

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales

Sustentabilidad y tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

**Programa de desarrollo tecnológico para la sustentabilidad ambiental, energética y
alimentaria**



**ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara**

1N04 Bosque Escuela

**Restauración ecológica y conservación del Bosque La Primavera: un enfoque
interdisciplinario de investigación, educación ambiental y comunicación**

PRESENTAN

Ing. En Biotecnología. Ana Selene Macias Hernández

Ing. Ambiental. Sebastián Galindo Namur

Ing. Ambiental. Fabricio Franco Félix

Lic. En Comunicación y Artes Audiovisuales. Ana Paula Rosas Peña.

Lic. En Comunicación y Artes Audiovisuales. Brenda Sarahi Rubio Chávez

Lic. En Comunicación y Artes Audiovisuales. Yarynn Vázquez Fernández

Ing. En Sistemas Computacionales. Uri Barajas Cicourel

Lic. En Diseño. Sofía Citlalli Franco García

Lic. En Gestión Cultural. Aranza López de la Cerda

Ing. En Biotecnología. David Emmanuel Córdova García I

Ing. Ambiental. Sofía Ochoa Bru

Ing. Ambiental. Luis Arturo Peña Galaviz

Ing. Ambiental. Eileen Sofia Yuen Gutiérrez

Profesor PAP:

Dr. Hugo de Alba Martínez
Mtra. Jared Jiménez Rodríguez
Dra. Marinés de la Peña Domene
Dr. Juan Fernando Escobar Ibáñez

Tlaquepaque, Jalisco, mayo de 2025

Contenido

REPORTE PAP	4
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	4
Resumen	4
1. Introducción.....	5
1.1. Micropropagación de orquídeas	5
1.2. Propagación de plantas nativas.....	6
1.3. Análisis de presión y conectividad del paisaje	6
1.4. Acceso al bosque	7
1.5. Bosque Escuela.....	9
1.6. Difusión	9
1.7. Biodiversidad del bosque.....	10
1.8. Desconexión ser humano naturaleza	10
1.9. Tlalpohualli.....	12
1.10. Radiografía del bosque	13
2. Objetivos.....	13
2.5. Análisis de presión y conectividad del paisaje	14
2.6. Acceso al bosque	14
3. Justificación	15
3.1 Micropropagación de orquídeas	15
3.2 Análisis de presión y conectividad del paisaje	15
3.3 Difusión	16
3.4 Biodiversidad del bosque.....	17
3.5 Desconexión ser humano naturaleza	18
3.6 Tlalpohualli.....	18
3.7 Radiografía del bosque	19
4. Antecedentes.....	19
4.1 Micropropagación de Orquídeas	20

4.2 Difusión:	20
4.3. Biodiversidad del Bosque	22
4.4. Tlalpohualli.....	22
5. Contexto.....	23
6. Desarrollo	24
6.1 Micropropagación de orquídeas	24
6.2 Propagación de plantas nativas	26
6.4. Análisis de presión y conectividad del paisaje	28
6.5 Acceso al bosque	43
6.5 Bosque Escuela.....	55
6.6 Difusión:	60
6.7 Biodiversidad del bosque.....	60
6.8 Desconexión ser humano naturaleza	64
6.9 Tlapohualli.....	67
6.10 Radiografía del bosque	83
7. Resultados del trabajo profesional.....	86
7.1 Micropropagación de orquídeas	86
7.2 Propagación de especies nativas	86
7.3 Análisis de presión y conectividad del paisaje	89
7.4 Acceso al bosque	97
7.5 Bosque escuela	99
7.6 Difusión	104
7.7 Biodiversidad del bosque.....	105
7.8 Desconexión ser humano naturaleza	108
7.9 Tlalpohualli.....	117
7.10. Radiografía del bosque	118
8. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto	118
9. Conclusiones.....	134
9.1 Micropropagación.....	134
9.2 Propagación de especies nativas	134
9.3 Análisis de presión y conectividad del paisaje	134
9.4 Acceso al bosque	135
9.5 Bosque escuela	136
9.6 Difusión	136

9.7 Biodiversidad del bosque.....	137
9.8 Desconexión del ser humano naturaleza	137
9.9 Tlalpohualli.....	138
9.10 Radiografía del bosque	138
10. Bibliografía.....	138
Anexos (en caso de ser necesarios)	143

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son una modalidad educativa del ITESO en la que el estudiante aplica sus saberes y competencias socio-profesionales para el desarrollo de un proyecto que plantea soluciones a problemas de entornos reales. Su espíritu está dirigido para que el estudiante ejerza su profesión mediante una perspectiva ética y socialmente responsable.

A través de las actividades realizadas en el PAP, se acreditan el servicio social y la opción terminal. Así, en este reporte se documentan las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo del proyecto, sus incidencias en el entorno, y las reflexiones y aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

El documento describe un Proyecto de Aplicación Profesional (PAP) del ITESO orientado a la conservación del Bosque La Primavera (BLP), combinando investigación científica, participación ciudadana y comunicación ambiental. El proyecto es interdisciplinario e involucra subproyectos enfocados en: micropropagación de orquídeas y propagación de especies nativas para restauración ecológica; análisis de presión y conectividad del paisaje mediante SIG y teledetección; estudio del acceso al bosque desde una perspectiva socioespacial; y desarrollo de herramientas de educación ambiental como el “Bosque Escuela”.

También se implementan iniciativas de ciencia ciudadana como “*Tlalpohualli*”, un sistema comunitario de monitoreo visual, y la creación de una guía de árboles locales para fomentar el reconocimiento de la biodiversidad. Otro eje clave es la difusión, mediante contenido audiovisual en redes sociales, buscando sensibilizar y vincular emocionalmente a las personas con el bosque. Asimismo, se analiza la desconexión creciente entre las personas y la naturaleza urbana, proponiendo intervenciones educativas y participativas para revertirla.

El objetivo general es promover la conservación del BLP a través de acciones colaborativas, científicas y comunicativas, que integren tanto conocimientos técnicos como experiencias

comunitarias. El proyecto busca articular la ciencia, la educación y la participación social para generar una relación más consciente y sustentable entre las personas y su entorno natural. La continuidad del PAP y su replicabilidad son claves para incidir a largo plazo en la protección del ecosistema y el fortalecimiento del vínculo sociedad-naturaleza.

1. Introducción

1.1. Micropropagación de orquídeas

Siguiendo con el marco de biodiversidad en el BLP, se propone la propagación de especies de la familia *Orchidaceae* pues esta familia de plantas es una de las más diversas con aproximadamente 25,000 especies registradas (Fuertes-Flores et al 2018). Además, la complejidad y belleza de las orquídeas ha sido motivo de fascinación para investigación como en la cultura. Ejemplos de ello es su aparición en obras de arte (literatura y poesía), incluso en culturas asiáticas como en el antiguo Japón, Corea y China cuyas familias nobles tenían como tradición los dibujos de orquídeas *Cymbidiums* acompañados con poemas (Popova et al 2016). En México, la extracción de plantas del medio natural para actividades humanas ha puesto en peligro la permanencia de muchas orquídeas; las orquídeas de mayor interés comercial a nivel nacional son: *Prosthechea squalida*, *Artorima erubescens*, *Laelia albida*, *Laelia furfurácea* y *Prosthechea karwinskii* (Mondragón, 2025) Por lo tanto, la propagación de orquídeas es una práctica de alto interés cultural como de investigación.

A pesar de que la propagación de orquídeas es de gran interés, hay una serie de problemáticas asociadas a su cultivo que requieren de estrategias específicas. Debido a que las semillas de orquídeas están adaptadas para dispersarse por viento, son sumamente pequeñas con rangos de longitud desde 0.05 a 6 mm, ancho de 0.01 a 0.93 mm y pesos de 0.3 a 0.14 mg que solo contienen un embrión no diferenciado que no presenta endospermo o enzimas para el metabolismo de polisacáridos, lípidos o proteínas (Kauth, et al 2014). A pesar de que en su interior las semillas contengan algunos azúcares en forma de sacarosa, fructosa, maltosa y glucosa, las cantidades no son suficientes para satisfacer la demanda de azúcares necesaria para su germinación; por lo tanto, debido a la falta de nutrientes necesarios para la germinación, las orquídeas utilizan relaciones micorrízicas con hongos compatibles, el cual se encarga de proveer de agua, carbohidratos, minerales y vitaminas al embrión, posterior a su penetración (Beltrán-Nambo, 2015). Sin embargo, simular una simbiosis entre un hongo micorrízico y una orquídea en un co-cultivo in vitro para la germinación de semillas es considerablemente más difícil que la germinación asimbiótica a través de soluciones de nutrientes suplementadas con azúcares simples (Kauth, et al 2014).

Como resultado, la germinación asimbiótica se probó como eficiente por Lewis Knudson en 1942 al utilizar soluciones minerales suplementadas con sacarosa al 1%, pues se logró una germinación *in vitro* sin hongos micorrízicos, a dicha solución mineral se le nombró Medio Knudson C (Stewart, 2006); sin embargo, se encontró que la composición óptima del medio para la fase de germinación no es necesariamente igual a la de fases posteriores (Stewart, 2006).

1.2. Propagación de plantas nativas

Este subproyecto se enfoca en la propagación de especies nativas del BLPa partir de la recolección de semillas en campo. El objetivo principal fue identificar, recolectar y germinar semillas de árboles y plantas nativas para su posterior propagación en el huerto universitario, con la intención de apoyar procesos de restauración ecológica y fortalecer el conocimiento sobre la vegetación local.

Una de las problemáticas más frecuentes en los procesos de reforestación es el uso de especies no nativas o introducidas, que muchas veces no sobreviven o generan impactos negativos en los ecosistemas. Además, el bosque enfrenta amenazas como incendios, fragmentación del hábitat y expansión urbana, lo que hace urgente la reproducción y conservación de su flora nativa.

Este proyecto busca aportar una alternativa ecológica y viable para futuras acciones de restauración, promoviendo el uso de especies adaptadas al ecosistema local. La propagación de estas especies no solo ayudará a mantener la biodiversidad, sino que también fortalecerá la relación entre las personas y su entorno natural mediante el aprendizaje práctico y el trabajo con plantas del territorio.

1.3. Análisis de presión y conectividad del paisaje

En este proyecto se busca analizar la presión que sufre el BLP y el impacto que ésta tiene en su uso de suelo, lo cual se debe principalmente al crecimiento de la ZMG y su expansión urbana, así como los cambios que han sucedido a lo largo de las últimas 4 décadas. Esta área natural protegida ha sido afectada por varios factores, entre ellos los incendios, los cuales han llegado a afectar más del 50% del área del bosque, y el crecimiento urbano en su perímetro, donde la zona de amortiguamiento del bosque se encuentra urbanizada en un 35% de su superficie (Carrillo, s. f.) Los incendios, la deforestación, el ingreso de fauna feral, contaminación, entre otros factores puede afectar no solo al bosque y su ecosistema,

pero también a la población que habita a sus alrededores ya sea en su salud o su seguridad (Meléndez, 2023). La integridad de este bosque y los servicios que nos brinda se ven amenazados por distintos factores antropogénicos, ya sea la expansión urbana desmedida, el cambio de uso de suelo forestal a usos agrícolas y la fragmentación del paisaje.

Como se ha mencionado anteriormente el BLP es un ecosistema de gran importancia para la ZMG y el estado de Jalisco al ser un sitio que provee servicios ecosistémicos esenciales, como la regulación hídrica, captura de carbono, conservación de la biodiversidad, regulación climática, control de erosión, entre otros. Este proyecto es socialmente relevante porque la degradación del bosque impacta directamente a más de 5 millones de habitantes de la ZMG, exacerbando problemas como inundaciones, escasez de agua, pérdida de biodiversidad y de espacios recreativos. El análisis mediante los sistemas de información geográfica (SIG) usando imágenes Landsat en un periodo de tiempo extenso, permitirá cuantificar patrones espaciotemporales de cambio de uso del suelo, aportando datos científicos para evaluar la efectividad de políticas. Los beneficios esperados incluyen identificar zonas prioritarias para su restauración y proponer medidas para mitigar la presión urbana, contribuyendo así a la conservación ambiental regional.

1.4. Acceso al bosque

Este subproyecto se enfoca en el análisis de la accesibilidad al BLP, con especial atención a los distintos puntos de entrada, oficiales y no oficiales, que permiten o dificultan la interacción entre las personas y este espacio natural. El objetivo principal fue caracterizar espacial y cualitativamente la accesibilidad, entendida en términos físicos como la entrada al bosque, con el propósito de ampliar la comprensión sobre los lugares de acceso y de posibles impactos negativos por el flujo de personas.

La línea de trabajo “Accesibilidad” surge dentro del marco del proyecto Bosque Escuela como respuesta a preocupaciones compartidas sobre la desigualdad en el acceso a espacios naturales. En fases iniciales del proyecto, se identificó que, si bien existen solo dos accesos oficialmente reconocidos, muchas personas ingresan desde otros puntos, a menudo en vehículo y desde zonas urbanas lejanas. Esta situación motivó una reflexión más profunda sobre cómo se define la accesibilidad, quién puede ejercerla y qué implicaciones tiene para la conservación del bosque y la equidad territorial.

Este enfoque se vincula con el espíritu general de Bosque Escuela, que busca generar conocimiento situado y transformador sobre el vínculo entre sociedad y naturaleza. En este caso, se propone una lectura crítica del acceso al bosque, incorporando tanto el análisis espacial como la dimensión social, para contribuir a una gestión más justa y sostenible del territorio.

Para abordar la accesibilidad como eje de investigación, es necesario partir de una definición amplia que no se limite a la presencia de caminos o infraestructura, sino que considere también factores sociales, económicos, culturales y simbólicos. En términos generales, la accesibilidad se refiere a la posibilidad de que diferentes personas puedan llegar, entrar y utilizar un espacio o servicio (Imrie & Hall, 2001). Esta definición permite reconocer que existen múltiples dimensiones involucradas, incluyendo el transporte, la percepción de seguridad, el conocimiento del lugar y la relación cultural con el entorno natural.

En el caso de espacios naturales protegidos, como el BLP, esta perspectiva se vuelve especialmente relevante, ya que las decisiones sobre accesos tienen consecuencias tanto ecológicas como sociales. Estudios previos han señalado que los patrones de accesibilidad pueden reflejar desigualdades estructurales más amplias, en las que ciertos grupos tienen más posibilidades de disfrutar de los beneficios ambientales debido a su ubicación, recursos o medios de transporte (Burns, Paterson & Watson, 2003; Lucas, 2012).

Desde este punto de vista, la problemática no solo radica en la escasez de accesos oficiales, sino en cómo estos accesos se relacionan con las dinámicas urbanas, la expansión de la ciudad y la apropiación diferenciada del bosque. Entender la accesibilidad de forma integral permite justificar la necesidad de estudios que vayan más allá de lo físico y cuantificable, y se enfoquen también en los aspectos cualitativos y vivenciales del acceso al territorio.

En el desarrollo de este subproyecto, se integraron conceptos más específicos que permiten comprender la metodología aplicada y los productos generados. Uno de los pilares teóricos fue el enfoque de accesibilidad espacial, que considera la interacción entre distancia, infraestructura y medios de transporte como elementos clave para determinar el nivel de acceso a un lugar (Hansen, 1959). Este enfoque fue útil para mapear accesos reales y potenciales mediante herramientas de SIG, reconociendo tanto las rutas formales como las informales.

Otro concepto clave fue el de movilidad socioespacial, entendido como la manera en que las personas se desplazan e interactúan con el espacio urbano-natural a partir de distintas condiciones y medios. Aunque este subproyecto no abordó directamente variables como el nivel socioeconómico o el género, se utilizó como herramienta complementaria el análisis de rutas compartidas en la plataforma Strava¹, principalmente asociadas al ciclismo de montaña. Estas rutas, que reflejan trayectos reales utilizados por usuarios para acceder o recorrer el bosque, permitieron identificar caminos informales y patrones de uso no

¹ Strava es una aplicación y red social diseñada para registrar, analizar y compartir actividades deportivas como correr, andar en bicicleta y nadar, mediante el uso de GPS.

contemplados en la infraestructura oficial. Su integración al análisis espacial abre la posibilidad de futuras investigaciones sobre los impactos del ciclismo en el ecosistema y la importancia de reconocer este tipo de movilidad como parte de la experiencia de accesibilidad en áreas naturales.

