoreo impulsados por el Laboratorio de Ecosistemas de Montaña de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y propuesto por Ramos (en prensa) en colaboración con los actores locales. El propósito de estos programas es integrar las necesidades locales y el conocimiento académico para generar información valida y confiable que pone a las personas como actores y supervisores de su propio desarrollo para la sustentabilidad (Agurto, 2002; Ramos, en prensa). Todas estas intervenciones de colaboración confirman la importancia de llevar a cabo este tipo de estudios.

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO

ÁREA DE ESTUDIO

La Cuenca del río Magdalena se localiza en el límite suroeste de la CDMX dentro de la cuenca de México, en la zona perimetral entre el SU y el SC (Figura 2). Esta zona es conocida por los habitantes capitalinos como "Los Dinamos" y por sus características fisiográficas se le conoce como cuenca o microcuenca del río Magdalena y según la tenencia de la tierra como "Bosques comunales de la Magdalena Atlitic"[11], ya que la comunidad agraria de Magdalena Atlitic es propietaria de 95 % de la CRM, y muchos habitantes dependen de estos ecosistemas para obtener ingresos para la subsistencia, derivados de los usos recreativos que la población de la ciudad de México realiza de esta zona (Ramos, 2008). La cuenca alta comprende desde el valle de Cieneguillas donde se origina el río Magdalena, hasta la presa Anzaldo, mientras que la cuenca baja inicia en dicha presa y termina en el cruce con el río Mixcoac (Zamora, 2013).

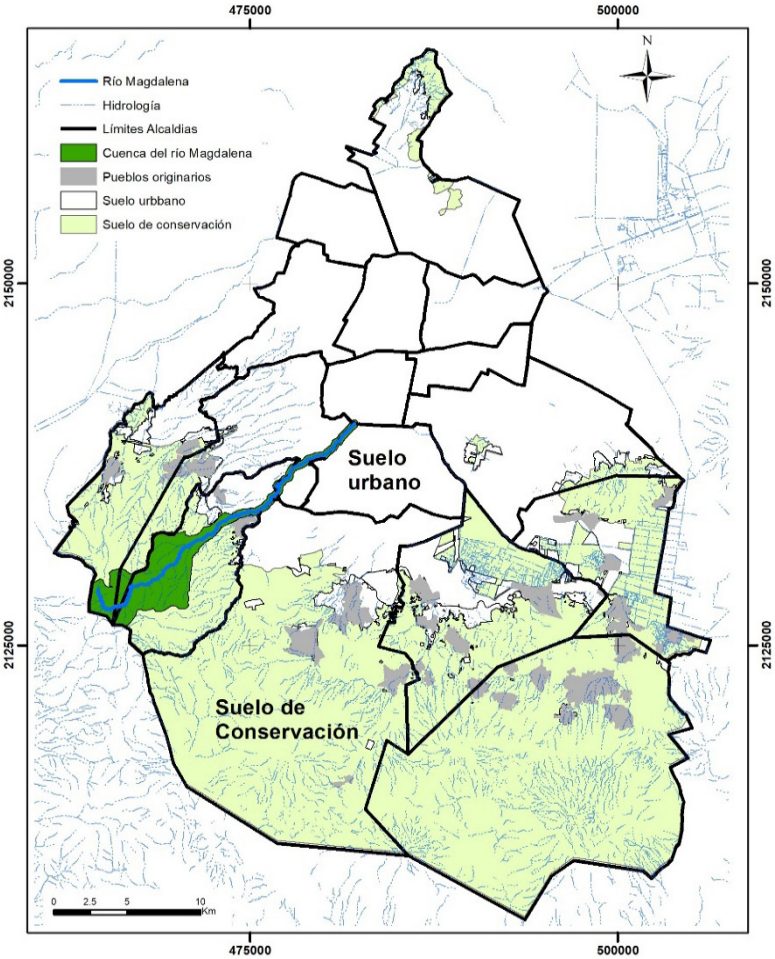


FIGURA 2. UBICACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX
(FUENTE: ELABORADO POR VERÓNICA AGUILAR ZAMORA)

[11] La comunidad agraria Magdalena Atlitic posee títulos de propiedad de la mayoría de estos bosques y depende de estos ecosistemas para obtener alimento, medicina, biocombustibles (leña) e ingresos complementarios para la subsistencia como es el "ecoturismo" (Ramos, 2008).

El área se ubica dentro de la jurisdicción de tres alcaldías de la CDMX: Álvaro Obregón, Cuajimalpa y Magdalena Contreras. Esta última es la que presenta mayor superficie de suelo de conservación dentro de la cuenca, con un área natural de 2,993 ha., donde dominan los bosques de coníferas bien conservados (DOF, 1997; Galeana *et al.*, 2009).

METODOLOGÍA

La evaluación de los Programas de MAC en la CRM, se basó en el enfoque de la investigación-participativa (IP), donde la investigación, la acción y la evaluación se relacionan recíprocamente y quienes investigan participan a su vez en los procesos de cambio (Blaxter *et al.*, 2000). Mediante un análisis socio-ambiental se evaluó el desempeño que los programas han tenido desde su implementación para conocer los impactos que han tenido en la CRM desde su desarrollo. La metodología de investigación incluyó un diseño con un enfoque cualitativo y cuantitativo. El análisis cualitativo (social) comprende el nivel de involucramiento de los monitores, su percepción sobre el desarrollo de los programas de monitoreo y el uso de la herramienta FODA para identificar las fortalezas y debilidades de los programas. Para el análisis cuantitativo (ambiental) se realizaron muestreos en el sitio el proyecto, donde se utilizaron indicadores de la calidad de río, calidad de zona de ribera y reforestación.

Acorde con lo anterior, la recolección de datos fue obtenida de fuentes múltiples que comprenden la toma de muestras, recopilación de datos in situ, investigación bibliográfica y la aplicación de técnicas como la observación directa, la entrevista semiestructurada, etc (Figura 3).

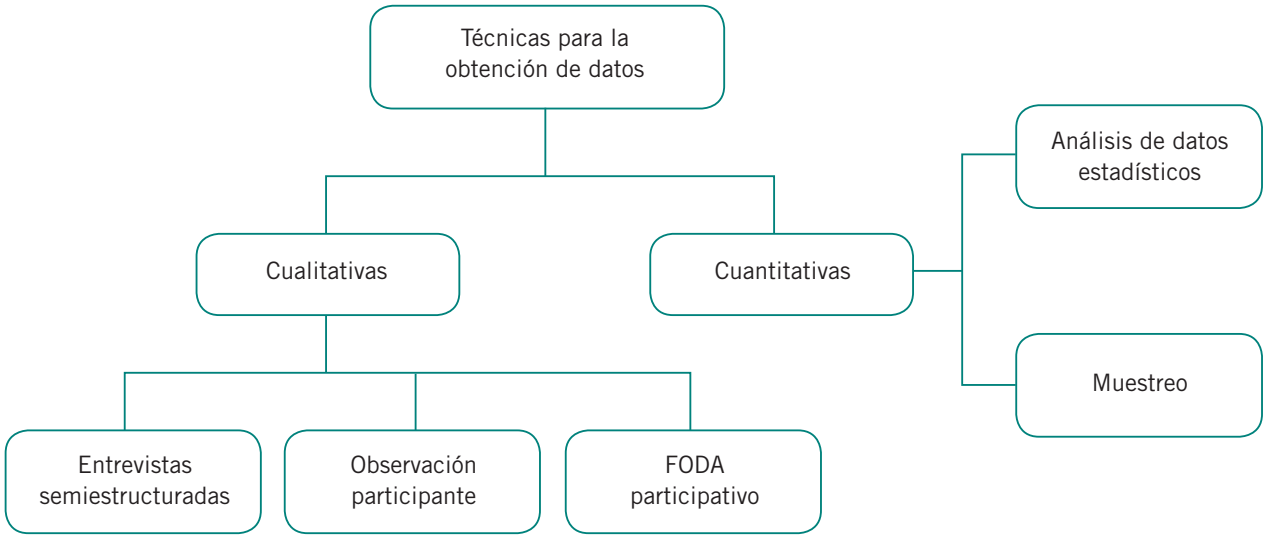


FIGURA 3. MARCO METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO UTILIZADO EN ESTE TRABAJO
(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

Para propiciar la vinculación de este trabajo con el problema de investigación, como componente adicional, se participó en actividades directas para la diseminación de información y resultados entre los actores vinculados directa e indirectamente a la CRM.

PROGRAMAS DE MAC EN LA CRM

Para comprender el proceso de implementación de los Programas de MAC en la CRM de acuerdo con la propuesta de Ramos (en prensa) en 2013, se presenta un resumen de los pasos que consolidaron el procedimiento realizado (Figura 4).

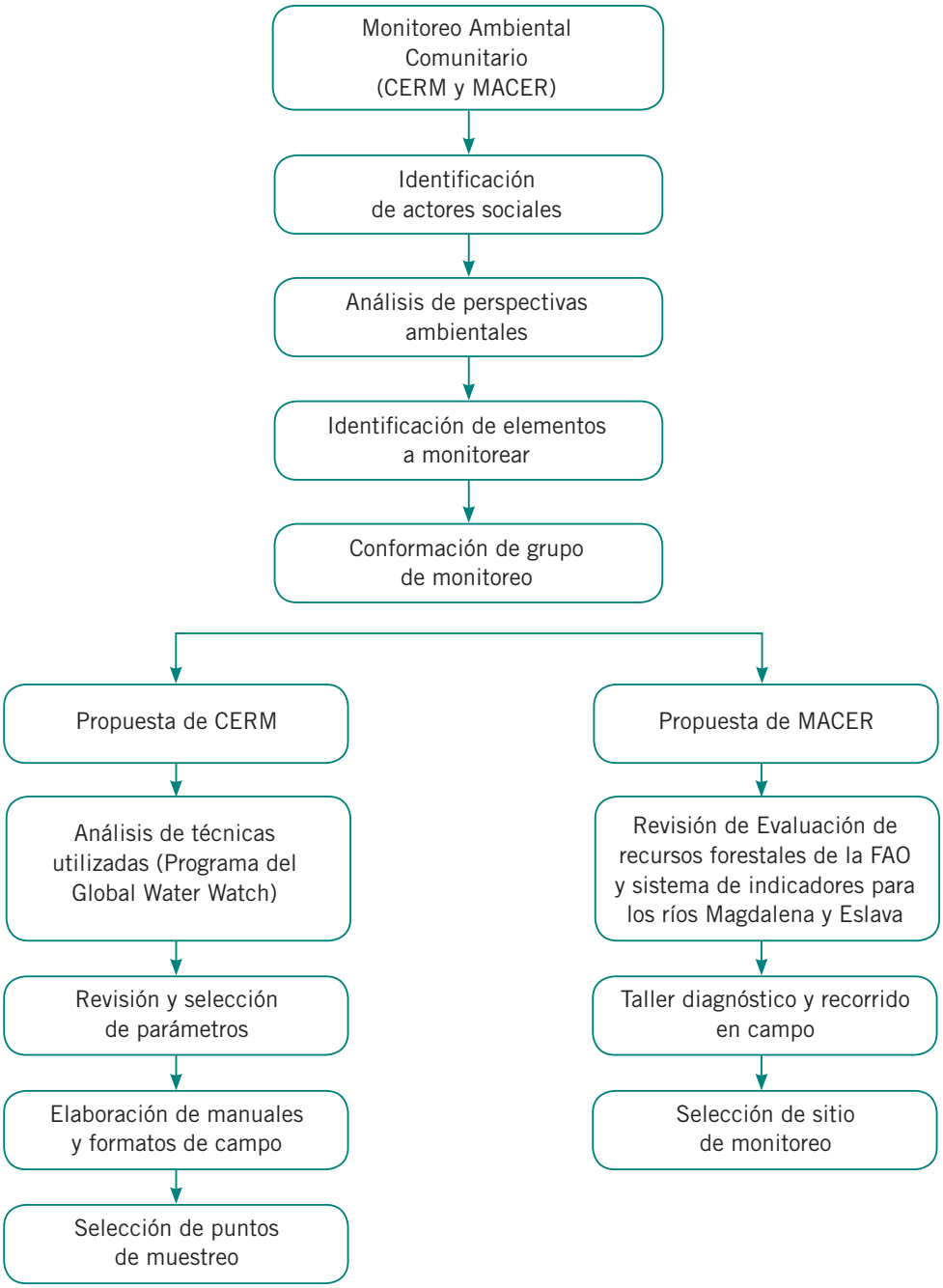


FIGURA 4. PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE MAC EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX
(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LA METODOLOGÍA UTILIZADA POR RAMOS, EN PRENSA)

Aunque actualmente la zona presenta un gran número de actores sociales que intervienen de manera directa o indirecta en el manejo de la CRM (Ramos, en prensa), este estudio involucró a actores locales de la comunidad Magdalena Atlitic y algunos otros voluntarios que han sido parte activa del proceso del monitoreo participativo, con la identificación inicial de los problemas ambientales de interés común hasta la ejecución de ambos programas de monitoreo. El Programa de Monitoreo Ambiental Comunitario de la Reforestación (PMACR) se realiza en colaboración con funcionarios de la delegación Magdalena Contreras y con un grupo conformado de 7 a 8 integrantes del Grupo Patrulla del Bosque y Brigada de Incendios E-12 (conformado por algunos miembros de la comunidad). Por su parte, el Programa de Monitoreo Ambiental Comunitario de la Calidad Ecológica del río Magdalena (CERM) se realiza con miembros de la Asociación de Comerciantes Unidos de los Dinamos A.C y habitantes locales de la delegación Magdalena Contreras (Figura 5).

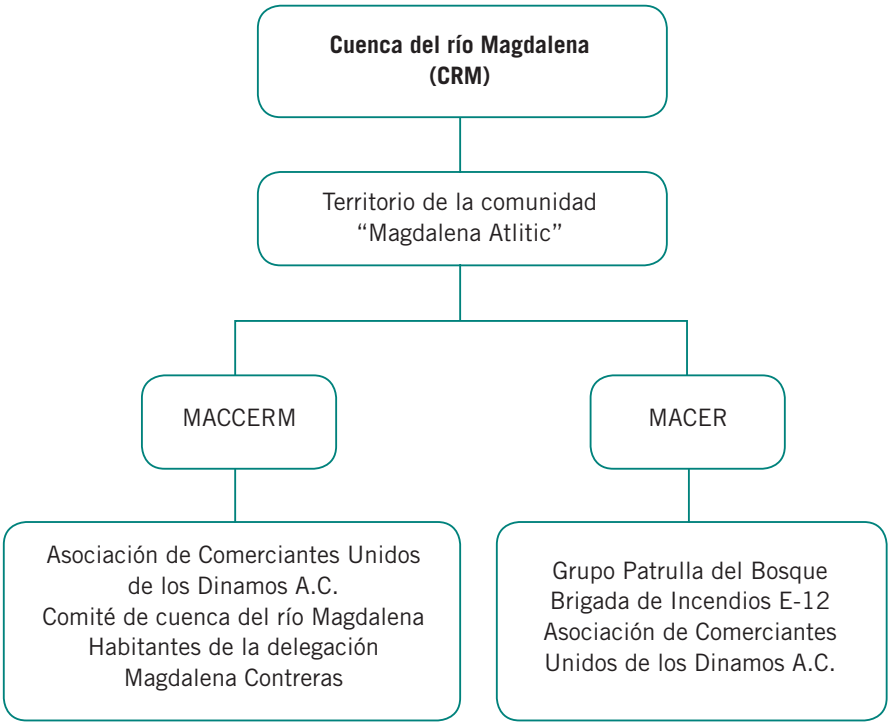


FIGURA 5. GRUPO DE TRABAJO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

Se desarrollaron dos manuales para los dos programas de monitoreo con información básica dirigido a los actores locales de la cuenca del río Magdalena, para llevar a cabo las actividades involucradas en el monitoreo del río y de reforestación (Figura 6). Esta edición se elaboró con base en los conocimientos y experiencias del monitoreo participativo realizado durante los primeros años.

FIGURA 6. MANUALES REALIZADOS PARA LOS MAC DE LA REFORESTACIÓN Y CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA
(TOMADA DE ARROYO-CRIVELLI, 2016 Y CENTENO, 2017)

OBJETIVO 1. CONTINUIDAD A LOS MUESTREOS DE LOS PROGRAMAS DE MONITOREO DURANTE 2017 Y ANÁLISIS DE LAS SERIES DE DATOS DISPONIBLES DESDE EL AÑO 2013

Para el cumplimiento de este objetivo, durante el año 2017 se dio continuidad a la recolección de datos propuestos en los manuales de Monitoreo de Calidad ecológica del río Magdalena (Arroyo-Crivelli, 2017; Figura 5) y del Monitoreo Ambiental Comunitario de la Reforestación (Centeno, 2017). Asimismo, durante todo el proceso se trabajó en modificaciones constantes en dichos instrumentos en colaboración con los monitores participantes. Todas las técnicas utilizadas se realizaron bajo el juicio de expertos para valorar si alguna de las técnicas podría ser sustituida.

Monitoreo Ambiental Comunitario de la Calidad Ecológica del río Magdalena (CERM)

El análisis contempló únicamente el muestreo entre los años 2014 y 2017 en los tres sitios seleccionados tanto en la época de lluvias como en la de secas, con un total de 22 fechas de muestreo, con algunas discontinuidades temporales. Esto por cuestiones de tiempo para la realización de esta tesis y debido a que los datos del primer monitoreo realizados en 2013 serán producto de la investigación de Ramos (en prensa). Durante el muestreo de agosto 2014 a julio de 2015 se realizaron salidas mensuales de manera regular. No obstante, durante 2016 fue imposible la toma de las muestras en campo debido a problemas internos en la comunidad. De enero a diciembre de 2017, se realizaron salidas mensuales de manera irregular, ya que en algunos meses como junio y septiembre[12] no fue posible su realización a causa de factores externos. Se dio seguimiento al monitoreo de tres sitios ubicados en el territorio de la comunidad Magdalena Atlitic, elegidos de manera conjunta con actores locales y con Ramos (en prensa) de

[12] En junio no se realizó debido a cancelación por parte de los monitores (compromiso de trabajo). En septiembre se canceló debido al sismo, ya que hubo derrumbes y no era seguro visitar la zona. octubre: cancelado el día del monitoreo (no llegó transporte).

acuerdo a la accesibilidad a los sitios y a el interés de los monitores, ya que de acuerdo con ellos, estos sitios son claves en la modificación de la calidad del río debido a la mayor concentración de visitantes. Los sitios se denominaron "La Cañada", "Segundo Dinamo" y "Cuarto Dinamo". El primero se ubica a 2633 ms.n.m. cuenca abajo en la zona perimetral urbana, en donde se realizan actividades de recreación y es el sitio que recibe mayor número de visitantes durante el periodo vacacional y festivo. El "Segundo Dinamo", se ubica entre "La Cañada" y "Cuarto Dinamo", cuenca arriba a 2970 ms.n.m. Se caracteriza por la presencia de bosque de *Abies religiosa*, donde se presentan algunos negocios de restaurantes y donde los visitantes realizan ejercicio al aire libre (bicicleta de montaña y correr). Mientras que el "Cuarto Dinamo" se localiza en la parte alta de la cuenca a 3118 m.s.n.m. (Arroyo-Crivelli, 2017) y se caracteriza por la presencia de un bosque mejor conservado donde se realizan actividades de turismo de naturaleza, de procedencia local (Figura 7).

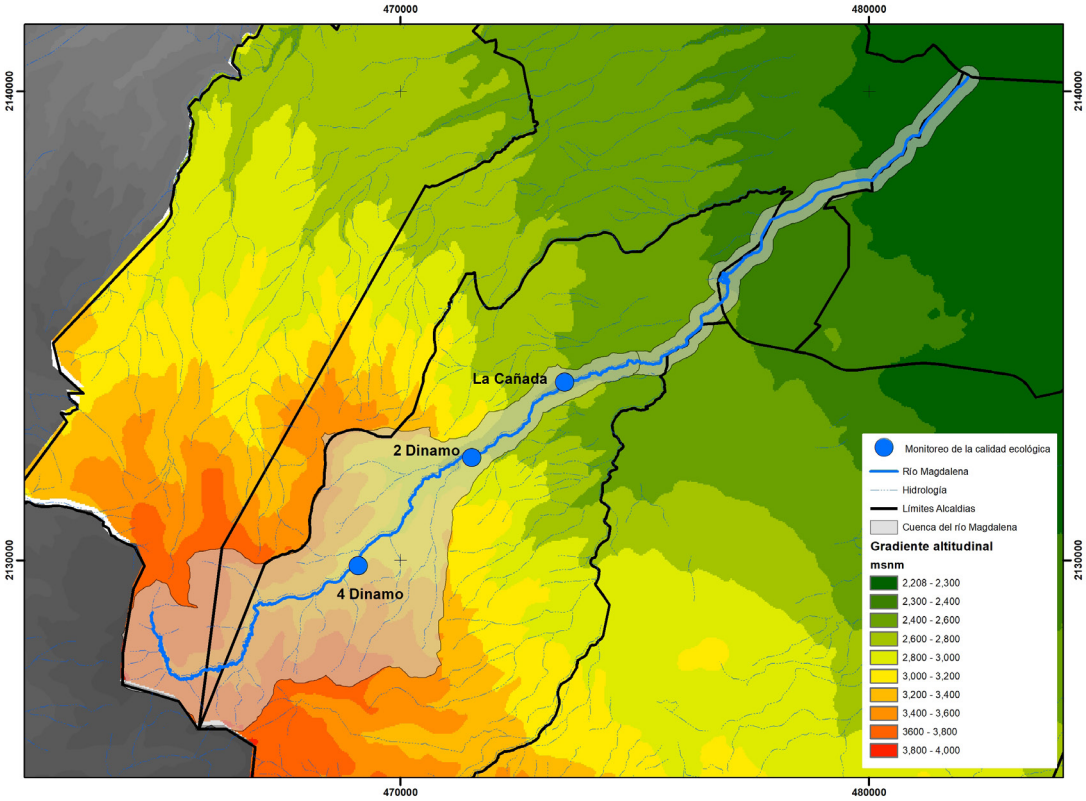


FIGURA 7. LOCALIZACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX
(FUENTE: ELABORADO POR VERÓNICA AGUILAR ZAMORA)

Selección de indicadores de calidad ecológica del río Magdalena

El proceso de selección de indicadores de la calidad del agua del río incluyó parámetros fisicoquímicos y biológicos, mientras que la calidad de zona de ribera contempló aspectos cualitativos.

La selección de parámetros fisicoquímicos de medición de la calidad del agua se seleccionó con base en las técnicas utilizadas en el programa Global Water Watch (GWW) por ser uno de los programas con mejor puntación y por tener presencia en México a través de una red de monitores locales (Ramos, en prensa).

Las técnicas desarrolladas para medir los parámetros se realizó con ayuda del kit portátil de campo Alabama Water Quality Monitoring, el cual contiene el manual del usuario del estuche La Motte propuestas por la compañía La Motte. En consecuencia, la calidad fisicoquímica del agua fue determinada mediante cinco parámetros (Anexo 1): *oxígeno disuelto, pH, turbidez, alcalinidad y dureza*, los cuales fueron determinados in situ en colaboración con los monitores locales al momento de adquirir la muestra de agua (Figura 8).

Los resultados de cada sitios fueron comparados mediante su promedio mensual y representados a través de gráficos de líneas para conocer las variaciones temporales que ha tenido el río desde el inicio del monitoreo.

FIGURA 8. MONITOREO DE CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX. A) TEMPERATURA DEL AGUA, B) ALCALINIDAD, C) TEMPERATURA DEL AIRE, D) DUREZA, E) OXÍGENO DISUELTO, F) PH
(FUENTE: TRABAJO DE CAMPO 2017).

Para establecer la calidad biológica del agua se emplearon parámetros macro y micro-biológicos. Para los macro-biológicos se trabajó con la presencia/ausencia de macroinvertebrados, donde se implementó una búsqueda aleatoria a lo largo de la ribera y al interior del cauce para realizar colectas de organismos que fueron determinados hasta nivel de familia (Figura 9). Este análisis se realizó con base en información del Laboratorio de Ecosistemas de Ribera, de la Facultad de Ciencias de la UNAM y el CERA-S (Anexo 1). Los parámetros microbiológicos se determinaron por medio de la técnica Coliscan EasyGel, desarrollada por el laboratorio Micrology, donde se midió la concentración de *Escherichia coli* (*E. coli*)[13] y de otras bacterias coliformes[14] (# de Unidades Formadoras de Colonia: UFC). Se colectaron por triplicado muestras de agua directamente del cauce y posteriormente fueron cultivadas en una incubadora casera por un periodo de 30 a 48 horas. Los parámetros biológicos de concentración de bacterias y presencia de macroinvertebrados no pudieron ser analizados estadísticamente, en cada sitio de muestreo debido a la falta de datos consecutivos para poder realizar estos cálculos.

FIGURA 9. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX A) Y B) UNIDADES FORMADORAS DE COLONIA (UFC) C) Y D) MACROINVERTEBRADOS
(FUENTE: TRABAJO DE CAMPO 2017)

[13] La *E. coli* es una especie de bacterias coliformes fecales que es específica a la materia fecal de los seres humanos y otros animales de sangre caliente (Páez y Rivas, 2011). Reúne las condiciones del indicador ideal de contaminación fecal; está presente universalmente en las heces y en las aguas residuales

[14] Las coliformes totales son un grupo de bacterias representados habitualmente por cuatro géneros de la familia Enterobacteriaceae: Citrobacter, Enterobacter, Escherichia y Klebsiella. Se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, se los puede encontrar en el agua, el suelo y los vegetales, y forman parte de la flora intestinal de los seres humanos y de los animales de sangre caliente y fría.

Por su parte, la determinación de la condición de zona de ribera consideró ocho aspectos cualitativos claves donde se otorgaron variables categóricas para determinar su estado (Anexo 1). Este análisis se basó en el protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de los ríos andinos (CERA-S). Las técnicas específicas pueden consultarse en el metadato del programa disponible en el Anexo 1.

Monitoreo Ambiental Comunitario de la Reforestación (MACR)

El estudio contempló el análisis de los datos obtenidos entre los años 2013 y 2017. El primer periodo se realizó de 2013 a 2014, el segundo de 2014 a 2015 y el tercer periodo de 2016 a 2017. En total se realizaron 32 fechas de muestreo con algunas discontinuidades temporales debido a problemas en la comunidad que afectaron la recolecta de datos. Para iniciar el tercer periodo se llevó a cabo una retroalimentación con los monitores, a partir de la cual se definieron las actividades a realizar. Se acordó, de acuerdo con la opinión de los monitores, que la toma de datos de crecimiento en altura y diámetro se realizara de manera alternada un mes sí y otro no, ya que el crecimiento entre un mes y otro no era significativo. Se dio seguimiento a la plantación de 200 brinzales de *Abies religiosa,* establecida en el año 2013, en dos parcelas reforestadas en el paraje Xalancocotla, dentro del territorio de la Comunidad Agraria la Magdalena Contreras Atlitic. El área de interés se eligió con base en las zonas prioritarias a reforestar establecidas en el segundo informe de medición de indicadores para el rescate de los ríos Magdalena y Eslava y de acuerdo a la opinión de los participantes, quienes consideraron la cercanía de los caminos principales para facilitar su participación (Salazar, 2016). Para identificar los brinzales en cada parcela, se colocaron etiquetas enumeradas y elaboradas con lámina de aluminio de 6.5 x 2.0 cm, sujetadas con hilo nylon al tallo del brinzal (Anexo 3). La primera parcela mide 11 x 14 m y se encuentra sobre una ladera con orientación noreste, mientras que la parcela 2 mide 18 x 27 m y se ubica con orientación noroeste (Salazar, 2016) (Figura 10).