Por último, la combinación de estos enfoques permitió construir una metodología interdisciplinaria, que integra análisis espacial, trabajo de campo y reflexión crítica, ofreciendo una base sólida para interpretar los resultados y abrir la discusión sobre la justicia ambiental en el acceso a los espacios naturales.

1.5. Bosque Escuela

La ciencia ciudadana se puede describir como la práctica de involucrar al público en un proyecto científico para producir datos e información valiosa para los científicos y tomadores de decisiones, (McKinley, 2017) En Bosque Escuela, no solo se plantea involucrar a la población para una construcción colectiva del conocimiento mediante la ciencia ciudadana, propiciando que las personas tengan una participación en la restauración y la conservación del bosque. Otro beneficio de estas visitas es la posibilidad de poder socializar los conocimientos generados en el PAP para los proyectos de investigación y difusión, como las guías de identificación.

En este PAP se considera al bosque como un laboratorio vivo para el aprendizaje y la aplicación de conocimientos. Inicialmente el voluntariado de Bosque Escuela se utilizó para implementar medidas de restauración ecológica ante los impactos de incendios forestales severos, algunas de las actividades que se realizaban eran hacer barreras para la retención del suelo o la reintroducción de especies nativas. Recientemente se ha optado por cambiar el enfoque restaurativo de estas visitas debido a que las medidas aplicadas han sido exitosas y no se ha presentado otro disturbio en el predio, por lo que ahora se enfocan en promover la ciencia ciudadana y los conocimientos sobre el bosque.

1.6. Difusión

La difusión del conocimiento generado es un componente fundamental del Bosque Escuela. Con este fin, diversos proyectos se centran en compartir las investigaciones y resultados de los equipos de trabajo dentro del PAP. Este enfoque responde a la necesidad de conectar a la comunidad con los procesos ecológicos y sociales que definen el futuro de este ecosistema, promoviendo una cultura de respeto y protección hacia la naturaleza.

Los proyectos de difusión dentro del PAP, se apoyan de la creación de contenido audiovisual para redes sociales, la gestión de plataformas digitales y la implementación de contenidos

adaptados a las tendencias actuales que comunicarán al público estudiantil de la comunidad universitaria y al público en general.

1.7. Biodiversidad del bosque

En este semestre, esta línea de trabajo tiene como propósito el desarrollo de una guía ciudadana de árboles del BLP. Este proyecto parte del uso de plataformas de ciencia ciudadana como Naturalista (*iNaturalist* México) y del aprovechamiento de bases de datos de instituciones como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), particularmente la plataforma de Biodiversidad Mexicana. A través de la sistematización y análisis de información científica confiable, se busca visibilizar las especies arbóreas más representativas del ecosistema del BLP, facilitando su identificación y reconocimiento por parte de la ciudadanía.

La elaboración de esta guía responde tanto a una necesidad de educación y difusión científica como a un interés por fortalecer los vínculos entre sociedad y territorio mediante herramientas accesibles y visuales. En este sentido, se adopta una perspectiva que integra elementos de la comunicación de la ciencia, la ecología urbana y la participación ciudadana, con el fin de promover el reconocimiento de la biodiversidad como un bien común. La guía no solo tiene de objetivo ser un producto de divulgación, sino también una herramienta para fomentar la observación activa del entorno y la apropiación del espacio natural.

1.8. Desconexión ser humano naturaleza

En las últimas décadas, el crecimiento urbano ha traído consigo una creciente desconexión entre los habitantes de las ciudades y el entorno natural que los rodea. Este fenómeno, descrito por Miller (2005) como la "extinción de la experiencia", plantea que la falta de contacto cotidiano con la naturaleza no solo disminuye el interés por conservarla, sino que también debilita el conocimiento, la valoración y la conexión con la biodiversidad local. En este contexto, resulta urgente comprender cómo distintos factores sociales, culturales y geográficos influyen en la forma en que las personas perciben y se relacionan con la naturaleza, especialmente en zonas urbanas como la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG).

Este estudio busca evaluar el conocimiento de la biodiversidad y la percepción de la naturaleza entre los habitantes de la ZMG y su relación con un área natural cercana: el BLP. A través del análisis de distintos ejes teóricos, se exploran aspectos clave que permiten entender las causas y efectos de esta desconexión. Uno de los primeros elementos considerados es el papel que juegan las características sociodemográficas como edad, nivel educativo o lugar de residencia, ya que estas influyen significativamente en la percepción

del entorno natural (Botzat et al., 2016). Además, se ha demostrado que ciertos grupos socioeconómicos tienden a valorar más a la fauna urbana que otros (Fuller et al., 2013), lo que podría repercutir en su disposición a conservar la biodiversidad local.

Por otro lado, diversos estudios han mostrado que el imaginario colectivo tiende a privilegiar a los animales domésticos o exóticos por encima de las especies locales. González y Pérez (2018) identifican que esta tendencia está asociada a la frecuencia con que estas especies aparecen en medios masivos y a la familiaridad que se genera desde edades tempranas, lo que reduce la atención hacia la biodiversidad cercana y limita su reconocimiento. Esta inclinación por lo lejano o mediático, antes que, por lo inmediato y cotidiano, puede interpretarse como una señal de desconexión con el entorno natural más próximo.

Diversos autores han enfatizado que las experiencias directas con la naturaleza, ya sea en áreas naturales protegidas como bosques o en espacios verdes dentro de la ciudad (parques, jardines o áreas urbanas arboladas), pueden actuar como un contrapeso ante la creciente indiferencia ecológica. Tanto Cooper et al. (2015) como Miller (2005) coinciden en que este tipo de interacciones fortalecen la valoración de la biodiversidad y ayudan a revertir el fenómeno conocido como “extinción de la experiencia”, el cual no solo se manifiesta por la ausencia de visitas a zonas silvestres, sino también por la falta de contacto cotidiano con la naturaleza más cercana.

Estas diferencias en el tipo y la frecuencia de interacción influyen en la manera en que las personas perciben y reconocen la biodiversidad, pues el conocimiento ecológico puede construirse de forma distinta dependiendo del entorno visitado y la intensidad del vínculo que se establece con él. Asimismo, se ha argumentado que la capacidad de identificar especies específicas, en lugar de referirse únicamente a ecosistemas o categorías genéricas, está estrechamente vinculada con actitudes ambientales positivas y una mayor conexión emocional con la naturaleza (Härtel et al., 2024).

La urbanización, sin embargo, tiende a homogeneizar la biodiversidad percibida, haciendo más visibles a las especies comunes o introducidas en detrimento de las nativas (Botzat et al., 2016; Miller, 2005). Esta percepción sesgada puede dificultar la construcción de una relación significativa con el entorno natural local.

Por último, es probable que las personas desconozcan gran parte de la biodiversidad local, pero aun así manifiesten una disposición a aprender más sobre ella, especialmente si identifican su relevancia ecológica, cultural o emocional. En este sentido, promover la conciencia sobre la biodiversidad en entornos urbanos es una vía clave para revertir el desinterés ambiental y fortalecer el vínculo entre las personas y su medio natural (Miller, 2005).

1.9. Tlalpohualli

El BLP es una de las áreas naturales protegidas más importantes de Jalisco, no solo por su biodiversidad, sino también por su valor educativo, social y cultural. En este contexto, el proyecto Bosque Escuela, busca promover una conexión significativa entre las personas y su entorno mediante experiencias vivenciales en el bosque. Uno de los ejes de esta propuesta es documentar los recorridos y la transformación del entorno a través de imágenes tomadas por las y los visitantes como parte de un esfuerzo de ciencia ciudadana que fortalezca el sentido de pertenencia, la educación ambiental y el monitoreo participativo.

Tlalpohualli es el nombre del sistema de foto estaciones comunitarias que permite observar y registrar de manera visual los cambios en el bosque a lo largo del tiempo. El término proviene del náhuatl y combina *Tonalpohualli*, que significa “calendario ritual” o “conteo del destino”, con *Tlal*, que se traduce como “tierra”. Así, Tlalpohualli puede interpretarse como “el conteo de la tierra” o “calendario de la tierra”, haciendo alusión a un sistema simbólico y cíclico para observar y comprender los procesos naturales desde una perspectiva comunitaria y cultural.

El proyecto se enfoca en la instalación de estaciones fotográficas comunitarias y en la automatización del registro y retroalimentación de dichas imágenes a través del correo electrónico. Se desarrolló un sistema automatizado en la plataforma ArcGIS Enterprise que, al recibir correos electrónicos con fotos tomadas en puntos específicos del bosque, genera GIFs cronológicos, almacena las imágenes localmente en un servidor en la nube de ArcGIS, y responde al remitente con una versión animada de su contribución. Este sistema se diseñó con base en herramientas accesibles, documentación replicable y una estructura pensada para su mantenimiento por futuras generaciones de estudiantes o actores locales involucrados.

El proyecto se trata de fortalecer el vínculo entre las personas y el bosque mediante una experiencia participativa que incentive el monitoreo ambiental, al tiempo que se desarrolla e implementa un sistema tecnológico replicable, accesible y documentado que automatiza el registro visual en estaciones fotográficas comunitarias del BLP.

Este tipo de iniciativas se enmarcan en los principios de la ciencia ciudadana, la cual permite a las personas no especializadas contribuir al conocimiento científico y al monitoreo ambiental mediante la recolección de datos o la participación activa en proyectos colaborativos (Bonney, 2009). En este sentido, Tlalpohualli representa un puente entre la tecnología, la comunidad y el territorio, integrando herramientas digitales con un enfoque cultural y participativo para la conservación del BLP.

1.10. Radiografía del bosque

Radiografía del bosque es entendida como un diagnóstico a modo de mapa mental que divide sus dimensiones ecológicas como sociales, históricas y culturales. A través de herramientas audiovisuales y narrativas se pretende visibilizar lo que atraviesa el bosque, las formas en que distintos actores lo habitan, lo transforman o lo protegen, así como los imaginarios que lo rodean.

La intención es generar un insumo accesible que aporte a la reflexión colectiva sobre el futuro de este espacio natural, fomentando una relación más consciente e informada entre la sociedad y su entorno.

2. Objetivos

Objetivo General (OG):

Fomentar la conservación del BLP mediante la generación, sistematización y divulgación de conocimiento científico, así como la promoción de la participación ciudadana y universitaria a través de proyectos colaborativos e interdisciplinarios que estudien su biodiversidad, accesibilidad, conectividad, usos del suelo y procesos ecológicos, garantizando la continuidad del proyecto a lo largo de los ciclos escolares.

Objetivos específicos:

2.1 Radiografía del Bosque

Diseñar un mapa mental jerárquico que estructure los principales temas de investigación sobre el BLP para fomentar el trabajo colaborativo de otros proyectos dentro del PAP y la continuidad del proyecto a lo largo de los ciclos escolares.

2.2. Difusión

Crear y gestionar contenido audiovisual atractivo para redes sociales que resuma los resultados de cada proyecto del Bosque Escuela, incluyendo imágenes, videos en formato "Reel" ² y publicaciones informativas, con el fin de inspirar la participación ciudadana y generar conciencia sobre la importancia de la conservación.

2.3. Biodiversidad del Bosque

Desarrollar una guía ciudadana de árboles representativos del BLP mediante la identificación de las especies más comunes partir de bases de datos científicas, la sistematización de información taxonómica, morfológica y fenológica y el diseño de un recurso visual que facilite su reconocimiento.

2.4. Tlalpohualli

Fomentar la participación de la ciudadanía y la comunidad del ITESO en la observación, contemplación y monitoreo del bosque, integrándolos en procesos de investigación colaborativa. El objetivo es estudiar el BLP y documentar sus ciclos, comprender sus transformaciones y analizar su restauración tras disturbios como incendios. Así, el bosque se convierte en un espacio vivo de aprendizaje, conexión y memoria colectiva.

2.5. Análisis de presión y conectividad del paisaje

Cuantificar los cambios en el uso de suelo en los alrededores del BLP, desde el decreto del bosque como Área Natural Protegida en 1980 hasta la actualidad.

2.6. Acceso al bosque

Caracterizar espacial y cualitativamente la accesibilidad al BLP, con especial énfasis en el acceso entendido como entrada al bosque, en términos físicos.

2.7. Propagación de especies nativas

Propagar especies vegetales tanto nativas del BLP, como en peligro de extinción que tengan un valor cultural, por medio de técnicas de propagación *in vitro* y *ex vitro*.

2.8. Bosque Escuela

² Reel: Un "Reel®" es un video corto y entretenido publicado en Instagram y Facebook. Los Reels® son una herramienta poderosa para estrategias de marketing en línea. Estos videos suelen presentar música de fondo pegajosa y una edición rápida que incluye cortes rápidos y efectos visuales para mantener a los espectadores comprometidos. *REEL® - Diccionario de marketing - Upnify.* (s. f.). <https://upnify.com/es/diccionario-marketing/reel.html>

Involucrar a la comunidad universitaria y la población en general en la conservación del Bosque y la divulgación del conocimiento científico. Así como dar a conocer los avances y proyectos de este PAP.

3. Justificación

3.1 Micropropagación de orquídeas

México es reconocido por su notable diversidad de orquídeas, albergando aproximadamente 1,300 especies, de las cuales cerca del 40 % son endémicas (Mondragón et al., 2025). Esta riqueza florística constituye un patrimonio biológico de alto valor ecológico y cultural. Sin embargo, muchas de estas especies enfrentan amenazas significativas debido a la degradación ambiental, el cambio de uso de suelo, la sobreexplotación y el comercio ilegal (Cox-Tamay, 2013). Especies como *Laelia speciosa*, *Prosthechea karwinskii* y *Encyclia mariae* se encuentran actualmente bajo diversas categorías de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010).

La micropropagación es una técnica biotecnológica basada en el cultivo in vitro, ofrece una alternativa viable para la conservación y aprovechamiento sustentable de estas especies. Permite la multiplicación masiva de individuos genéticamente idénticos en un periodo relativamente corto, utilizando una cantidad mínima de material vegetal, lo cual reduce la presión sobre las poblaciones silvestres (Mondragón et al., 2025). Además, favorece la preservación de germoplasma, la reintroducción de plantas a su hábitat natural y el desarrollo de programas de restauración ecológica (Cazarez et al., 2016).

El desarrollo de protocolos eficientes de micropropagación para especies endémicas y amenazadas de orquídeas en México contribuirá no solo a su conservación ex situ, sino también a generar alternativas de producción sustentable que podrían beneficiar a comunidades rurales a través del cultivo y comercialización responsable de estas plantas (Espejo et al., 2002; Carvajal-Hernández et al., 2014). Por tanto, este enfoque se alinea con los objetivos nacionales e internacionales de conservación de la biodiversidad, promoviendo el equilibrio entre el uso de los recursos naturales y la protección del capital biológico del país.

3.2 Análisis de presión y conectividad del paisaje

El análisis de la presión y la conectividad del paisaje es fundamental para evaluar el estado funcional del BLP frente al crecimiento urbano e impactos antropogénicos acumulados a lo largo del tiempo. Este enfoque permite no solo identificar los cambios de uso de suelo que han fragmentado la cobertura vegetal, sino también evaluar su repercusión en la integridad ecológica del ecosistema, particularmente en términos de continuidad y calidad del hábitat para la biodiversidad nativa.

La aplicación de una teselación hexagonal sobre la zona de estudio brinda una ventaja analítica significativa, ya que facilita la comparación espacial homogénea entre distintas décadas (1985–2025) y permite medir patrones de fragmentación y presión con mayor precisión. Asimismo, este análisis es clave para reconocer el impacto histórico que ha habido sobre el bosque, y su relación con áreas naturales circundantes a él. Para ello se usó como referencia la capa de corredores bioclimáticos para la conservación de biodiversidad del portal de CONABIO, el cual muestra las zonas de especial interés, que se ubican en el norte, noroeste, sur y suroeste del polígono del BLP.

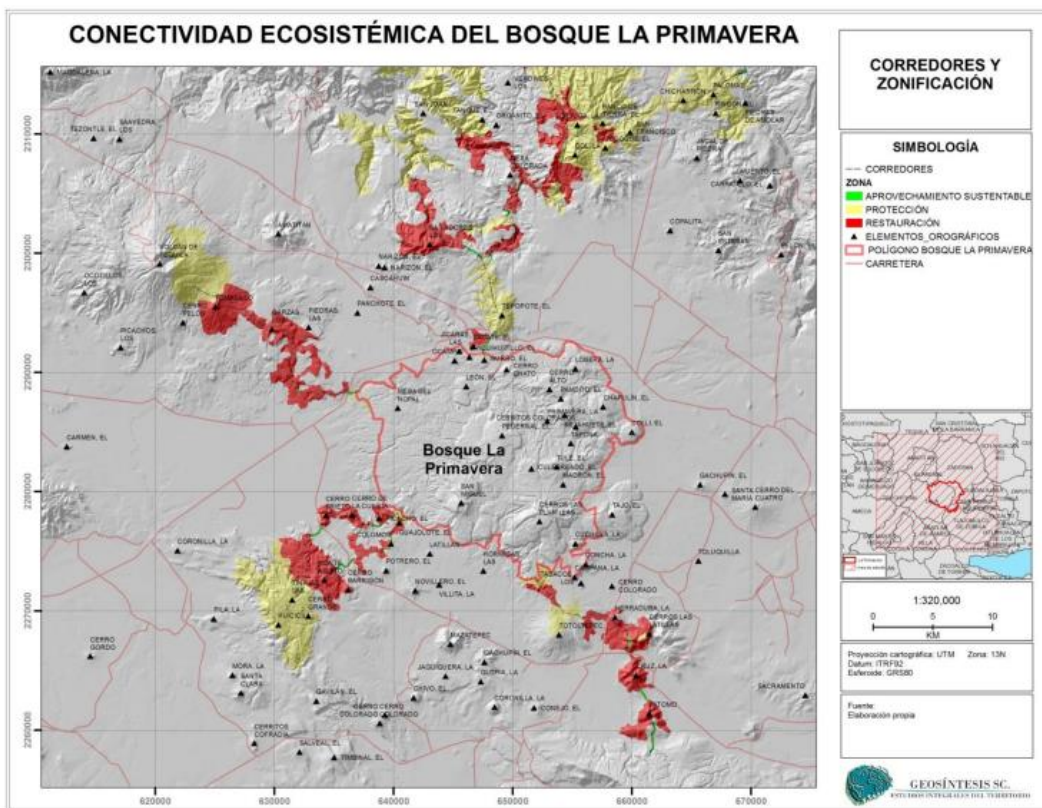


Figura 1. (SEMADET, 2018)

3.3 Difusión

La difusión de los proyectos del Bosque Escuela es fundamental para fortalecer el impacto social de sus actividades y promover una mayor participación comunitaria en la conservación del BLP. En un mundo cada vez más conectado digitalmente, las redes sociales se han convertido en una herramienta poderosa para amplificar mensajes y generar conciencia sobre temas ambientales. En la era digital contemporánea, las redes sociales se han convertido en herramientas poderosas para la transformación social. Su capacidad para conectar a millones de personas en tiempo real, cruzando fronteras geográficas y culturales, ha permitido que diversas causas y movimientos sociales ganen una visibilidad sin precedentes (Vázquez Alonso, 2024, p. 4).

En este contexto, el proyecto "Staff Picks" responde a esto para mantener a la audiencia presente en redes sociales por medio de la creación de contenido audiovisual atractivo que es crucial para captar la atención de las audiencias digitales, que suelen preferir formatos dinámicos y visuales. Donde esta necesidad de fortalecer las conexiones entre científicos, estudiantes y comunidades locales, la comunicación por redes sociales funciona como un puente entre el conocimiento técnico y la experiencia cotidiana de los habitantes del bosque. De esta manera, "Staff Picks" no solo promueve la difusión de información, sino que también contribuye a la creación de una red de apoyo que es fundamental para la sostenibilidad a largo plazo del proyecto Bosque Escuela.

3.4 Biodiversidad del bosque

El BLP, aunque es un área natural protegida de alto valor ecológico, enfrenta un bajo nivel de conocimiento público sobre su diversidad arbórea. Esta situación limita las posibilidades de apropiación social y participación ciudadana en su conservación.

Ante este panorama, el desarrollo de una guía ciudadana de árboles nativos y representativos del BLP se justifica como una herramienta estratégica para fortalecer los vínculos acción entre la sociedad y su entorno natural inmediato. A través de la identificación de las especies más comunes, la sistematización de información científica y el diseño de un recurso visual accesible, esta guía busca facilitar el reconocimiento de la flora local y fomentar una cultura de observación, aprendizaje y cuidado del bosque.

El proyecto se sustenta en un enfoque interdisciplinario que articula metodologías de ciencia ciudadana, taxonomía botánica, diseño gráfico y comunicación de la ciencia. Esta integración permite generar un producto riguroso y funcional, que puede ser utilizado tanto en contextos educativos como comunitarios.

Además de su valor divulgativo, la guía contribuirá a la difusión del conocimiento científico en formatos comprensibles y atractivos para públicos no especializados, promoviendo así procesos de apropiamiento, sensibilización ambiental y participación activa en acciones de conservación del BLP.

3.5 Desconexión ser humano naturaleza

La pérdida de biodiversidad no solo es un fenómeno ecológico, sino también cultural. Una de las causas profundas de esta crisis es la desconexión creciente entre las personas y su entorno natural (Miller, 2005). En contextos urbanos como la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), esta desconexión se manifiesta en la falta de conocimiento sobre las especies locales y en la limitada valoración de los servicios ecosistémicos que ofrecen.

Diversos estudios han demostrado que el conocimiento explícito sobre la biodiversidad está directamente relacionado con actitudes ambientales positivas y con una mayor disposición a participar en acciones de conservación (Härtel et al., 2024; Cooper et al., 2015). Específicamente, se ha observado que el contacto frecuente con espacios naturales, así como la interacción con aves urbanas y fauna local, puede fomentar una conexión emocional con la naturaleza (Fuller et al., 2013; Botzat et al., 2016).

Este proyecto busca diagnosticar qué tan consciente es la población de la ZMG de su biodiversidad local, y si existen patrones en el conocimiento que varían según el contexto urbano, la frecuencia de visitas a áreas verdes y/o al BLP, el nivel educativo o la edad. Además, busca entender el imaginario colectivo de las personas, para analizar cuáles son los animales y plantas que ellos piensan, y ver si estos coinciden con aquellos locales. Existe una tendencia en los jóvenes a recordar primero animales domésticos o exóticos, ignorando en gran medida a las especies nativas, lo cual se asocia con una menor valoración del entorno inmediato (González, M., & Pérez, L., 2018).

3.6 Tlalpohualli

El BLP enfrenta serias amenazas como la urbanización, explotación de recursos y recurrentes incendios. A pesar de su valor ecológico, sigue siendo un espacio subestimado y fragmentado. Este proyecto de ciencia ciudadana busca involucrar a la comunidad en el monitoreo ambiental del bosque, permitiendo la observación continua de su evolución y restauración. A través de estaciones fotográficas comunitarias, los participantes registran y documentan cambios en el paisaje, contribuyendo a una mejor comprensión de los procesos ecológicos y de restauración tras disturbios.

La justificación del proyecto radica en su capacidad para generar datos valiosos accesibles, automatizando el proceso de registro visual y fomentando un vínculo más cercano entre las personas y su entorno natural. Esta participación activa fortalece la conciencia ambiental y el compromiso social hacia la conservación del bosque, creando una red de apoyo que favorece su preservación a largo plazo. En un contexto de crisis climática, iniciativas como esta son cruciales para promover un aprendizaje colectivo y sostenible, integrando a las comunidades locales en la protección y restauración de su entorno natural.

3.7 Radiografía del bosque

El BLP, reserva ecológica de alto valor ambiental, se encuentra en una situación crítica marcada por la urbanización acelerada, explotación de recursos y los incendios recurrentes. Pese a su importancia para la calidad del aire, y la biodiversidad del occidente mexicano, sigue siendo un territorio invisibilizado, fragmentado y frecuentemente reducido a cifras o discursos institucionales.

La necesidad de realizar un diagnóstico o “radiografía” del bosque surge de la urgencia por comprender este ecosistema desde una mirada amplia, crítica y multidimensional. Este proyecto busca ir más allá de una visión meramente técnica o ecológica, proponiendo una aproximación que integre las dimensiones ambientales, sociales, culturales, históricas y simbólicas del territorio. La radiografía pretende actuar como un mapeo de los conflictos, memorias, biodiversidad y ecosistema que existen en el bosque.

Además, se justifica por la necesidad de generar insumos accesibles y sensibles (audiovisuales y narrativos) que conecten con diferentes públicos y fomenten una relación más consciente y afectiva con el bosque. Este tipo de herramientas puede contribuir no solo a la educación ambiental, sino también a la incidencia social y política, al poner en circulación otras voces y otros modos de representar el territorio.

En un contexto global de crisis climática y desconexión con la naturaleza, este proyecto se inserta como una acción local con miras a fortalecer el vínculo entre las comunidades humanas y los espacios que les permiten habitar y existir. Asimismo, sienta las bases para que su desarrollo continúe y evolucione en futuros semestres, permitiendo que nuevos grupos amplíen y reinterpreten la radiografía del bosque desde otras miradas y experiencias.

4. Antecedentes

4.1 Micropropagación de Orquídeas

Las orquídeas representan una de las familias botánicas más diversas del mundo, con más de 25,000 especies descritas a nivel global, de las cuales alrededor de 1,200 se encuentran en México, posicionándolo como uno de los países con mayor riqueza en este grupo (Espejo et al., 2002). Sin embargo, factores como la deforestación, el cambio climático, el comercio ilegal y la extracción no regulada han contribuido al declive de muchas poblaciones naturales, especialmente de aquellas especies endémicas con distribución restringida (Cox-Tamay, 2013). En respuesta a esta problemática, diversas instituciones académicas y centros de investigación han desarrollado protocolos de micropropagación para especies mexicanas como *Prosthechea citrina*, *Laelia autumnalis* y *Encyclia mariae*, con el fin de promover su conservación y reproducción ex situ (Cázar et al., 2016; Carvajal-Hernández et al., 2014).

Uno de los esfuerzos más destacados ha sido llevado a cabo por el Jardín Botánico Clavijero del Instituto de Ecología, A.C., donde se han implementado programas de cultivo in vitro para especies amenazadas, demostrando la viabilidad de la micropropagación como herramienta para la conservación de orquídeas nativas (Espejo et al., 2002). Además, los estudios han mostrado que la propagación a partir de semillas asimbióticas permite una producción eficiente de plántulas, superando las barreras que presenta la germinación en condiciones naturales debido a la dependencia de hongos micorrízicos específicos (Cázar et al., 2016).

Estos antecedentes demuestran la importancia de continuar con la investigación en técnicas de micropropagación, no solo como un medio para la conservación de especies en riesgo, sino también como una alternativa sostenible que puede ser integrada en programas de educación ambiental y desarrollo comunitario en regiones biodiversas de México.

4.2 Difusión:

Al inicio del semestre, tanto la página de Instagram del proyecto como los materiales preparados para trabajar en las plataformas de Canva, Linktree y Miró, se encontraban en excelentes condiciones para su uso. Esto fue posible gracias a una cuidadosa organización y planificación previa, que incluyó la estructura clara de los contenidos, la definición de objetivos de difusión y la creación de espacios digitales bien organizados. En estas plataformas, se encuentran los manuales de imagen, contraseñas, guías e información específica de como atender las líneas de trabajo dentro del PAP.

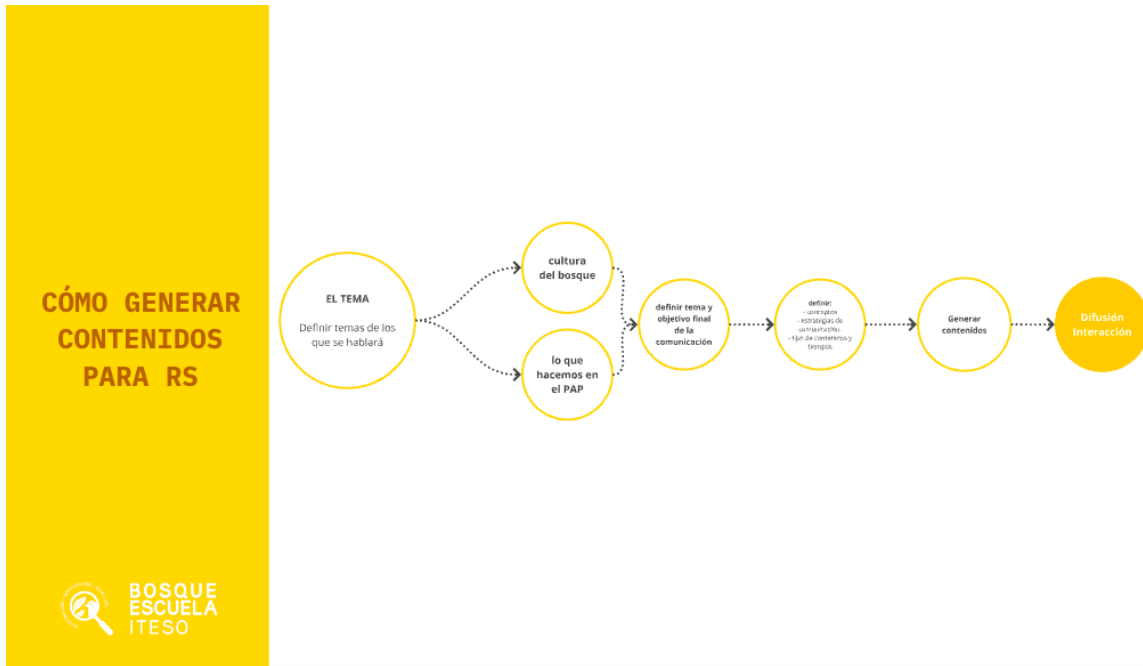


Figura 2. Manual de Imagen BE ITESO.

Las redes sociales del proyecto ya contaban con una estructura sólida, publicaciones visualmente atractivas y un estilo de comunicación que generaba buenas interacciones con su público, reflejando una planificación estratégica previa. Sin embargo, al revisar el contenido, identificamos una deficiencia importante: aunque los mensajes informaban sobre la biodiversidad y las actividades del proyecto, faltaba una conexión más profunda entre el bosque y las experiencias humanas, un aspecto crucial para fortalecer el vínculo emocional con las audiencias.

3.2 TIPO DE CONTENIDO

POST DE CONVOCATORIAS O INVITACIONES

Estas publicaciones tienen el propósito de anunciar y convocar a personas a participar en eventos, actividades, reuniones o cualquier tipo de iniciativa específica.

Se suelen hacer para anunciar:

1. Voluntariado de bosque escuela
2. Eventos

OTROS EJEMPLOS DE POST INFORMATIVO

https://www.instagram.com/p/Cz7e0jDOw8n/?img_index=1
https://www.instagram.com/p/CxozlXwN2U/?img_index=1
<https://www.instagram.com/p/Cx6wG5EukGw/>
https://www.instagram.com/p/CrCAkwwOg7W/?img_index=1



Figura 3. Manual de Imagen BE ITESO.

Reconociendo esta oportunidad, decidimos desarrollar una nueva estrategia centrada en promover la conexión más espiritual y emocional del ser humano con el bosque, creando contenidos que inspiran a los usuarios a valorar y proteger su entorno natural. Esta iniciativa busca cerrar la brecha entre la información científica y la experiencia humana, haciendo que el BLP se sienta más cercano y relevante para sus comunidades digitales.

4.3. Biodiversidad del Bosque

El proyecto de Biodiversidad del Bosque dentro del PAP ya había realizado previamente propuestas de guías de flores y pájaros con diferentes ediciones, con el fin de ser una herramienta que ayudara a identificar las principales especies que se encuentran en el BLP.

Esto surge el fin de resolver la falta de información y educación sobre los ecosistemas que son parte del Bosque y como existe una relación simbiótica entre ellos. En esta ocasión, durante el semestre se buscó crear una guía de los árboles más comunes del bosque y su taxonomía, morfología y fenología para poder ser reconocidos. Al igual que las ocasiones anteriores, la información fue recopilada mediante el uso de plataformas de ciencia ciudadana como ¡Naturalist Mexico y Enciclovida de la CONABIO.

El diseño de la guía de árboles tomo en cuenta las otras guías para crear el equivalente de las características propias de los árboles. Tomando en cuenta que muchas especies eran caducifolias, se buscó información complementaria como la altura, semillas y temporada de floración y fructificación.