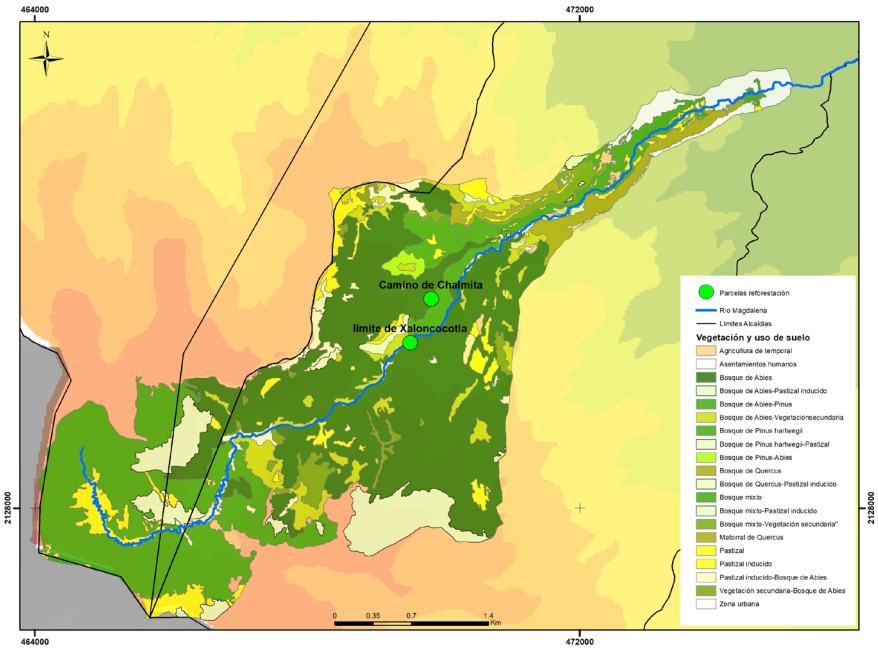


FIGURA 10. UBICACIÓN DE LAS PARCELAS REFORESTADAS EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX
(FUENTE: ELABORADO POR VERÓNICA AGUILAR ZAMORA)

Selección de indicadores de la reforestación

El éxito de la reforestación fue determinado mediante el análisis de tres parámetros: *crecimiento (altura y diámetro), salud de la plantación y sobrevivencia.* Para determinar el crecimiento en altura total (AT) de cada brinzal se utilizó una regla graduada de madera de 1.5 m y para el diámetro con relación a su altura y base (DAB) se empleó el vernier digital. Para la sobrevivencia se registró mensualmente si el árbol estaba vivo o muerto y la calidad de la reforestación sé determinó a partir del color de las hojas, color de tallo, cantidad de follaje y enfermedad o plaga visible (Figura 11 y Anexo 2). Los datos levantados en campo fueron organizados en una base de datos en EXCEL para su análisis estadístico descriptivo de cada uno de los parámetros

FIGURA 11. MONITOREO DE LA REFORESTACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX. A) MEDICIÓN DE DIÁMETRO BASAL, B) MEDICIÓN DE ALTURA DEL ÁRBOL
(FUENTE: TRABAJO DE CAMPO 2017)

Durante los muestreos realizados en el año 2017, se detectó la presencia del hongo *Pucciniastrum spp.* en algunos ejemplares de *Abies*, plaga detectada inicialmente desde el 2014. Para su control en esta etapa se aplicó jabón "Tepeyac" en barra (400g) disueltos en 20 litros de agua como primera fase y posteriormente se usó una mezcla de chiles y ajo, en una concentración de 400g disueltos en 20 litros (Figura 12).

FIGURA 12. APLICACIÓN DE TRATAMIENTO
(FUENTE: TRABAJO DE CAMPO 2017).

OBJETIVO 2. CARACTERIZACIÓN DEL NIVEL DE INVOLUCRAMIENTO DE LOS MONITORES Y SU PERCEPCIÓN SOBRE EL DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS

Para conocer cómo ha cambiado el nivel de involucramiento y la percepción que los monitores han tenido desde el inicio de los programas se consideraron cuatro atributos:

1) asistencia en las actividades de muestreo de los monitores voluntarios
2) dificultad percibida en las tareas del programa por cada monitor
3) nivel de entrenamiento de los monitores voluntarios
4) percepciones individuales sobre el programa de monitoreo.

Los datos del primer atributo fueron obtenidos del registro de asistencia desde años previos, dado que en cada muestreo se mantuvo un registro de las personas que acuden a ambos MAC, así como de diálogos con académicos involucrados en el proceso, quienes proporcionaron información acerca de las actividades que realizan y cómo las han desarrollado a través de todo el proceso. La dificultad percibida en las tareas de cada monitor, el nivel de entrenamiento y las percepciones individuales fueron analizados mediante la técnica de observación participante durante las actividades de muestreo. Aunado a lo anterior, se llevó un diario de campo, en el que se registraron de forma narrativa las actividades que los monitores realizaron durante todas las salidas a campo y se elaboraron dos cuestionarios semi-estructurados, uno para el Programa de CERM (Anexo 4) y otro para el MACR (Anexo 5). Ambos cuestionarios fueron aplicados mediante entrevista personal y se diseñaron principalmente para los monitores participantes durante el último año de monitoreo (2017), los cuales han participado desde el inicio del proceso. Se estableció una escala creciente de dificultad de 1 a 4, para que cada monitor encuestado pondere el nivel de dificultad de las tareas realizadas dentro del programa. Las percepciones de los monitores fueron obtenidas mediante diálogos realizados de manera informal con los monitores y mediante las respuestas obtenidas del cuestionario aplicado. Adicionalmente, para conocer el perfil de los monitores involucrados en cada monitoreo se levantaron datos sobre la ocupación, nivel de escolaridad, género y edad de los monitores. Se documentó si los monitores tienen algún cargo de autoridad o voluntariado, esto con el objetivo de conocer si la participación es por interés personal o por actividades adjudicadas en el puesto de trabajos.

Con la información recabada se estableció una categoría de participación de los monitores con base en los criterios de Páez *et al.* (2013) donde:

1) *Monitores centrales*: personas que participaron en la mayoría de las actividades emprendidas y que dominan técnica y registro de datos.
2) *Monitores periféricos*: aquellos que participaron en menos de la mitad de las actividades, pero acompañaron y apoyaron algunas ocasiones, aunque sin autonomía completa en el uso de la técnica.
3) *Población observante:* personas que no participaron, pero tenían conocimiento de las actividades de monitoreo a través de asambleas, parentesco.

OBJETIVO 3. DETERMINACIÓN DE LAS FORTALEZAS Y DEBILIDADES DE LOS PROGRAMAS DE MAC

Se utilizó la herramienta FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) para identificar las deficiencias y logros de los Programas de MAC en la Cuenca del río Magdalena. Las debilidades y fortalezas están determinadas por los elementos internos del proceso, mientras que las fuerzas externas determinan sus oportunidades y amenazas (Figura 13; Ramírez, 2009).

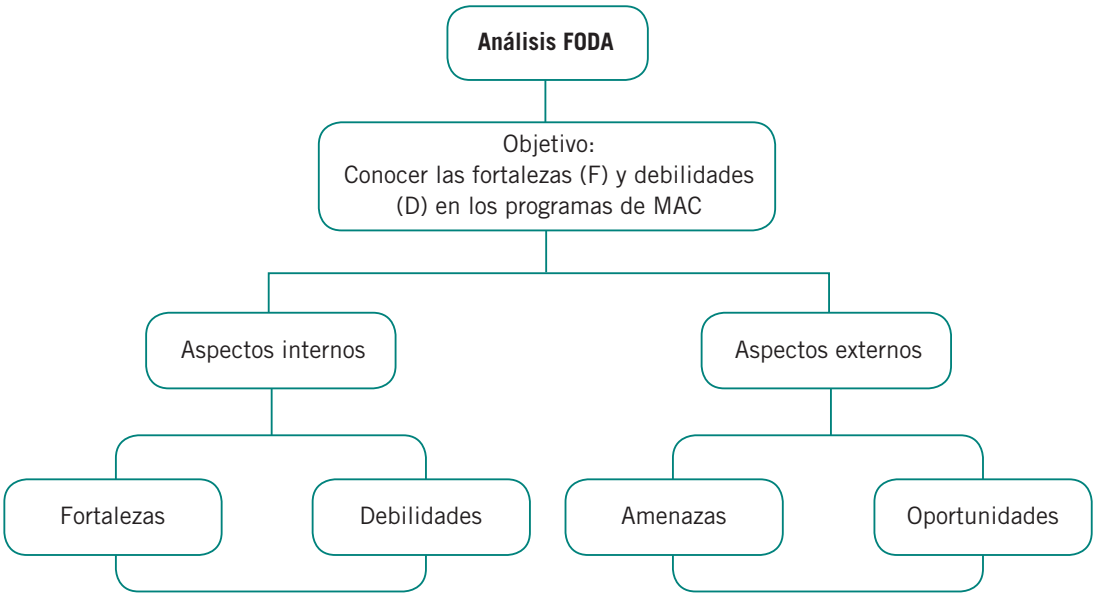


FIGURA 13. ESQUEMA DEL DISEÑO DE ANÁLISIS FODA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE MAC, EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX
(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

Dado que no fue posible realizar un FODA con un enfoque participativo riguroso, la información fue obtenida de observación participante y mediante diálogos informales con los monitores y académicos que han seguido el proceso. Para poder determinar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, se desarrolló un procedimiento con tres etapas. En la primera, se identificaron los componentes sociales y técnicos que contiene un Programa de MAC. En la segunda, las tres fases de intervención que comprende un monitoreo comunitario fueron evaluadas para saber si ambos Programas han cumplido con ellas. Por último, la tercera etapa estuvo dirigido al análisis de los cinco criterios de intervención que deben ser considerados para evaluar un proyecto comunitario.

Etapa I. Identificación de componentes sociales y técnicos del Programa

El proceso de selección de los componentes sociales y técnicos (variables) incluyó una búsqueda bibliográfica sobre las cual se fueron seleccionando un conjunto de atributos con base en los criterios que deben estar incluidos en un Programa MAC. Se determinaron 16 atributos que fueron agrupados en dos dimensiones, la Social y la Técnica (Tabla 2).

TABLA 2. ATRIBUTOS UTILIZADOS COMO CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LOS PROGRAMAS DE MAC
(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA)

Dimensión	Atributo	Significado
Social	Transparencia	Permitir que los participantes y la comunidad en general entiendan claramente los resultados y actividades que se están realizando y perciban un mensaje claro del objetivo de los programas de monitoreo.
	Inclusividad	Implica que todos los participantes aprendan juntos independientemente de su edad, nivel escolar, etc. Se implementó cada actividad pensando en las necesidades y dudas de cada uno de los participantes.
	Compromiso	Acuerdo para la realización de las actividades que están involucradas en los programas de MAC.
	Vínculos externos	Existencia de algún vínculo que se haya generado con alguna dependencia gubernamental y no gubernamental derivado de las acciones de monitoreo.
	Confianza	La seguridad que cada uno de los participantes tiene acerca de las acciones de otro compañero y en las actividades que se realizan con la academia.
	Capital social	Colaboración social entre los diferentes participantes, con externos y el surgimiento de redes sociales a través de dicha colaboración.
	Disponibilidad	Posibilidad e interés de los monitores que tienen para asistir a los monitoreos.
	Coordinación	Capacidad de llegar a distintos convenios para lograr los objetivos del monitoreo.
	Flexibilidad	Capacidad de adaptarse a diversas circunstancias que se han generado durante el monitoreo (cambio de fecha, cambio de horario...)
	Participación	Proceso en el cual los monitores colaboran para responder a objetivos de interés común que finalmente va a incidir en su bienestar.
Técnica	Recursos materiales	Presencia de los bienes tangibles que están disponibles tanto para el monitoreo de la reforestación como en el monitoreo de calidad ecológica del río (inversión monetaria, material de medición, transporte...).
	Aprendizaje operativo	Aprendizaje por parte de los monitores en la realización de las actividades del monitoreo.
	Uso de información	Si la información recabada durante la realización del monitoreo se ha utilizado para alguna acción que beneficie a la comunidad.
	Incorporación de información	Uso de la información en una plataforma de captura de datos (hoja de datos Excel disponible para la comunidad).
	Aprendizaje significativo	Adquisición de conocimiento nuevo por parte de los monitores involucrados en relación a la importancia del monitoreo participativo, conceptos, así como en la incidencia para su bienestar.
	Capacidad de acción	Uso de la información recabada en los monitoreos para actuar en beneficio de la comunidad.

Etapa II. Análisis de las fases de intervención

Con base en el trabajo de Burgos *et al.*, 2013, se analizaron las tres fases de intervención que comprende un monitoreo comunitario (Tabla 1): preparatoria, validación y aplicación continua, mediante los atributos determinados en la primera etapa (Figura 14).

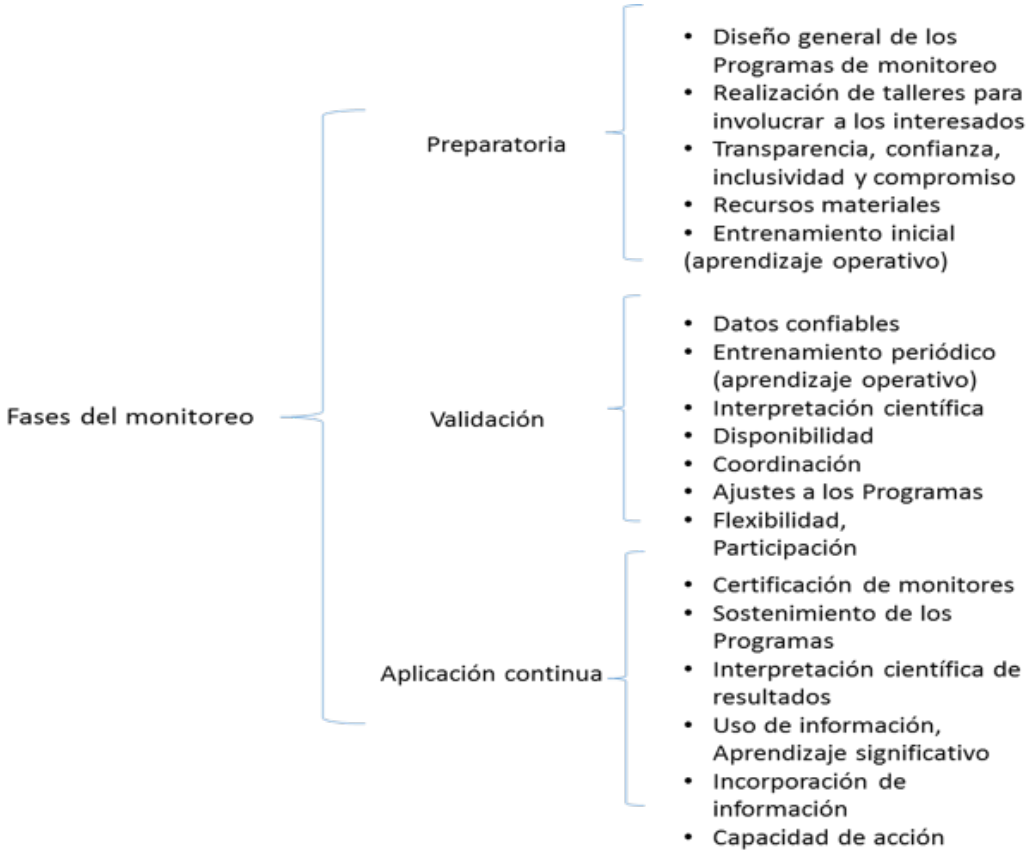


FIGURA 14. FASES DE INTERVENCIÓN QUE COMPRENDE UN MONITOREO COMUNITARIO DE ACUERDO CON BURGOS Y COLABORADORES (2013)
(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

Etapa III. Revisión de criterios de calidad de Programas de MAC

Se analizaron los cinco criterios básicos considerados por diversos autores (Berumen, 2010; Crespo, 2009; Ruíz y Becerra, 2015) para valorar y conocer la calidad del desarrollo de programas participativos (pertinencia, eficacia, eficiencia, impacto y sostenibilidad), para lo cual se plantearon preguntas guía (Tabla 3).

TABLA 3. CRITERIOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LOS PMAC
(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

Criterio de evaluación	Interrogantes
Pertinencia	¿Las actividades que se llevan a cabo en los programas son las adecuadas? ¿Los objetivos de los programas responden a las necesidades de la comunidad?
Eficacia	¿La implementación de los programas está contribuyendo con el interés de la comunidad?
Eficiencia:	¿Las actividades de monitoreo se han realizado de acuerdo al cronograma establecido? ¿Los recursos y medios han estado disponibles a lo largo del desarrollo de ambos Programas?

Criterio de evaluación	Interrogantes
Impacto	¿Qué cambios han generado los Programas de monitoreo? ¿Existen externalidades para el desarrollo de los Programas?
Que sea sostenible	¿La comunidad se ha apropiado de los Programas de Monitoreo? ¿Los programas han traído beneficios a la comunidad? ¿Los programas son susceptibles a seguir a mediano y largo plazo?

Entrevistas para el análisis FODA

La intervención directa en el estudio fue fundamental para identificar las actividades que involucran ambos programas y poder profundizar en el análisis, lo cual ayudó a comprender cómo se desarrollan ambos programas y obtener información acerca de la experiencia por parte de los monitores en los programas en años anteriores, identificar el tipo de acciones que tienen en la comunidad, así como la percepción del monitoreo por parte de los participantes.

Para poder definir los aspectos internos y externos y así identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de manera colaborativa, el cuestionario aplicado abarcó preguntas dirigidas a la realización de tareas y aprendizaje técnico y científico.

El cuestionario para el MACR fue aplicado a los ocho monitores activos y estuvo integrado por 19 reactivos organizados en dos bloques: cinco preguntas de participación y nueve de percepción y aprendizaje, mientras que para el CERM fue aplicado a tres monitores activos y estuvo compuesto por 14 reactivos: cinco de participación y cinco de percepción y aprendizaje (Figura 15).

FIGURA 15. ENTREVISTAS REALIZADAS A LOS MONITORES EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX
(FUENTE: TRABAJO DE CAMPO 2017)

Finalmente, con la información recabada se evaluaron los elementos interno-externos de ambos programas de MAC mediante el análisis FODA. Los resultados obtenidos fueron analizados y presentados en una matriz de atributos por encuestados.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS: DIFUSIÓN DE LOS PROGRAMAS DE MAC

Como una fuente de información ex profeso de la metodología, se participó activamente en cuatro actividades directas con los actores locales como parte del trabajo de difusión de los Programas de MAC que se realizan en la CRM, durante los años 2017 y 2018

1) La primera se realizó el día 13 de marzo de 2017 durante el evento organizado por la UNAM y la Delegación Cuajimalpa, denominado "Segundo Encuentro Regional por el agua y el bosque". El escenario de este evento fue el Ex Convento del Desierto de los Leones, cuyo objetivo fue acercar a la ciudadanía a tomar conciencia del cuidado de los recursos naturales. En esta ocasión, se ofrecieron talleres demostrativos sobre análisis de la calidad con el kit de la marca LaMotte, para la realización de mediciones muestra de los parámetros utilizados en el monitoreo de la calidad de agua. Así mismo, mediante un juego de lotería se intervino con niños, adolescentes y adultos para explicar la importancia de los MAC.

Aunado a lo anterior, se llevó una maqueta de la CRM para que la gente pueda conocer la ubicación de la CRM respecto al suelo urbano, así como la zona de los sitios de monitoreo (Figura 16).

FIGURA 16. ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN REALIZADAS EN EL SEGUNDO ENCUENTRO REGIONAL POR EL AGUA Y EL BOSQUE EN EL EX CONVENTO DEL DESIERTO DE LOS LEONES
(FUENTE: FOTOGRAFÍAS TOMADAS POR ALEJANDRA ROJAS ZÚÑIGA)

2) La segunda actividad se realizó el día 31 de marzo de 2017 durante la "Feria de la Trucha y la quesadilla". El objetivo de la actividad fue informar a los visitantes acerca de los trabajos que se realizan en la comunidad y poder hacerlos participes en este tipo de proyectos. Para ello se elaboraron carteles informativos sobre los Programas de MAC, y se explicaron las actividades que se realizan para determinar la calidad del agua, con el kit LaMotte, se realizaron mediciones muestra de los parámetros utilizados. En este evento el jefe delegacional de la Magdalena Contreras, Fernando Mercado Guaida expresó su interés y apoyo por las actividades impulsadas (Figura 17).

FIGURA 17. ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN REALIZADAS EN LA FERIA DE LA TRUCHA Y LA QUESADILLA EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX
(FUENTE: FOTOGRAFÍAS TOMADAS POR VERÓNICA AGUILAR ZAMORA)

3) La tercera actividad se llevó a cabo el día 15 de julio de 2017 como parte del diplomado denominado "Ruralidad, derechos indígenas y campesinos en la Constitución Política y en las Leyes secundarias de la CDMX". Se realizó una ponencia para dar a conocer las actividades de monitoreo que se realizan en la CRM, el evento estuvo dirigido a gente de la comunidad, y actores de gobierno (Figura 18).

FIGURA 18. PARTICIPACIÓN EN EL DIPLOMADO "RURALIDAD, DERECHOS INDÍGENAS Y CAMPESINOS EN LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA Y EN LAS LEYES SECUNDARIAS DE LA CDMX"
(FUENTE: FOTOGRAFÍAS TOMADAS POR MOISÉS ALAMILLA MENDOZA)

4) Finalmente, la cuarta actividad se realizó el día 28 de febrero del 2018, la cual había sido comprometida previamente con la comunidad. Esta se llevó a cabo en el evento "Clausura de monitoreo ambiental comunitario en la Cuenca del río Magdalena (calidad ecológica del río, reforestación y regeneración natural) CDMX". La sede fue la ex tienda del departamento del D.F., donde el objetivo principal fue informar los resultados de los programas de monitoreo ambiental. El evento tuvo la intervención de algunos actores locales, academia y gobierno para dar a conocer parte de los trabajos realizados en la CRM (Figura 19).

Se realizó la entrega de constancias de participación a los monitores que participaron durante la tercer etapa de monitoreo (Anexo 7).

FIGURA 19. CIERRE DE MONITOREO DE LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX
(FUENTE: FOTOGRAFÍAS TOMADAS POR ERICK FELIPE GODINA GARCÍA)

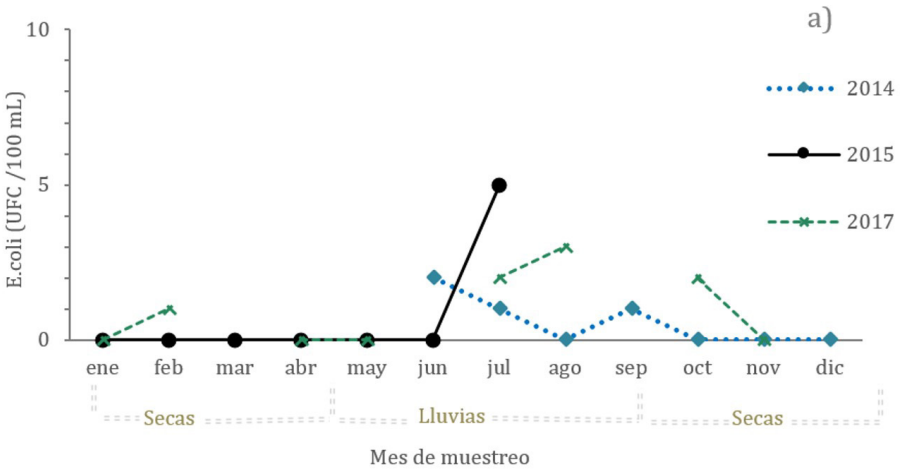
CAPÍTULO 4

RESULTADOS

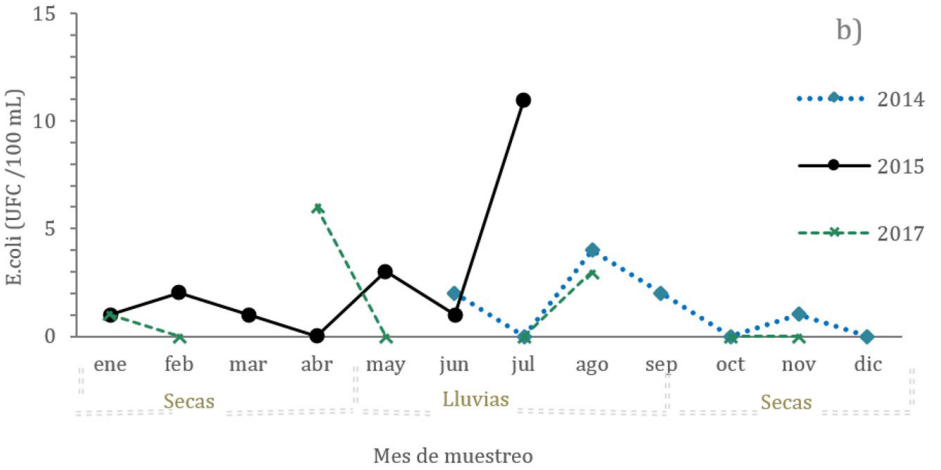
VARIACIONES EN LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA

PARÁMETROS MICRO-BIOLÓGICOS

Los resultados del monitoreo evidenciaron el deterioro de la calidad del agua desde el sitio de muestreo denominado "Cuarto Dinamo" (3118 m snm) hasta "la Cañada" (2633 m snm), el cual se manifestó por el incremento de concentraciones de bacterias coliformes totales (CT) y fecales (*E.Coli)* en el sitio aguas abajo, mayores a lo establecido por la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994[15]. Se detectó la presencia de *E. coli* en todos los sitios de muestreo en al menos un mes durante el periodo analizado, con concentraciones ente 1 y 23 UFC/100 ml, las cuales aumentaron en época de lluvia y en días festivos (2014-2017). Las mayores concentraciones se presentaron en el sitio "La Cañada" durante mayo y julio, sugiriendo mayor contaminación biológica, lo cual puede relacionarse con el arrastre de materia orgánica aguas abajo durante la época de lluvia (Figura 20).



[15] Aunque la presencia de muchas especies de Coliformes Totales (CT) en el suelo es considerada natural, también existe la presencia de otras bacterias que son causadas por la incidencia antropogénica. En este contexto, la NOM-127-SSA1-1994 estipula que las CT no deben estar presentes o ser detectables en el agua de consumo y uso humano.



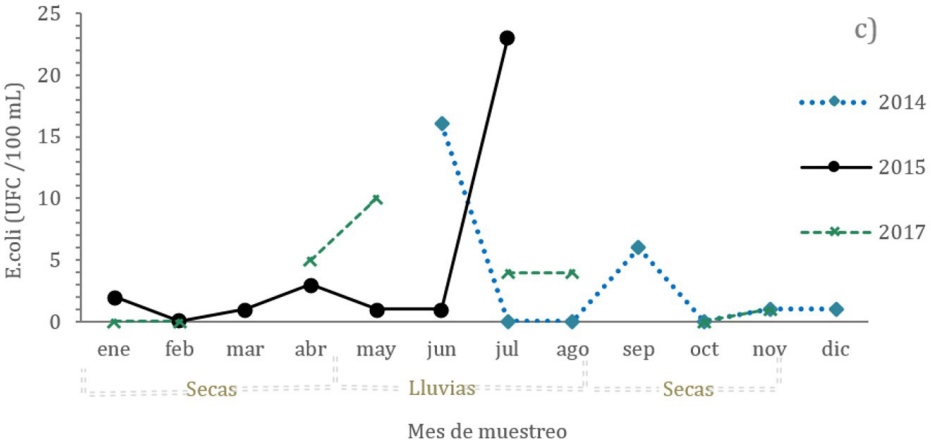


FIGURA 20. VARIACIONES ESTACIONALES EN LA CONCENTRACIÓN DE *ESCHERICHIA COLI* EN LA ESTACIÓN DE SECAS Y LLUVIAS DURANTE LOS AÑOS 2014, 2015 Y 2017 EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX. A) CUARTO DINAMO, B) SEGUNDO DINAMO, C) LA CAÑADA

Por su parte, existe una clara diferencia en la distribución de CT entre los distintos sitios de muestreo, la cual varió entre 1 y 373 UFC/100 ml en los tres sitios. En el Segundo y el Cuarto Dinamo se detectó su presencia en ambas temporadas del año durante todos los meses de muestreo (Figura 21), siendo el intervalo de mayor concentración en la Cañada (6 a 373/ 100 ml). Las mayores concentraciones se presentaron en la época de lluvias durante los meses de mayo, junio y julio.

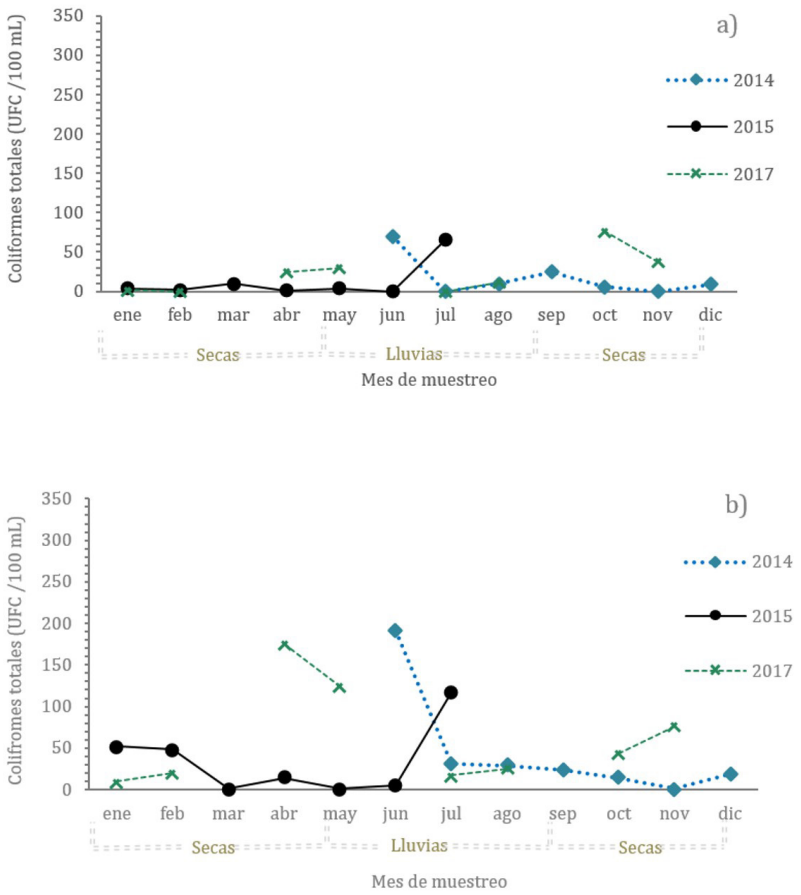


FIGURA 21. VARIACIONES ESTACIONALES DE LOS ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS DE *COLIFORMES TOTALES* EN LA ESTACIÓN DE SECAS Y LLUVIAS DURANTE LOS AÑOS 2014, 2015 Y 2017. A) CUARTO DINAMO, B) SEGUNDO DINAMO, C) LA CAÑADA

PARÁMETROS MACRO-BIOLÓGICOS

Se detectó la presencia de organismos pertenecientes a las nueve familias de macroinvetebrados consideradas en el manual de identificación (Beatide, Chironomidae, Heptagenidae, Hidracarina, Limnephilidae, Oligochaeta, Planaridae, Polycentropodidae y Simulidae). De acuerdo con el grado de tolerancia de contaminación de los organismos, se presentó un puntaje correspondiente a un sitio saludable (> 6) durante el periodo 2014-2015 para los tres sitios de muestreo. No obstante lo anterior, durante el segundo periodo (2017) el valor decreció hasta la categoría de "contaminado" a "severamente contaminado", donde de manera general los valores más bajos corresponden a la Cañada con un puntaje de 4 a 4.2.

La familia que se presentó con mayor frecuencia fue la familia Baetidae y Limnephilidae, 57 y 58 respectivamente, mientras que la familia con menor presencia fue Hidracarina con un valor de 6 (Figura 22). La familia Oligochaeta, considerada como un indicador de mala calidad, tuvo mayor presencia en la Cañada, mientras que Heptagenidae, considerado como indicador de aguas limpias y bien oxigenadas tuvo mayor presencia en el Cuarto dinamo.

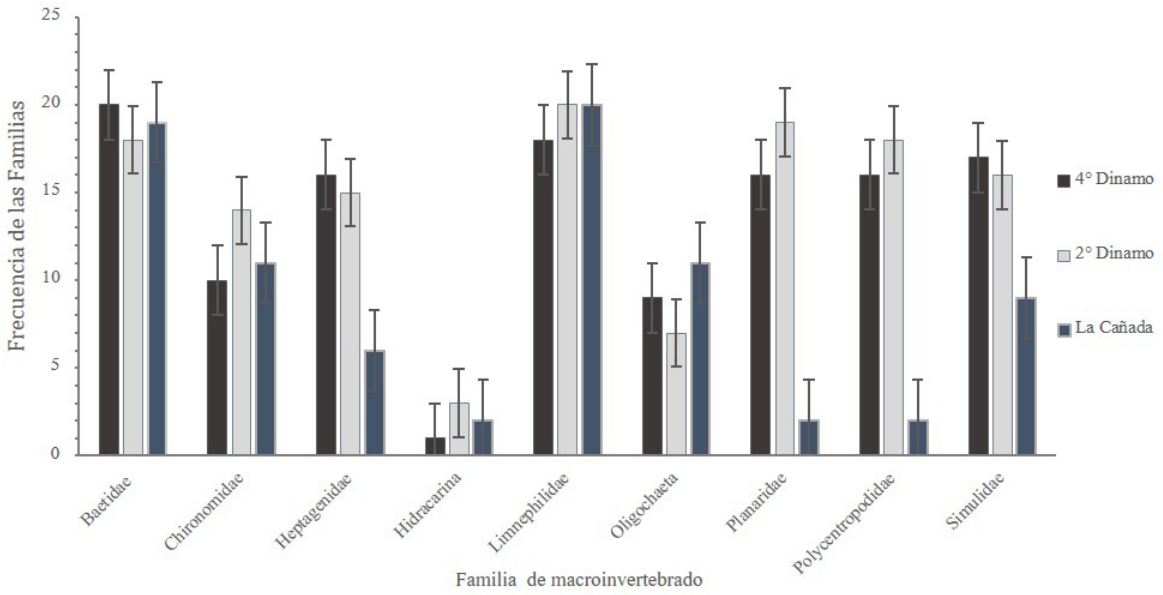


FIGURA 22. FRECUENCIA DE LAS FAMILIAS ENCONTRADAS EN LOS TRES SITIOS DE MUESTREO DURANTE LOS AÑOS 2014, 2015 Y 2017. A) CUARTO DINAMO, B) SEGUNDO DINAMO, C) LA CAÑADA, EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

pH

El pH del agua mostró valores cercanos a 7 en los tres sitios de muestreo en el período 2014-2015 durante la época de lluvias o secas. De acuerdo con estos resultados, el agua del río Magdalena ha permanecido neutro desde que inició el programa de monitoreo en el año 2014 en todo el segmento abarcado. Esto evidencia una estabilidad entre las distintas estaciones y sitios de muestreo.

Dureza

La dureza se ubicó en valores entre 10 y 70 mg/L de Ca CO_3 en los tres sitios durante todo el periodo analizado, no obstante, los valores más frecuentes fueron entre 21 a 60 mg/L, ubicándose en la categoría de "Moderadamente Suave", sugiriendo que la concentración de sales de calcio y magnesio en los tres sitios de muestreo es baja. Los valores de concentración de sales de calcio y de magnesio más altos fueron registrados en la Cañada en diciembre y abril de 2017, con un valor de concentración de 70 que correspondió a la categoría de agua "Moderadamente Dura", mientras que en marzo se modificó abruptamente en el Segundo Dinamo con una concentración de sales de 10 mg/L (suave) (Figura 23).

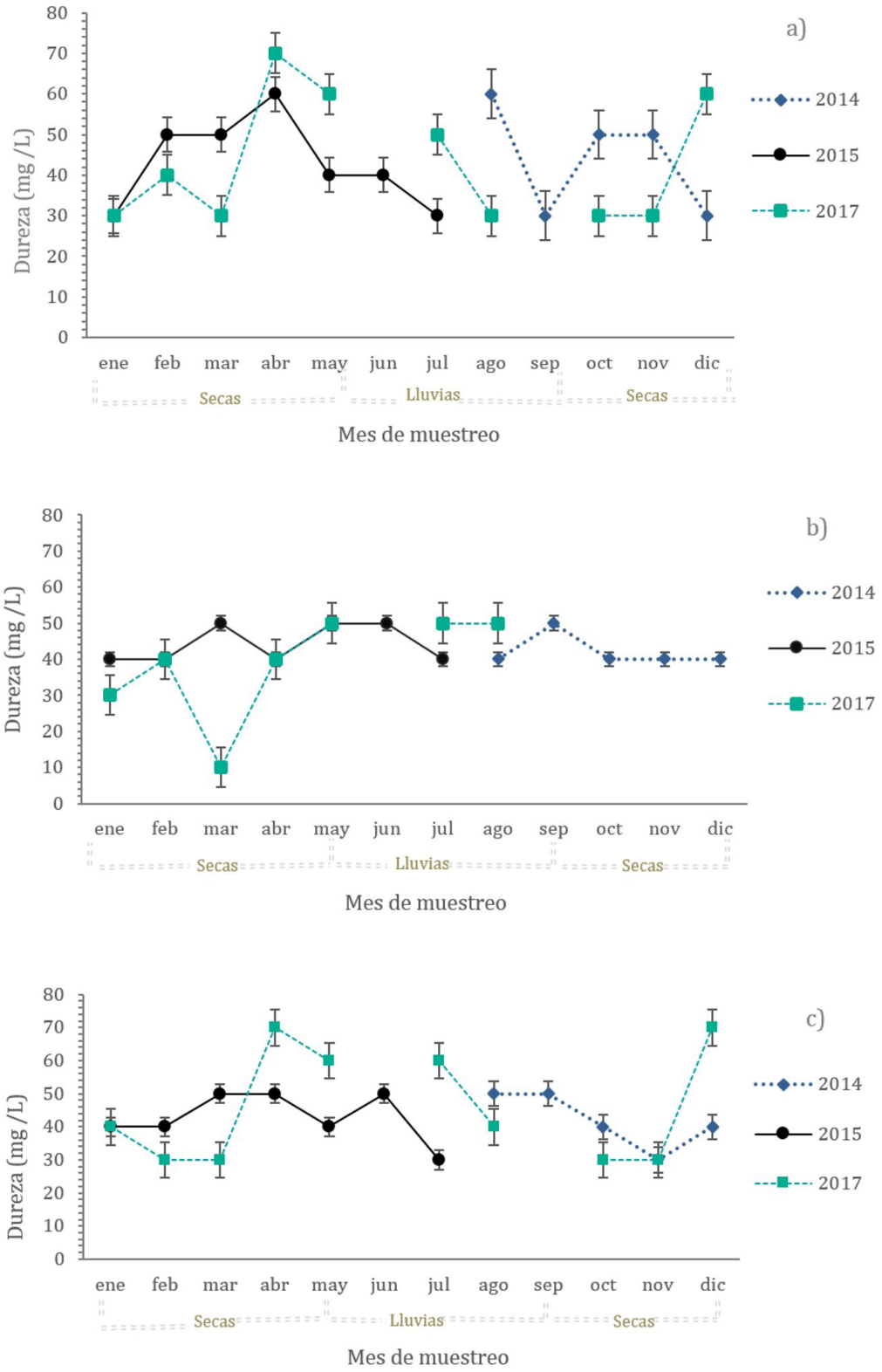


FIGURA 23. VARIACIONES ESTACIONALES DE *DUREZA* DEL AGUA EN LA ESTACIÓN DE SECAS Y LLUVIAS EN LOS TRES SITIOS DE MUESTREO DURANTE LOS AÑOS 2014, 2015 Y 2017. A) CUARTO DINAMO, B) SEGUNDO DINAMO, C) LA CAÑADA, EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX

Alcalinidad

La concentración de carbonatos y bicarbonatos se ubicó entre 20 a 50 mg/L en los tres sitios de muestreo, ubicándose en la categoría de "Moderadamente Amortiguada". Las concentraciones más altas se observaron en el sitio "La Cañada" durante enero a marzo de 2017, con una concentración de 50 mg/L, mientras que las concentraciones más bajas (20 mg/L) se presentaron en el Cuarto y Segundo dinamo en octubre de 2017 (Figura 24).

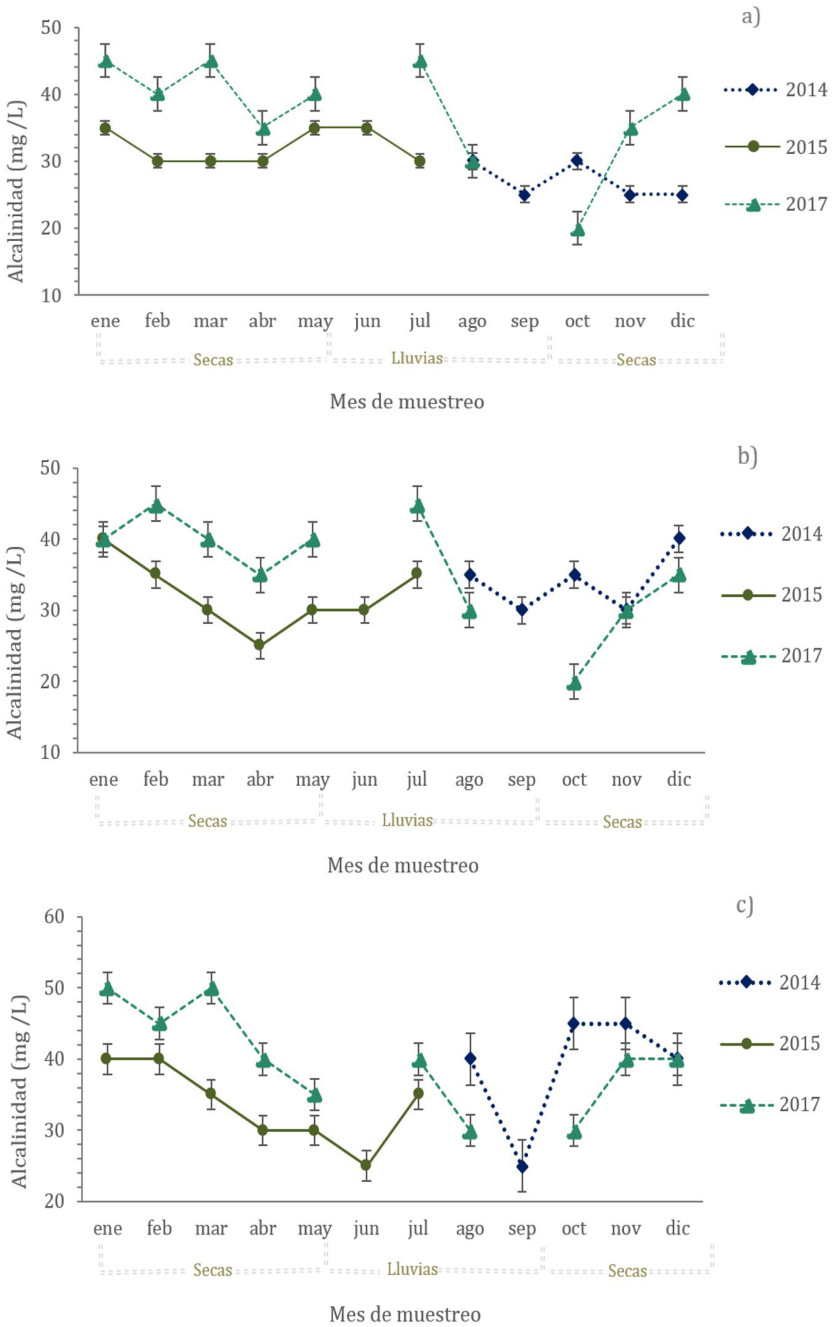


FIGURA 24. VARIACIONES ESTACIONALES DE *ALCALINIDAD* DEL AGUA EN LA ESTACIÓN DE SECAS Y LLUVIAS EN LOS TRES SITIOS DE MUESTREO DURANTE LOS AÑOS 2014, 2015 Y 2017. A) CUARTO DINAMO, B) SEGUNDO DINAMO, C) LA CAÑADA, EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX

Oxígeno disuelto

El porcentaje de oxígeno disuelto se ubicó en dos categorías. La primera fue "Pobre" (% de oxígeno <60), donde los valores más bajos correspondieron al segundo periodo de muestreo (2017) con un 44% en el Cuarto Dinamo. La segunda categoría fue "Aceptable" (% de oxígeno 60-79), presentándose el valor más alto en el sitio La Cañada, con un 71.5% en época seca (abril) de 2015 (Figura 25).

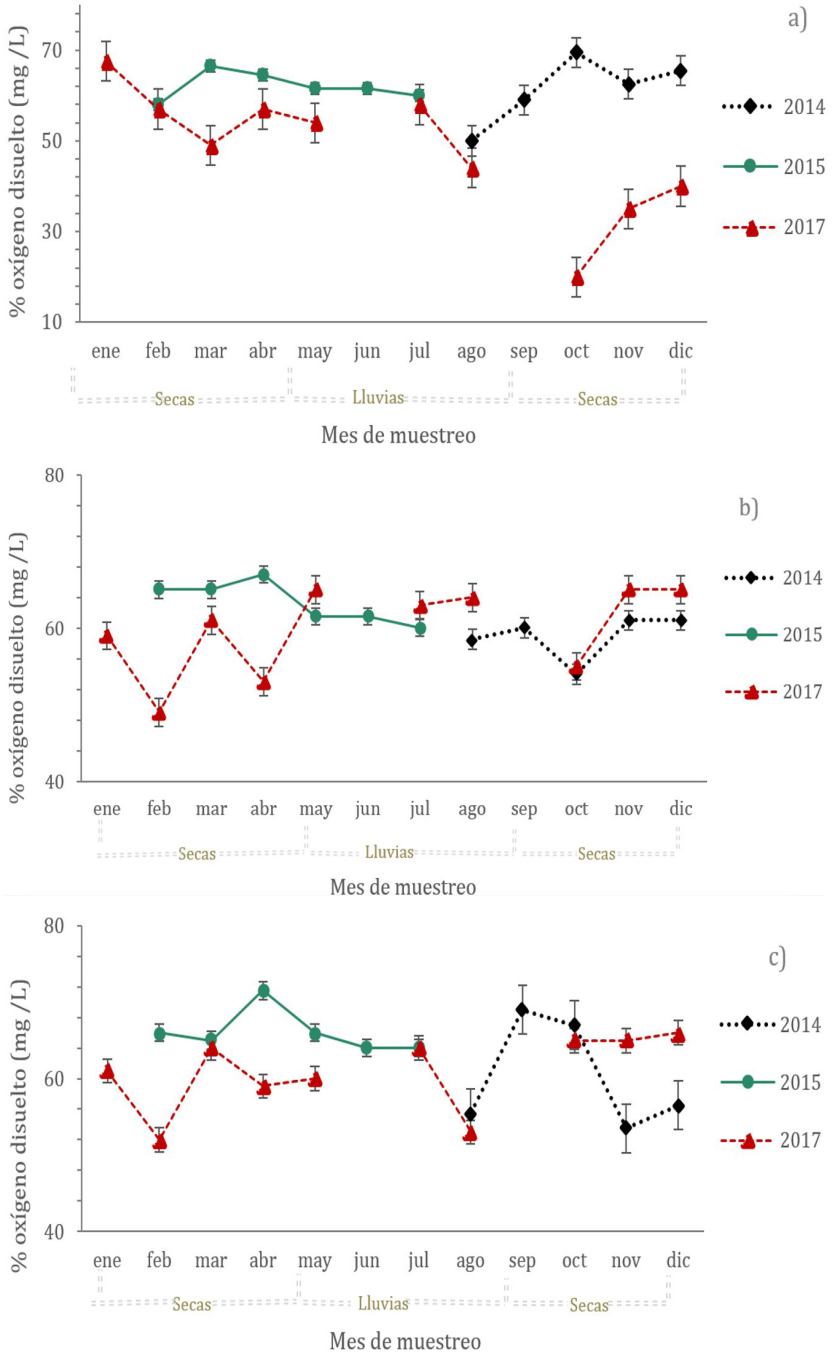


FIGURA 25. VARIACIONES DEL % DE OXÍGENO DISUELTO (MG/L) EN LA ESTACIÓN DE SECAS Y LLUVIAS EN LOS TRES SITIOS DE MUESTREO DURANTE LOS AÑOS 2014, 2015 Y 2017. A) CUARTO DINAMO, B) SEGUNDO DINAMO, C) LA CAÑADA, EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX

Turbidez

La turbidez presentó valores que varían de 2 a 10 JTU, siendo más altos en los tres sitios durante los meses de lluvias, relacionado con un mayor arrastre de sedimentos (Figura 26). La Cañada fue el sitio donde este parámetro presentó mayor valor y aunque la lluvia es uno de los factores naturales que causa su incremento, las actividades humanas también pueden incrementar la turbidez.

Durante los muestreos, principalmente en el sitio "la Cañada", se observó la presencia de animales domésticos como perros y caballos, desechos orgánicos de los puestos de comida ubicados en las orillas del río y productos de santería, entre otros.

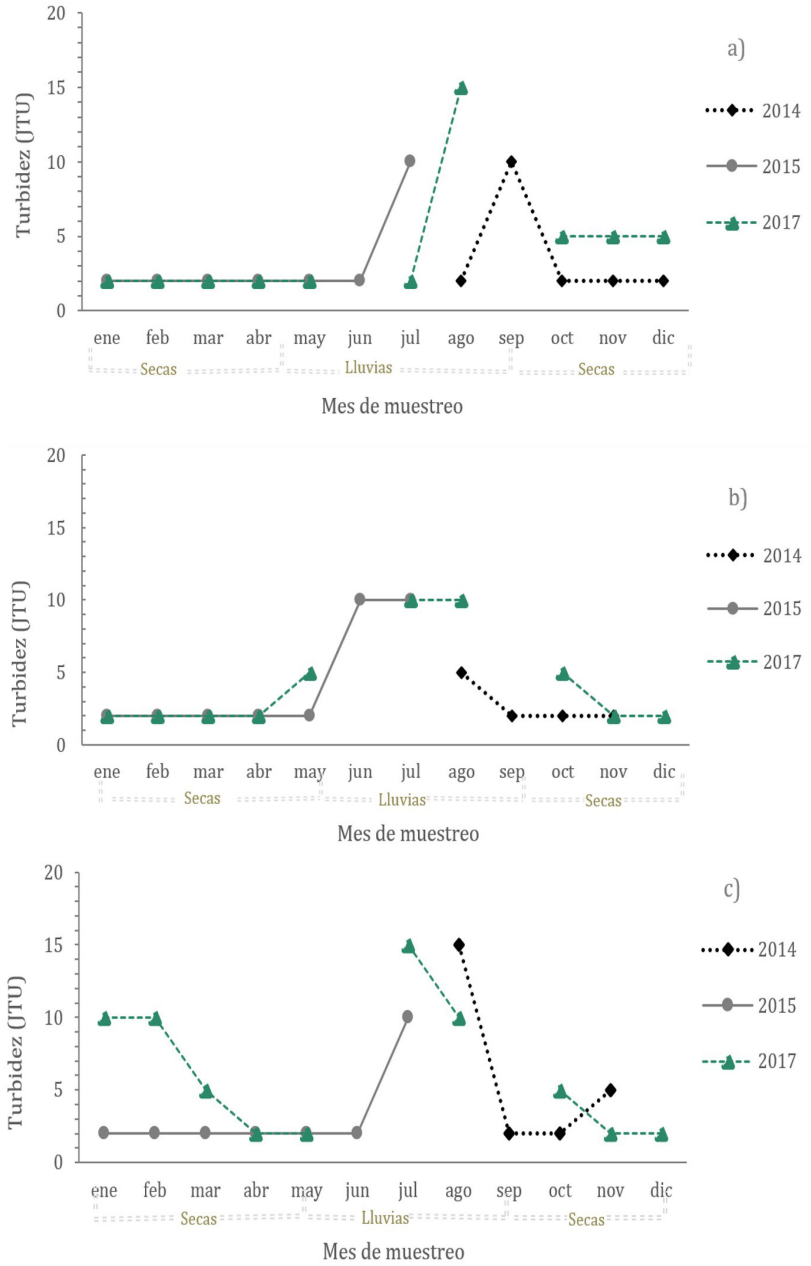


FIGURA 26. VARIACIONES ESTACIONALES DE TURBIDEZ EN LA ESTACIÓN DE SECAS Y LLUVIAS EN LOS TRES SITIOS DE MUESTREO DURANTE LOS AÑOS 2014, 2015 Y 2017. A) CUARTO DINAMO, B) SEGUNDO DINAMO, C) LA CAÑADA, EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX

CONDICIÓN ECOLÓGICA RIBEREÑA DEL RÍO MAGDALENA

La condición ecológica de la zona de ribera del río Magdalena mostró un mayor deterioro en los sitios de muestreo más cercanos a la zona urbana. Desde 2014 a 2017 el sitio denominado Cuarto Dinamo presentó valores mayores a 35, lo cual indica una condición "Excelente", mientras que en el Segundo Dinamo y La Cañada la condición ecológico se ubicó en "Buena" (29-35) y "Moderada", respectivamente (21-28) (Figura 27). Durante los recorridos realizados en campo, se observó mayor presencia de residuos (santería, desechos inorgánicos, heces fecales) en comparación con el segundo y cuarto dinamo. Esto puede relacionarse con la accesibilidad a este sitio, ya que al ser el más cercano a la zona urbana y no necesitar vehículo para su acceso se observa mayor presencia de visitantes.

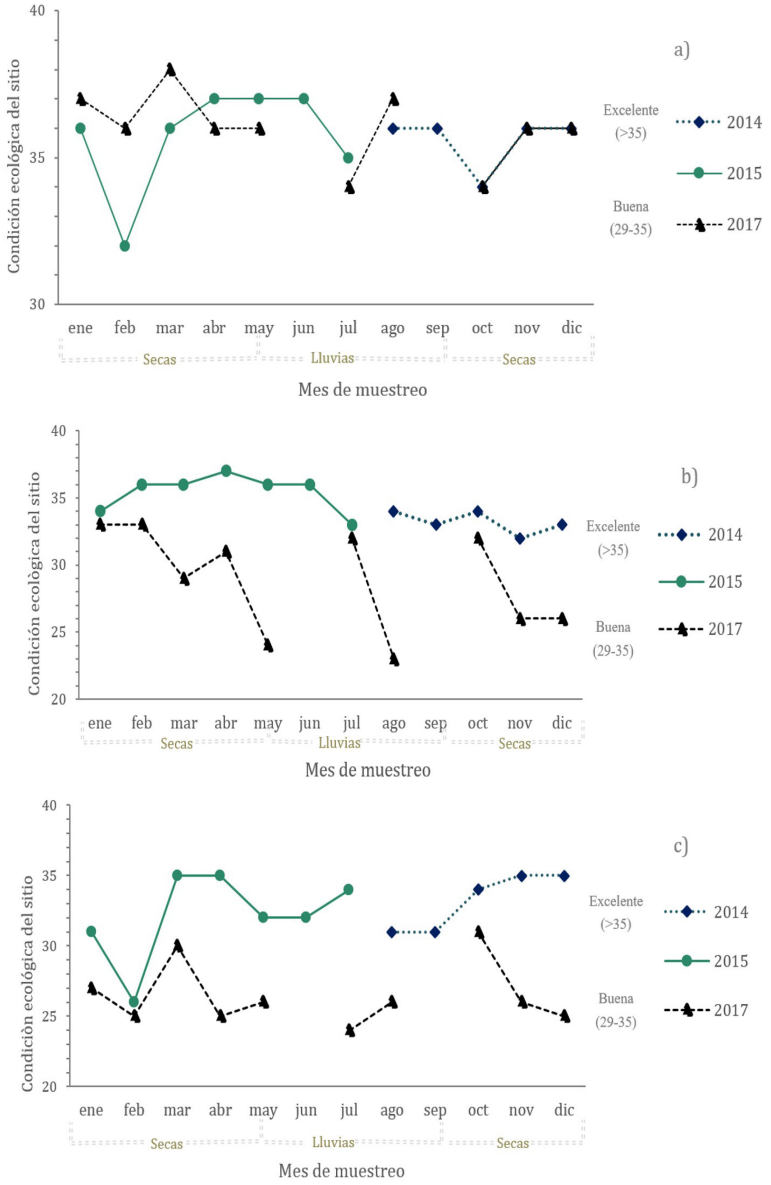


FIGURA 27. CONDICIÓN ECOLÓGICA DE LA ZONA RIBEREÑA EN LA ESTACIÓN DE SECAS Y LLUVIAS EN LOS TRES SITIOS DE MUESTREO DURANTE LOS AÑOS 2014, 2015 Y 2017. A) CUARTO DINAMO, B) SEGUNDO DINAMO, C) LA CAÑADA, EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX

Como se ha mostrado, el análisis de los resultados de los parámetros fisico-químicos y biológicos de la calidad ecológica del río, evidenciaron de manera general valores dentro de lo estipulado en las normas correspondientes. No obstante, la presencia de bacterias evidencia valores fuera del intervalo de las normas, donde, de acuerdo con su distribución espacial, el sitio "la Cañada" es el más deteriorado por la presencia de estos organismos, principalmente en el periodo vacacional ya que es el sitio más visitado por los capitalinos debido a su cercanía con la zona urbana en comparación con los otros. Por otra parte, las actividades humanas en la CRM, como son la presencia de restaurantes, ganadería y santería, entre otras, ocasionan que la calidad no sea adecuada para consumo humano y el agua se encuentre contaminada.

VARIACIONES EN LA REFORESTACIÓN CON *ABIES RELIGIOSA*

SOBREVIVENCIA

El análisis de sobrevivencia durante los cuatro años monitoreados evidenció una mortandad de seis árboles en la parcela 1, y 10 en la parcela 2, teniendo hasta el término del monitoreo (noviembre, 2017) un total de 94 y 90 árboles de *Abies religiosa*, respectivamente, sugiriendo que la sobrevivencia es alta (Figura 28).