4.4. Tlalpohualli

El proyecto del BLP dentro del ITESO comenzó con la idea de implementar postes fotográficos para el monitoreo del paisaje, una herramienta sencilla pero efectiva para capturar la evolución del ecosistema a lo largo del tiempo. Aunque la idea estaba registrada en los planes del Bosque Escuela, no existía una infraestructura tecnológica o metodológica establecida para llevarla a cabo.

Durante las primeras etapas de investigación, se planteó generar un prototipo similar al del proyecto *Chronolog*³, una plataforma que utiliza el monitoreo fotográfico para crear una

³ Chronolog es una herramienta que promueve la participación de la ciudadanía en proyectos de ciencia ciudadana, mediante la colaboración con parques, museos, instituciones educativas, centros de

línea del tiempo del paisaje. Esta idea inspiró al equipo, ya que proporcionaba un modelo funcional sobre el uso de imágenes para observar cambios a lo largo del tiempo. Sin embargo, la metodología del proyecto del ITESO no replicó la tecnología exacta de Chronolog, sino que se adaptó a un formato más accesible: en lugar de una plataforma interactiva como Chronolog, el sistema desarrollado requería que las imágenes fueran enviadas por correo electrónico y, como respuesta, el usuario recibía un archivo .gif con la evolución de las fotos.

Este enfoque más simple y accesible se alineaba con los recursos disponibles, mientras que también buscaba facilitar la participación de la comunidad del ITESO y del público en general, invitándolos a ser parte del monitoreo y conservación del BLP. A través de esta propuesta, se busca fortalecer el vínculo entre las personas y su entorno natural, mientras se recogen datos visuales que permiten evaluar los efectos de la restauración del ecosistema a lo largo del tiempo.

5. Contexto

El PAP se desarrolla en el marco de una compleja problemática socioambiental que afecta al BLP, una de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) más importantes del occidente de México, ubicada en el estado de Jalisco y colindante con la ZMG. Esta metrópoli, conformada por municipios como Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga, concentra una población superior a los 5 millones de habitantes, lo que la convierte en una de las ciudades más grandes y dinámicas del país.

Desde el punto de vista ambiental, el BLP constituye un ecosistema prioritario por su alta biodiversidad, su función como regulador climático e hídrico y su papel como refugio de especies endémicas. No obstante, enfrenta una serie de presiones derivadas del crecimiento urbano acelerado, la expansión de la frontera agrícola, los incendios forestales, la contaminación y la fragmentación del hábitat. Estas amenazas han deteriorado significativamente la conectividad ecológica del paisaje y han incrementado los riesgos para la integridad del bosque y los servicios ecosistémicos que proporciona, afectando tanto a la fauna como a la calidad de vida de la población humana.

En el plano sociodemográfico, la desigualdad en el acceso a los espacios naturales es otro de los problemas relevantes. Las diferencias económicas, de ubicación y de infraestructura

interpretación ambiental y organizaciones dedicadas a la conservación. Con el respaldo de más de 100,000 personas colaboradoras y alrededor de 300 instituciones a nivel global, la plataforma facilita el monitoreo sistemático de cambios en el entorno natural. Su objetivo principal es fortalecer el vínculo entre las comunidades y la naturaleza, al mismo tiempo que contribuye a la generación de datos relevantes para la investigación y la gestión ambiental.

urbana generan condiciones desiguales en la posibilidad de interacción con el BLP. Mientras ciertos sectores sociales tienen facilidad para acceder y disfrutar del bosque (por ejemplo, mediante actividades recreativas como el ciclismo), otros grupos enfrentan barreras físicas, económicas y simbólicas que limitan su vínculo con la naturaleza.

Desde una perspectiva cultural y educativa, se ha identificado una creciente desconexión entre las personas, especialmente en contextos urbanos, y su entorno natural. Este fenómeno, conocido como “extinción de la experiencia”, contribuye a una baja conciencia ambiental, una limitada valoración de la biodiversidad local y un déficit en el conocimiento ecológico. Esta situación reduce la participación ciudadana en la conservación y compromete la sostenibilidad de los ecosistemas.

A nivel político e institucional, aunque el BLP cuenta con un estatus de protección federal desde 1980, las políticas de ordenamiento territorial y conservación ambiental han mostrado limitaciones en su implementación y vigilancia, lo cual ha permitido un uso de suelo inconsistente con los objetivos de conservación. Asimismo, las dinámicas económicas dominantes favorecen desarrollos inmobiliarios y agrícolas en zonas de amortiguamiento, intensificando los conflictos socioambientales.

En este contexto multidimensional, el PAP “Bosque Escuela” se propone como una respuesta integral que combina investigación científica, participación comunitaria y estrategias de comunicación para fomentar una relación más justa, sostenible y consciente entre la sociedad y el Bosque La Primavera. Mediante acciones colaborativas y transdisciplinarias, el proyecto busca incidir en la restauración ecológica, la educación ambiental, el monitoreo participativo, la difusión del conocimiento y la justicia territorial.

6. Desarrollo

6.1 Micropropagación de orquídeas

Como parte de la realización del objetivo específico 1, el desarrollo de la propuesta de micropropagación de orquídeas de este semestre constó del mantenimiento de plántulas de orquídeas germinadas en periodos previos del proyecto de aplicación profesional.

En primera instancia, se identificó cual medio de cultivo de propagación de cultivos vegetales es óptimo para el mantenimiento de plántulas de para las especies: *Oncidium stelligerum*, *Bletia macrithmochila*, *Brassavola cucullata*, *Laelia albida* y *Laelia rubescens*. Se encontró que a pesar de que el medio MS tiene un mejor desempeño en la germinación de semillas, el medio Phytamax tiene mejor desempeño para el mantenimiento de plántulas debido a su capacidad de multiplicación de orquídeas proporcionado por los factores de

crecimiento myo-inositol, ácido nicotínico y tiamina (Mukhopadhyay, 1994), por lo tanto, se seleccionó dicho medio de cultivo para su preparación.

La preparación de un litro de medio de cultivo Phytamax requirió del pesaje de 25.3 gramos de Medio Phytamax P0931 en polvo, 10 gramos de sacarosa, 8 gramos de agar y 3.5 gramos de carbón activado. Posteriormente, se disolvieron los reactivos a excepción del agar en 1 litro de agua destilada y se ajustó el pH a 5.8 mediante HCl (0.1M) y NaOH (0.1M); después, se añadió el agar y se hirvió en horno de microondas. Finalmente, el medio de cultivo se esterilizó en autoclave a 121°C, 15 psi durante 15 minutos.

El proceso de esterilización además de incluir el medio de cultivo también contó con material de laboratorio necesario para el mantenimiento de plántulas como: pinzas, vidrio de corte y bisturí.

El mantenimiento de plántulas de orquídea requiere de un ambiente estéril, el cual es provisto por una cabina de bioseguridad, cuyas superficies son limpiadas con etanol al 70%, después se incluyó todo el material necesario para la resiembra dentro de la cabina como: medio de cultivo, mechero de alcohol, vasos de precipitado, frascos de vidrio, pinzas, vidrio de corte y bisturí, se encendió la luz ultravioleta durante 15 minutos, se encendió el flujo laminar y una vez estabilizado el flujo se introdujo las plántulas y medios de cultivo previamente desinfectados a la cabina de bioseguridad.

El proceso de resiembra constó de un proceso en el que se abrieron los frascos de vidrio con medio de cultivo flameando las orillas, se sumergió en etanol al 70% material metálico como pinzas y bisturí que después se flamearon por 5 segundos. Posteriormente, se tomaron las plántulas con las pinzas y se sembraron en los frascos con medio fresco con alrededor de 5mm de profundidad, antes de cerrar el frasco se flameo la boca del mismo y se selló con Parafilm. Finalmente, los frascos con plántulas fueron cultivados a 25°C con fotoperiodo de 16 horas luz 8 horas oscuridad.

La tabla 1 muestra la organización por semanas de la carga de trabajo durante el semestre.

Actividad	Semana de Trabajo															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Investigación																
Preparación de medios de cultivo																

Mantenimiento de orquídeas																
Esterilización en sucio																
Redacción R-PAP																

Tabla 1. Organización de trabajo para proyecto de micropropagación de orquídeas

6.2 Propagación de plantas nativas

Sustento metodológico

La recolección de semillas en campo se apoya en la ecología de la regeneración natural, que estudia los mecanismos de dispersión, latencia y viabilidad de las semillas en su ambiente de origen (Baskin & Baskin, 2014). Además, la fisiología de la semilla, incluyendo dormancia y requisitos de temperatura, luz y humedad, es fundamental para comprender qué tratamientos previos optimizarán la germinación (ISTA, 2019).

Para el monitoreo del crecimiento de las plantas, aunque se haya llevado a cabo de manera rudimentaria mediante conteos manuales semanales, tiene sustento en la fenología vegetal y la ecología de poblaciones, disciplinas que señalan la importancia de registrar la dinámica de germinación y mortalidad en las primeras semanas tras la siembra para evaluar el establecimiento inicial de las plántulas. (Moles, A. & Westoby, M. 2004).

Los datos generados a partir de los conteos semanales permiten construir curvas de germinación y supervivencia y aunque no se haya aplicado un muestreo estratificado formal, la repetición de conteos en puntos de siembra fijos permite seguir la evolución temporal de cada lote y mejorar la replicabilidad de los datos.

Plan de trabajo

La selección de las especies con las que se trabajó durante este semestre se llevó a cabo mediante diferentes criterios: 1) Guía de flores comunes de BLP, 2) Información recabada de los árboles más comunes del BLP (ver apartado XXX en este documento), 3) Visitas a los predios del ITESO en el BLP.

Durante visitas al BLP se recolectaron semillas que posteriormente fueron germinadas y se monitoreó su crecimiento en el HUAL.

En la Tabla 2 se esquematizó por semanas las actividades que se realizaron durante el semestre, así como los recursos que se llegaron a necesitar.

Tabla 2. Calendarización de actividades del proyecto.

Nombre de la actividad	Recursos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16
Investigación de especies	RB																
Recolección de semillas en BLP	RR AP																
Germinación de semillas en huerto	RS AP																
Monitoreo de crecimiento																	
Entrega RPAP																	
Presentación final																	

*RB (recursos bibliográficos), RR (recursos de recolección de semillas), RS (Recursos de siembra), AP (Asesoría profesores).

Desarrollo de la propuesta de mejora

Para la propagación de especies nativas se realizó la recolección de semillas en el BLP, especialmente diseñado para dar un entorno propicio que ofrezca recursos a insectos y polinizadores. Inicialmente se investigó información sobre especies de árboles con más observaciones en la plataforma iNaturalist para después identificar cuáles de ellas son nativas, esto con el propósito de contribuir también a la búsqueda de información para la creación de la Guía de Árboles, otro proyecto dentro de este mismo PAP.

Considerando que las plantas tienen diferentes facetas en su desarrollo, se realizó una visita al BLP y al HUI para identificar a las especies que estuvieran en proceso de floración y de fructificación, y así poder recolectar sus semillas. Una vez que fueron identificadas en campo las plantas con presencia de semillas, se procedió a su recolección y fueron colocadas en sobres manila que fueron almacenados en un casillero hasta su siembra. Las especies recolectadas fueron manga de niño (*Cuphea jorullensis*), salvia (*Salvia* sp.),

espinosilla (*Loeselia mexicana*), encino (*Quercus castanea*), cosmos (*Cosmos sulphureus*), algodóncillo (*Asclepias curassavica*) y guamúchil (*Pithecellobium dulce*).

Para la siembra se realizó la selección de las semillas y se preparó el sustrato a utilizarse con Peat Moss (sustrato de turba) con asesoría de la Mtra. Luz Pérez, encargada del HUIA. Se optó por realizar la siembra tanto en bandeja/semillera como en una cama completa para las herbáceas (Figura 4), así como en bolsas especiales para los árboles, las cuales se mantuvieron dentro del vivero del HUIA con riego automático a partir de entonces. Se realizaron monitoreos semanales para observar su germinación.



Figura 4. Cama y bandeja con semillas.

6.4. Análisis de presión y conectividad del paisaje

Sustento teórico y metodológico

Según el Servicio Geológico Mexicano, un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un “conjunto integrado de medios y métodos informáticos, capaz de recoger, verificar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos espacialmente referidos a la Tierra” (SGM, 2017). En la práctica, los datos se organizan en capas. Estas pueden estar en formato vectorial, como puntos, líneas o polígonos, o en formato ráster, que son imágenes formadas por celdas (píxeles) con valores numéricos. Los SIG permiten combinar estas capas con bases de datos alfanuméricas y realizar análisis espaciales complejos: superposiciones, interpolaciones, clasificaciones, entre otros (SGM, 2017).

Para el caso de este proyecto el análisis de estos datos se realizó mediante las herramientas del software ArcGIS Pro desarrollado por Esri en su versión más reciente (3.4) lanzada en 2024.

Hoy en día, la mayoría de los datos usados en SIG se obtienen mediante sensores remotos instalados en aeronaves o satélites. Algunos sensores son pasivos: miden la radiación solar reflejada por la superficie terrestre, en bandas como el visible o el infrarrojo. Otros, los sensores activos, emiten su propia señal. Estos datos se convierten en imágenes multibanda donde cada píxel representa la cantidad de radiación captada. (Congedo, 2016).

Para este análisis se utilizaron imágenes del programa Landsat, una iniciativa conjunta de la NASA y el USGS que existe desde 1972. Sus satélites cuentan con sensores multiespectrales capaces de registrar información en distintas bandas, que representan ciertas porciones del espectro electromagnéticos. Cada banda genera una imagen ráster, y cada píxel almacena un valor que representa la intensidad de señal. Diferentes coberturas del suelo, como cuerpos de agua, vegetación o zonas urbanas reflejan la luz de forma distinta. Esto les da una “firma espectral” que nos permite distinguirlas (Congedo, 2016).

A partir de esa información se realizó una clasificación supervisada. En este tipo de análisis, primero se definen áreas de entrenamiento sobre la imagen, correspondientes a clases conocidas (bosque, agricultura, suelo urbano, etc.). El software calcula las firmas espectrales de cada clase, y luego clasifica cada píxel según a cuál se parece más. Se pueden aplicar diferentes algoritmos (como Máxima Verosimilitud, Árboles de Decisión o redes neuronales) para obtener un mapa temático donde cada píxel tiene asignado un tipo de cobertura (Congedo, 2016).

El uso de imágenes Landsat desde 1985 hasta el 2024 analizadas en ArcGIS Pro para detectar pérdidas de cobertura forestal y cambios de uso, permiten cuantificar cómo ha aumentado la presión urbana sobre el BLP, además, las clasificaciones supervisadas de las imágenes proporcionan mapas temáticos de cobertura en distintos años, mismos que servirán para medir tasas de cambio en los bordes del área natural protegida.

Para una interpretación adecuada de este proyecto se deben de entender los conceptos de presión antrópica y conectividad ecológica ya que son clave para entender los procesos que afectan al bosque. La presión antrópica alude a las alteraciones en el ecosistema que provocan las acciones humanas y suele medirse mediante indicadores como tasas de deforestación, de expansión urbana o fragmentación del paisaje. Estas dinámicas

evidencian los efectos de la acción humana en el funcionamiento ecológico ya que, a mayor presión, menor capacidad del ecosistema para mantener su integridad. (Habit et al., 2024)

El concepto de conectividad ecológica se refiere al grado en el que el territorio permite el movimiento de organismos y algunos procesos ecológicos, entre distintos parches naturales. Algunos estudios resaltan como la fragmentación del hábitat reduce la conectividad ecológica. (Herrera, & Varela, E. 2013). Con los resultados de este proyecto se puede analizar el grado de fragmentación en el BLP, así como la pérdida de conectividad con zonas naturales cercanas como el cerro del tepopote al norte o el corredor de cerro viejo al sudeste.

Estos conceptos enmarcan la metodología que se empleó en el proyecto, justificando el uso de imágenes Landsat multitemporales analizadas en un SIG para detectar pérdidas de cobertura forestal y cambios de uso. La teledetección y SIG permiten cuantificar cómo ha aumentado la presión urbana sobre el bosque, acelerando la fragmentación del paisaje y reduciendo la conectividad entre parches forestales.