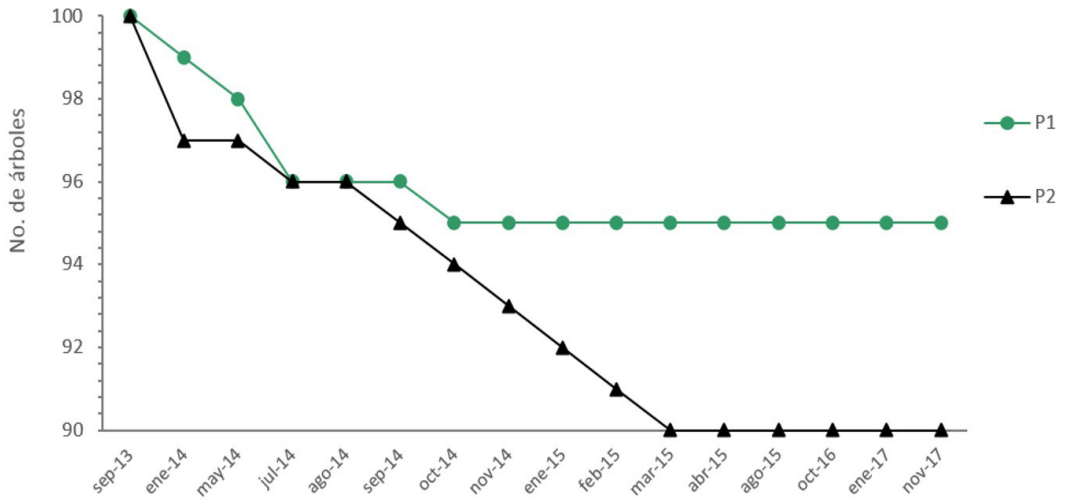


FIGURA 28. SUPERVIVENCIA DE LOS BRINZALES MONITOREADOS EN LAS DOS PARCELAS REFORESTADAS CON *ABIES RELIGIOSA* (2013-2017). SE MUESTRA EL MES DE MUERTE DEL BRINZAL

DIÁMETRO Y ALTURA

En términos del diámetro a la altura de la base se registró un crecimiento significativo en ambas parcelas. La parcela 1 tuvo un promedio de diámetro inicial de 7.7 (transplante) y una final de 25.1, mientras que la parcela 2 tuvo una inicial de 7.5 y un final de 24.1 (Figura 29). Respecto a la altura (AT), en la parcela 1 el promedio inicial fue de 75.1 cm y la final de 155.7 cm. Mientras que en la parcela 2 el promedio inicial

fue de 76.3 cm y el final de 180.4 cm (Figura 30). Los valores más altos en ambas parcelas se presentaron en el periodo que comprende del mes de mayo a octubre, correspondiente a la temporada de lluvias.

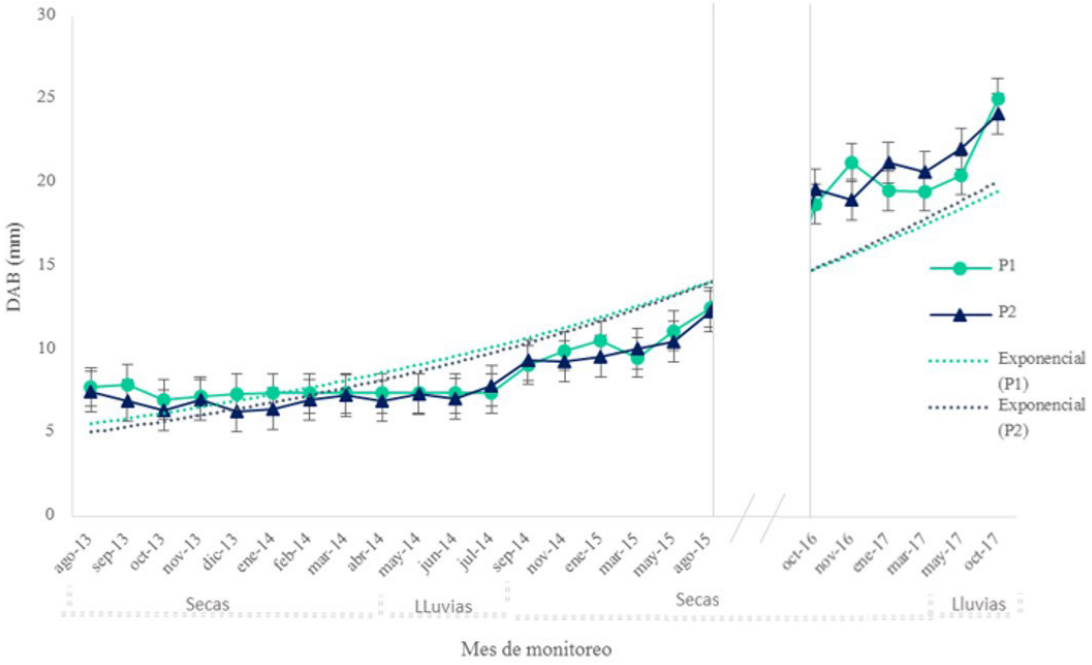


FIGURA 29. CRECIMIENTO DE DAB EN LAS DOS PARCELAS REFORESTADAS EN EL BOQUE DE *ABIES RELIGIOSA*. SE MUESTRA LA LÍNEA DE TENDENCIA PARA CADA PARCELA

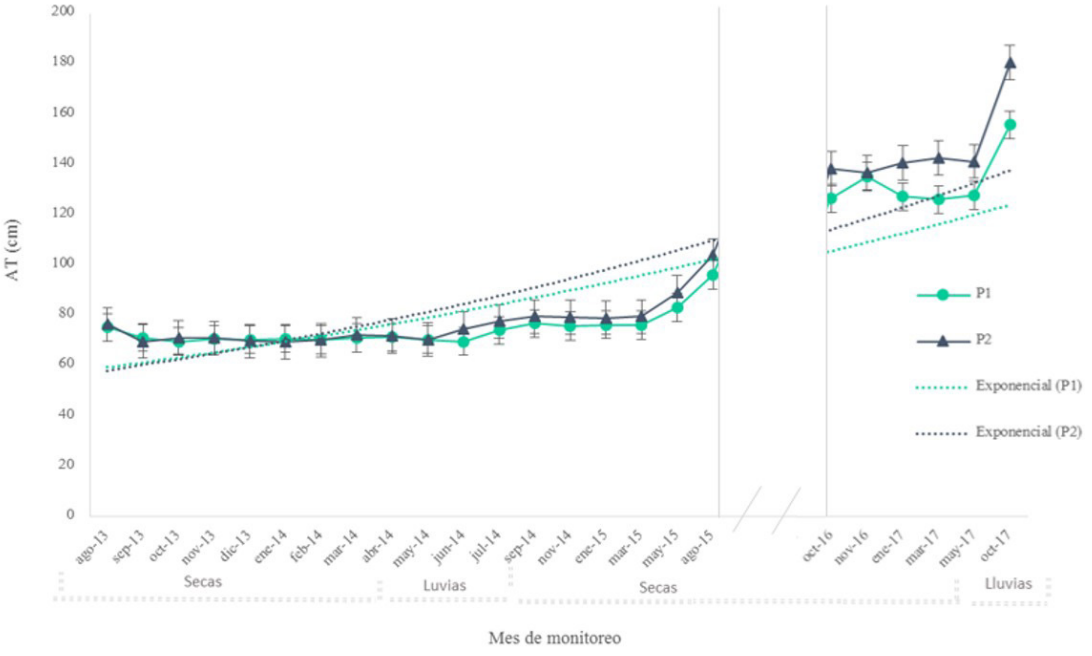


FIGURA 30. ALTURA DEL TALLO EN LAS DOS PARCELAS REFORESTADAS EN EL BOQUE DE *ABIES RELIGIOSA*. SE MUESTRA LA LÍNEA DE TENDENCIA PARA CADA PARCELA

NIVEL DE INVOLUCRAMIENTO DE LOS MONITORES Y SU PERCEPCIÓN SOBRE EL DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS

PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA

Asistencia de los monitores voluntarios

El programa ha sido sostenido desde 2013 por un grupo de monitores voluntarios de entre seis y nueve participantes, entre los cuales se encuentran comuneros de la Magdalena Atlitic, miembros de la Asociación de Comerciantes y habitantes de la alcaldía Magdalena Contreras. Durante el programa se presentaron discontinuidades en el muestreo. La línea del tiempo del programa señala los eventos más importantes desde su propuesta hasta la actualidad (Figura 31).

FIGURA 31. LÍNEA DE TIEMPO DEL INVOLUCRAMIENTO COMUNITARIO EN EL PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA
(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

De acuerdo con el registro de asistencia de años previos, así como de los diálogos con los monitores y académicos, durante el segundo periodo de monitoreo el grupo participante estaba conformado por 13 monitores, entre los cuales se encontraban hombres y mujeres, sin embargo, se redujo a un grupo de cinco a seis participantes del género masculino a finales de ese mismo año (Figura 32).

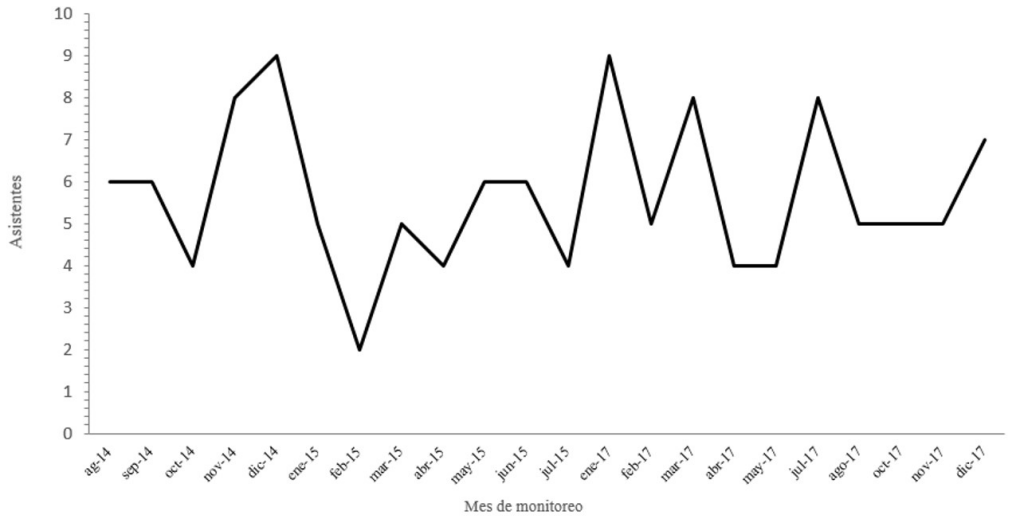


FIGURA 32. REGISTRO DE LA ASISTENCIA DEL MAC DE CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA (2015-2017)

Durante 2017 se registró una asistencia total de 17 participantes distintos, incluyendo académicos, monitores activos y nuevos integrantes representados por estudiantes de otras universidades, turistas e invitados de los monitores. La mayor participación fue en los dos primeros meses (enero y febrero), no obstante, la asistencia disminuyó a lo largo del año (Figura 33).

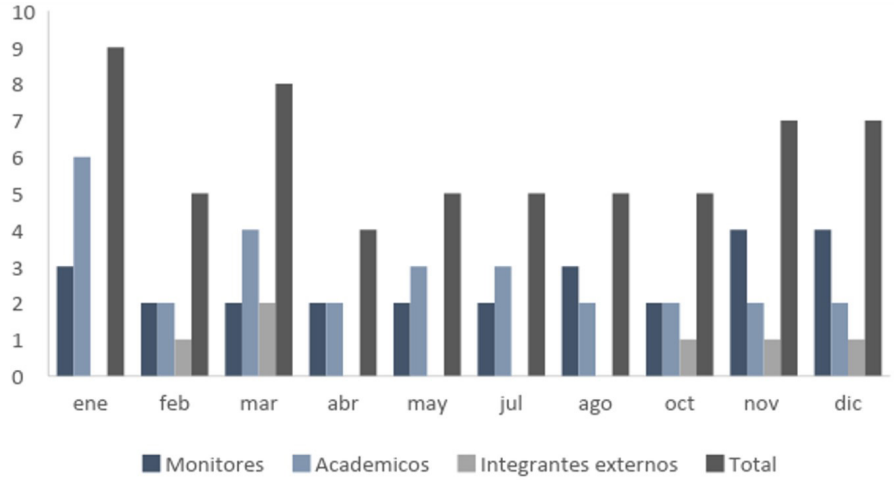


FIGURA 33. PARTICIPANTES DURANTE EL SEGUNDO PERIODO DE MONITOREO EN EL PROGRAMA DE CERM DURANTE 2017

Los participantes con un 80% de asistencia fueron categorizados como “constantes”, representados por cuatro y cinco personas, mientras que los participantes que tuvieron una asistencia baja fueron considerados como “ocasionales” (Figura 34).

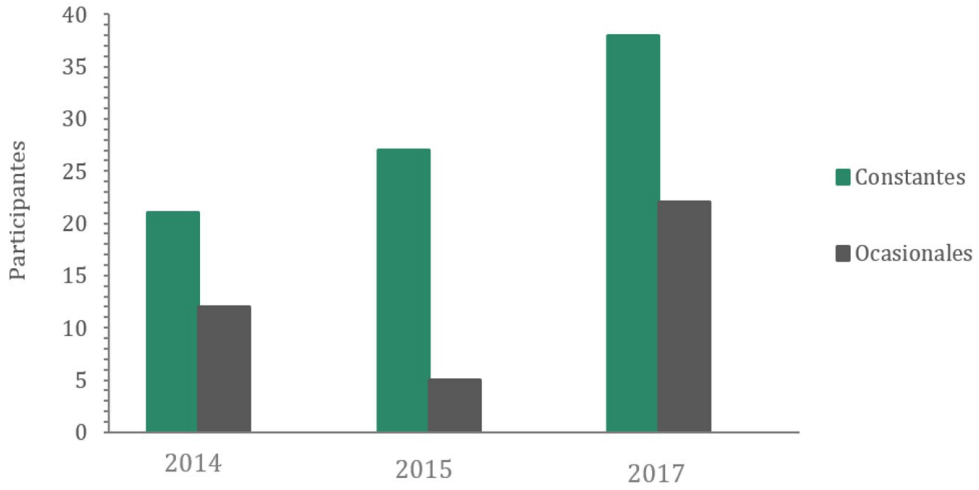


FIGURA 34. NÚMERO DE PARTICIPANTES EN EL PROGRAMA DE CERM DURANTE 2014, 2015 Y 2017

Dificultad percibida

De acuerdo con la observación participante no se registró dificultad de los monitores en la realización de las actividades, por el contrario, se evidenció una importante mejora en el aprendizaje operativo. Así mismo, las respuestas de los monitores en el cuestionario realizado, respecto al desempeño de las actividades, estuvieron dirigidas a la facilidad con la que las llevan a cabo, ya que comentaron en distintas ocasiones que no se les dificultaba alguna actividad ***"No se me dificultan las actividades", "Podría hacer todo el monitoreo"*** (Monitor 2, 29 años).

Resulta relevante el interés que tienen para continuar con el monitoreo a corto, mediano y largo plazo, lo cual evidencia un cambio en la conciencia, y en el interés por el monitoreo.

Nivel de entrenamiento de los monitores voluntarios

A través de un proceso continuo de capacitación técnica los monitores participantes se fueron involucrando de manera activa en el proceso, por lo que la técnica en la toma de datos fue progresando significativamente, lo cual indujo a un mejor rendimiento y claridad tanto en la toma como en su registro. El nivel de entrenamiento del grupo de monitores se incrementó rápidamente durante el primer año del programa. Los participantes se familiarizaron con las actividades desde el inicio de monitoreo, y la toma de datos comenzó a ser más eficiente, con una reducción del tiempo, No obstante, la presencia de nuevos participantes durante en 2017 no representó un mejor desempeño en las actividades realizadas, ya que al no tener buen conocimiento de las actividades, el tiempo y los resultados variaron significativamente. Los monitores expresaron diversas opiniones tales como ***"no invitar tantos porque se pierden reactivos"*** (Monitor 2, 29 años) ***"que sigan los que ya venían al monitoreo"*** (Monitor 3, 40 años).

Para ampliar el análisis, en la Tabla 4 se presenta el perfil sociodemográfico de los monitores centrales (ocupación, nivel de escolaridad, género y edad).

TABLA 4. PERFIL DE LOS MONITORES CENTRALES
(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

Participantes comunitarios	Edad	Género	Cargo ocupado	Nivel escolar
Monitor 1	54	Masculino	Ex presidente de la Asociación de Comerciantes Unidos de los Dinamos A.C	Preparatoria
Monitor 2	29	Masculino	Comerciante	Preparatoria
Monitor 3	40	Masculino	Autoempleo	Licenciatura
Monitor 4	-	Masculino	Presidente del Comité del Grupo de Cuencas, ríos y barrancas del Valle de México	-

- = no se cuenta con el dato

El nivel escolar y la edad no representan, ningún limitante para llevar a cabo las actividades de monitoreo, ya que en el programa participan personas con distinto nivel escolar (primaria, preparatoria, licenciatura), quienes realizan las actividades con el conocimiento adquirido durante las capacitaciones en 2013. Por otro lado, la ocupación representa un factor que influye en la disponibilidad, ya que los monitores 1 y 4 tuvieron algunas dificultades para poder presentarse en todos los monitoreos. Lo anterior muestra la fragilidad en este Programa donde la participación voluntaria y no remunerada pueden estar en riesgo aunque se contemplen asuntos de interés colectivo en el monitoreo. De acuerdo con la observación participante y las notas de campo se reconocieron cuatro monitores centrales y tres periféricos (Tabla 5), mientras que la población observante estuvo conformada por diversas personas de la comunidad, académicos y actores de gobierno, quienes saben del monitoreo, pero no participaron de manera activa.

TABLA 5. CARACTERIZACIÓN DE LOS PARTICIPANTES DURANTE EL MONITOREO EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX
(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

Participantes del MAC	Caracterización	Categoría
Monitor 1	• El monitor conoce todas las actividades y las realiza con apoyo del manual. • Ha participado desde el inicio del programa y ha sido un participante activo durante el proceso (2013-2017). • Enseñó a nuevos participantes las actividades del monitoreo y colabora con la planeación para disposición del transporte.	Monitor central
Monitor 2	• El aprendizaje adquirido en las actividades del monitoreo es significativo, no se le dificulta llevar a cabo alguna de las actividades. • Toma la iniciativa en la organización y ha participado desde el comienzo del programa. • Ha asistido a los talleres desde 2013 y la puntualidad es una característica relevante en él. • Su participación es voluntaria y el conocimiento adquirido es un elemento que representa un motor para continuar con el monitoreo	Monitor central

Participantes del MAC	Caracterización	Categoría
Monitor 3	• Conoce las actividades involucradas en el monitoreo. • Realiza actividades específicas en la mayor parte del proceso (macroinvertebrados), ha adquirido gran experiencia en la determinación de la familia de estos organismos. • El interés por esta actividad lo ha llevado a compartir su conocimiento con nuevos participantes.	Monitor central
Monitor 4	• Participa desde el inicio del monitoreo y ha asistido a talleres y reuniones. • No tomó iniciativa para la realización de las actividades y no tiene buen conocimiento de las distintas técnicas a pesar de tener el manual de campo como apoyo. • Se destacó en el periodo de monitoreo anterior como un monitor activo.	Monitor central
Monitor 5	• Conoce las actividades y fue constante durante el primer periodo de monitoreo, durante el segundo periodo no participó.	Monitor periférico
Monitor 6	• Participó en menos de la mitad de las actividades, pero acompañó y apoyó en algunas ocasiones con el trasporte • Durante el último periodo de monitoreo no se pudo registrar su participación en la realización de las actividades.	Monitor periférico
Monitor 7 (académicos e invitados externos)	• Participaron en el monitoreo en algunas ocasiones. • No conocen las técnicas, pero los monitores centrales apoyaron con su conocimiento.	Monitor periférico
Monitor 8 Gente de la comunidad e invitados externos	• No participaron, pero tenían conocimiento de las actividades de monitoreo a través de asambleas y de talleres realizados desde la propuesta del monitoreo en 2013.	Población observante

Percepción

Desde la perspectiva de los monitores, el programa de monitoreo representa un elemento positivo que radica en una relación cercana y de apoyo con la academia, ya que les brinda una herramienta de conocimiento para incidir en el manejo de sus recursos. Consideraron que se había logrado obtener mayor conocimiento y cambiar su forma de pensar respecto al cuidado del agua. ***"El monitoreo es de gran importancia porque el bosque recarga acuíferos y brinda servicios ecosistémicos a la CDMX, se debe zonificar el río y bosque para su protección" "Yo antes no sabía la importancia de no tirar basura al río, ahora ya no lo hago", "Basándonos en el conocimiento que adquirimos podemos tomar decisiones de nuestro ecosistema",*** (Monitor 1, 54 años); ***"Me interesa y gusta lo relacionado al bosque de agua" "Obtenemos el beneficio del conocimiento del estado del ecosistema"*** (Monitor 3, 40 años); ***"Me gusta el monitoreo por los conocimientos que he adquirido y por el contacto que me gusta tener con la naturaleza", "Se obtiene el beneficio del conocimiento", "Me gusta mucho la naturaleza, vivo en la naturaleza, me la paso siempre en la naturaleza"*** (Monitor 2, 29 años).

PROGRAMA DE MAC DE REFORESTACIÓN

Asistencia de los monitores voluntarios

Desde su inicio han participado entre 10 y 20 monitores integrantes de las brigadas de reforestación y prevención de incendios que forman parte de la DGCORENA[16] y de la brigada denominada Patrulla del Bosque, comerciantes y habitantes locales. Sin embargo, a lo largo del monitoreo la participación se ha reducido a siete participantes constantes. Asimismo, al igual que el CERM, en este Programa se presentaron algunas discontinuidades temporales desde su inicio. La línea del tiempo señala los principales eventos del Programa de MAC de reforestación, de su propuesta hasta la actualidad (Figura 35).

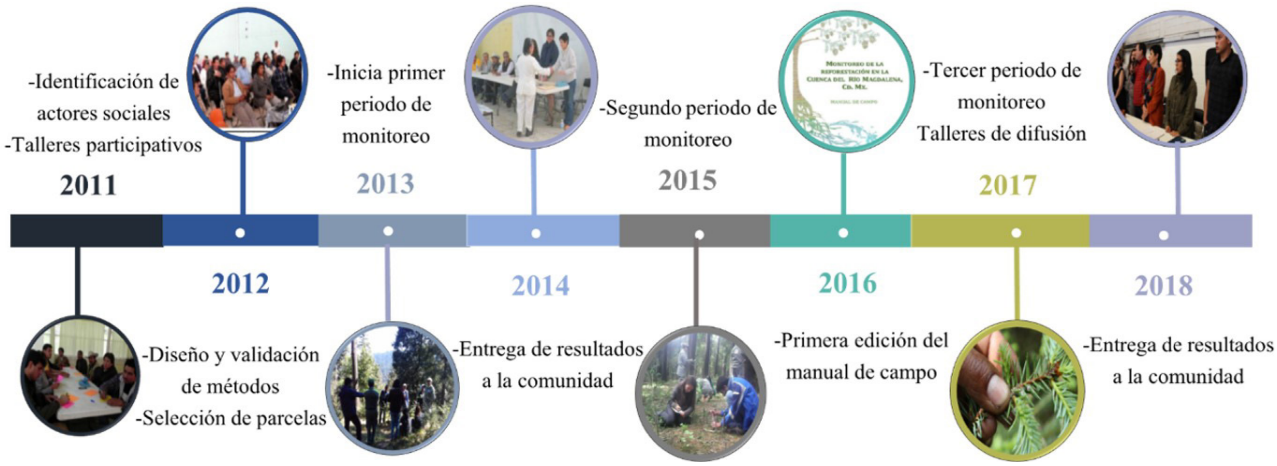


FIGURA 35. LÍNEA DE TIEMPO DEL PROCESO DEL MAC DE LA REFORESTACIÓN
(ELABORACIÓN PROPIA)

Desde el primer intervalo de monitoreo en 2013 se registró un grupo de 26 integrantes, donde la participación de gobierno (DGCORENA) era significativa con un mayor número de participantes, mientras que la intervención de comerciantes y habitantes locales fue baja con únicamente cuatro participantes. El número de participantes fue disminuyendo entre 8 y 11 personas y se pudo consolidar un grupo de entre siete y diez integrantes para el segundo periodo.

En acuerdo con la delegación se firmaron acuerdos con el jefe delegacional de la Magdalena Contreras y con el director general de Medio Ambiente y Ecología de dicha delegación, durante el segundo periodo de monitoreo, donde las actividades de muestreo pasaron a formar parte de su jornada laboral (Anexo 6). En la última temporada de monitoreo, se consolidó un grupo de 10 participantes constantes donde la asistencia varió con un promedio de 8 monitores activos (Figura 36). Así el número de participantes activos durante todo el periodo de monitoreo fue entre 6 y 8 con un 90% de asistencia, los cuales fueron categorizados en "constantes y centrales" y corresponden a los integrantes de la brigada de incendios.

[16] Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales de la Ciudad de México.

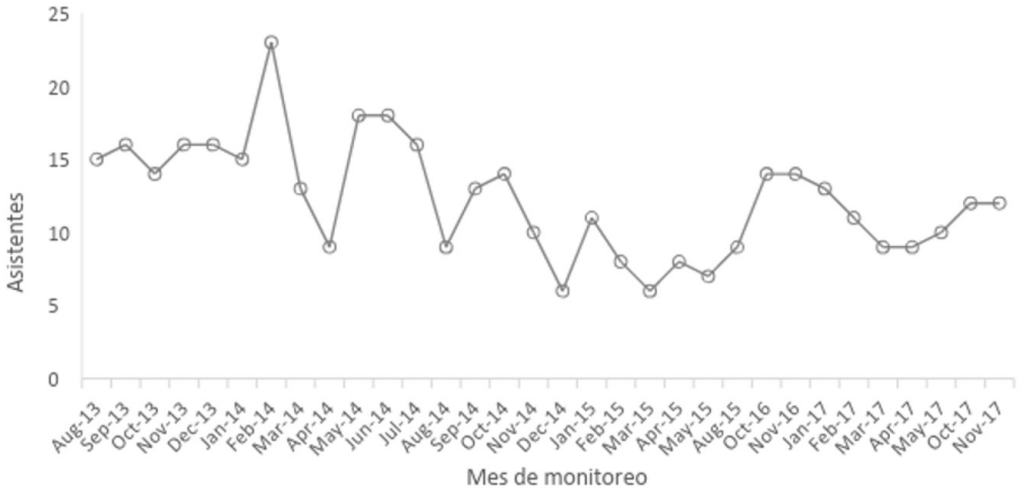


FIGURA 36. REGISTRO DE LA ASISTENCIA DEL MAC DE REFORESTACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX (2013-2017)

Dificultad percibida

La toma de datos es eficiente y las actividades se realizan con facilidad. De acuerdo con las respuestas al cuestionario y con la observación participante no se les dificulta alguna actividad, a excepción de dos compañeros que expresaron una mínima dificultad en la anotación de los datos y medición de crecimiento en la base del tallo.

Nivel de entrenamiento de los monitores voluntarios

Se determinó que los participantes de este programa han desarrollado gran conocimiento técnico a través de los distintos talleres realizados en 2013. El gran interés y compromiso que han adquirido los monitores en participar se ve reflejado mediante la participación constante. Resulta relevante la aportación de conocimientos empíricos que tuvieron a lo largo del desarrollo del programa, el cual ha ayudado a trabajar en conjunto con el desarrollo de estrategias para asegurar la sobrevivencia de los brinzales. Un claro ejemplo de ello es la propuesta de los monitores para la aplicación de tratamiento para combatir la plaga y la sugerencia de implementar un nuevo programa de monitoreo en distintas zonas reforestadas en años anteriores. Como resultado del cuestionario realizado a los monitores, se presenta el perfil de los monitores centrales que han participado desde el inicio del Programa (Tabla 6).

TABLA 6. PERFIL DE LOS MONITORES CENTRALES

Participantes del MAC	Edad	Cargo ocupado	Nivel escolar
Monitor 1	42	Brigadista	Secundaria
Monitor 2	51	Brigadista	Bachillerato
Monitor 3	45	Jefe de brigada	Secundaria
Monitor 4	68	Brigadista	Primaria
Monitor 5	54	Brigadista	Primaria
Monitor 6	59	Brigadista	Primaria

De acuerdo con la información recabada, el monitoreo es realizado por personas mayores entre 41 y 59 años. El nivel escolar y la edad no son limitantes para este realizar las actividades de monitoreo, ya que al ser actividades sencillas pueden llevarlas a cabo. A su vez, los monitores han trabajado en reforestaciones por más de 10 años por lo que ya cuentan con experiencia en el manejo de los árboles.