Planeación y seguimiento del proyecto

El BLP fue designado como Área Natural Protegida el 6 de marzo de 1980, por decreto presidencial (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2019). Desde entonces, la tasa de cambio de uso de suelo en el bosque y sus alrededores ha variado con el tiempo. Se puede suponer que el cambio de uso de suelo también depende de la localización en el espacio: si no es igual en diferentes polígonos del perímetro alrededor del BLP, se puede preguntar, ¿en función de qué es diferente?

Para conocer la respuesta, se tienen que obtener primero las tasas de velocidad y aceleración del decrecimiento del bosque y cambio de uso de suelo. Esto permitiría encontrar las zonas en las que las tasas de cambio de uso de suelo son mucho mayores y, en relación con sus características, proponer una respuesta a la interrogante. Al mismo tiempo, con estos resultados es posible evaluar la efectividad de instrumentos ambientales de ordenamiento territorial, en este caso ANP y Zona de Protección Forestal.

Este trabajo aplica herramientas de SIG y de sensores remotos (SR) para investigar este tipo de cuestionamientos, que surgen sobre el caso del BLP en torno a las nociones de “conectividad” y “presión”.

Esquema general de los procedimientos y principales herramientas utilizadas

1. Planteamiento del trabajo
Se establece la propuesta de Conectividad y sus objetivos, así como las principales fases de acción para lograrlos y su orden.
Herramientas: discusión en clase.

2. Compilación de recursos satelitales
Descarga de imágenes geográficas del área relevante, del sitio del *United States Geological Survey (USGS)*. Obtener de los satélites *Landsat* para los que haya archivos disponibles en cada intervalo de tiempo.
Herramientas: *USGS, Landsat (SR)*.

3. Preprocesamiento de la información geográfica
Las imágenes se tienen que tratar en SIG previamente a su uso, para tenerlas en un formato adecuado que facilite su clasificación y estudio de cambio.
Herramientas: *ArcGIS (SIG)*.

4. Clasificación supervisada
Se obtienen mapas que representan los diferentes usos de suelo en el área alrededor del bosque.
Herramientas: *ArcGIS*.

5. Estimación y estudio del cambio de uso de suelo
Se construyen tablas de información sobre el cambio de uso de suelo en el bosque y sus alrededores, entre diferentes momentos de tiempo.
Herramientas: *ArcGIS, Excel*.

Detalles y calendarización de cada procedimiento

Tabla 3. Calendario del esquema general de trabajo.

Fase	Semana de trabajo															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Establecimiento del programa de actividades principales

- En el sitio de USGS se tienen imágenes remotas de la región en cuestión, de diferentes misiones de satélites Landsat, desde los 80s. Hay que hacer un historial de estas para ver el avance en el tiempo de la ciudad en el área del bosque.
- Descargar imágenes satelitales, en una escala de cada 5 años desde los 80s para conformar un acervo.
- Se requieren correcciones a las imágenes originales, con el “factor de escalamiento” correspondiente, de modo que los pixeles de reflectancia y térmicos queden entre 0 y 1.
- Hay que clasificar las imágenes en clases de uso de suelo. Esto da la cobertura del terreno, con la que se pueden calcular cambios y tasas.
- Finalmente, hay que cuantificar las tasas de cambio de uso de suelo o de conversión del terreno.
- Facilita esta tarea dividir el bosque por cuadrantes y determinar las tasas por cada uno de estos.
- Los principales recursos teóricos con los que se cuentan para resolver cada una de estas actividades son los tutoriales del curso “SIG y SR”, de la carrera Ingeniería Ambiental. Todos fueron elaborados por el profesor Hugo de Alba, coordinador del proyecto Bosque Escuela, quien los compartió en el archivo del proyecto en *Teams*.
- Secuencia cronológica de procedimientos principales: Descarga -> Corrección -> Clasificación -> Análisis -> Resultados

Compilación de recursos satelitales (5 de febrero 2025 - 19 de febrero 2025)

Imágenes satelitales

- Descargar conjuntos de bandas Landsat B1-B7 y B10 (de la página USGS), cada 5 años desde 1985 hasta 2024 (año más reciente en que hay capturas remotas), del satélite en que se encuentren disponibles. Por ejemplo, los años 2015, 2020 y 2024 están en Landsat 8-9. Años previos están en satélites anteriores.
- Condiciones de las imágenes:
 - o nubosidad menor al 5% (mejor) o menor al 10%,
 - o fecha entre abril-mayo si es posible (temporada seca para que haya baja nubosidad),
 - o con corrección atmosférica (aplicar manualmente si es necesario),
 - o las coordenadas se pueden localizar en USGS con *path 29, row 46*.
 - o si es necesario, realizar corrección radiométrica. En muchas bandas no lo es: las imágenes de Landsat nivel 2 ya incluyen correcciones

- Construir mapa base en ArcGIS con estas bandas. Guardar en computadora y llevar a clase para comentar y compartir.
- Discusión preliminar sobre la clasificación supervisada: es necesario pensar desde el inicio en las características de la clasificación que se elaborará posteriormente con estas bandas. Especialmente, hay que tener una idea de las posibles clases de uso de suelo a utilizar, según las condiciones de las imágenes que se descarguen. Por ejemplo, “bosque” tiene que ser una clase.
- Para implementar la clasificación, primero se necesitan como insumo las capas procesadas a partir de las bandas satelitales.

Preprocesamiento de la información geográfica (19 de febrero 2025 - 12 de marzo 2025)

Corregir factor de escalamiento

- Ver tutorial “Descarga y preproceso de satelitales”
- Convertir las bandas 1 – 7 a superficie de reflectancia en % (valor “SR %”), con el factor de escalamiento adecuado.
- También escalar la banda 10. Como esta es térmica usa factores especiales.
- Revisar si bandas en diferentes años requieren diferentes factores de conversión. Se investigó que no es así.
- Para aplicar los factores, usar herramienta Calculadora raster en ArcGIS.
- Esto se realiza sobre las imágenes como se descargan, sin otro procesamiento previo.

Recortar las imágenes al área de estudio

- El recorte de todas las bandas se realiza con base en la Delimitación cartográfica establecida para el BLPa en el entorno de la ZMG, que comparte el profesor Hugo de Alba en los archivos del proyecto.
- Usar la herramienta Clip (Clip raster) en ArcGIS.

Composición de bandas

- La herramienta es “Composite bands” en ArcGIS.
- En cada año, combinar el conjunto de bandas B1 a B7 y B10, después de procesarlas y recortarlas.
- Usar los compuestos de bandas Color real o “True color”. Esta combinación de bandas, según la numeración con la que se descargan, es 4, 3, 2.
- El raster de bandas compuestas es el insumo directo para la “clasificación supervisada”.

- Puede ser necesario corregir la “composición de bandas”, ya que la herramienta de ArcGIS puede cambiar el orden y la numeración de bandas, automáticamente. Esto se tiene que revisar, porque el orden en que se agregan las bandas en la composición afecta el resultado al aplicar la herramienta de clasificación en ArcGis. En este caso, el orden de bandas para Color real: 4, 3, 2 se refiere a la numeración de bandas de Landsat con las que se descargan de USGS.
- Se propuso la opción de automatizar las actividades de preprocesamiento en Model Builder (ArcGIS) o programarlas con un código, pero se decidió implementarlas manualmente.

Clasificación supervisada (12 de marzo 2025 - 23 de abril 2025)

Definir las clases de la clasificación

- Primera propuesta de categorías de suelo en torno al bosque, de las que se estudia su cambio:
 1. Forestal

Se puede dividir en conservado y perturbado o tomarse en conjunto como una sola clase. Distinguir suelo forestal perturbado puede ser difícil, porque sería muy similar a suelo desnudo y agricultura temporal, están todos en infrarrojo *swir*. En estos casos se tiene que revisar la clasificación personalmente y corregirla si es necesario. Por lo tanto, se determina no dividir esta clase.
 2. Agrícola temporal
 3. Agrícola de riego

Incluye campos de golf y parques urbanos.
 4. Urbano
 5. Suelo desnudo

Incluye arbustos y matorrales.
 6. Incendio

Se discutió la posibilidad de incluir esta categoría, pero se descartó de momento, por las dificultades técnicas que implicaría.
- Adicionalmente, en la clasificación de toda el área alrededor de la ZMG se utiliza la categoría Agua, pero no es muy relevante en el espacio alrededor del bosque en específico, que es propiamente el objeto de estudio.

Implementación de la clasificación

- Las instrucciones para la clasificación supervisada (y no supervisada), están en el tutorial correspondiente de Sistemas de Información Geográfica / Sensores

Remotos, proporcionado por el profesor Hugo de Alba: “Clasificación de imágenes satelitales”.

- La herramienta en ArcGIS para la clasificación supervisada es “Training Samples Manager”, en la sección *Imagery*.
- La herramienta en ArcGIS para la clasificación no supervisada es “Classify”, en *Imagery, Classification Tools*.
- La clasificación se aplica a cada año, sobre el resultado de la “composición de bandas”, obtenido previamente en el pretratamiento.
- Comenzar por hacer algunas pruebas de clasificación con las clases inicialmente definidas, para ver cómo se comporta el programa y si produce buenos resultados.
- Se puede verificar visualmente si la clasificación que resulta coincide con la realidad.
- En especial, hay que vigilar las categorías Forestal, Suelo desnudo y Agricultura temporal.
- Una vez que se realice la clasificación, se recomienda aplicar una “Matriz de confusión”, herramienta de ArcGIS, para ver si el modelo distingue y clasifica correctamente las categorías.
- Antes de proceder con la “clasificación supervisada”, se ejecuta una “clasificación no supervisada”, con 20 clases, que ya busca maximizar la varianza. Esto sirve para ver qué distingue este método y si hay patrones. Se puede evaluar el resultado y ver qué clasifica bien. De ahí se puede obtener información útil para la clasificación supervisada.
- Vigilar que todas las clasificaciones, de todos los años, estén estandarizadas: con las mismas clases, los mismos nombres de categorías, el mismo código de colores para las clases.

Estimación y estudio del cambio de uso de suelo (23 de abril 2025 - 30 de abril 2025)

Majority filter

- Se aplica esta herramienta de ArcGIS para mejorar los resultados de la clasificación supervisada de cada año.
- Especificaciones de los parámetros: elegir las opciones “8 neighbors” y “Replacement: majority”.
- Notar que esta herramienta puede cambiar los nombres, numeración y color de la clasificación, pero no el orden de las clases.
- Aplicar tres veces sucesivamente, a la clasificación de cada año.
- Se puede usar la herramienta “Batch” de ArcGIS, para aplicar Majority filter a múltiples capas al mismo tiempo.

Compute change raster

- “Compute change raster” es la herramienta de ArcGis con la que se obtienen los rasters de cambios de uso de suelo.
- La comparativa se realiza entre los rasters de clasificación supervisada del primer y del último año del intervalo de tiempo en que se evalúa el cambio.
- Especificaciones de los parámetros: elegir “Categorical difference”.
- En la capa que resulta, el cambio de una clase “x” del primer año a una “y” del segundo se registra como “x -> y”.

Partición del área de estudio

- ArcGIS cuenta con herramientas de teselación que permiten construir particiones hexagonales de un espacio.
- Los hexágonos determinan un conjunto de polígonos en el bosque y sus alrededores, que divide el terreno en áreas de interés, con las mismas dimensiones, para el estudio de cambio de uso de suelo.
- Todos los mapas de resultados deben construirse con el mismo conjunto de hexágonos, por lo que todo el equipo del proyecto comparte y descarga el mismo polígono.
- Usar herramienta de ArcGis “Raster to poly”, sobre las primeras capas de cambio de uso de suelo. Como su nombre indica, construye polígonos a partir de los rasters. Como el parámetro que requiere la interfaz, se debe elegir el campo de los rasters de cambio que designe el “nombre de clase” o “class name”.
- Aplicar, sobre el polígono de cambio de uso de suelo que resulta, la herramienta “Intersect”, para limitar y dividir el área al polígono de hexágonos.

Calcular áreas

- ArcGIS incluye diferentes herramientas y utilidades para estimar áreas, por ejemplo, “Calculate geometry”.
- Se debe aplicar alguna a cada polígono de “hexágonos de cambios de uso de suelo” obtenido en el último apartado.
- Elegir calcular el área del campo que represente las clases de cambio de uso de suelo.
- Las unidades son m².
- Con esto se puede conocer el área de cambio de uso de suelo, en cada categoría, en cada hexágono del área de estudio.
- La tabla de atributos de la capa de cambio entre cada par de años que se investigue, que resulte de todo este procesamiento, se puede copiar en Excel.

- En Excel es fácil computar las sumas de área por categoría y otras estadísticas relacionadas con el cambio de uso de suelo, en cada hexágono de un polígono o en el conjunto. Se recomienda utilizar tablas dinámicas.

Ejemplificación de la secuencia de procedimientos

En esta sección, se incluyen, como muestra del método enunciado, imágenes de algunos de los mapas obtenidos en ArcGIS. El orden es el mismo que el de las fases de trabajo, con lo que se puede tener una idea de cómo se procesó información hasta obtener un mapa de cambio de uso de suelo. Este es solo un ejemplo que resume los diferentes momentos en los que se elaboraron los mapas. En específico, es la construcción de la capa de cambio de uso de suelo entre 2015 y 2020. Se puede encontrar propiamente la información de los resultados finales posteriormente en el reporte y en los anexos.

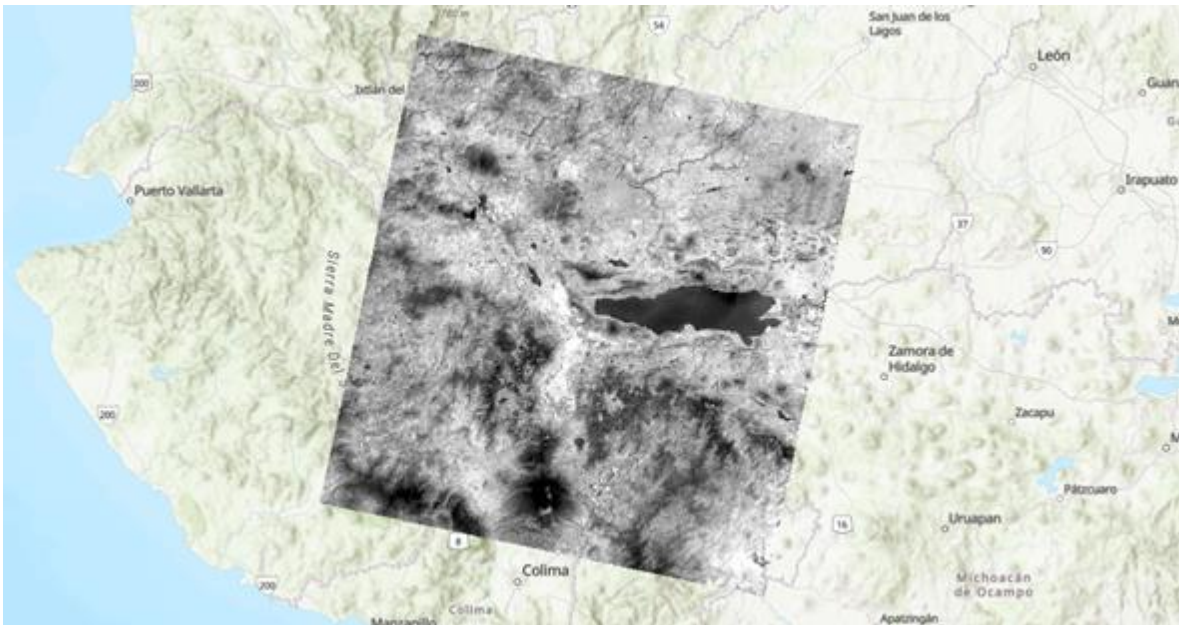


Figura 5. Imagen satelital original 24/02/2015, Landsat 8-9, Banda 10

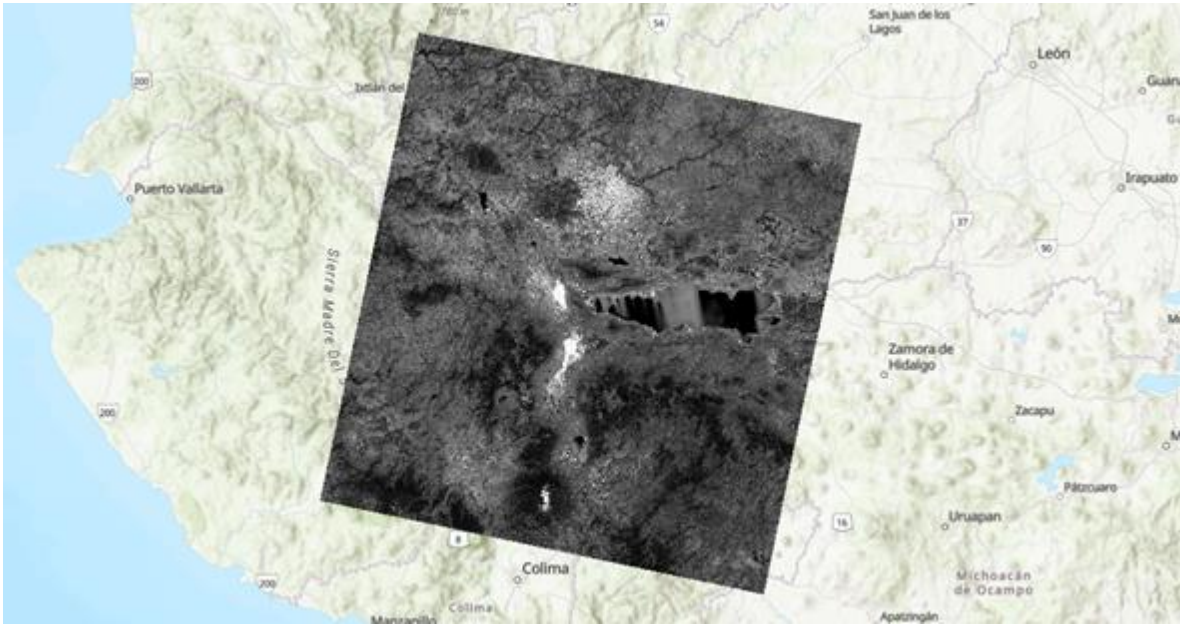


Figura 6. Imagen satelital con factor de escalamiento, 24/02/2015, Landsat 8-9, Banda 10

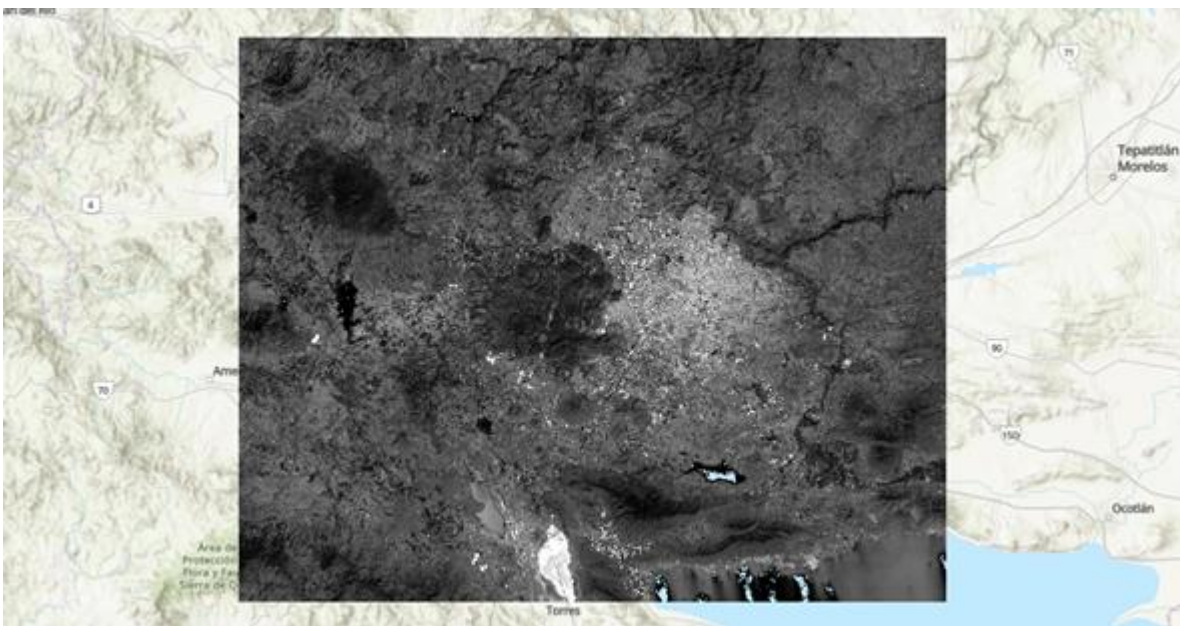


Figura 7. Imagen satelital con escalamiento y recorte a la delimitación cartográfica establecida, 24/02/2015, Landsat 8-9, Banda 10



Figura 8. Compuesto de bandas, Color real o True color, 24/02/2015, todas las bandas (bandas 1 – 7 y banda 10)

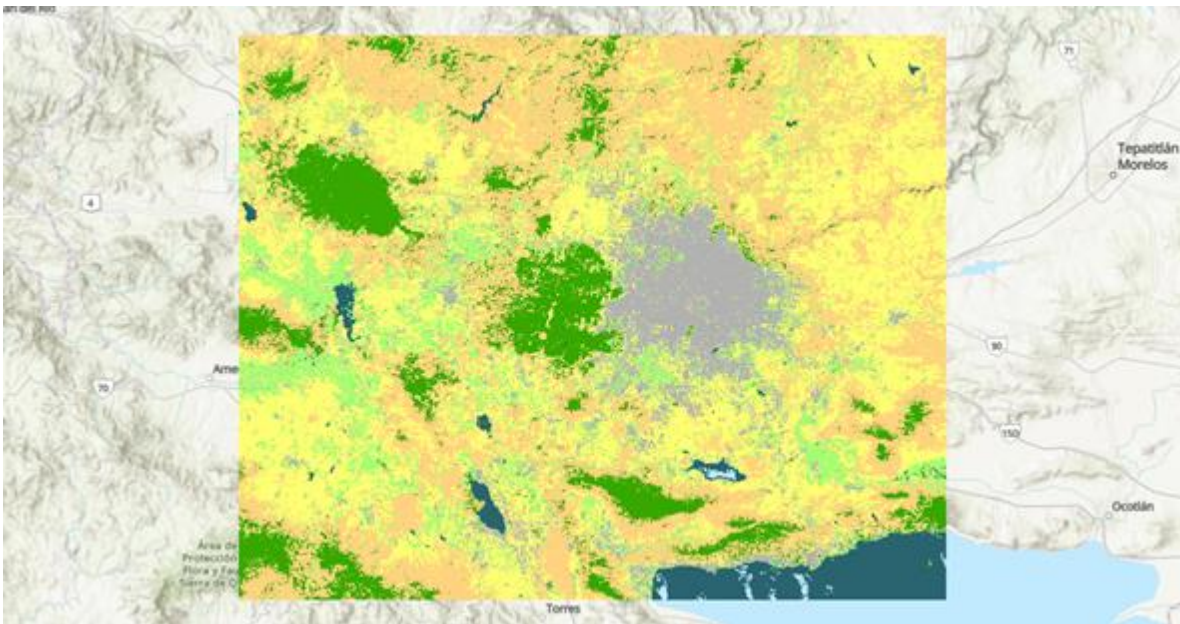


Figura 9. Clasificación supervisada, 24/02/2015



Figura 10. Clases y simbología de la clasificación supervisada, 24/02/2015

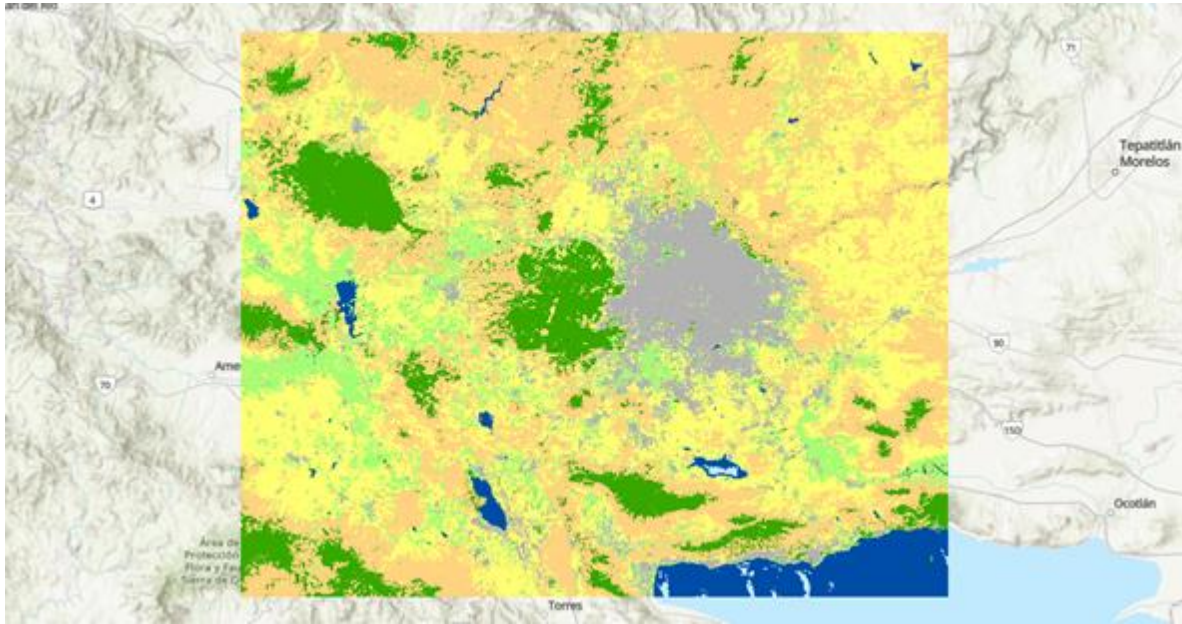


Figura 11. Clasificación supervisada, con filtro, 24/02/2015, la simbología es la misma que en la última imagen

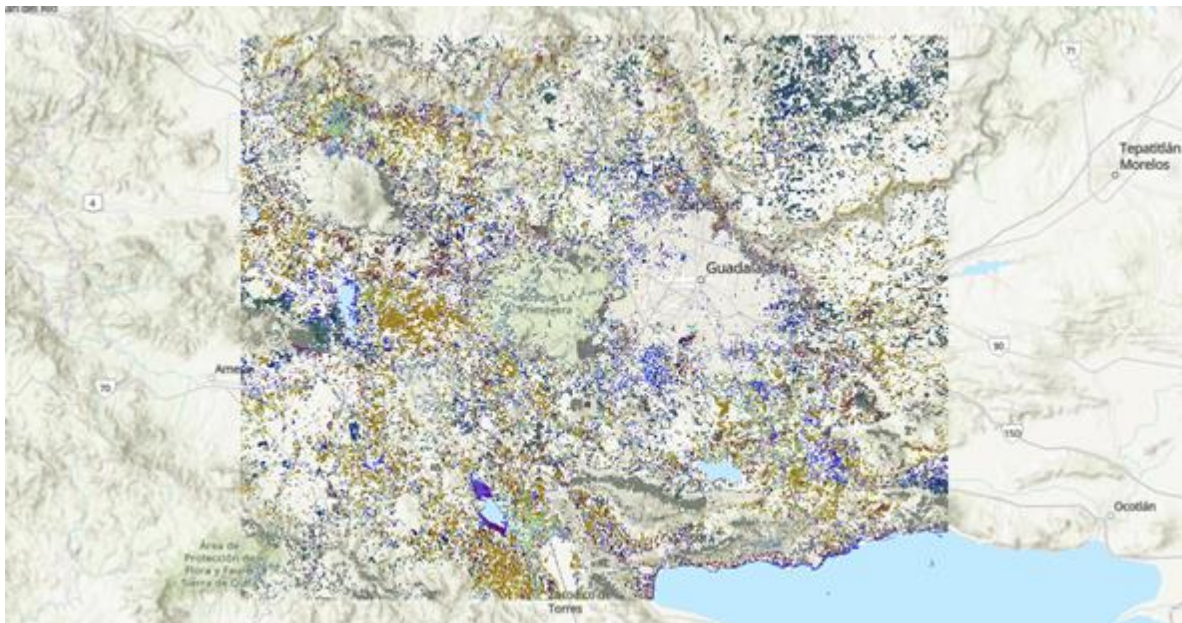


Figura 12. Raster de cambio de uso de suelo, de 24/02/2015 a 28/05/2020, la simbología es demasiado amplia como para aclarar en este apartado. Notar que las áreas sin cambio no tienen color asignado, por lo que en esos puntos solo se ve el mapa base de ArcGis al fondo

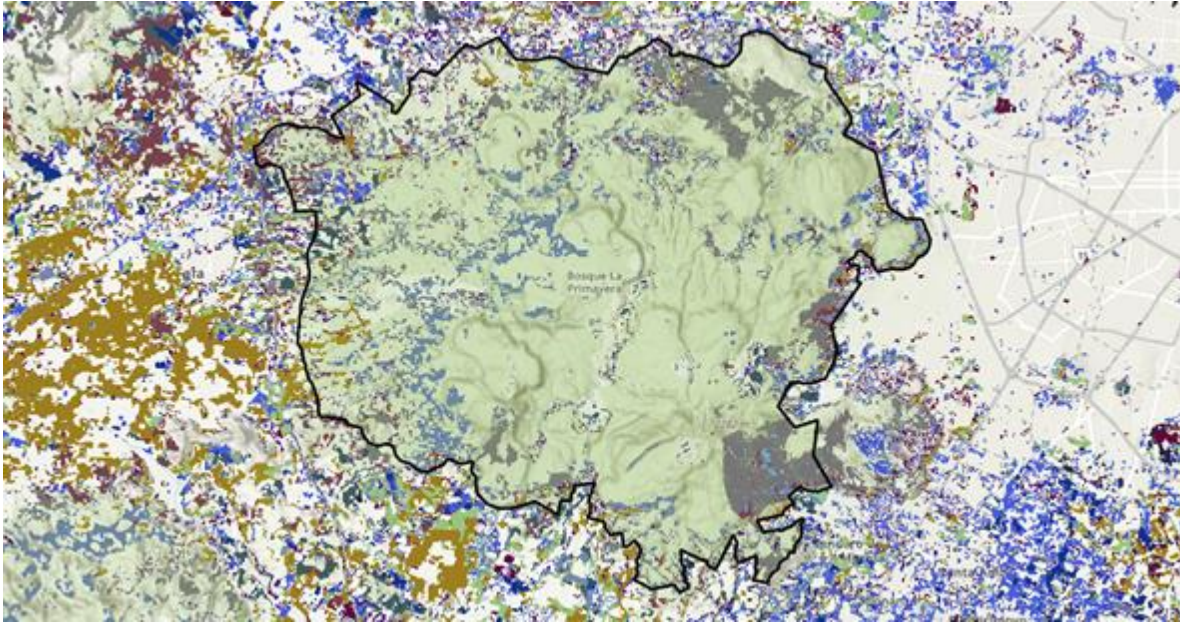


Figura 13. Detalle del raster de cambio de uso de suelo, de 24/02/2015 a 28/05/2020, acercamiento al BLP a y alrededores

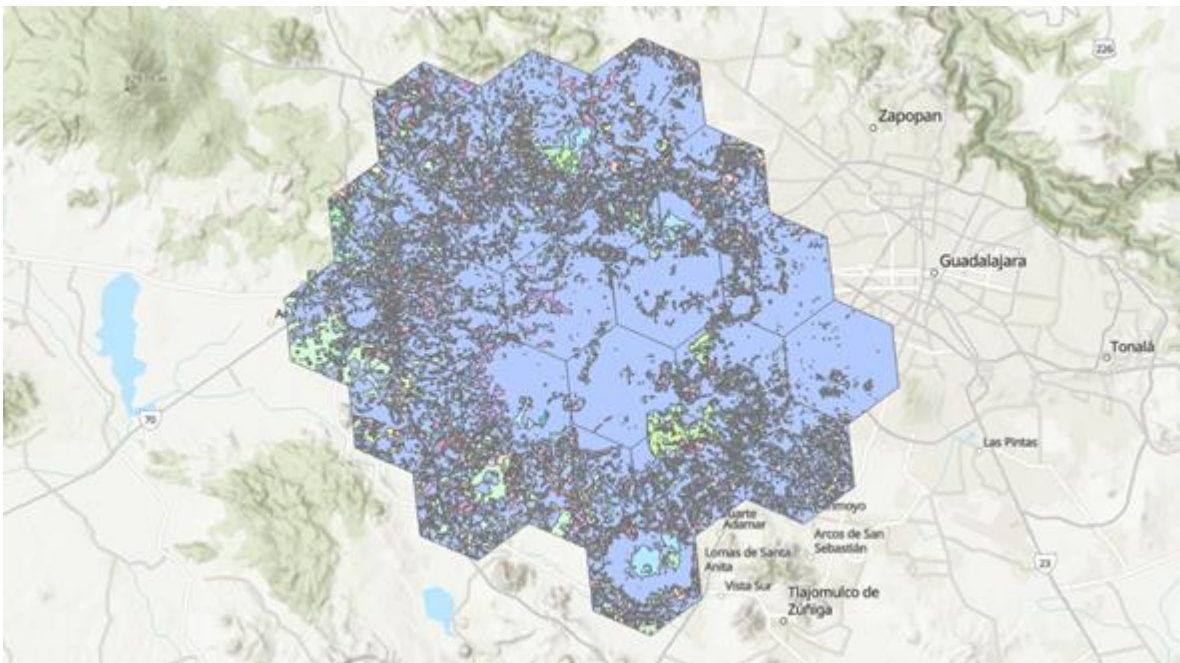


Figura 14. Polígono con los hexágonos de cambio de uso de suelo en el intervalo 2015 – 2020. El área azul permaneció sin cambio, el resto de colores representan diferentes variaciones entre categorías de uso de suelo.