Se determinaron siete monitores centrales y siete periféricos. La población observante la conformaron diversas personas de la comunidad, académicos y actores de gobierno, quienes no participaron de manera activa (Tabla 7).

TABLA 7. CATEGORIZACIÓN DE LOS MONITORES DEL MAC DE REFORESTACIÓN

Participantes del MAC	Caracterización	Categoría
Monitor 1	Participó en todas las actividades de monitoreo desde su inicio, domina la técnica de registro de datos.	Monitor central
Monitor 2	Participó en todas las actividades de monitoreo desde su inicio, asistió a talleres y domina la técnica de registro de datos.	Monitor central
Monitor 3	Participó en los talleres desde el 2013, ha sido un participante activo y domina la técnica de registro de datos.	Monitor central
Monitor 4	Realiza actividades de medición en las actividades de monitoreo desde su inicio. Conoce el objetivo del monitoreo	Monitor central
Monitor 5	Participó en todas las actividades de monitoreo y tiene iniciativa para comenzar las actividades. El conocimiento que ha adquirido ha ayudado a capacitar a otros participantes.	Monitor central
Monitor 6	Domina la técnica de registro de datos y ha participado activamente en todas las actividades de monitoreo desde su inicio. Realiza en su mayoría actividades de chaponeo, pero conoce las técnicas de medición.	Monitor central
Monitor 7	Toma la iniciativa en realizar actividades de chaponeo. Su experiencia hace que el trabajo sea más rápido. También colabora con otras actividades como medición y salud.	Monitor central
Monitor 8	Participó durante los últimos tres meses del tercer periodo. Aprendió las técnicas de medición.	Monitor periférico
Monitor 9	Participó en las actividades de monitoreo durante los tres meses previo al cierre del 2018. Aprendió sin dificultad la técnica de recolección y registro de datos.	Monitor periférico
Monitor 10	Participó durante los últimos tres meses en el tercer periodo de monitoreo, colaboró en todas las actividades y no se le dificultaron.	Monitor periférico
Monitor 11 (académico e invitados)	Participaron en el monitoreo en algunas ocasiones. No conocen las técnicas, pero los monitores centrales los capacitaron.	Monitor periférico
Monitor 12	Ha participado en periodos anteriores de monitoreo, conoce las actividades, pero no le gusta asistir.	Monitor periférico
Monitor 13	Participó durante el primer periodo de monitoreo, tiene conocimiento de las actividades.	Monitor periférico
Monitor 14	Se presentó en diversas ocasiones desde 2013 para apoyar con la realización de actividades y acordar con los monitores centrales de reforestación algunas medidas para contrarrestar el daño a los árboles.	Monitor periférico
Monitor 15 (gente de la comunidad y académicos)	No participaron, pero tenían conocimiento de las actividades a través de asambleas y de talleres realizados desde 2013.	Población observante

Percepción

Los monitores expresaron su gusto por asistir al monitoreo y de acuerdo con su percepción, el programa de monitoreo representa una herramienta de aprendizaje y un vínculo para que la autoridad de gobierno pueda interesarse en este tipo de estudios colaborativos y conozca la efectividad de las actividades. Con relación a la participación de gobierno, sus respuestas presentaron semejanzas en la falta de interés por parte de gobierno: ***"Debemos tener políticos comprometidos que no solo vean por su puesto"*** (Monitor 1, 42 años), ***"Que el gobierno ponga atención, que hagan realmente lo que dicen"*** (Monitor 4, 68 años), ***"Deberían darles más pláticas a gobierno para hacerlos más conscientes de que tenemos el único río vivo"*** (Monitor 5, 51 años), ***"A ellos les interesan otras cosas, no le dan importancia al monitoreo"*** (Monitor 7, 44 años), ***"Que le den mayor interés por cuidar al bosque, lo veo abandonado"*** (Monitor 9, 67 años). ***"El estudio sirve para que la autoridad crea en nosotros y vea que nuestro trabajo funciona"*** (Monitor 3, 45 años).

Por otra parte, consideraron que se había logrado obtener mayor conocimiento y el beneficio directo que pueden obtener de programa es mejorar la calidad del aire ***"Al cuidar el árbol cuidamos el medio ambiente"*** (Monitor 5, 51 años), ***"El crecimiento del árbol es satisfactorio, adquiero conocimiento", "Ahora veo la plaga, no me fijaba antes"*** (Monitor 10, 44 años), ***"El beneficio que obtenemos es trabajar de la mano con la academia y nos estamos involucrando las personas de campo" "Adquirimos conocimiento y las herramientas necesarias para debatir en base a los programas que se van a hacer"*** (Monito 1, 42 años).

Como se ha mostrado, el interés que tienen los monitores de ambos programas para realizar las actividades se ve reflejado en la asistencia y aportación de sus conocimientos para mejorar el monitoreo, sin embargo los problemas externos como los suscitados por la elección del representante de bienes comunales han ocasionado que la continuidad de ambos programas se vea amenazada.

Estos programas son un claro ejemplo de inclusión, ya que las actividades pueden ser realizadas por cualquier persona interesada en el monitoreo de la calidad ecológico del río Magdalena y en la reforestación, sin importar su grado de estudios. Asimismo, el aprendizaje no solo se reflejó en las técnicas para llevar a cabo el muestreo, sino también en el cambio de conciencia durante el proceso. En este sentido, aunque la asistencia disminuyó a lo largo del monitoreo, la participación y el trabajo constante de los monitores ha sido relevante para dar continuidad a ambos programas.

En el siguiente cuadro se muestra una síntesis de los atributos analizados y los resultados para cada Programa (Tabla 8).

TABLA 8. ATRIBUTOS ANALIZADOS PARA LOS PROGRAMAS DE MONITOREO DE LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX

Atributo	Programa de CERM	Programa de MCER
Asistencia	Inicial: 13; Final: 4	Inicial: 26; Final: entre 8 y 11
Participantes activos	Tres	Ocho
Dificultad percibida	No hay dificultad para realizar las actividades	Solo dos monitores expresaron dificultad por realizar la anotación de datos en la hoja de campo
Entrenamiento	La toma de datos es eficiente y las actividades se realizan con facilidad.	

Atributo	Programa de CERM	Programa de MCER
Categorías de monitores	Monitor central: 4 Monitor periférico: 3 Observación participante: miembros de la comunidad y academia	Monitor central: 7 Monitor periférico: 7 Observación participante: miembros de la comunidad y academia
Perfil	Edad: entre 29 y 54 años Género: masculino Nivel escolar: prepa y licenciatura Cargo de los monitores: Expresidente de la Asociación de Comerciantes Unidos de los Dinamos A.C, Comerciante Autoempleo, Presidente del Comité del Grupo de Cuencas, ríos y barrancas del Valle de México	Entre 42 y 68 años Género: masculino y femenino Nivel escolar: primaria y bachillerato Cargo de los monitores: Brigadista, Jefe de brigada

DESEMPEÑO DE LOS PROGRAMAS DE MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO

ETAPA I COMPONENTES SOCIALES Y TÉCNICOS DE LOS PROGRAMAS

Programa de MAC de calidad ecológica del río Magdalena

Se presentan los resultados del análisis de cada componente identificado en el programa:

Transparencia y confianza: de acuerdo con los monitores, el trabajo que han realizado integrantes del Laboratorio de Ecosistemas de Montaña fue trasparente desde el inicio, por lo que los participantes entienden las actividades que se están realizando y conocen el objetivo del programa de monitoreo. Así mismo, en diversas pláticas abiertas, los monitores expusieron que se sienten en un ambiente de *confianza*, lo que ha generado el correcto desempeño del equipo de trabajo.

Inclusividad: en el programa se llevan a cabo técnicas de monitoreo sencillas para promover la participación de la comunidad en el proceso de la generación y apropiación de conocimiento sin importar su nivel escolar. Por lo tanto, el programa es *incluyente*.

Participación, coordinación y disponibilidad: la participación de los monitores es completamente voluntaria y en cada monitoreo proponen nuevos acuerdos considerando la opinión de todos los involucrados para modificar acciones que mejoren el desempeño del programa, no obstante, de acuerdo con la opinión de dos monitores, la coordinación para acordar fecha para el muestreo ha sido un contratiempo debido a la ocupación de cada integrante.

Compromiso: Los monitores visitan el río y los sitios de monitoreo cada tercer día por voluntad propia, lo cual refleja el gran interés y *compromiso* que tienen en el Programa.

Recursos materiales: la inversión monetaria para adquisición de los equipos para monitoreo de calidad de agua no ha sido un impedimento para la realización de las actividades, ya que con el apoyo de la academia se pudo adquirir el material para realizar los primeros muestreos, posteriormente para dar continuidad al programa con apoyo de Comité de cuenca, la Asociación de Comerciantes Unidos de los Dinamos A.C. y la academia se pudo obtener más material. Sin embargo, se presentan dos limitantes, uno es el transporte que sigue siendo un elemento determinante para continuar con las actividades y por otro lado, los posibles problemas que puedan presentarse en relación con los recursos monetarios para la adquisición de repuestos para el kit.

Vínculos externos: la falta de acuerdos con alguna dependencia de gobierno u ONG para apoyar las actividades ocasiona que el monitoreo se vea interrumpido en distintas ocasiones.

Flexibilidad: existe una capacidad de adaptarse a diversas circunstancias que se han generado durante el monitoreo como es el cambio de fecha o de horario, etc.

Aprendizaje operativo y significativo: durante las actividades en campo, se ha detectado que existe una adquisición de conocimiento nuevo por parte de los monitores, tanto en las técnicas implementadas como en el beneficio que el monitoreo tiene para su bienestar. Esta enseñanza es notoria y positiva, ya que por una parte se han convertido en capacitadores para otros estudiantes interesados en el estudio de la CRM y por otra reconocen la importancia de realizar el monitoreo: ***"Un monitoreo es importante para reconocer los focos rojos que se puedan evitar"*** (Monitor 2, 29 años).

Incorporación de información: la información recabada durante la realización del monitoreo no se ha dado *uso de la información* para alguna acción que beneficie a la comunidad (*capacidad de acción*) y no se encuentra disponible aún en alguna plataforma sencilla donde tengan acceso tanto los monitores como la comunidad.

Capital social: las relaciones de confianza y cooperación entre los distintos actores involucrados han generado puentes entre la academia e integrantes de la comunidad para trabajar juntos para el desarrollo de proyectos en beneficio de la comunidad y la CRM (Tabla 9).

En la tabla siguiente se muestra el cumplimiento de atributos del Programa de acuerdo con la percepción de los monitores entrevistados, donde el uso de información, la incorporación de información, la capacidad de acción y vínculos externos son los atributos con un desempeño más deficiente.

TABLA 9. VALORACIÓN DE ATRIBUTOS DEL PROGRAMA DE CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX

Atributo	N1*	N2**	N3***
Transparencia			
Inclusión	✓	✓	✓
Compromiso	-	-	✓
Confianza	✓	✓	✓
Recursos materiales	-	-	-
Aprendizaje operativo	✓	✓	✓
Uso de información	-	-	-
Incorporación de información	-	-	-
Aprendizaje significativo	✓	✓	✓
Capacidad de acción	-	-	✓
Capital social	-	-	-
Disponibilidad	-	-	-
Coordinación	-	-	✓
Flexibilidad	✓	✓	✓
Participación	✓	✓	✓
Vínculos externos	-	-	-

(N = encuestados; ✓ =si se cumple en el Programa; - = no se cumple en el programa)

Programa de MAC del éxito de reforestación

En relación con el desempeño en los componentes sociales y técnicos del Programa de Monitoreo del éxito de la reforestación (MACER), desde la perspectiva de los monitores, se presenta el siguiente resultado:

Transparencia y confianza: la colaboración que realizó con la academia fue clara y se desarrolló en un entorno de *confianza*, a través del cual se ha generado una seguridad por parte de cada uno de los participantes hacia las acciones de otros compañeros.

Aprendizaje significativo y operativo: La experiencia que han adquirido por ser parte de la Brigada de incendios y Patrulla del bosque genera un mejor desempeño. Los monitores han adquirido conocimiento y reconocen la presencia de plaga, así como el estado de salud del árbol, así mismo reconocen la importancia de realizar el monitoreo, por lo cual han propuesto seguir la metodología en otras zonas reforestadas.

Inclusividad: es inclusivo ya que se encuentran personas con distintas edades que van de 42 a 68 años, con un nivel escolar de primaria y bachillerato (Tabla 8).

Recursos materiales: no se observa un problema en los *recursos materiales* a excepción de la opinión de dos monitores quienes expresaron la inquietud por adquirir mejor herramientas de medición de los árboles más altos.

P*articipación, disponibilidad y coordinación:* las actividades en el monitoreo forman parte de la jornada laboral de los participantes y aunque demuestran gran interés en el cuidado del bosque, los participantes solo visitan las parcelas cuando hay actividades de monitoreo en acuerdo con la academia.

Vínculos externos: aunque si se generó un vínculo con el jefe delegacional y con la dirección general de Medio Ambiente y Ecología de la Delegación Magdalena Contreras.

Incorporación y uso de la información: la información obtenida del monitoreo no se encuentra disponible en alguna plataforma donde tengan acceso, tanto los monitores como la comunidad, ni se ha utilizado para alguna acción que beneficie a la comunidad (Tabla 10).

En la siguiente tabla se muestra la valoración de atributos del programa de acuerdo con la percepción de los monitores entrevistados, donde el uso de información, la incorporación de información, la capacidad de acción y vínculos externos son los atributos con un desempeño más deficiente.

TABLA 10. VALORACIÓN DE ATRIBUTOS DEL PROGRAMA DE MONITOREO DEL ÉXITO DE LA REFORESTACIÓN

Atributo	N1*	N2*	N3*	N4*	N5*	N6*	N7**	N8**	N9**
Transparencia	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Inclusión	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Compromiso	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Confianza	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Recursos materiales	–	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Aprendizaje operativo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Uso de información	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Incorporación de información	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Atributo	N1*	N2*	N3*	N4*	N5*	N6*	N7**	N8**	N9**
Aprendizaje significativo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Capacidad de acción	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Capital social	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Disponibilidad	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Coordinación	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Flexibilidad	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Participación	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vínculos externos	–	–	–	–	–	✓	–	–	–

(N = encuestados; ✓=si se cumple en el Programa; - = no se cumple en el Programa)

ETAPA II. FASES DE INTERVENCIÓN DE UN MONITOREO COMUNITARIO

De acuerdo con el análisis de las tres fases de intervención (Tabla 11), ambos programas comprendieron durante la fase preparatoria un diseño general, se determinaron los recursos materiales disponibles para realizar el monitoreo y los talleres con el fin de involucrar a los interesados, donde se estableció la confianza, el compromiso y todas las actividades se explicaron claramente de acuerdo con los diálogos realizados de manera informal con los monitores y académicos involucrados en el proceso.

La fase de validación comprendió el entrenamiento periódico de los monitores durante las primeras etapas de monitoreo, asimismo se realizaron ajustes a los programas para su mejora, tales como reedición de los manuales y de las hojas de campo.

Ninguno de los componentes considerados en la fase de aplicación continúa se han desarrollado en ambos programas (certificación de monitores, mantenimiento de los programas, interpretación científica de resultados, uso de información, incorporación de información y capacidad de acción), a excepción del aprendizaje significativo.

TABLA 11. COMPONENTES DE LOS PROGRAMAS DE MAC, EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, CDMX

Fase	Componente de la fase	CERM	MACER
preparatoria	Diseño general de los Programas de monitoreo (DT)	✓	✓
	Recursos materiales (DT)		
	Realización de talleres para involucrar a los interesados (DS)	✓	✓
	Transparencia, confianza, inclusión y compromiso (DS)	✓	✓
	Entrenamiento inicial (DS)	✓	✓

Fase	Componente de la fase	CERM	MACER
Validación	Datos confiables (DT)	✓	✓
	Interpretación científica (DT)	–	–
	Ajustes a los Programas (DT)	✓	✓
	Entrenamiento periódico, Aprendizaje operativo (DS)	✓	✓
	Disponibilidad y Coordinación (DS)	✓	✓
	Flexibilidad Participación (DS)	✓	✓
Aplicación continua	Certificación de monitores (DT)	–	–
	Interpretación científica de resultados (DT)	–	–
	Incorporación de información (DT)	–	–
	Sostenimiento de los Programas	–	–
	Uso de información, Aprendizaje significativo (DS)	–	–
	Capacidad de acción (DS)	–	–

DT: Dimensión técnica; DS: Dimensión social

De acuerdo con el análisis, los dos programas de monitoreo se encuentran en la segunda fase de intervención (validación), donde la certificación de monitores, interpretación científica de resultados por parte de los monitores y la incorporación de información aún no se aplica, ya que los datos obtenidos en ambos monitoreos no han sido utilizados en beneficio de la comunidad y no se encuentra disponible aún en alguna plataforma donde tengan acceso tanto los monitores, como la comunidad. En consecuencia, conviene seguir trabajando con los grupos que han sido participes en el monitoreo desde un inicio para complementar la preparación y aprendizaje en la fase de aplicación continua y poder asegurar el monitoreo a mediano y largo plazo.

ETAPA III. CRITERIOS DE CALIDAD DE LOS PROGRAMAS DE MAC

Finalmente, se presenta el análisis de los criterios básicos de evaluación de ambos programas de MAC (Tabla 12):

Pertinencia y eficacia: son dos criterios que se han cumplido de acuerdo con la evaluación. La identificación de los posibles actores para desarrollar los programas de monitoreo ha sido el adecuado, ya que se ha podido consolidar un grupo de monitores que realizan las actividades sin dificultad y han demostrado obtener datos confiables para poder conocer los cambios a través del tiempo. Esto se ha logrado con el entrenamiento adecuado en los talleres y con objetivos viables de alcanzar.

Aunque la participación en los monitoreos del programa de CERM no ha ido en aumento, ha sido constante y de acuerdo con ellos el programa ha cumplido con parte de sus intereses, ya que a través del monitoreo estos han podido conocer los cambios y se ha cumplido uno de los objetivos principales como es el análisis de los datos obtenidos y la propuesta de implementación de un programa de monitoreo.

Por otro lado, en el MACER se ha consolidado un grupo de monitores con apoyo de gobierno local, donde se ha demostrado que las actividades en el monitoreo han sido las adecuadas y se evidencia con una sobrevivencia de los árboles de más del 90%.

Eficiencia: los recursos financieros y humanos para llevar a cabo ambos Programas de monitoreo durante 2013 a 2017 han sido adecuados para alcanzar los resultados esperados. Sin embargo, para dar un sostenimiento a mediano y largo plazo de los programas será necesario mayor participación y mayores recursos financieros.

Impacto: el impacto social que han causado ambos programas se ve reflejado en el aprendizaje operativo, sobre el entorno ecológico y en el cambio de conciencia en el cuidado del bosque y el agua. En el programa de reforestación se ha propuesto llevar a cabo, en acuerdo con la academia, un monitoreo de regeneración natural en un sitio aledaño a las parcelas reforestadas, el cual se comenzó en el año 2017. Esto demuestra un gran logro en el conocimiento y conciencia de los involucrados, ya que reconocen la importancia de este tipo de estudios.

Sostenimiento: aunque los monitores conocen las actividades en el monitoreo y cuentan con manuales de campo para llevarlas a cabo, no se observa una apropiación por parte de ellos, ya que sin apoyo técnico de la academia los monitores no realizan el monitoreo.

Otro limitante es la disponibilidad del transporte y los problemas sociales a causa de la elección del representante de los bienes comunales, por lo cual el sostenimiento de ambos programas a mediano y largo plazo puede verse amenazado. Por otra parte, es conveniente retomar el seguimiento de ambos programas para complementar la fase de validación y continuar con la aplicación continua.

TABLA 12. CRITERIOS BÁSICOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE MAC

Criterio	MAC de calidad ecológica del río Magdalena	MAC de reforestación
Pertinencia	✓	✓
Eficacia	✓	✓
Eficiencia	✓	✓
Impacto	✓	✓
Que sea sostenible	-	-

✓= si se cumple en el Programa; = no se cumple en el Programa

Como último elemento de la evaluación, el análisis FODA para ambos programas (Tablas 13 y 14) permitió identificar claramente las debilidades y amenazas que deben ser atendidas, así como las fortalezas y oportunidades que pueden potenciar el monitoreo ambiental comunitario en la Cuenca del río Magdalena y poder replicarlo en otros espacios urbanos de la Ciudad de México.

TABLA 13. ANÁLISIS FODA DEL PROGRAMA MONITOREO AMBIENTA COMUNITARIO DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA

FORTALEZAS		DEBILIDADES	
Aspectos sociales	• F1. Los participantes conocen la importancia del monitoreo y han cambiado la percepción acerca del cuidado del bosque y del río. • F2. La participación es voluntaria. • F3. El trabajo de monitoreo ha sido transparente, los objetivos desde el inicio han sido claros. • F4. Los monitores tienen confianza en sus compañeros para llevar a cabo todas las actividades. • F5. Los monitores se han adaptado con facilidad a las diversas circunstancias presentadas para llevar las tareas del programa.	Aspectos sociales	• D1. No se ha generado un vínculo permanente con alguna dependencia de gobierno u ONG. La falta de acuerdos con actores de gobierno ocasiona que el muestreo no se lleve a cabo con un compromiso establecido. • D2. El proyecto de monitoreo ha sido presentado como evidencia del trabajo en la comunidad y para obtener recursos para otros proyectos, sin embargo, aún no ha llegado a ser utilizada para beneficiar a la comunidad. • D3. La disponibilidad que tiene cada uno de los monitores no es equitativa, por lo cual es un limitante que se refleja en la impuntualidad y cancelación del mismo.
Aspectos técnicos	• F1. Los monitores han adquirido el conocimiento necesario para llevar a cabo el monitoreo, por lo que pueden capacitar a otros actores locales para realizar las actividades. • F2. El interés de los monitores se ve reflejado en el aprendizaje y en las visitas que realizan al río sin ser parte del monitoreo mensual. • F3. Las técnicas de muestreo son sencillas, por lo que pueden ser desarrolladas por cualquier persona sin importar el nivel escolar.	Aspectos técnicos	• D1. La fase de intervención en la que se encuentra el programa es la validación, sin embargo, se requiere seguir con la implementación de programa para establecer la fase final de aplicación continua. • D2. Un elemento determinante para continuar con las actividades de monitoreo es no tener el transporte asegurado lo que dificulta la movilidad de los participantes. • D3. Los datos obtenidos del monitoreo no se encuentran disponibles en alguna plataforma, por lo cual los datos hasta el momento no pueden ser consultados por la comunidad.
OPORTUNIDADES		**AMENAZAS**	
• O1. La crisis medioambiental en la Ciudad de México ofrece un gran reto socio-ambiental que puede superarse a través de nuevos proyectos de investigación que incluyan la participación social. • O2. Cambio de las autoridades ambientales de la CDMX, especialmente de la DG-CORENA, quien reconoce la importancia de conservar la extensión del SC para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la CDMX. • O2. Conocimiento del monitoreo e interés por parte de la alcaldía de la Magdalena Contreras. • O4. Se implementó un programa de rescate integral de los ríos Magdalena y Eslava, lo que representa un vínculo entre academia y gobierno. • O5. Habitantes locales y externos consideran que es importante mantener el río limpio. • O6. Actualmente se desarrollan diversos proyectos, tanto en contextos naturales como urbanos, para la recuperación de ríos.		• A1. La recuperación de un río urbano conlleva la coordinación y acción gubernamental de varias áreas (recursos hídricos, desarrollo urbano, movilidad, medio ambiente), las cuales son escasas • A2. Escasa coordinación entre las autoridades delegaciones del SC (Magdalena Contreras, Cuajimalpa, Tlalpan y Álvaro Obregón) y de instituciones gubernamentales como el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) y la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA). • A3. El río se enfrenta a impactos negativos y malas prácticas que se han seguido llevando incluso antes del inicio del monitoreo. • A4. La elección de representante de bienes comunales ocasiona división de la comunidad. • A5. Falta de interés de los programas de monitoreo por parte de gobierno local. • A6. Actividades ilícitas en la zona. • A7. Falta de una política ambiental de mediano y largo plazo. • A8. Se dieron por terminadas las tareas propuestas por del Plan Maestro para el rescate del río Magdalena.	

OPORTUNIDADES AMENAZAS					
Estrategias	Oportunidades-Fortalezas	• OF1.Fomentar con dependencias de gobierno iniciativas de investigación participativa a nivel local. • OF2.Considerar a los monitores que participaron durante todos los monitoreos como un apoyo en el asesoramiento sobre actividades de monitoreo y en conducir investigaciones relacionadas con la CRM. • OF3. Fomentar la importancia y los beneficios ambientales generados por el río Magdalena a través de diversas propuestas incluyentes (talleres, concursos, pláticas informativas, reforestaciones participativas, etc.) • OF4.Presentar ante la CORENA la propuesta de implementación de programas de monitoreo ambiental comunitario para la CRM. • OF5. Promover canales de diálogo entre la sociedad, academia y gobierno. • OF6. Realizar jornadas de limpieza voluntarias en coordinación con la población.	Estrategias	Fortalezas-Amenazas	• FA1.Realización de talleres para ampliar la difusión de los programas de monitoreo que se realizan con la comunidad, dar a conocer los resultados e invitar a más personas a realizar las actividades. • FA2. Aprovechar que las técnicas de monitoreo son sencillas para incentivar a más personas de la comunidad a participar. • FA3. Ante el poco interés de gobierno, la academia puede intervenir mediante propuestas de investigación participativa respaldada científicamente, creando un puente de comunicación entre la comunidad y actores de gobierno.
	Oportunidades- Debilidades	• OD1.Trabajar en el análisis de datos con los monitores que se mantienen como monitores activos para incidir en la capacidad de acción en un mediano y largo plazo. • OD2. Establecer talleres y reuniones con los monitores para capacitarlos en la captura y manejo de datos en una plataforma que les permita acceder a los datos para su consulta. • OD3. Aprovechar la oportunidad del cambio de autoridades de la DGCORENA para contrarrestar la falta de acuerdos y compromiso para llevar a cabo investigaciones incluyentes. • OD4. Aprovechar el interés que los ciudadanos tienen para la recuperación de ríos para realizar jornadas voluntarias en el monitoreo del río.		Debilidades-Amenazas	• DA1. Invitar a las distintas autoridades de gobierno que se ubican dentro del territorio de la CRM a conocer los programas de MAC, así como los resultados obtenidos a lo largo del proceso. • DA2. Promover con la ciudadanía el cuidado del río Magdalena, esto mediante la participación de la academia en eventos locales.

TABLA 14. ANÁLISIS FODA DEL PROGRAMA MONITOREO AMBIENTA COMUNITARIO DEL ÉXITO DE REFORESTACIÓN

FORTALEZAS		DEBILIDADES	
Aspectos sociales	• F1. El acuerdo realizado con actores de gobierno representa un lazo firme para llevar a cabo el monitoreo. • F2. Los monitores reconocen la importancia de realizar monitoreo en zonas reforestadas en la CRM y han fortalecido el conocimiento del cuidado del bosque. Aunado a esto, han propuesto la realización de más monitoreos en la zona. • F3. Es incluyente; participan personas con un nivel escolar de primaria y bachillerato. • F4. La transparencia y la confianza en el monitoreo es una fortaleza que se encuentra desde su inicio. • F5. Los monitores confían en sus compañeros para la toma de datos.	Aspectos sociales	• D1. Aunque los monitores son conscientes de la importancia del monitoreo, no han realizado alguna actividad con la comunidad o vecinos para comunicar las actividades y resultados positivos.
Aspectos técnicos	• F1. Las actividades las puede realizar cualquier persona interesada sin importar edad ni nivel escolar. • F2. Los monitores conocen muy bien el procedimiento del monitoreo, por lo que son capaces de enseñar a otros interesados. • F3. Los monitores se han adaptado a las diversas circunstancias presentadas para llevar a cabo el monitoreo.	Aspectos técnicos	• D1. No hay un uso de la información recabada en los monitoreos para actuar en beneficio de la comunidad. • D2. Los datos obtenidos del monitoreo no se encuentran disponibles en alguna plataforma que pueda ser consultada por la comunidad. • D3. La participación es parte de su jornada laboral y aunque han demostrado el interés en el monitoreo, la recisión del contrato representa una debilidad para continuar con el monitoreo. • D4. El material utilizado para la realización de las actividades contempla un vernier digital que es proporcionado por la academia. Para que la comunidad se apropie del monitoreo debe contar con todo el material.
OPORTUNIDADES		**AMENAZAS**	
• O1. Cambio de autoridades de la DGCORENA. • O2. Conocimiento del monitoreo e interés por parte de la alcaldía de la Magdalena Contreras. • O3. Turistas consideran que es importante mantener el bosque limpio ya que representa para ellos el último pulmón vivo de la CDMX.		• A1. El bosque se enfrenta a impactos negativos y malas prácticas que se han seguido llevando incluso antes del inicio del monitoreo • A2. Problemática generada por elección de representante de bienes comunales. • A3. Falta de reconocimiento de los programas de monitoreo. • A4. División de la comunidad por problemas políticos. • A5. Actividades ilícitas en la zona (reforestación evadida).	
Estrategias	Oportunidades-Fortalezas	Estrategias	Fortalezas-Amenazas
	• OF1. Trabajar en el manejo de datos con los monitores activos para incidir en la capacidad de acción en un mediano y largo plazo. • OF1.Presentar ante la DGCORENA la propuesta de implementación del programa de MAC de reforestación para ofrecer una orientación práctica en el seguimiento del éxito de reforestación en zonas con características similares.		• FA1. Realización de talleres para ampliar la difusión de los programas de monitoreo que se realizan con la comunidad, dar a conocer los resultados e invitar a más personas a realizar las actividades. • FA1. Implementar un modelo de intervención para incorporar la información y trabajar en conjunto los datos obtenidos a cada término de monitoreo.