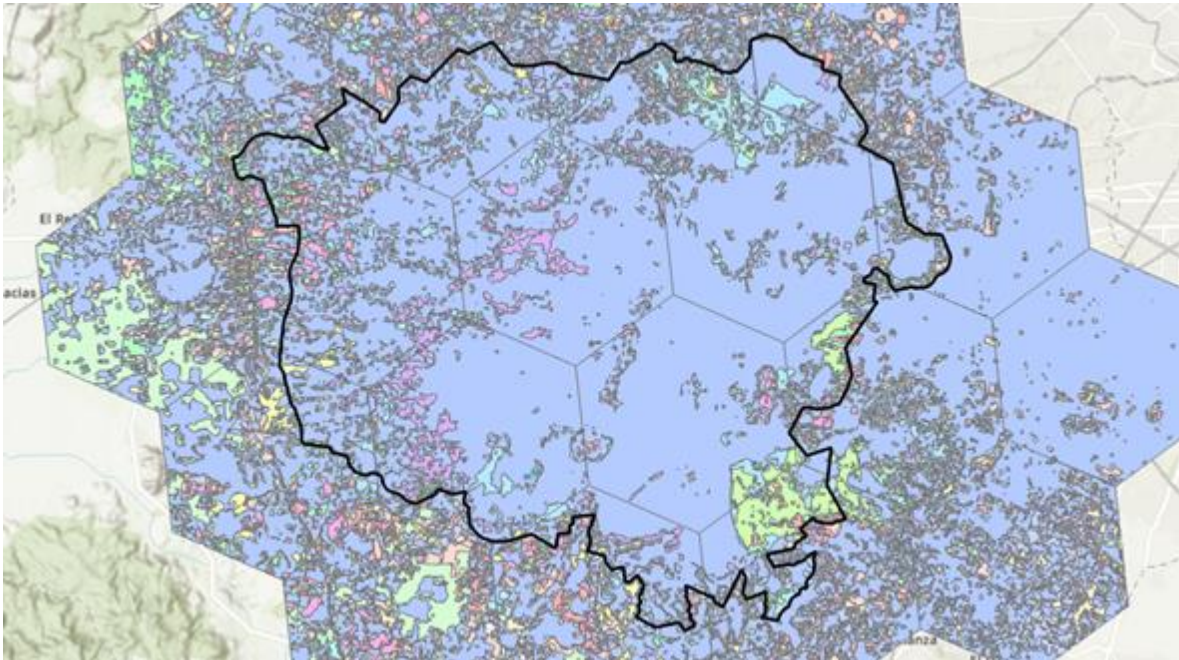


Figura 15. Acercamiento al anterior mapa de cambio de uso de suelo, se resalta el perímetro del bosque.

Propuestas a futuro

Se plantean, como propuesta de mejora y seguimiento de esta línea de trabajo, algunos posibles objetivos que se pueden desarrollar a partir de los resultados aquí obtenidos:

- caracterizar los principales puntos de separación, es decir, zonas naturales en las que existía conexión o cercanía con el bosque y ahora hay aislamiento o distancia,
- elaborar una representación gráfica de la línea de tiempo del cambio en el uso de suelo en el terreno y lapso investigados,
- relacionar la situación con procesos sociales y geográficos, que están especialmente en función de la urbanización y crecimiento de la ZMG, la presencia de ejidos y la práctica de actividades económicas,
- plantear la problemática, en términos ecológicos, en torno a la afectación causada por este proceso sobre factores bióticos, abióticos y ecosistémicos del bosque, en particular sobre la movilidad de fauna, por obstrucción a corredores naturales,
- encontrar los principales nodos y patrones de destrucción del bosque, para a partir de esto proponer modelos de predicción de las siguientes zonas de riesgo de cambio de uso de suelo,
- pensar en medidas preventivas, de control y mitigación para esta situación.

6.5 Acceso al bosque

Sustento teórico y metodológico

Definición de accesibilidad y confiabilidad de la información

Una cuestión teórica central en la investigación de Accesibilidad es la pregunta por los conceptos de “accesibilidad” y “acceso” al bosque. Hay muchas formas en que se puede extender estas nociones. Está la idea más básica, en términos físicos, de acceso como “entrada en el perímetro de la delimitación del BLP que permite a las personas ingresar al bosque”. Pero también puede complejizarse gradualmente al incluir factores económicos, urbanísticos, sociopolíticos, de comunicación y educación. Todo el sustento teórico que se desarrolla a continuación surge de las propuestas y discusiones en las sesiones del proyecto Bosque Escuela, Primavera 2025.

Debido a las limitaciones de tiempo y recursos disponibles, este trabajo se centra en el significado más elemental y básico, pero por lo tanto más esencial y concreto, de “acceso al bosque” como “entrada física sobre el perímetro del bosque”. Para encontrar tales entradas, en este proyecto se utilizan principalmente herramientas digitales de bases de datos y sistemas de información geográfica (SIG). En el Desarrollo de la línea de trabajo de Conectividad y presión, en este mismo proyecto, se explican los aspectos teóricos de los SIG. Los programas utilizados son prácticamente los mismos en esta investigación de Accesibilidad. En específico, el SIG ArcGIS es la herramienta principal con la que se procesaron todos los datos geográficos (con el apoyo ocasional de otro programa similar, QGIS).

Pero esta limitación al uso de métodos computacionales significa se requiere todavía de una confirmación empírica de la accesibilidad en la mayoría de los casos. En reconocimiento de la carencia de métodos presenciales o experimentales, se determinó una escala de ponderación de la información obtenida. El criterio para valorar los resultados de accesibilidad en una jerarquía se denominó “confiabilidad” (confiabilidad de la información).

La confiabilidad de la información sobre los accesos se define como la probabilidad, según las fuentes y el método, de que algo que se registra en esta investigación como un acceso hipotético lo sea realmente en el bosque. De modo que es más probable que un punto propuesto con alta confiabilidad sea un acceso o que sea un acceso más comúnmente utilizado. En esta investigación, un “acceso” se caracteriza como un punto en el espacio con alta confiabilidad: a mayor confiabilidad, mayor accesibilidad. La confiabilidad es una característica importante porque señala los probables puntos de acceso a los que se debería prestar más atención en términos de control de impacto socioambiental.

Criterios de confiabilidad y justificación del puntaje

La accesibilidad se define en este caso en función de la confiabilidad de una categoría de accesos, según sus propiedades. Con la noción que se propone, la relación es directamente

proporcional: un alto nivel de confiabilidad teórica debe implicar una alta probabilidad de accesibilidad real. Diferentes tipos de factores pueden aumentar o disminuir el nivel de confiabilidad de un acceso o conjunto de accesos. A continuación, se resumen los utilizados en este trabajo, que se aplicaron en el método por considerarse los más importantes. También se desarrolla brevemente en qué consisten y qué puntaje implican para un acceso. Sin embargo, se reconoce que el proceso para asignar un nivel de confiabilidad a un acceso teórico puede ser complicado e incluir otras consideraciones, de las que se comenta un ejemplo.

Tabla 4. Resumen de criterios y niveles de confiabilidad, esquema base para el trabajo

Tipo de acceso		Oficialidad	Verificabilidad	Confiabilidad
Entrada física sobre el perímetro del bosque		Oficial	Verificado	Máxima
		No verificado	Muy alta	
	No oficial	Verificado	Alta	
		No verificado	Media	
Caminos y transporte hacia el bosque		Oficial	Verificado	Muy alta
		No verificado	Alta	
	No oficial	Verificado	Media	
		No verificado	Baja	
Infraestructura y actividades económicas en el área del bosque		Oficial	Verificado	Alta
		No verificado	Media	
	No oficial	Verificado	Baja	
		No verificado	Muy baja	

- Tipo de acceso: las propiedades intrínsecas a cada clase de acceso posible ya conllevan una jerarquía que repercute en el nivel de confiabilidad. Contribución al puntaje de confiabilidad: muy alta para entrada física, alta para caminos y transporte, media para infraestructura y actividades económicas. La accesibilidad entendida en términos sociales y de comunicación, al ser más ambigua, se sale los objetivos del trabajo.
- Oficialidad: solo hay dos tipos, oficial y no oficial. Contribución al puntaje de confiabilidad: oficial confiere un alto nivel de confiabilidad, no oficial baja el nivel.
- Verificabilidad: se refiere al grado de posibilidad de comprobar la existencia de un acceso solo con el mismo método que se encuentra. Tiene que ver con la fuente de donde se recopila. Lo que se entiende por “verificabilidad” también está directamente relacionado con el uso efectivo y actual que tienen los accesos. Una

entrada que ha sido abandonada por alguno de diversos motivos, por más factible que sea físicamente, representa poca accesibilidad. Aquí se asume que un acceso con uso reciente va a estar mejor documentado en diferentes bases de datos, especialmente en las que incluyen testimonios sobre las rutas o fotografías. Incluso se propone que esta característica de “uso en el tiempo” se puede problematizar más en términos de accesibilidad y posteriormente podría constituir un criterio independiente, si hay oportunidad de complejizar la investigación. Contribución al puntaje de confiabilidad: presencial es muy alta, testimonio de primera mano es alta, documentación fotográfica es alta, bases de datos reconocidas es buena, localización visual en mapas es media e información digital es baja.

Otra característica que agrega valor (y grado de confiabilidad) a la información sobre los accesos, es su localización. Mayor cercanía con el bosque significa mayor accesibilidad. Es posible definir así diferentes “perímetros de accesibilidad”, según el radio de distancia respecto al bosque. Se podría considerar incluso que el máximo grado de accesibilidad es dentro del bosque mismo. Así, la tabla anterior se puede ampliar para incluir esta consideración en una nueva categoría que subdivide (o agrupa, según se decida el orden) todavía más el resto de parámetros. Por ahora solo se consideran accesos a la máxima proximidad al perímetro del BLP (sea desde el interior o desde el exterior), según lo delimita el Área Natural Protegida (ANP), es decir, entradas físicas sobre la línea. La ampliación del estudio a otros diámetros, que se pueden extender hasta incluir el área urbana de la ZMG, queda como posibilidad para continuar el trabajo.

6.4.2 Planeación y seguimiento del proyecto

6.4.2.1. Esquema general de los procedimientos y principales herramientas utilizadas

Se catalogan y explican brevemente los principales métodos o “recursos” de trabajo, que luego se detallan y caracterizan en la siguiente sección. La herramienta principal en todas las fases después de la inicial fue ArcGIS.

1. Planteamiento del trabajo

Discusión sobre los puntos generales y actividades específicas de la línea de trabajo.

2. Compilación de recursos geográficos y mapeo

Investigar, a través de sistemas de información geográfica, la accesibilidad en el bosque según sitios del gobierno, bases de datos, mapas satelitales, rutas de senderismo. Mapear diferentes conjuntos de accesos en estas categorías.

3. Recuento de accesos

Cuantificar accesos en cada clase.

4. Estudio de ejidos y accesibilidad

Se busca comprobar si la presencia de ejidos tiene un efecto importante sobre la cantidad y el tipo de accesos. Se propone investigar la siguiente hipótesis: hay más accesos, en números absolutos o relativos, en el tramo del perímetro del bosque que se encuentra en ejidos que en el resto.

5. Estimación de densidad de accesos

Se obtiene la distancia del perímetro del bosque en ejidos, fuera de ejidos y total. La razón longitud sobre número de accesos es la densidad promedio de accesos en cada clase.

6.4.2.2 Detalles y calendarización de cada procedimiento

Tabla 5. Calendarización de actividades del proyecto.

Fase	Semana de trabajo															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Planteamiento	■	■	■													
Compilación de recursos y mapeo			■	■	■											
Recuento					■	■	■	■								
Estudio de ejidos								■	■	■						
Estimación de densidad										■	■	■	■	■		
Redacción y entrega RPAP														■	■	■
Presentación final																■

1. Planteamiento general del trabajo (20 de enero 2025 - 5 de febrero 2025)

- La idea metodológica subyacente es que herramientas geográficas y digitales pueden ayudar a medir qué tan equitativo es el acceso al bosque.
- Primero, hay que investigar qué accesos hay, oficiales y no oficiales.
- Esto servirá para saber, posteriormente, en función de qué hay más accesos, con vistas a estimar el impacto socioambiental de la accesibilidad en el bosque
- La tarea principal inicial es cuantificar el acceso al bosque.

2. Compilación de recursos geográficos y mapeo (5 de febrero 2025 - 19 de febrero 2025)

Mapeo de accesos oficiales

- Investigar los accesos oficiales en la página del BLP.
- Un acceso oficial se define como el que está en zona pública y se registra en la página oficial del bosque. Cualquier otro se considera no oficial.
- Solo hay dos accesos oficiales: Mariano Otero y “Río Caliente” (ejido La Primavera).
- Hay otros accesos que se mencionan en ese sitio, pero su ubicación no queda clara y se limitan al uso de bicicletas. Estos no se incluyen en este estudio.
- El “polígono protegido” del ANP BLP está en la cuenta del ITESO en ArcGIS, Biblioteca virtual: ArcGIS>Add Data> My Organization > BLP.

Mapeo de accesos no oficiales

- Buscar y descargar información vial alrededor del bosque, para encontrar accesos. Se sugieren sitios de información abierta, como OpenStreetMap.
- Investigar sitios de senderismo, por ejemplo, Strava, Wikiloc, Fatmap. Descargar de ahí caminos que usa la gente, rutas de bicicleta.
- De entre estas opciones, Fatmap fue descontinuado. Se encontró información en Wikiloc y puede servir para continuar el trabajo de confirmación, ya que tiene buen nivel de confiabilidad. Pero se eligió trabajar con los datos de Strava para representar este tipo de fuente, ya que toda la información está disponible, es más fácil de manejar que la de otras páginas y se conocen de primera mano algunas rutas, por lo que se considera muy alto nivel de confiabilidad.
- El primer producto es un “mapa base” con esta información y capas (de accesos oficiales y no oficiales), así como una simbología adecuada.

Delimitación del rango del objeto de estudio

- Definir, ¿qué significado de “acceso” se busca representar? ¿Es un sentido específico o amplio? Esto tiene implicaciones en las perspectivas ambientales y socioeconómicas del trabajo.
- Se plantean, como posibles objetos de estudio:
 - o entradas físicas sobre el perímetro,
 - o nodos y rutas en torno al bosque,
 - o pueblos y actividades económicas en la zona,
 - o medios de transporte, incluyendo puntos de partida desde la ZMG.

- De entre estas posibles categorías de accesibilidad, se limita el trabajo del proyecto a las entradas físicas.
- Según el criterio de la Tabla 4, se pueden resumir como en la Tabla 6 los accesos de interés para este ciclo de investigación.