A partir de la jerarquización de las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas identificadas se estableció un escenario futuro deseable mediante la reflexión sobre el cumplimiento de las metas a alcanzar y que han sido obtenidas del trabajo colaborativo con los monitores involucrados a través de diálogos informales y el cuestionario aplicado.

Escenario futuro deseable

Los programas de MAC se habrán consolidado como parte del arreglo entre los grupos de la comunidad que anteriormente estaban divididos, lo cual habrá llevado a una gestión exitosa de diversos programas en pro de la conservación del bosque y el río y que han sido arreglados en acuerdo con la participación de la comunidad. Así mismo, los actores locales como gobierno y otras ONG serán conscientes de que la biodiversidad y los recursos naturales son fundamentales para el mantenimiento del bienestar humano y para el desarrollo económico y social de la comunidad Magdalena Atlitic y núcleos agrarios vecinos, por lo cual se habrá generado una red de monitoreo a lo largo de toda la cuenca, la cual integrará a diversas comunidades con objetivos similares.

Como resultado de esta red se registrará la participación de 200 a 250 personas de localidades pertenecientes a la cuenca incluidos distintas ONG, así como integrantes de distintas dependencias de gobierno como la Dirección General de Desarrollo Sustentable, Dirección General de Participación Ciudadana y Dirección General de Medio Ambiente y Ecología de la delegación Magdalena Contreras en apoyo constante con distintas universidades públicas y privada de México.

Como medio de registro y difusión de la información obtenida de toda la red de monitoreo, se empleará un Sistema de Información Geográfica (SIG) como herramienta para captura de los datos por parte de los propios integrantes, el cual habrá tenido mucho éxito desde su implementación, ya que en él se puede consultar cualquier dato obtenido, lo que ha ayudado a la comunidad como respaldo para la generación de otros programas de monitoreo comunitario como son el de fauna silvestre (aves, mamíferos, reptiles) y otros.

Derivado de las políticas implementadas en favor del mantenimiento de los servicios ecosistémicos en la CRM, el área de conservación habrá cambiado notoriamente. El programa de reforestación contribuirá a mitigar la vulnerabilidad de la microcuenca por los procesos erosivos que en ella se presentan y los procesos hídricos de la cuenca se regenerarán gracias a los programas de saneamiento y rescate del río. Por otra parte, las laderas y zonas que se encontraban erosionadas se encontrarán provistas de vegetación nativa como resultado de los programas de reforestación comunitarios implementados, recursos que la comunidad aprovechará para su sustento.

Los datos ayudarán a la resolución de problemas internos contribuyendo así al bienestar de los habitantes mediante un rendimiento sostenido de los recursos naturales de la región. El MAC habrá permitido la construcción del territorio en la medida que genera conocimiento. En este contexto, se habrá demostrado en la Cuenca del río Magdalena que la gobernanza para la sustentabilidad a escala regional y nacional es negociada y generada de 'abajo hacia arriba' por grupos de voluntarios en la planeación útil para la gestión integrada de cuencas.

CAPÍTULO 5

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIÓN

EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA (PERIODO 2014-2017)

Ambientalmente, las propiedades fisicoquímicas del agua evidencian el cumplimiento dentro de los límites establecidos, de calidad y tratamientos que debe someterse el agua para su potabilización (Norma Oficial Mexicana NOM-127- SSA1- 1994). Mientras que las características biológicas de la calidad de agua del río Magdalena en la CDMX superan los límites permisibles para consumo humano, principalmente por el incremento de bacterias fecales cuenca abajo.

Conocer la calidad del agua es relevante, ya que es esencial para la vida y salud humana, la escasez y el consumo de agua de mala calidad tiene implicaciones negativas que comprometen el bienestar humano, condicionando su propia supervivencia (OMS, 2005). La contaminación del agua en términos fisicoquímicos se asocia a enfermedades de tipo crónico (Guevara *et al.,* 2008). Mientras que las enfermedades infecciosas se asocian a la contaminación microbiológica. La presencia de ciertos elementos y compuestos químicos pueden generar desde infecciones intestinales hasta enfermedades crónico degenerativas. En este contexto, la salud de los habitantes en la CRM y de la CDMX depende en gran medida de la calidad del agua que se consume.

En términos de las propiedades fisicoquímicas, el agua del río Magdalena evidencia el cumplimiento dentro de los límites establecidos permisibles y se puede constatar que prácticamente no se observan cambios significativos estacionales en relación a las concentraciones de los elementos medidos entre los tres sitios muestreados desde el 2014 hasta 2017.

Durante todo el monitoreo, la dureza del agua, derivada de la presencia de calcio y magnesio, se mantuvo en concentraciones bajas. Niveles de dureza superior a los 200 mg/L, en interacción con el pH y la alcalinidad puede causar afectaciones a los sistemas de distribución de agua, tanto domésticas como industriales, ya que estos se depositan sobre las superficies de las tuberías, provocando una pérdida de la capacidad de caudal y por lo tanto un exceso de consumo de energía para producir el calentamiento o enfriamiento del agua (Neira, 2006). Asimismo, Monarcas et al. (2004) y Neira (2006) han reportado, que el consumo de aguas duras puede provocar el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, de ahí la importancia de entender muy bien este parámetro.

La alcalinidad del agua no presentó gran variabilidad a lo largo del periodo muestreado, mientras, que la basicidad y acidez del agua se mantuvo en un intervalo de 7. En este sentido, no se presenta una

alteración del equilibrio en las concentraciones de acidez o alcalinidad del agua que afecten la vida terrestre y acuática, ya que el valor adecuado para diferentes procesos y para la existencia de la mayoría de la vida biológica generalmente se ubica entre 6.5 y 8.5.

Respecto a la turbidez, la Cañada fue el sitio más afectado y aunque la lluvia es uno de los factores naturales que causa su incremento debido al arrastre de materia orgánica en la cuenca baja, las actividades humanas también pueden incrementar la turbidez. Muestra de esto, es que en ocasiones diversas se pudo observar, principalmente en "La Cañada", desechos orgánicos de los puestos de comida ubicados en las orillas del río y productos de santería, entre otros, lo cual puede estar asociado al aumento tanto de la turbidez. Estos resultados coinciden con diversos estudios realizados en la CRM (Bojorge-García, 2006; Jujnovsky *et al.,* 2010; Arroyo-Crivelli, 2017), quienes reportan una buena calidad del agua en la parte alta de la cuenca, mientras que en la zona más cercana al área periurbana la calidad disminuye considerablemente por un aumento de las comunidades bacterianas. Lo anterior puede deberse al arrastre de coliformes aguas abajo y por la cercanía con la zona urbana, donde el río se encuentra en contacto con más visitantes y se expone a contaminación antropogénica como la presencia de residuos de santería, desechos fecales de animales domésticos como perros, caballos y ganado, entre otros.

La presencia de bacterias coliformes totales y fecales es un factor de riesgo para el padecimiento de enfermedades de origen hídrico relacionadas con la presencia de excretas de personas y animales, ya que como menciona Guevara y colaboradores (2008), existe una asociación significativa entre la contaminación microbiana y la presencia de animales domésticos. Es el caso del área de estudio, donde el sitio con menor calidad se encuentra en contacto con más visitantes y se expone al arrastre de coliformes aguas abajo y a la contaminación derivado de la presencia de animales domésticos como perros y caballos, los cuales fueron vistos en distintas ocasiones durante las visitas al sitio. A partir de esto, se puede argumentar que la calidad del agua en el río Magdalena puede disminuir debido a la incidencia antropogénica en la zona.

El estudio realizado por Perevochtchikova *et al.* (2016) en el Ajusco en la CDMX muestra tendencias similares a la zona estudiada, con concentraciones mayores de bacterias fecales relacionadas de manera directa con actividades antropogénicas como el pastoreo libre de ganado vacuno y presencia de cultivos. Otro ejemplo del impacto de la población en la baja calidad de agua es el estudio de Arriaga-Gaona y colaboradores (2009), quienes determinaron que la calidad del agua del río Tecolutla, Veracruz dependía en gran parte del impacto que ejerce la población. Un caso de estudio internacional es el río urbano Penchala, en Malasia (Akmal *et al.*, 2013), que reporta resultados similares, donde la calidad disminuye en la zona media y aguas abajo de la cuenca en la zona urbana mientras que en la cuenca alta existe una buena calidad de agua. Lo que corrobora que este fenómeno de pérdida de calidad de agua en las cuencas en contacto con zonas urbanas es frecuente.

En relación a la presencia de macroinvertebrados el sitio más contaminado corresponde a la Cañada, es recomendable dar un mayor seguimiento al análisis de la abundancia macrobiológica para mejorar la determinación de la calidad en cada sitio. Este hecho debe tomarse en cuenta ya que como menciona Jiménez (2014), sitios aguas abajo favorecen la acumulación de material que puede servir de refugio de organismos ya que se presentan menor estrés y disponen de mayor recursos tróficos.

EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO DEL ÉXITO DE LA REFORESTACIÓN (PERIODO 2013-2017)

Durante los primeros periodos de muestreo la mortalidad de los brinzales se atribuyó al efecto de la temporada de secas a consecuencia del estrés hídrico o térmico (Salazar, 2016; Centeno, 2017) y la supervivencia de los brinzales de las parcelas se vio afectada principalmente por el paso del ganado en la zona, no obstante, durante el tercer periodo se demostró que las actividades de monitoreo han sido eficientes para lograr un elevado porcentaje de sobrevivencia en ambas parcelas. Estas acciones de reforestación funcionan como una estrategia de restauración activa para compensar la deforestación, ocasionada en gran parte por el crecimiento de la zona urbana, ya que se contempla la recuperación de áreas desprovistas de cobertura forestal con el fin de restablecer el bosque y los servicios ecosistémicos que brindan a la comunidad (Bass *et al.*, 2000), tal como ocurre en la CRM, donde el acelerado crecimiento del área urbana ha ocasionado cambio de uso de suelo en algunas zonas.

El éxito de la plantación obedece a diversos factores externos como las condiciones ambientales del sitio y el manejo de la planta en vivero, e internos como la morfología de la planta, entre otros (Sigala *et al.*, 2015), donde la procedencia de sitios adecuados garantiza la adaptación de la plantación al nuevo lugar de establecimiento (Rueda-Sánchez *et al.*, 2014; Sigala *et al.*, 2015).

Además, el tratamiento aplicado a los árboles plagados con *Pucciniastrum* spp, logró contrarrestar la proliferación del hongo, por lo que el monitoreo permitió reconocer la necesidad de controlar las plagas y enfermedades que puedan dañar y comprometer la supervivencia de los árboles. De acuerdo con algunos estudios realizados por Alarcón, 1959 y Salazar, 1992, las principales plagas y enfermedades conocidas para *Abies religiosa* son ocasionados por algunos insectos del orden Coleoptera, Lepidaptera e Hymenoptera que en ocasiones causan grandes daños; y hongos como *Pseudohylesinus mexicanus, Scolitus ventralis* e *Hylurgops flobri*, que provocan descortezamiento de la punta de los árboles.

Lo anterior se debe integrar con las actividades realizadas para la difusión del monitoreo y la invitación a más personas a integrarse, a este respecto no se logró involucrar a más participantes. En distintas ocasiones los monitores expresaron que otros integrantes de la comunidad no estaban interesados, lo cual evidencia la debilidad en este tipo de proyectos, ya que de acuerdo con Perló y Zamora (2017), la sociedad desconfía de propuestas provenientes de gobierno y de otras organizaciones puesto que los consideran manipulados para imponer decisiones tomadas previamente. En este sentido, como menciona Fernández-Giménez y colaboradores (2008), los objetivos y métodos de recolección de datos se establecen generalmente por las instituciones de investigación, por lo que los participantes que recaban los datos no están generalmente involucrados en el análisis e interpretación de los resultados. De acuerdo con los atributos analizados, el uso e incorporación de información, la capacidad de acción y los vínculos externos son los principales atributos que no se han cumplido en ambos programas de monitoreo.

Se debe tomar en cuenta la importancia del involucramiento de la sociedad en proyectos científicos ya que puede ser una estrategia para conocer el estado de un ecosistema y mejorar su manejo, aunque los efectos de la participación ciudadana en la gestión ambiental han sido en su mayoría débiles (Perdomo, 2010; Conrad y Hilchey, 2011). En este contexto, esta investigación permitió conocer los cambios acerca del nivel de involucramiento de los monitores comunitarios, donde su participación es el reflejo del interés que tienen para adquirir nuevos conocimientos e incidir en la toma de decisiones para su bienestar. De tal forma que todos los componentes del monitoreo de la calidad del agua considerados en el programa generaron distintas interacciones del grupo social (monitores) con el ambiente que permitieron conocer la dinámica de participación que han tenido desde el comienzo. Muestra de lo anterior es la propuesta por

parte de los monitores en continuar con ambos programas y llevarlos a cabo en otros sitios de la CRM, esto con el objetivo de conocer la calidad del agua en otros sitios estratégicos y evitar su deterioro, asimismo su interés por dar el seguimiento a reforestaciones realizadas anteriormente, evidencian su compromiso en implementar el conocimiento adquirido para garantizar el establecimiento de los brinzales.

Los pobladores locales perciben y son conscientes de los beneficios que ofrece la zona riparia. En este sentido, el impacto en la adquisición de conocimiento y cambio en la percepción acerca del cuidado del río y del bosque que se generó en ambos programas, representa un elemento crucial en el futuro para su uso y manejo en la CRM. Como se reporta en el estudio de Perló y Zamora (2017) en la CRM, la población mostró la gran preocupación en la pérdida de este patrimonio natural de la ciudad sobre la contaminación del río. Sin embargo, hasta la fecha los mismos habitantes, no han realizado acciones para conservarlo. En consecuencia, la planeación y el mantenimiento de zonas valoradas por los bienes y servicios ecosistémicos que proveen, como son los ríos urbanos y las áreas boscosas, están influenciados por la percepción, la educación ambiental y la sensibilización de los tomadores de decisiones (Santos y Barrientos,2016). Por ello, si la gente que vive cerca del río Magdalena no es consciente de su responsabilidad en el deterioro que se está generando en la zona, es difícil pensar en su recuperación en el largo plazo.

El monitoreo comunitario implica diferentes niveles de participación (Fernández-Gimenez *et al.*, 2008; Páez *et al.*, 2013) donde la colaboración de los pobladores locales se presenta desde la participación en la toma de datos para ser interpretados por los investigadores, hasta la participación autónoma de los actores locales, donde recolectan los datos y los interpretan para la toma de decisiones en la gestión de sus recursos (Danielsen et al., 2009; Páez y Burgos, 2012). Al respecto, el nivel de involucramiento en ambos programas se relaciona directamente con la obtención de datos en el muestreo, donde la edad y nivel escolar no representaron una limitante para llevar a cabo las actividades, sin embargo, la ocupación que tienen algunos monitores del Monitoreo Ambiental Comunitario de la Calidad Ecológica del río Magdalena (CERM) si influye en la disponibilidad para poder asistir a los monitoreos acordados mensualmente. Esto coincide con lo reportado en el estudio de monitoreo comunitario realizado en el Ajusco, donde el compromiso por parte de los monitores resultó uno de los atributos más difíciles de cumplir y en el que a mediano y largo plazo se puede perder el interés para su llevar a cabo una actividad no remunerada económicamente (Perevochtchikova *et al.*, 2016).

Entre las fortalezas identificadas en ambos programas, están el conocimiento técnico que tienen los monitores para llevar a cabo las actividades, así como los conocimientos adquiridos sobre el cuidado del río y el bosque. A pesar de esto, la información que se ha generado a través de los años de monitoreo no ha incidido en decisiones públicas que impacten en su calidad de vida. En este contexto, es esencial que los habitantes participen y aprendan a analizar los resultados, ya que como menciona Deutsch y Ruiz-Córdova (2010), su participación y el conocimiento que adquieren debe incidir positivamente en la toma de decisiones en la gestión de recursos y generación de nuevas políticas públicas.

Los datos obtenidos fueron recolectados en compañía de académicos, por lo cual el monitoreo ha permitido detectar los cambios en los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua del río Magdalena, así como conocer las variaciones en el crecimiento y salud de los árboles plantados. Sin embargo, aunque los monitores reciben la capacitación técnica adecuada y periódica en las técnicas de recolección de datos, los proyectos comunitarios se enfrentan al problema del reconocimiento de la validez de los datos obtenidos (Betancur y Cañón, 2016). Lo anterior representa un desafío, ya que aunque se logre un buen conocimiento para el desarrollo de las actividades, se requiere de un mayor esfuerzo para la capacitación técnica en el análisis de los resultados que se generan para que puedan comunicarlo a su comunidad. En este sentido, resulta importante que las mismas comunidades seleccionen los indicado-

res socio-ambientales, donde a través de los monitores comunitarios, colecten y analicen la información (Samamé y Martínez, 2014).

Otra de las fortalezas del programa de MACER fue el acuerdo realizado con actores de gobierno, el cual representa un lazo firme para llevar a cabo el monitoreo. Ya que como menciona Perevochtchikova (2016), existen diversos actores locales involucrados directamente con el funcionamiento de programas, donde es gobierno quien los administra y los financia. Por ello, resulta necesario la interacción con estos actores para gestionar los programas comunitarios y poder asegurar su sostenimiento a largo plazo.

Ambos programas son pertinentes, eficaces y eficientes, de acuerdo con el análisis de los criterios para conocer la calidad del desarrollo, donde los intereses de los participantes se han logrado, como es conocer los cambios a través del tiempo de la reforestación monitoreada y de la calidad del agua del río.

Una de las debilidades detectadas a partir del proceso de análisis FODA, fue la problemática generada por las elecciones del representante de los bienes comunales realizadas en 2015, lo que ha provocado la interrupción en la realización de los muestreos consecutivos y la división de la comunidad. Por lo cual solo se han podido presentar los resultados a una parte de la comunidad. Esto muestra la fragilidad que puede presentarse en este tipo de procesos, donde la participación voluntaria puede verse afectada debido a los problemas sociales que impiden su desarrollo. Esto mismo se presentó en el monitoreo del Ajusco (Perevochtchikova *et al.*, 2016), donde por un conflicto interno relacionado con la sustitución del Comisariado anterior, no se han podido presentar a la Asamblea Comunitaria los datos obtenidos. En este sentido, los problemas socio-ambientales que ocurren en ambos casos son extremadamente complejos pues involucran a grupos diversos con intereses diversos que dificultan su solución.

En el contexto interno del programa se detecta que una amenaza significativa al desempeño y al sostenimiento del mismo a largo plazo, es la falta de participación. No obstante, es importante trabajar en el seguimiento de los monitores y concluir la fase de validación y continuar con su aplicación. Para la anterior, se requiere del compromiso a mediano o incluso largo plazo por parte de los monitores, por lo tanto, esto representa uno de los puntos más difíciles de cumplir en este programa, ya que como menciona Perevochtchikova y colaboradores (2016), el monitoreo comunitario se basa en la voluntad de los participantes parara acudir a una actividad que no les ofrece beneficios económicos directos. No obstante, el programa puede aprovechar situaciones externas que también pueden favorecer su desempeño como el interés que muestran los monitores, lo que incrementa la posibilidad de crear nuevos acuerdos.

Finalmente, todavía puede ser demasiado pronto para evaluar el impacto de ambos programas, ya que no se ha concretado una tercer fase de continuidad en su aplicación, por lo cual, la evaluación es sobre las dos primeras fases que comprende un monitoreo comunitario. En este sentido, no basta con recabar datos, es necesario el aprendizaje a partir del análisis de los datos, en el que se requiere la participación activa de la comunidad en los procesos de la toma de decisiones. Como menciona Perevochtchikova (2016), para un manejo sustentable de los recursos naturales, el cambio solo se puede lograr con una participación integral de autoridades de gobierno, ciudadanía e instituciones académicas.

La realidad social en la CRM se compone de factores diversos que limitan un desarrollo sustentable, ya que como bien menciona Cerati y Queiroz (2016), la expansión urbana desordenada, la exclusión social, la falta de planeación y la segregación, entre otros aspectos, son problemas graves que influyen en el bienestar de los ciudadanos. Por lo cual un modelo de gestión para resolver los conflictos en distintas áreas, comunidades y ciudades, es la gestión participativa.

No obstante, falta mucho trabajo por hacer y evitar que las debilidades y amenazas como son la corrupción, intereses propios, falta de voluntad, entre otros, superen a las fortalezas y oportunidades para el bien común de los habitantes de esta gran ciudad.

CONCLUSIONES

- Ambos programas de MAC demostraron ser una forma eficaz de involucrar a los habitantes locales en el proceso científico y en la importancia y beneficios que tiene un monitoreo, donde las técnicas sencillas y de bajo costo utilizadas en los programas incidieron de manera positiva, el cual se reflejó en el alto interés y muy buena respuesta en la participación voluntaria de los monitores involucrados.
- Asimismo, mediante estas mediciones sencillas y rápidas realizadas *in situ* se pueden obtener un diagnóstico confiable de los cambios que ha tenido la calidad de agua del río Magdalena y la reforestación desde 2013.
- El estudio ha demostrado que la población local puede recolectar de forma fiable datos precisos para conocer el cambio en el bosque y en la calidad del agua, ya que a pesar de la interrupción de fechas de muestreo, factor que debilita la calidad de la base de datos.
- Las propiedades fisicoquímicas del agua en el río Magdalena se encuentran dentro de los límites permisibles de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-127- SSA1- 1994 y no han cambiado significativamente en el área natural durante el periodo estudiado.
- Las propiedades microbiológicas de la calidad del agua en el río Magdalena superan los límites permisibles de la Norma Oficial Mexicana NOM-127- SSA1- 1994 para consumo humano, donde la calidad va disminuyendo gradualmente hacia la zona más cercana al área urbana.
- El porcentaje de sobrevivencia y establecimiento de los árboles plantados es muy alto, por lo cual las actividades que se llevan a cabo en el monitoreo de reforestación confirman una reforestación exitosa
- Se confirmó que el involucramiento de los monitores comunitarios ha cambiado desde que iniciaron ambos programas. Desde el aprendizaje en el uso de los materiales en las distintas técnicas de medición hasta el aumento del conocimiento personal y la conciencia ambiental.
- El trabajo de involucrar a la comunidad en el proceso científico, realizado por el Laboratorio de Ecosistemas de Montaña, logró que hubiera una mayor disposición de los monitores a respetar las actividades creadas de manera colectiva y democrática.
- La principales fortalezas identificadas fueron el cambio en la conciencia ambiental sobre el cuidado de sus recursos naturales y el acuerdo firmado con las autoridades en materia ambiental con la delegación Magdalena Contreras, el cual sigue vigente y representa una fortaleza para llevar a cabo el monitoreo.
- Dos de los principales desafíos de los programas de monitoreo fueron la pérdida de interés por parte de los participantes del monitoreo de calidad ecológica del río Magdalena y la falta de un acuerdo con actores de gobierno para garantizar las actividades a largo plazo.
- Desde la perspectiva de los monitores, el impacto más positivo que ha tenido el MACR radica en el mejor manejo del bosque, ya que consideraron que gracias a las actividades de seguimiento, la sobrevivencia y salud de los árboles mejoró en comparación con reforestaciones antes realizadas en la zona y que no han tenido algún seguimiento.
- Acciones consecuentes del éxito del programa de reforestación se manifestaron en la necesidad de monitorear otros sitios y en concluir un ciclo anual del monitoreo de regeneración natural.
- A pesar del escaso impacto de los programa en el uso de información para beneficio de la comunidad, los alcances han sido locales y se ha fortalecido el cambio en la percepción sobre el manejo del bosque y del río.
- Esta investigación constituye un primer ejercicio para conocer los efectos que tienen los proyectos comunitarios en los participantes y en el elemento de monitoreo.

RECOMENDACIONES

- Lograr un esfuerzo mancomunado para incentivar a los interesados en dar seguimiento a las actividades de monitoreo mediante sesiones individuales y grupales con el apoyo técnico de la academia.
- Lograr un aprendizaje más equitativo, dando un mayor acompañamiento por parte de la academia en las actividades para brindar más apoyo a quien lo requiere.
- Generar una participación autogestiva en los programas, implementando procesos de evaluación participativa de las prácticas desarrolladas en conjunto con la comunidad participante.
- Implementar talleres para el análisis e interpretación de resultados de los datos obtenidos en los programas, dirigidos a los monitores participantes, con el objetivo de incorporar la información en alguna plataforma donde tengan acceso los monitores y poder utilizar los datos en beneficio de la comunidad.
- Generar un acuerdo con parte de la comunidad que no ha sido considerada en el programa, para que los datos obtenidos tengan utilidad y puedan incidir en el desarrollo de políticas públicas.
- Lograr la continuidad de las mediciones para hacer comparaciones más confiables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abes, R. V. 2000. Strengthening Citizen Participation and Democratization in the Philippines: ELF's Impact Evaluation. En Estrella M., (ed.): Learning from Change: Issues and Exeriences in Participatory Monitoring and Evaluation, Londres, Intermediate Technology Publications. 83-94 pp.

Agurto, I. 2002. Experiencias y metodología de la investigación participativa En: Durston, J. y Miranda, F. (comp). CEPAL-SERIE Políticas sociales. Santiago de Chile. 58 pp.

Akmal, M., Shuhaimi-Othman, M. Kutty, A., A. and M. Nor Mohamed Desa, M. 2013. Monitoring Urban River Water Quality Using Macroinvertebrate and Physico-Chemical Parameters: Case study of Penchala River, Malaysia. Journal of Biological Sciences, 13: 474-482 pp.

Alarcón, M., F. 1959. Medios para combatir las plagas de *Pissodes notatus, Hilobius abietis* y *Blasthofagus piniperda* en los pinares de Guipúzcoa», Munibe, 10: 187-190 pp.

Almeida-Leñero, L. Nava, M., Ramos, A., Ordoñez M. de J., Jujnovsky J. 2007. Servicios ecosistémicos en la cuenca del río Magdalena, Distrito Federal, México. Gaceta Ecológica, julio-diciembre, número especial 84-85. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, DF. México. 53-64 pp.

Álvarez, J. y Shany N. 2012. Una experiencia de gestión participativa de la biodiversidad con comunidades amazónicas. Rev. Perú. Biol. 19(2): 223-232 pp.

Amsteins, O. K. P. 2013. Monitoreo ambiental participativo y Ciencia Ciudadana en el Lago Panguipulli: análisis de caso y propuestas para su conservación, Región de Los Ríos, Chile. Tesis de Licenciatura en Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales.

Arrázola, S., Vélez-Liendo, Ruiz O., Huanca T., Conde E., Huallata D., Huallata E., Saravia V., Saravia H. V., Huallata F., Sarabia F., Tayo J., Porter L., Escobar F. y Bandeira F. 2016. Retos y perspectivas del monitoreo participativo con comunidades Tsimane' en la Reserva de la Biosfera y Territorio Comunitario de Origen Pilón Lajas, Bolivia. COMBIOSERVE Conference Proceeding.

Arriaga-Gaona, M. L., Hernández-Limón, L., Sandoval-Reyes, F., Vera-Lara, J., Vargas Moreno, E., García-Rojas, L. 2009. Monitoreo de la calidad del agua del río Tecolutla desde Coyutla hasta Gutiérrez Zamora, Veracruz Revista Latinoamericana de Recursos Naturales, 5 (2): 141-147 pp.

Arroyo-Crivelli, G. 2017. Monitoreo participativo de la calidad ecológica del río Magdalena, Ciudad de México, México. Tesis de licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM. 92 pp.

Arteaga-Reyes, T., C.R. Aguilar-Gómez, F. Herrera-Tapia y J.A Reyes. 2017. Pago por servicios ambientales hidrológicos: hacia un instrumento de política pública para la sustentabilidad agropecuaria en áreas naturales protegidas. En: L. Brunett et al. (Coords.) Sustentabilidad Agropecuaria. Experiencias

de investigación para el desarrollo agropecuario, forestal y rural. Universidad Autónoma del Estado de México. México. 91-108 pp.

Ávila-Akerberg, V. 2004. Autenticidad de los bosques en la cuenca alta del río Magdalena. Diagnóstico hacia la restauración ecológica. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Avila-Foucat, S. 2012. Diversificación productiva en el Suelo de Conservación de la Ciudad de México: caso San Nicolás Totolapan. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, XX (40). 354-375 pp.

Bartaburu, D., Becoña, G., De Souza. P., Dieguez, C, F., Duarte, E. Larrambebere, F., Malaquín, I., Molina, C., Montes, E., Grosskopf, M. H, Pereira, M., Perrachón, Julio. Sravia, A., Taranto, V. 2009. Familias y Campo. Rescatando estrategias de adaptación. Proyecto Integrando Conocimientos. Instituto Plan Agropecuario.

Beattie, A. 1995. Evaluation in community development for health: An opportunity for Dialogue. Health Education Journal, vol. 54: 465-72 pp.

Becker, C. D., A. Agreda, E. Astudillo, M. Constantino, & P. Torres. 2005. Community-based monitoring of fog capture and biodiversity at Loma Alta, Ecuador enhance social capital and institucional cooperation. Biodivers. Conserv. 14: 2695-2707 pp.

Bennun, L., Matiku, P., Mulwa, R., Mwangi, S. & Buckley, P. 2005. Monitoring Important Bird Areas in Africa: towards a sustainable and scaleable system. Biodiversity and Conservation 14: 2575-2590 pp.

Berumen, J. 2010. Monitoreo y Evaluación de Proyectos. Medellín: Escuela Latinoamericana de Cooperaciòn y Desarrollo.

Betancur, E. y Cañón, B. J.E. 2016. La ciencia ciudadana como herramienta de aprendizaje significativo en educación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Revista Científica en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad CAS. 3 (2).

Blauert, J. y Quintanar. 2000. Seeking local indicators: Participatory Stakeholder Evaluation of Farmer to Farmer Projects, Mexico en Estrella M., (ed.): Learning from Change: Issues and Exeriences in Participatory Monitoring and Evaluation, Londres, Intermediate Technology Publications. 32-49 pp.

Blaxter, L.; Hughes, C. y Tight, M. 2000. Cómo se hace una investigación. España: Editorial Gedisa. 83-164 pp.

Bojorge-García, M. 2002. Ecología de comunidades algales en una localidad del río la Magdalena, D.F. Tesis de licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Bonilla, H. M. 2009. Participación ciudadana y el rescate de la ciudad. Revista INVI, 22 (59).

Brashares, J. S. and Sam, M. K. 2005. How much is enough? Estimating the minimum sampling required for effective monitoring of African reserves. Biodivers. Conserv. 14: 2709-2722 pp.

Breilh, 2003. De la vigilancia convencional al monitoreo participativ. Ciencia y Saúde Coletiva, 8(4): 937-951 pp.

Burgos, A. 2011. Aplicación del enfoque de manejo adaptativo de los recursos hídricos (AWRM) a nivel local-comunitario en núcleos agrarios de cuencas rurales del trópico seco en Michoacán. Memorias del II Congreso Nacional de Cuencas en Villahermosa (Tabasco). Instituto Nacional de Ecología (INE), D.F. México. 6 pp.

Burgos, A., Páez. R., Carmona. E. y Rivas., H. 2013. A systems approach to modeling Community-Based Environmental Monitoring: a case of participatory water quality monitoring in rural Mexico Environ Monit Assess (2013) 185: 10297-10316 pp.

Centeno, B. K. L. 2017. Éxito de la reforestación mediante un monitoreo participativo en la cuenca del río Magdalena, Ciudad de México, México. Tesis de licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM.

Centro GEO, Secretaría de Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal y PNUMA. 2004. GEO Ciudad de México: una visión territorial del sistema urbano ambiental. México.152 pp.

Cerati y Queiroz. 2016. Participación social en la gestión ambiental: estudio de caso en una unidad de conservación urbana en el municipio de São Paulo, Brasil. Estudios Demográficos y Urbanos, vol. 31, núm. 1, enero-abril, pp. 87-113 El Colegio de México, A.C. Distrito Federal, México.

CESJAL. 2015. Informe de actividades 2014-2015. Consejo Económico y Social del Estado de Jalisco para el Desarrollo y la Competitividad.

CONABIO, 2012. Iniciativa de monitoreo de aves en áreas bajo influencia de actividades productivas promovidas por el Corredor Biológico Mesoaméricano de México. Manual para monitores comunitarios de aves. 31 pp.

Conrad, C., y Hilchey, K. 2011. A review of citizen science and community-based environmental monitoring: issues and opportunities. Environmental Monitoring and Assessment, 176, 273-291 pp.

Constantino, P. A. L., Fortini L.B., Kaxinawa F.R.S., Kaxinawa A.M., Kaxinawa E.S., Kaxinawa A.P. & Kaxinawa L.S. 2008. Indigenous collaborative research for wildlife management in Amazonia: the case of the Kaxinawá, Acre, Brazil. Biological Conservation, 141: 2718-2729 pp.

Cotler, H. 2004. El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. Instituto Nacional de Ecología. México D.F., México.

Crespo, M. A. 2009. Guía de diseño de proyectos sociales comunitarios bajo el enfoque del marco lógico (Compendio de conceptos esenciales y aplicaciones) Caracas, 73 pp.

Cruz, R, Ma. S. 2000. Periferia y suelo urbano en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México Sociológica, año 15 (42): 59-90 pp.

Danielsen, F.; Burgess, N.D.; Balmford, A.; Donald, P.F.; Funder, M.; Jones, Julia P.G.; Alviola, P.; Balete, D.S.; Blomley, T.; Brashares, J.; Child, B.; Enghoff, M.; Fjeldsa, J.; Holt, S.; Hubertz, H.; Jensen, A.E.; Jensen, P.M.; Massao, J.; Mendoza, M.M.; Ngaga, Y.; Poulsen, M.K.; Rueda, R.; Sam, M.; Skielboe, T.; Stuart-Hill, G.; Topp-Jorgensen, E.; Yonten, D. 2009. Local participation in natural resource monitoring: a characterization of approaches. Conservation Biology, 23(1).

Davaa, G. y Menamkart, A. 2000. Seguimiento y evaluación participativos: lecciones y experiencias del Programa Nacional deAlivio de la Pobreza (PNAP) en Mongolia. en Estrella M., (ed.): Learning from Change: Issues and Exeriences in Participatory Monitoring and Evaluation, Londres, Intermediate Technology Publications. 162-174 pp.

Deutsch, W. G., Romagnoli, O. y Ruiz-Córdova, S. S. 2010. Manual de monitoreo comunitario del agua: Monitoreo bacteriológico y físico-químico. México, DF: Centro Internacional de Agricultura y Ambientes Acuáticos, GWW Program-Alabama University, Fundación Gonzalo Río Arronte, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza.

Díaz, M. L. E. 2014. El monitoreo estratégico: una metodología participativa para el cuidado de la salud. Avances en Enfermería, 32(1): 139-146 pp.

Dickinson, J.; Shirk, J.; Bonter, D.; Bonney, R.; Crian, R.; Martin, J.; Phillips, T.; Purcell, K. 2012. The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement. Frontiers in Ecology and the Environment. 10(6): 291-297 pp.

DOF, 1997. "Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de La Magdalena Contreras", Diario Oficial de la Federación, México.

Encalada, A. C., M. Rieradevall, B. Ríos-Touma, N. García y N. Prat. 2011. Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA-S). USFQ, UB, FONAG, Quito, 83 pp.

Evans, K. y Guariguata, M. R. 2008. Participatory Monitoring in Tropical Forest Management: A Review of Tools, Concepts and Lessons Learned. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research. http:// www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/ BGuariguata0801.pdf

Evans, K.; Larson, A.M.; Mwangi, E.; Cronkleton, P.; Maravanyika, T.; Hernandez, X.; Müller, P.; Pikitle, A.; Marchena, R.; Mukasa, C.; Tibazalika, A.; Banana, A.Y. 2015. Guía práctica de manejo adaptativo y colaborativo (ACM) y mejora de la participación de las mujeres. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia. Disponible en: http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/ACMManual2014S.pdf (Consultado en enero de 2017).

FAO, 2015. Agricultura urbana y periurbana en América Latina y el Caribe. Ciudad de México. Disponible en: http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/es/CMVALC/ciudad_de_mexico.html (Consultado en diciembre de 2016).

Fernández-Giménez, M. E., Ballard, H. L., & Sturtevant, V. E. 2008. Adaptive Management and Social Learning in Collaborative and Community-Based Monitoring: A Study of Five Community-Based Forestry Organizations in the Western USA. Ecology and Society, 13(2): 4 pp.

Fernández, R, A., Peláez, G, A., Figueredo, G, J. 2014. Indicadores sociales para evaluar el impacto del proyecto "Ligas Deportivas Comunitarias". EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Año 19, Nº 195.

Finquelievich, S. y Fischnaller, C. 2014. Ciencia ciudadana en la Sociedad de la Información: nuevas tendencias a nivel mundial. CTS: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior Buenos Aires, Argentina. 9 (27): 11-31 pp.

Flores-Díaz, A. C., Ramos-Escobedo, M. G., Ruiz-Córdova, S. S., Manson, R., Aranda, E., & Deutsch, W. G. 2013. Monitoreo comunitario del agua: retos y aprendizaje desde la perspectiva de Global

Water Watch-México. México, DF: GWW. Recuperado de http://www.researchgate.net/publication/268803861.

Gabutti, E. G. 2016. La participación social para el desarrollo sostenible. Revista de Temas Sociales. Kairos.

Galeana, P. J. M., Corona R. N. y Ordóñez, D. J. A. B. 2009. Análisis dimensional de la cobertura vegetal–uso de suelo en la Cuenca del río Magdalena Rev. Cien. For. México, 34 (105).

Galicia, S. L. 2016. El enfoque de Cuencas Hidrológicas: Conectando gestión, servicios ecosistémicos y planeación. Ciclo de conferencias el saber del agua gestión integral de cuencas 26 de septiembre de 2016. Instituto de Geografía, UNAM. Disponible en: http://www.agua.unam.mx/saberdelagua/assets/pdf/GaliciaSarmientoLeopoldo_IGeografia.pdf (Consultado en enero del 2017).

Global Water Watch (GWW). 2016. History, Estados Unidos: GWW. Disponible en http://www.globalwaterwatch.org/about/history/

Gobierno del Distrito Federal. 2000. Programa General del Ordenamiento Ecológico 2000 – 2003. Secretaría de Medio Ambiente. Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural. Dirección Ejecutiva de Ordenamiento Ecológico. México, D. F. México. 133 pp.

Gray, M., y Kalpers, J. 2005. Ranger based monitoring in the Virunga-Bwindi región of East-Central Africa: a simple data collection tool for park management. Biodiversity and Conservation 14, 2723-2741 pp.

Gress, C, F. 2016. Evaluación de la degradación de los paisajes del suelo de conservación del Distrito Federal. Tesis de maestría. Centro de Investigación en Geografía Ambiental. Universidad Nacional Autónoma de México.

Hevia, F. 2017. Dinámicas de relación sociedad-Estado en la educación en Veracruz, México. Revista Perfiles Latinoamericanos, 25 (49).

INEGI. 2002. Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana. Recursos naturales y servicios ambientales.

Jujnovsky, J., Almeida-Leñero, L., Bojorge-García, M. Y., Monges, L., Cantorl-Uriza, E. y Mazari-Hiriart, M. 2010. Hidrologic Ecosystem Services: Water Quality and Quantity un the Magdalena River, México City, *Hidrobiológica*, 20 (2): 117-13 pp.

Jujnovsky J., L. Galván y M. Mazari-Hiriart. 2013 "Zonas protectoras forestales: el caso de los bosques de la Cañada de Contreras, Distrito Federal", Investigación Ambiental, Ciencia y Política Pública, 5 (2): 65-75 pp.

Krause T. y Zambonino H. 2013. More than just trees Animal species diversity and participatory forest monitoring in the Ecuadorian Amazon. International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management 9(3):225-38 pp.

López, B. W. y Reynoso, S. R. 2016 Manejo integral del paisaje para la adaptación al cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 7(8): 233-239 pp.

Miller-Rushing, A., Primack, R., Bonney, R. 2012. The history of public participation in ecological research. Frontiers in Ecology and the Environment 10(6): 285-290 pp.

Monarca, S.; Zani, C.; Richardson, S. D.; Thruston, A. D. Jr.; Moretti, M.; Feretti, D. & Villarini, M. A. 2004. A new approach to evaluating the toxicity and genotoxicity of disinfected drinking water. Water Res., 38(17): 3809-19.

Naciones Unidas, 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.

Neira Gutiérrez, M. 2006. Dureza en aguas de consumo humano y uso industrial, impactos y medidas de mitigación. Estudio de caso: Chile. Disponible en http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104452

Noss, A. J., I. Oetting, y R. L. Cuéllar. 2005. Hunter self-monitoring by the IsoseñoGuaraní in the Bolivian Chaco. Biodiversity and Conservation 14:2679-2693.

Obare, D. O. 20001 participatory monitoring of shallow tropical marine fisheries by artisanal fishers in Diani, Kenya bulletin of Marine Science, 69(2): 777-791 pp.

Organización Mundial de la Salud, 2007. Lucha contra Las enfermedades transmitidas por el agua en Los hogares. Red internacional para la promoción del tratamiento y el almacenamiento seguro del agua doméstica. 36 pp.

Ortega-Álvarez, R., L.A. Sánchez-González y H. Berlanga-García (eds.). 2015. Plumas de multitudes, integración comunitaria en el estudio y monitoreo de aves en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Osores P. F. 2016. Documento de trabajo: "Diagnóstico de Salud Ambiental Humana en la Provincia de Espinar-Cusco". COOPERACCION, Instituto de Defensa Legal, Derechos Humanos sin Fronteras (Cusco).

Páez, R., Burgos, A., Carmona, E. y Rivas, H. 2011. "Monitoreo comunitario de la calidad del agua en cuencas rurales del Bajo Balsas". Memorias del II Congreso Nacional de Cuencas en Villa Hermosa (Tabasco). Instituto Nacional de Ecología (INE), D.F. México. Formato digital (CD), 6 pp.

Páez, R., y Burgos, A. 2012. "Implementación de una red de monitoreo de la calidad del agua mediante la construcción de capacidades locales". Memorias de la I Bienal de Territorios en Movimiento en León (Guanajuato). Universidad de León, Formato digital (CD), 18 pp. Recuperado de: http://lasa.ciga.unam.mx/monitoreo/index.php/publicaciones.

Páez, R., Burgos, A, Rivas, H. y Carmona, E. 2013. "Enfoque sistémico aplicado al monitoreo participativo del agua en cuencas completas: estudio de caso en el Bajo Balsas". Memorias del III Congreso Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas en Morelia (Michoacán).

Pacheco, S. F. 2010. Evaluación Del Impacto Social Del Proyecto Comunitario "Laúd Y Guayabera". Especialista de Postgrado en Trabajo Social, Universidad de Pinar del Río.

Pattengill-Semmens, C. V. 1998. The reef fish assemblage of Bonaire Marine Park: an analysis or REEF fish survey data. Proc 52nd Gulf Caribbean Fisheries Institute Meeting. 53: 591-605 pp.

Perevochtchikova, M. 2009. La situación actual del sistema de monitoreo ambiental en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Estudios Demográficos y Urbanos, El Colegio de México, A.C. 24 (3): 513-547 pp.

Perevochtchikova, M. y Vázquez, B., A. 2010. Los servicios ambientales hidrológicos como instrumento alternativo para la gestión integral del recurso hídrico en el Distrito Federal. Centro de estudios demográficos urbanos y ambientales. El colegio de México. 304 pp.

Perevochtchikova, M. 2016. Estudio de los efectos del programa de pago por servicios ambientales. Experiencia en Ajusco, México. Ed. El Colegio de México, México. ISBN: 978-607-628-112-3.

Perevochtchikova, M., Aponte Hernández, N.O., Zamudio Santos, V. y G.E. Sandoval-Romero, 2016. Monitoreo comunitario participativo de la calidad del agua: caso Ajusco, México. Tecnología y Ciencias del Agua VII (6): 5-22. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. ISSN: 0187-8336.

Perló, C. M. y Zamora, S. I. 2017. Perspectivas ambientales sobre la contaminación y la recuperación del río Magdalena en la Ciudad de México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 34 (4).

Pinilla, J. y García-Altés, A. 2010. La evaluación de políticas pùblicas. Informe SESPAS 2010. Gac. Saint. 24 (Suppl 1): 114-119 pp.

Prell, C., Huback, K., y Reed, M. 2009. Stakeholder analysis and social network analysis in natural resource management. Society and Natural Resources. 22(6): 501-518 pp.

Ramírez, R. J. L. 2009. Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas. Ciencia Administrativa. IIESCA.

Ramos, A. 2008. Propuesta de reclasificación y zonificación participativa de la Zona Protectora Forestal Cañada de Contreras, Distrito Federal, México. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

Ramos-Elorduy, A., Alamilla M. M., Arroyo-Crivelli, G., Mendoza C. F., Centeno-Barba, K., Leonel Contreras G. L., Mora V. J. M., Mora A. J. A., Correa A. A. y Almeida-Leñero, L. 2018. El monitoreo participativo del bosque y el río Magdalena en la Ciudad de México: historia de un proyecto de colaboración. En Experiencias de colaboración transdisciplinaria para la sustentabilidad. Juliana Merçon, Bárbara Ayala-Orozco y Julieta A. Rosell (coordinadoras). Ciudad de México: CopItarXives y Red Temática de Socioecosistemas y Sustentabilidad, Conacyt. 2018. Serie Construyendo lo Común, número 1.

Ramos, A. (en prensa). Propuesta de monitoreo participativo en la cuenca del río Magdalena, Ciudad de México, México. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM.

Rodrigo. P. (1988). El desarrollo integral de cuencas hidrográficas y la participación de la comunidad rural", Proyecto Regional de Manejo de Cuencas (PRMC), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) / Regional Office for Central American Programs (ROCAP) - Agency for International Development (AID), Turrialba, Costa Rica. 10-18 pp.

Rodrigues, E. A., Alves. P. A., Pires C. C. y Braga M. R. V. 2007. El enfoque ecosistémico en la gestión de las áreas urbanas y peri-urbanas: contribución de la reserva de la biosfera del cinturón verde de la ciudad de São Paulo para la gestión integrada de las ciudades y de sus servicios ambientales. En: Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica (Ed: Gonzalo Halffter, Sergio Guevara y Antonio Melic). S.E.A. Sociedad Entomológica Aragonesa. 337-352 pp.

Rueda-Sánchez, Agustín; Benavides-Solorio, Juan de Dios; Saenz-Reyez, J. Trinidad; Muñoz Flores, Hipólito Jesús; Prieto-Ruiz, J. Ángel; Orozco Gutiérrez, Gabriela. Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayarit. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 5 (22).

Ruíz D, R., G. y Becerra, L., F, A. 2015. Una propuesta para la evaluación integral de los proyectos de desarrollo local. El caso de estudio TROPISUR. Econ. y Desarrollo La Habana.154 (1).

Salazar, R. L., E. 1992. Estudio de los insectos Himenopteros del bosque - de oyamel to de los del parque cultural y recreativo desierto leones. Tesis de licenciatura. Universidad Autonoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. UAM. México, D.F. 73 pp.

Salazar G., J. C. 2016. Monitoreo participativo de la reforestación en la cuenca del río Magdalena, México, D.F. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F. 73 pp.

Samamé, F. M C. y Martínez R. J. L. 2014. Construyendo un Sistema de Monitoreo Participativo: El Caso de Comunidades Nativas de la Zona de Amortiguamiento del Parque Nacional Cordillera Azul, Perú. Source: Lessons in Conservation, Vol. 4, pp. 5-22 pp.

Savan, B., A. J. Morgan y C. Gore. 2003. Volunteer Environmental Monitoring and the Role of the Universities: The Case of Citizens Environment Watch. Environmental Management 31 (5): 561-568 pp.

Sigala R., J. A., H .Sarmiento L., J. I. Ferrel S., E. Basave V., S. Rosales M. y J. A. Prieto R. 2015. Sistemas de producción de planta en los viveros forestales del estado de Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana CIRNOC. Durango, Dgo., México. Folleto técnico 79 (30).

Smeltzer, E. and S. A. Heiskary. 1990. Analysis and application of lake usersurvey data. Lake and Reserv. Manage. 6:109-118 pp.

Stepenuck, K. F., and Green, L. 2015. Individual and community-level impacts of volunteer environmental monitoring: a synthesis of peer-reviewed literature. Ecology and Society 20(3): 19 pp.

Strauss, A., K. Y. Solmsdorff, R. P., y Jacob, J. 2008. Rats on the run: removal of alien terrestrial predators affects bush rat behaviour. Behavioral Ecology and Sociobiology 62:1551–1558 pp.

Ticheler, Kolding, J. y Chanda. (2002). Participation of local fishermen in scientific fisheries data collection: A case study from the Bangweulu Swamps, Zambia. Fisheries Management and Ecology. 5. 81-92 pp.

Topp-Jørgensen, E., M. K. Poulsen, J. F. Lund, & J. F. Massao. 2005. Community-based monitoring of natural resource use and forest quality in montane forests and miombo woodlands of Tanzania. Biodivers. Conserv. 14: 2653-2677 pp.

Trinidad, S. M., V, R. 2010. La expansión urbana en el Suelo de Conservación en la Delegación Tlahuac, DF. México. Maestría en Población y Desarrollo. Seminario de población y medio ambiente. FLACSO. México.

Ureña, S., C. y Barrientos, Z. 2017. Percepción social y comportamiento ambiental de comunidades cercanas a un río urbano tropical en Costa Rica Cuadernos de Investigación UNED (ISSN: 1659-4266) Vol. 9(1): 127-134 pp.

Vela, C., G., López, B, J. y y Rodríguez G., Ma. L. 2012. Niveles de carbono orgánico total en el Suelo de Conservación del Distrito Federal, centro de México. Invest. Geog. [online]. n.77, 18-30 pp.

Vergara-Lope, S., T. y Hevia de la Jara, F. J. 2012. Para medir la participación. Construcción y validación del Cuestionario Conductas de Participación (CCP). La Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales. 57 (215).

Zamora Saenz, I. B. 2013. Los puentes rotos de la acción colectiva. Participación social en la recuperación de ríos urbanos. El caso del río Magdalena en la Ciudad de México. tesis de doctorado, México, FLACSO. sin pie de imprenta.

ANEXOS

ANEXO 1

Metadato del Programa de Monitoreo Ambiental Comunitario de la calidad ecológica del río Magdalena.

METADATO "PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA. CUENCA DEL RÍO MAGDALENA" (Ciudad de México - México)		
Última actualización	Julio 2018	
Nombre del Proyecto de investigación	Monitoreo participativo de la reforestación, calidad ecológica y restauración de los ríos y arroyos en el Bosque de Agua con énfasis en la cuenca del río Magdalena, D.F.	
Nombre del Programa	Monitoreo Ambiental Comunitario de la Calidad Ecológica del río Magdalena.	
Nombre corto del Programa	MAC de la calidad ecológica del río Magdalena.	
Palabras clave	Calidad ecológica, monitoreo participativo, participación ciudadana.	
Institución responsable	Laboratorio de Ecosistemas de Montaña, Depto. de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, UNAM. Ciudad Universitaria.	
Contactos	Coordinadora: Dra. Lucia Almeida Leñero lucia0950@ciencias.unam.mx Tel: UNAM 5622 4920 Cel. 55 2094 1507 MC. Alya Ramos Ramos Elorduy alyarara@gmail.com Biol. Viridiana González Meneses viridiana.gonzalez.m@gmail.com	
Lugar de operación	La cuenca del río Magdalena se localiza entre los 19° 13' 48"- 19° 18' 00"N y 99° 14' 24"- 19° 20' 24" W, en el límite suroeste de la CDMX dentro de la cuenca del Valle de México. Está comprendida en las delegaciones políticas Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Cuajimalpa.Abarca un 4% del Suelo de conservación de la Ciudad de México.	
Ubicación de los tres puntos de muestreo	Punto de muestreo	Altitud (m.sn.m.)
	La Cañada	2,633
	Segundo dinamo	2,970
	Cuarto dinamo	3,118
Objetivos del programa	Desarrollar la metodología, las herramientas y la capacitación para monitorear dos elementos del ecosistema: la calidad ecológica del río y la reforestación en el Bosque de Agua, con énfasis en la cuenca del río Magdalena. D.F.	

METADATO "PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA. CUENCA DEL RÍO MAGDALENA" (Ciudad de México - México)	
PARTICIPANTES	
Instituciones académicas	Laboratorio de Ecosistemas de Montaña, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, UNAM.
Comunidades	Integrantes de la Comunidad Agraria Magdalena Atlitic.
Otros	Ciudadanos de la delegación Magdalena Contreras, Asociación de Comerciantes Unidos de los Dinamos A.C y el Comité de cuenca del río Magdalena.
Patrocinadores	Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (UNAM-DGAPA-PAPIIT, IT-214-15).
REFERENCIAS SOCIO-AMBIENTALES DEL ÁREA	
Sistema hidrográfico	El área colinda al sureste con la cuenca del río Eslava, al noroeste con las cabeceras de las cuencas de ríos Hondo, Mixcoac, Barranca de Guadalupe y San Miguel. Se presenta el río Magdalena, uno de los cuerpos de agua más importantes de la CDMX con un aporte de 670 l/s.
Descripción biofísica	El área se ubica bajo un clima subhúmedo en la parte baja (2400-2800 m s.n.m.) y semifrío en la parte alta (2800-3850 m s.n.m.), la precipitación va de los 900 a los 1300 mm y la temperatura media está entre los 9 y los 15°C. El relieve montañoso va de los 2500 a los 3870 m.s.n.m. favorece la presencia de bosques de *Quercus sp.* en la parte baja, *Abies religiosa* en la parte media y *Pinus hartwegii* en la parte alta de la cuenca.
Descripción social	Se le conoce como cuenca o microcuenca del río Magdalena, según la tenencia de la tierra como "Bosques comunales de la Magdalena Atlitic" (la comunidad agraria Magdalena Atlitic posee títulos de propiedad de la mayoría de estos bosques) y para fines turísticos se le conoce como los Dinamos. El uso del agua ha variado en el tiempo. Actualmente el agua se utiliza directamente del río para las actividades económicas de la zona y con fines recreativos y espirituales.
Problema que atiende el monitoreo	El crecimiento acelerado de la zona urbana ha ocasionado que el río Magdalena en la zona baja se encuentre bajo presiones constantes de contaminación. Resulta indispensable conocer la calidad del agua del río para implementar acciones que atiendan de manera puntual el problema. Debido a conflictos internos en la comunidad referente al cambio de representante de bienes comunales, no se ha podido dar continuidad al proyecto de monitoreo ambiental comunitario. En este sentido existe una urgente necesidad de resolver la problemática para contemplar el proyecto a mediano y largo plazo y no limitar su continuidad.
REFERENCIAS METODOLÓGICAS	
Cobertura temporal del muestreo	Mensual (j). Se contempla dar continuidad dos veces al año a finales de época seca (mayo); y a finales de época de lluvias (octubre).
Tipo y uso de las fuentes de agua	• *Tipo:* agua superficial • *Usos:* principalmente uso doméstico, ganadero y turístico.

METADATO "PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA. CUENCA DEL RÍO MAGDALENA" (Ciudad de México - México)	
Variables de la calidad de agua	• FISICOQUÍMICAS: *Temperatura del agua*: Sumergir el termómetro en el centro del cauce del río hasta que se estabilice (2 a 3 minutos). *Temperatura del aire*: Colocar el termómetro en algún lugar a la sombra, espera de 2 a 3 minutos. PH: Enjuagar el tubo a utilizar con agua del río, llenar hasta la marca de 10 ml y agrega 10 gotas del reactivo de PH. Tapar el tubo y mezclar el contenido, colocar el tubo dentro del comparador colorimétrico para conocer si el PH es básico (8.5-14), óptimo (6.5-8.5) o ácido (6.5-0). *Dureza*: Enjuagar el tubo a utilizar con agua del río, llenar hasta la marca de 10 ml y agregar cinco gotas del reactivo 4483-E, agregar una tableta del reactivo 4484-J. Tapar el tubo y agitar cuidadosamente hasta que la tableta se disuelva. Agregar una gota del reactivo 4487WT-H y agitar, continuar agregando gotas hasta que la muestre cambie de color azul y agregar una gota para confirmar. *Alcalinidad*: Llenar el tubo hasta la marca de 10 ml y agrega una tableta del reactivo T-2311-J. Tapar el tubo y agitar cuidadosamente hasta que la tableta se disuelva. Agregar una gota del reactivo 4493PS-H y agitar, continuar agregando gotas hasta que la muestre cambie de color rosa y agregar una gota para confirmar. *Turbidez: Tomar dos tubos y llenarlos hasta la marca de 50 ml, el primero con agua embotellada y el segundo con agua del sitio de muestreo correspondiente. Separarlos por "pura" y "río" y colócalos en una superficie plana y de color claro, añade al tubo "pura" .5m del reactivo 7520H y agita con la varilla.* *Oxígeno disuelto: Sumergir las dos botellas en el río, abrirlas dentro para que se llenen de agua y esperar a que todas las burbujas salgan. Agregar 8 gotas del reactivo 4167-G a ambas botellas, agregar 8 gotas del reactivo 7166-G y mezclar. Dejar asentar el precipitado por debajo del cuello de la botella y agregar 8 gotas del reactivo 6141WT-G, voltear las botellas para mezclar bien. Llenar el tubo correspondiente con 20 ml de agua "fijada", agregar 8 gotas del reactivo 4170WT-G, tapar y agitar. Llenar la jeringa de titulación con el reactivo 4169-H y añadir gota por gota a ambos frascos con el agua fijada hasta que el agua sea transparente.* • BIOLÓGICAS: *Unidades Formadoras de Colonia (UFC) de Escherichia coli (E. coli) y de otras bacterias coliformes*: se colectan por triplicado muestras de agua directamente del río con ayuda de una pipeta esterilizada. Para cada muestra se toman 10 ml de agua por triplicado y cada una se coloca en el medio de cultivo. Posteriormente se coloca el contenido en cajas Petri, distribuido uniformemente mediante movimientos circulares y cerrarlas con cinta adhesiva hasta que se solidifique completamente. Se emplea una incubadora casera donde fueron mantenidas a una temperatura entre 29 y 37 °C por un periodo de 30 a 48 horas. *Macroinvertebrados: Los macroinvertebrados fueron evaluados con lo propuesto por Ramos (en prensa). Se implementa una búsqueda aleatoria en forma de zigzag a lo largo de 100 metros en la ribera y al interior del cauce. Los organismos se colocan en frascos y charolas para su determinación con ayuda del manual. Se utiliza un puntaje que evalúa la calidad del agua basándose en el grado de tolerancia de los diferentes grupos de familias a la contaminación. El puntaje de presentó en un rango de 0 a 10. Donde un mayor puntaje (10) indica menos tolerancia a la contaminación y por lo tanto es indicador de aguas poco contaminadas. Al contrario, menor puntaje (1) es más tolerante a la contaminación y por lo tanto indica aguas más contaminadas. Se otorgó una categoría de acuerdo con el puntaje obtenido: sitio saludable (>6), medianamente contaminado (5-6), contaminado (4-5) y severamente contaminado (<4).*

METADATO "PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA. CUENCA DEL RÍO MAGDALENA" (Ciudad de México - México)	
Aspectos cualitativos y variables categóricas de la zona ribereña.	• CONDICIÓN DE LA ZONA RIBEREÑA*: Se tomó como referencia lo propuesto por Encalada et al. (2011). Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera, conectividad de la vegetación ribereña con otros elementos del paisaje cercanos, continuidad de la ribera, presencia de basura y escombros, naturalidad del cauce, composición del sustrato, regímenes de velocidad y profundidad del río, elementos de heterogeneidad.* • VARIABLES CATEGÓRICAS: Pésima, Mala, Moderada, Buena, Excelente.
Variables sociales	• NIVEL DE INVOLUCRAMIENTO: # de monitores voluntarios, asistencia, tareas de cada monitor, perfil básico de los monitores, nivel de entrenamiento de los monitores voluntarios, percepciones individuales sobre el monitoreo. • FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES, AMENAZAS.
Instrumental y equipo	• *Equipo de campo:* maletín Alabama Water Quality Monitoring Kit para monitorear ríos de la marca La Motte, coliformes totales y fecales con medio de cultivo marca Coliscan Easy Gel.
Protocolos	• "Monitoreo de la calidad ecológica del río Magdalena Cd. Mx., México. Manual de campo", dirigida a los monitores comunitarios. • "Manual para la implementación de Programas de Monitoreo Comunitario de Calidad de Agua" • Procedimientos de laboratorio apegados al Programa de Global Water Watch.
MANEJO DE INFORMACIÓN Y ACCESO A LOS DATOS	
Registro de datos	• Los monitores registran los datos in situ en formatos de fácil manipulación elaborados. • Los datos son ingresados por personal universitario en una base de datos.
Discontinuidad en los datos	Los tres sitios de muestreo han sido monitoreados de manera irregular desde el año 2015. Desde el año 2014 a 2015 el monitoreo fue consecutivo, no obstante en 2016 no se realizó monitoreo debido a problemas en la comunidad. En 2017 algunos meses fue imposible la toma de la muestra en campo, por lo cual no se tienen datos completos.
Acceso a la información	Los datos son analizados por la academia. Son accesibles para los miembros participantes del programa.

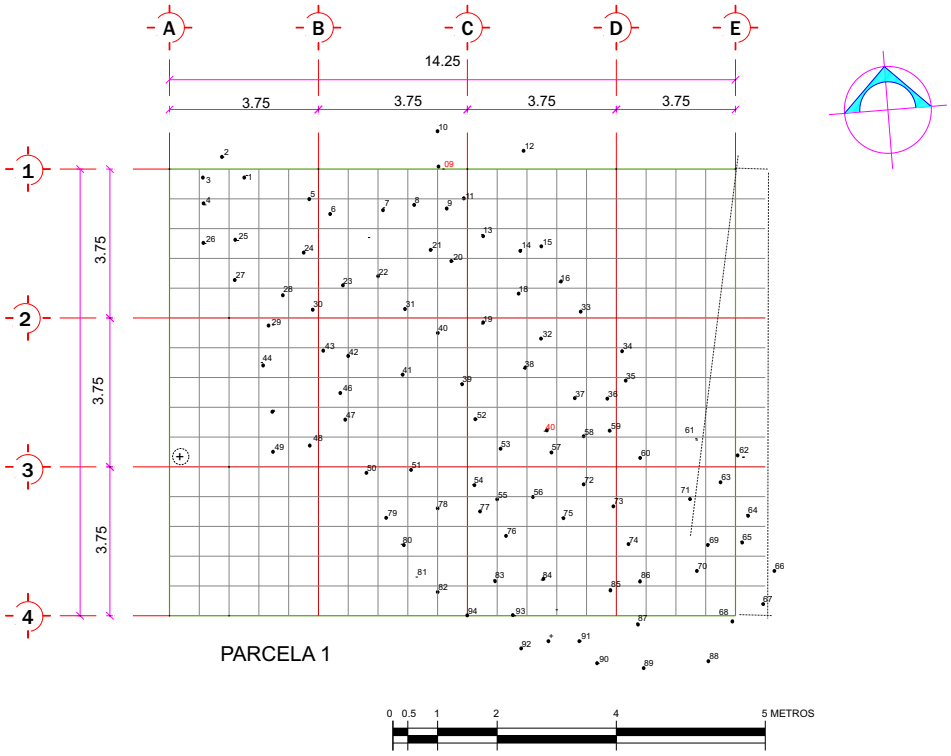
ANEXO 2. METADATO DEL PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO DE LA REFORESTACIÓN

METADATO "PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO DE LA REFORESTACIÓN. CUENCA DEL RÍO MAGDALENA" (Ciudad de México - México)				
Última actualización	Julio 2018			
Nombre del Proyecto de investigación	Monitoreo participativo de la reforestación, calidad ecológica y restauración de los ríos y arroyos en el Bosque de Agua con énfasis en la cuenca del río Magdalena, D.F.			
Nombre del Programa	Monitoreo Ambiental Comunitario de la Reforestación.			
Nombre corto del Programa	MAC de la reforestación			
Palabras clave	Reforestación, monitoreo participativo, participación ciudadana.			
Institución responsable	Laboratorio de Ecosistemas de Montaña, Depto. de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, UNAM. Ciudad Universitaria.			
Contactos	Coordinadora: Dra. Lucia Almeida Leñero lucia0950@ciencias.unam.mx Tel: UNAM 5622 4920 Cel. 55 2094 1507 MC. Alya Ramos Ramos Elorduy alyarara@gmail.com Biol. Viridiana González Meneses viridiana.gonzalez.m@gmail.com			
Breve descripción	Plantación de 200 brinzales de *Abies religiosa* realizada en el año 2013 en dos parcelas deforestadas.			
Lugar de operación	La cuenca del río Magdalena (CRM) se localiza entre los 19° 13' 48"- 19° 18' 00"N y 99° 14' 24"- 19° 20' 24" W, en el límite suroeste de la CDMX dentro de la cuenca del Valle de México. Está comprendida en las delegaciones políticas Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Cuajimalpa.El trabajo se desarrolla en el paraje Xalancocotla, dentro del territorio de la Comunidad Agraria la Magdalena Contreras Atlitic. El área se eligió con base en las zonas prioritarias a reforestar establecidas en el segundo informe de medición de indicadores para el rescate de los ríos Magdalena y Eslava y a la cercanía de los caminos principales para facilitar la participación de los monitores.			
Ubicación de las parcelas reforestadas (coordenadas UTM)	Punto de muestreo	Latitud (Y)	Longitud (X)	Altitud (m.sn.m.)
	Parcela 1 y 2	19° 16´ 06.5´´N	99° 17´24.7´´W	3045 y 3052 m snm
Área de la parcelas	• La parcela 1 (P1) tiene un área de 14.25 x 11.25 m, se encuentra sobre una ladera con orientación noreste y tiene una pendiente de 48° • La parcela 2 (P2) cuenta con un área de 20.14 x 13.91 m, sobre una ladera con orientación noroeste y tiene una pendiente de 57°			
Objetivos del programa	Desarrollar la metodología, las herramientas y la capacitación para monitorear dos elementos del ecosistema: la calidad ecológica del río y la reforestación en el Bosque de Agua, con énfasis en la cuenca del río Magdalena. D.F.			
PARTICIPANTES				
Instituciones académicas	Laboratorio de Ecosistemas de Montaña, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, UNAM.			
Comunidades rurales	*Unidades agrarias* (ejidos y comunidades indígenas) de la Ciudad de México: Delegación Magdalena Contreras: 1) Integrantes de la Comunidad Agraria Magdalena Atlitic.			

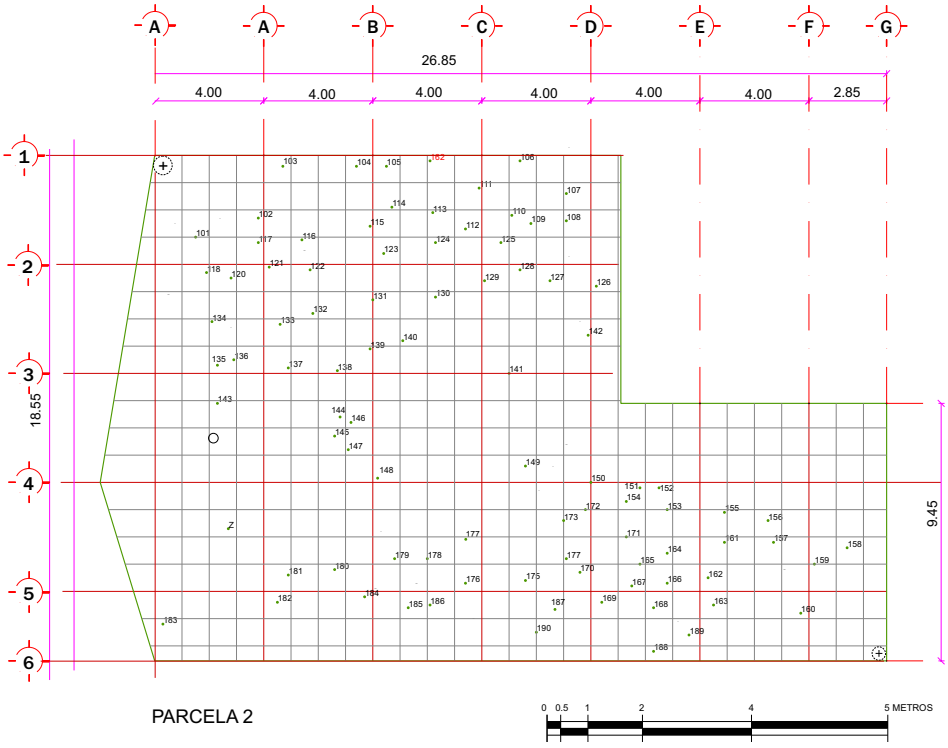
Instituciones de gobierno	Jefe delegacional de la Magdalena Contreras y con la dirección general de Medio Ambiente y Ecología de la Delegación Magdalena Contreras (Grupo Patrulla del Bosque, la Brigada de Incendios E-12, de la Comunidad Agraria la Magdalena Contreras Atlitic). Acuerdo realizado mediante cartas de compromiso para el cumplimiento de las actividades de reforestación
Otros	Asociación de Comerciantes Unidos de los Dinamos A.C y el Comité de cuenca del río Magdalena.
Patrocinadores	Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (UNAM-DGAPA-PAPIIT, IT-214-15).
REFERENCIAS SOCIO-AMBIENTALES DEL ÁREA	
Sistema hidrográfico	El área colinda al sureste con la cuenca del río Eslava, al noroeste con las cabeceras de las cuencas de ríos Hondo, Mixcoac, Barranca de Guadalupe y San Miguel.Se presenta el río Magdalena, uno de los cuerpos de agua más importantes de la CDMX con un aporte de 670 l/s.
Descripción biofísica	El área se ubica bajo un clima subhúmedo en la parte baja (2400-2800 m s.n.m.) y semifrío en la parte alta (2800-3850 m s.n.m.), la precipitación va de los 900 a los 1300 mm y la temperatura media está entre los 9 y los 15°C. El relieve montañoso va de los 2500 a los 3870 m.s.n.m. favorece la presencia de bosques de *Quercus sp.* en la parte baja, *Abies religiosa* en la parte media y *Pinus hartwegii* en la parte alta de la cuenca. El bosque de *Abies religiosa* de la CRM ocupa el 46% de la cuenca, se distribuye desde los 2,750 hasta los 3,500 m snm.La existencia de la "Zona Protectora Forestal Cañada de Contreras" funciona como reserva ecológica de la ciudad y como recarga de acuíferos de la zona (Jujnovsky *et al.,* 2013).
Descripción social	Se le conoce como cuenca o microcuenca del río Magdalena, según la tenencia de la tierra como "Bosques comunales de la Magdalena Atlitic" y para fines turísticos se le conoce como los Dinamos. Actualmente el régimen de tenencia de la tierra es de tipo comunal y ejidal. La mayor parte de la CRM pertenece a la "Comunidad Agraria la Magdalena Contreras Atlitic" que cuenta con 2,350 ha, sin embargo la comparte en pequeñas proporciones con: las comunidades agrarias de San Bartolo Ameyalco, San Nicolás Tototlapan, San Bernabé Ocotepec, San Lorenzo Acopilco, San Mateo Tlaltenango y el ejido de la Magdalena Contreras.
Problema que atiende el monitoreo	El crecimiento acelerado de la zona urbana ha ocasionado que el bosque se encuentre bajo presiones constantes, provocando pérdida de servicios ecosistémicos que provee el bosque. El proyecto incentiva a reflexionar sobre la importancia de dar seguimiento a las acciones de reforestación.
REFERENCIAS METODOLÓGICAS	
Cobertura temporal del muestreo	Mensual durante cinco años.
Tipo y uso del bosque	Recreativo, ecoturismo
Variables del éxito de la reforestación	*Crecimiento*: *altura y diámetro* *Tasa relativa de crecimiento*: se determinó mediante la fórmula de Hunt: $TRC = \frac{\ln(Cf) - \ln(Ci)}{t}$ *Sobrevivencia.* Se observó si el árbol sigue vivo de acuerdo con el color del follaje o tallo y se le dio el siguiente puntaje: vivo: 1; muerto: 0 *Salud de la plantación*: color de las hojas (verde=2; amarillo=1; café=0), color de tallo (verde=1; no verde=0), cantidad de follaje (abundante=2; medio=1; nulo=0) y enfermedad o plaga visible (1=0-25%; 2=25-50%; 3=50-75%; 4=75-100%).

Control de plaga	Jabón "Tepeyac" en barra (400g) disueltos en 20 litros de agua como primera etapa y en quince días una mezcla de chiles y ajo, en una concentración de 400g disueltos en 20 litros.
Variables sociales	• NIVEL DE INVOLUCRAMIENTO: # de monitores voluntarios, asistencia, tareas de cada monitor, perfil básico de los monitores, nivel de entrenamiento de los monitores voluntarios, percepciones individuales sobre el monitoreo. • FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES
Instrumental y equipo	• *Equipo de campo:* vernier digital y regla graduada de madera de 1.5 m.
Protocolos	• "Monitoreo de la reforestación en la Cuenca del río Magdalena CDMX"", dirigida a los monitores comunitarios.
MANEJO DE INFORMACIÓN Y ACCESO A LOS DATOS	
Registro de datos	• Los monitores registran los datos in situ en formatos de fácil manipulación elaborados. • Los datos son ingresados por personal universitario en una base de datos.
Discontinuidad en los datos	Las parcelas han sido monitoreadas de manera irregular desde el año 2013 a 2017. Algunos meses fue imposible la toma de la muestra en campo en 2015, 2016 y 2017 debido a problemas en la comunidad.
Acceso a la información	Los datos son analizados por la academia. Son accesibles para los miembros participantes del programa.

ANEXO 3. UBICACIÓN DE LOS BRINZALES EN LAS PARCELAS



PARCELA 1



PARCELA 2

ANEXO 4. CUESTIONARIO APLICADO A LOS MONITORES CENTRALES DEL PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENBILIDAD
LABORATORIO DE ECOISTEMAS DE MONTAÑA, FACULTAD DE CIENCIAS

Monitoreo Ambiental Comunitario en el contexto de la Ciudad de México. El caso en la Cuenca del río Magdalena

Monitoreo de la calidad ecológica del río Magdalena

El objetivo de este cuestionario es conocer cómo ha sido el proceso de participación en los programas de monitoreo ambiental comunitario desde su implementación (2013-2017), el cual forma parte de uno de los objetivos de mi proyecto de estudio. Agradeceré tu valioso tiempo para responderlo.

Nombre:
Edad:
Ocupación:
Nivel escolar:
Lugar de procedencia:
Fecha:

Participación

1. **¿Desde cuándo asistes al monitoreo?**

2. **¿Qué actividad(es) realiza(s) en el monitoreo?**

3. **¿Con que frecuencia visitas el río?**

   - ☐ Cada semana
   - ☐ Cada dos semanas
   - ☐ Solo cuando se realiza monitoreo
   - ☐ Otro_____

4. **¿Durante tu participación en el monitoreo has dado algunas ideas para mejorarlo?**

   - ☐ Si
   - ☐ No
   - ☐ No recuerdo

5. **¿Has participado en el monitoreo de reforestación?**

   - ☐ Si
   - ☐ No **¿Por qué? ¿Te gustaría asistir?** _____

Percepción

6. **¿Qué actividad en el monitoreo se te complica más y por qué? Puedes darle un valor del 1 al 4** (*donde 1 es lo más sencillo y 4 es lo más difícil*)

Actividad	Valor del 1 al 6
Análisis bacteriológicos	
Análisis fisicoquímicos	
Calidad de zona de ribera	
Calidad biológica mediante macroinvertebrados	

Otra:

¿Por qué? _____

7. **¿Te gusta asistir al monitoreo?**

   - ☐ Si
   - ☐ No

¿Por qué? _____

8. **¿Qué beneficio crees que puedes obtener del monitoreo?**

9. **De acuerdo con tu experiencia ¿Qué crees que hace falta en el monitoreo para que mejore?**

10. **¿Qué piensas del bosque y del río?**

Fin de la encuesta

¡Gracias por participar! ¿Algún comentario extra?

ANEXO 5. CUESTIONARIO APLICADO A LOS MONITORES CENTRALES DEL PROGRAMA DEL ÉXITO DE REFORESTACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENBILIDAD

LABORATORIO DE ECOISTEMAS DE MONTAÑA, FACULTAD DE CIENCIAS

Monitoreo Ambiental Comunitario en el contexto de la Ciudad de México. El caso en la Cuenca del río Magdalena

Monitoreo de la reforestación

El objetivo de este cuestionario es conocer cómo ha sido el proceso de participación en los programas de monitoreo ambiental comunitario desde su implementación (2013-2017), el cual forma parte de uno de los objetivos de mi proyecto de estudio. Agradeceré tu valioso tiempo para responderlo.

Nombre:
Edad:
Ocupación:
Nivel escolar:
Fecha:

Participación

1. **¿Desde cuándo asistes al monitoreo?**
2. **¿Qué actividad(es) realiza(s) en el monitoreo?**
   - ☐ Medición de la base y la altura del árbol
   - ☐ Chaponeo
   - ☐ Anotación de datos
   - ☐ Aplicación de tratamiento
   - ☐ Revisión de plaga
   - ☐ Otra _____
3. **¿Con que frecuencia visitas las parcelas reforestadas?**
   - ☐ Cada semana
   - ☐ Cada dos semanas
   - ☐ Solo cuando se realiza monitoreo
   - ☐ Otro_____
4. **¿Durante tu participación en el monitoreo has dado algunas ideas para mejorarlo?**
   - ☐ Si
   - ☐ No
   - ☐ No recuerdo
5. **¿Has participado en el monitoreo de calidad ecológica del río?**
   - ☐ Si
   - ☐ No **¿Por qué? ¿Te gustaría asistir?** _____

Percepción

6. **¿Qué actividad en el monitoreo se te complica más y por qué? Puedes darle un valor del 1 al 6** (*donde 1 es lo más sencillo y 6 es lo más difícil*)

Actividad	Valor del 1 al 6
Medición de base del árbol	
Medición de altura del árbol	
Chaponeo	
Anotación de datos	
Aplicación de tratamiento	
Revisión de plaga	

Otra:

¿Por qué? _____

7. **¿Te gusta asistir al monitoreo?**
   - ☐ Si
   - ☐ No

¿Por qué?

8. **¿Qué beneficio crees que puedes obtener del monitoreo?**
9. **De acuerdo con tu experiencia ¿Qué crees que hace falta en el monitoreo para que mejore?**
10. **¿Qué piensas del bosque y del río?**

Fin de la encuesta

¡Gracias por participar! ¿Algún comentario extra?

ANEXO 6. ACUERDO CON EL JEFE DELEGACIONAL DE LA MAGDALENA CONTRERAS. CARTA PARA LA SECRETARIA DE ECOLOGÍA CON EL CALENDARIO PARA EL MONITOREO DE LA REFORESTACIÓN (OCTUBRE 2016-JUNIO 2017)

Ciudad de México, 14 de octubre de 2016

Sr. José Fernando Mercado Guaida
Jefe Delegacional

Sr. Jorge Villaseñor Cabrera
Director General de Medio Ambiente y Ecología

Por medio de la presente se hace una cordial y atenta invitación a participar en el monitoreo de la reforestación que se realiza en tres parcelas localizadas en el bosque de Oyamel en la Cuenca del río Magdalena, con el fin de dar seguimiento a los árboles reforestados. Se registrará la tasa de sobrevivencia, el crecimiento en diámetro basal y altura, la calidad del follaje y la presencia o ausencia de plaga. Dicho monitoreo será asistido por el Jefe de Brigada José Mora junto con su equipo de trabajo, así como voluntarios externos.

Así mismo, a continuación se presenta el calendario a seguir para realizar dicha actividad. Esperamos contar con su apoyo y agradeceremos las facilidades que nos puedan brindar.

Actividades	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Parcela 1 y 2	25								
Parcela 3		8							
Parcela 1 y 2			6						
Parcela 3				24					
Parcela 1 y 2					14				
Parcela 3						14			
Parcela 1 y 2							11		
Parcela 3								26	
Parcela 1 y 2									13

En espera de su respuesta y quedando a su disposición para cualquier aclaración.

Sin más por el momento, se despide

Atentamente.

Dra. Lucia Almeida Leñero
lucia0950@ciencias.unam.mx
Coordinadora del Laboratorio de Ecosistemas de Montaña
Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México

ANEXO 7. CONSTANCIAS DE PARTICIPACIÓN PARA A LOS MONITORES DEL PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA Y DEL ÉXITO DE REFORESTACIÓN

El Laboratorio de Ecosistemas de Montaña de la Facultad de Ciencias de la UNAM,
la Comunidad de la Magdalena Contreras Atlitic, la Asociación Civil de Comerciantes Unidos de los Dinamos A.C.,
el Comité de Cuenca del Río Magdalena, el Grupo Patrulla del Bosque y la Brigada de incendios E-I2

otorgan la presente

CONSTANCIA

a:

José Luis Reyes Alfaro

Por su participación en el

MONITOREO DE LA REFORESTACIÓN Y REGENERACIÓN NATURAL

llevado a cabo de octubre de 2016 a noviembre de 2017
en los bosques comunales de la Magdalena Contreras Atlitic

Lucía Oralia Almeida Leñero
COORDINADORA DEL PROYECTO
LABORATORIO DE ECOSISTEMAS DE MONTAÑA, UNAM

Benito Mendoza Cabañas
REPRESENTANTE DE LA COMUNIDAD AGRARIA
DE LA MAGDALENA CONTRERAS ATLITIC

José María Mora Vázquez
PRESIDENTE DEL GRUPO
DE PATRULLA DEL BOSQUE

Viridiana González Meneses
ESTUDIANTE RESPONSABLE DEL PROYECTO
LABORATORIO DE ECOSISTEMAS DE MONTAÑA, UNAM

Estefanía Barriga Fernández
ESTUDIANTE RESPONSABLE DEL PROYECTO
LABORATORIO DE ECOSISTEMAS DE MONTAÑA, UNAM

Félix Mendoza Cabañas
PROPIETARIO TITULAR DEL COMITÉ
DE CUENCA DEL RÍO MAGDALENA

C. Zenón Mendoza Acosta
REPRESENTANTE DE LA ASOCIACIÓN CIVIL
DE COMERCIANTES UNIDOS DE LOS DINAMOS

CDMX, 28 de febrero de 2018

El Laboratorio de Ecosistemas de Montaña de la Facultad de Ciencias de la UNAM,
la Comunidad de la Magdalena Contreras Atlitic, la Asociación Civil de Comerciantes Unidos de los Dinamos A.C.,
el Comité de Cuenca del Río Magdalena, el Grupo Patrulla del Bosque y la Brigada de incendios E-I2

otorgan la presente

CONSTANCIA

a:

Leonel Contreras González

Por su participación en el

MONITOREO DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA

llevado a cabo de enero a diciembre de 2017
en la cuenca del río Magdalena

Lucía Oralia Almeida Leñero
COORDINADORA DEL PROYECTO
LABORATORIO DE ECOSISTEMAS DE MONTAÑA, UNAM

Benito Mendoza Cabañas
REPRESENTANTE DE LA COMUNIDAD AGRARIA
DE LA MAGDALENA CONTRERAS ATLITIC

José María Mora Vázquez
PRESIDENTE DEL GRUPO
DE PATRULLA DEL BOSQUE

Viridiana González Meneses
ESTUDIANTE RESPONSABLE DEL PROYECTO
LABORATORIO DE ECOSISTEMAS DE MONTAÑA, UNAM

Félix Mendoza Cabañas
PROPIETARIO TITULAR DEL COMITÉ
DE CUENCA DEL RÍO MAGDALENA

C. Zenón Mendoza Acosta
REPRESENTANTE DE LA ASOCIACIÓN CIVIL
DE COMERCIANTES UNIDOS DE LOS DINAMOS

Moisés Alamilla Mendoza
PROPIETARIO SUPLENTE DEL
COMITÉ DE CUENCA DEL RÍO MAGDALENA

José Manuel Hernández Lides
ESTUDIANTE APOYO DEL PROYECTO
LABORATORIO DE ECOSISTEMAS DE MONTAÑA, UNAM

CDMX, 28 de febrero de 2018