Tabla 6 Propuesta de jerarquía de accesos físicos, en orden por grado de confiabilidad

Tipo de acceso	Oficialidad	Verificabilidad	Confiabilidad	Nivel
Entrada física sobre el perímetro del bosque	Oficial	Verificada	Máxima	1
	No oficial	Verificada	Muy alta - Alta	2
		No verificada	Buena - Media	3

Se puede notar que en la Tabla 6 no se considera un nivel de accesibilidad que correspondería a las entradas de tipo “oficiales, no verificadas”. Aunque en la página del bosque se mencionan algunos accesos cuya ubicación y uso efectivo no están claros, que se podrían catalogar como “no verificados”, por esta misma imposibilidad de determinar su localización precisa no fue posible incluirlos en esta investigación.

- Se selecciona, entre los conjuntos de datos disponibles, solo los que se puedan incluir en alguna categoría de la Tabla 6.
- Estas fuentes de información geográfica constituyen la base de datos de la investigación sobre accesibilidad.
- A su vez, las fuentes elegidas se ordenan en diferentes niveles de confiabilidad, según los criterios presentados en la Tabla 6. Se evalúa el nivel de confiabilidad de cada conjunto de datos en la siguiente Tabla 7.
- Las imágenes satelitales a mayor escala tienen mayor rango en la jerarquía que las imágenes satelitales con más acercamiento.
- Se asume que accesos que se pueden ver en mapas a mayor escala en el SIG, es decir, a mayor distancia, son más verificables. Un acceso menos oculto, que se encuentra en una ruta más evidente, es más probable que se use, por lo que tiene un nivel de confiabilidad medio, a falta de comprobarse empíricamente. Un camino aparente, que solo se puede ver con mucho acercamiento, si bien, es factible clasificarlo como acceso, tiene menos confiabilidad.
- Se plantea la siguiente relación: la escala cartográfica es directamente proporcional confiabilidad.
- En este trabajo, se consideraron mapas de accesos construidos por identificación visual a diferentes escalas, pero solo se reportan los que implican más confiabilidad, con el máximo alejamiento que todavía permite distinguir una ruta. Estos son los

conjuntos de datos en el rango de escalas 1:100,000 – 1:50,000 y en el rango 1:50,000 – 1:20,000.

- Strava se considera una fuente de confiabilidad muy alta porque documenta el uso actualizado de sus rutas y, más aún, se tiene la verificación presencial de algunas de estas, por integrantes del equipo de investigación que usan la aplicación.

Tabla 7. Clasificación del nivel de confiabilidad de las fuentes de información geográfica utilizadas y de los mapas de accesos que se construyen con estas

Fuente de datos	Tipo de entrada		Oficialidad		Verificabil
Página oficial del bosque	Entrada física sobre el perímetro del bosque		Oficial		Verificada
Strava		No oficial	Verificada	Muy alta	2
OpenStreetMap		No verificada	Alta	2	
Mapa satelital, 1:100,000 – 1:50,000			Buena	3	
Mapa satelital, 1:50,000 – 1:20,000			Media	3	

3. Recuento de accesos (19 de febrero 2025 - 12 de marzo 2025)

- Usar la herramienta “Intersección” en ArcGIS, para registrar los puntos en que una capa de caminos, como OpenStreetMap o Strava, corta con el perímetro oficial del ANP. Estos representan accesos.
- Hay puntos sobre el perímetro del bosque que, según se puede observar visualmente en imágenes satelitales (como el mapa base de ArcGis), parecen ser parte de una ruta hacia el bosque desde el exterior. Estos se pueden considerar como entradas al bosque, con cierto grado de confiabilidad. Se tienen que agregar manualmente a una figura de puntos en ArcGIS, sobre el perímetro del bosque y un mapa satelital, conforme se encuentran.
- Para contar el número de entradas en cada clase de accesibilidad, ir a su tabla de atributos, ahí es posible conocer cuántos elementos contiene en total.

4. Estudio de ejidos y accesibilidad (12 de marzo 2025 - 26 de marzo 2025)

- Revisar sitio en internet del Registro Agrario Nacional (RAN).
- Ahí hay capas con todos los ejidos de México, descargar para la zona del bosque.
- Esta información puede ser útil en relación con la accesibilidad.
- Por ejemplo, para comparar la presencia de ejidos con la de cultivos en el bosque y alrededores o para determinar si hay una correlación entre ejidos y un aparente “perímetro del bosque cercado”.
- Contar puntos de acceso en ejidos y fuera de ejidos, comparar.
- Para encontrar los accesos que están en ejidos, se puede usar en ArcGIS la herramienta “Intersección”, con la capa de ejidos y cada clase de accesos.
- El resto de accesos, la diferencia entre los accesos en ejidos y el total de accesos en cada clase, son los accesos que no están en ejidos.

5. Estimación de densidad de accesos (26 de marzo 2025 - 30 de abril 2025)

- Obtener la longitud del perímetro total, del perímetro solo en ejidos y del perímetro fuera de ejidos.
- Esta información se puede encontrar con la herramienta de ArcGIS “Calcular área”.
- La “densidad” (densidad de accesos) se estima como la proporción entre distancia y número de accesos.
- Obtener densidad para diferentes categorías de accesos y comparar.

6.4.2.3. Ejemplificación de la secuencia de procedimientos

A continuación, se muestra cómo se procesó la información hasta obtener un mapa de accesos, con una secuencia de capas de ArcGIS: los diferentes momentos en los que se elaboró el mapa que se basa en OpenStreetMap⁴. Esto solo es un ejemplo, en Anexos se pueden encontrar los mapas de todas las clases de accesos incluidas en la investigación.

⁴ OpenStreetMap es un proyecto colaborativo que crea y proporciona mapas libres y editables, elaborados por voluntarios de todo el mundo a partir de datos geográficos abiertos.

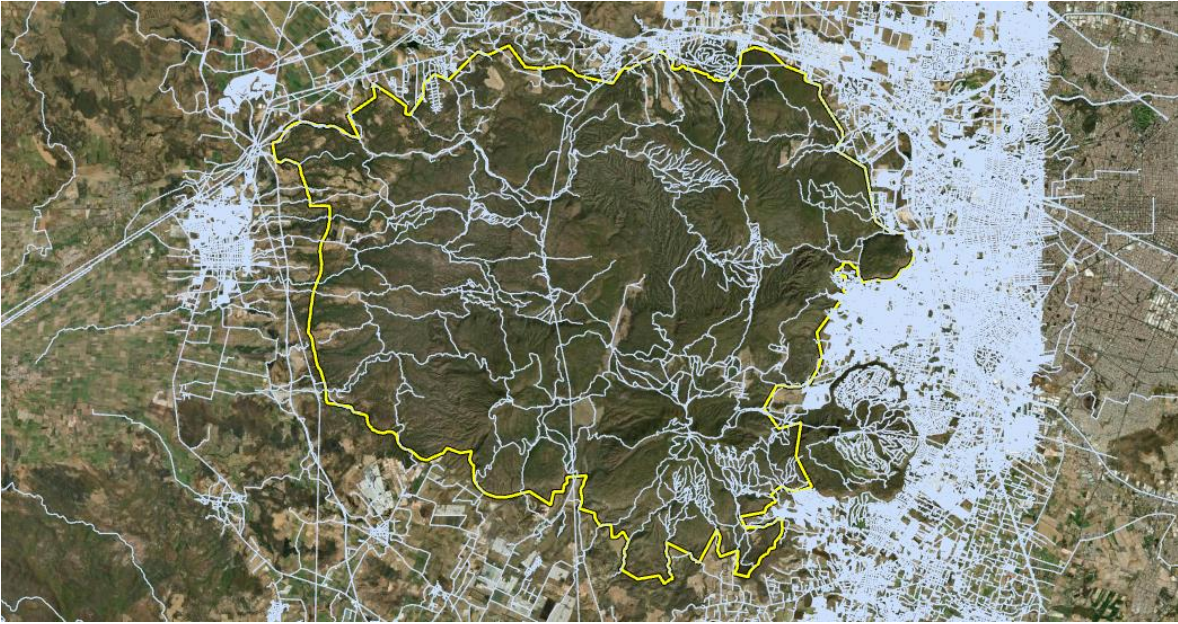


Figura 16. Fase: Compilación de recursos geográficos y mapeo. En la imagen se ilustran: a) en amarillo, el polígono oficial del ANP La Primavera, b) en azul, la capa de rutas en la zona, que se descargó de la base de datos de OpenStreetMap.

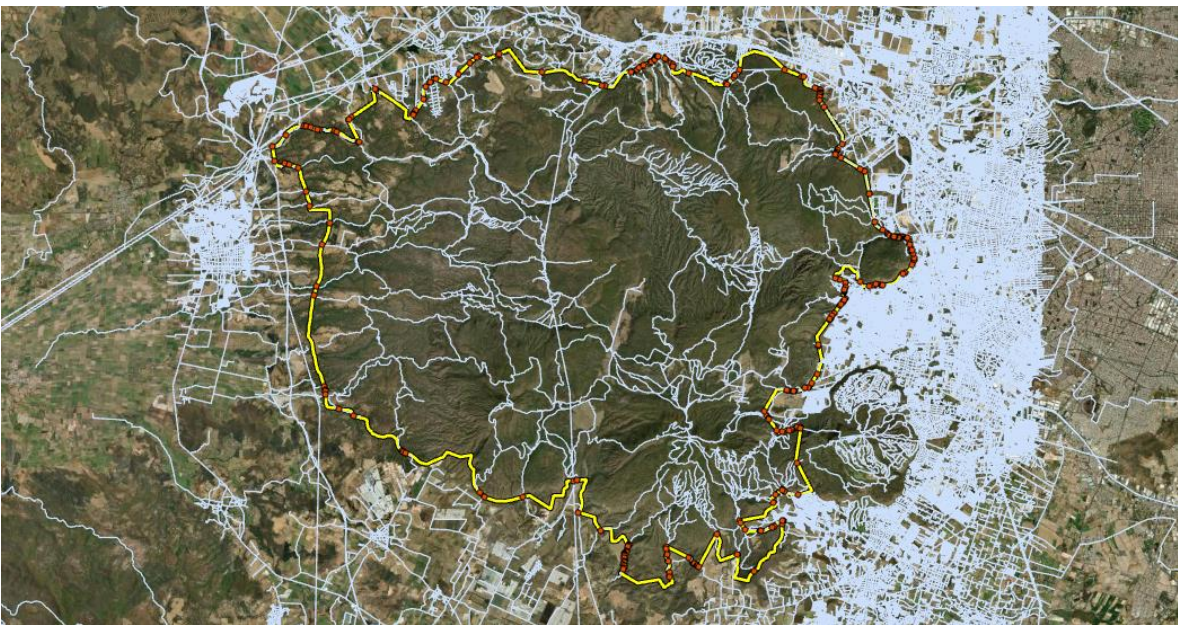


Figura 17. Fase: Recuento de accesos. En la imagen se muestran, sobrepuestos al mapa de la figura anterior, puntos naranjas que simbolizan accesos al bosque por las rutas que registra OpenStreetMap.

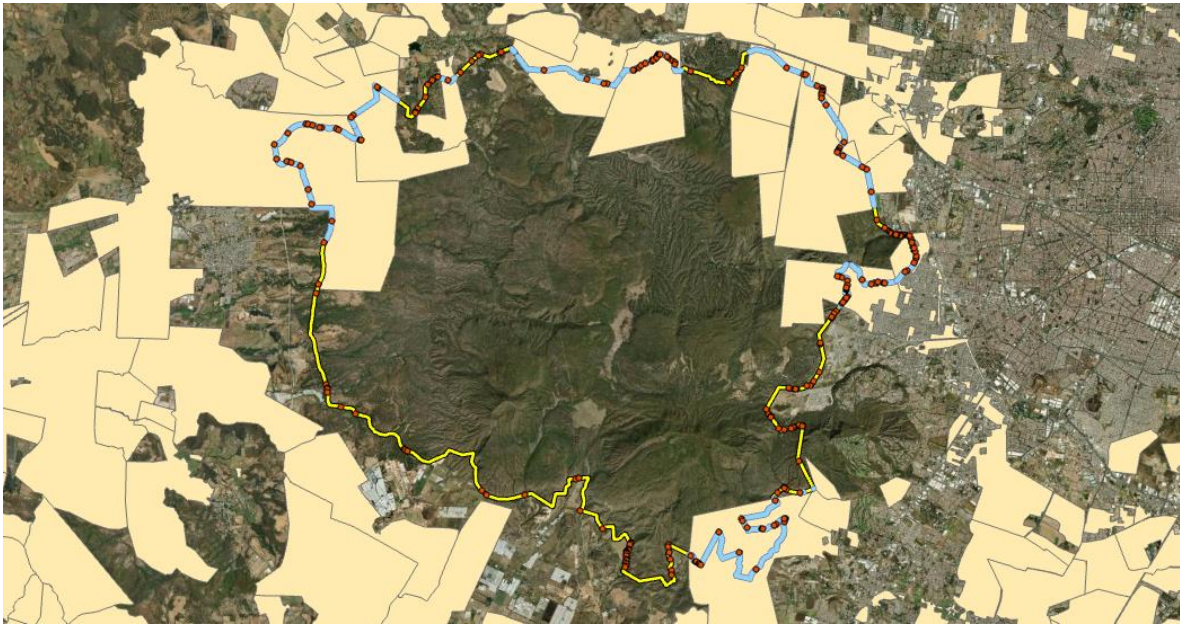


Figura 18. Fase: Estudio de ejidos y accesibilidad. Se agrega la capa de ejidos, aquí color crema. En color azul están los tramos del perímetro del bosque que se encuentran dentro de ejidos.

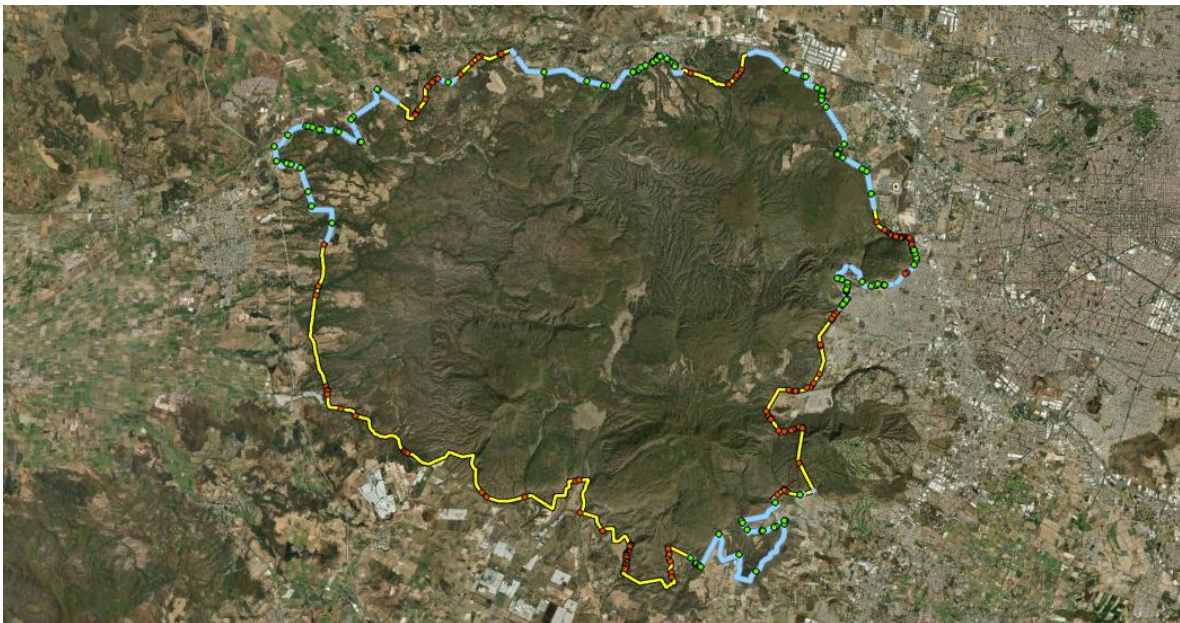


Figura 19. Fase: Estimación de densidad de accesos. Los puntos verdes son los accesos, en las rutas de OpenStreetMap, que se ubican sobre los tramos del perímetro del bosque que están en ejidos. Con esta información se puede obtener la densidad de accesos (cantidad promedio de kilómetros entre un acceso y otro) en ejidos y fuera de ejidos.

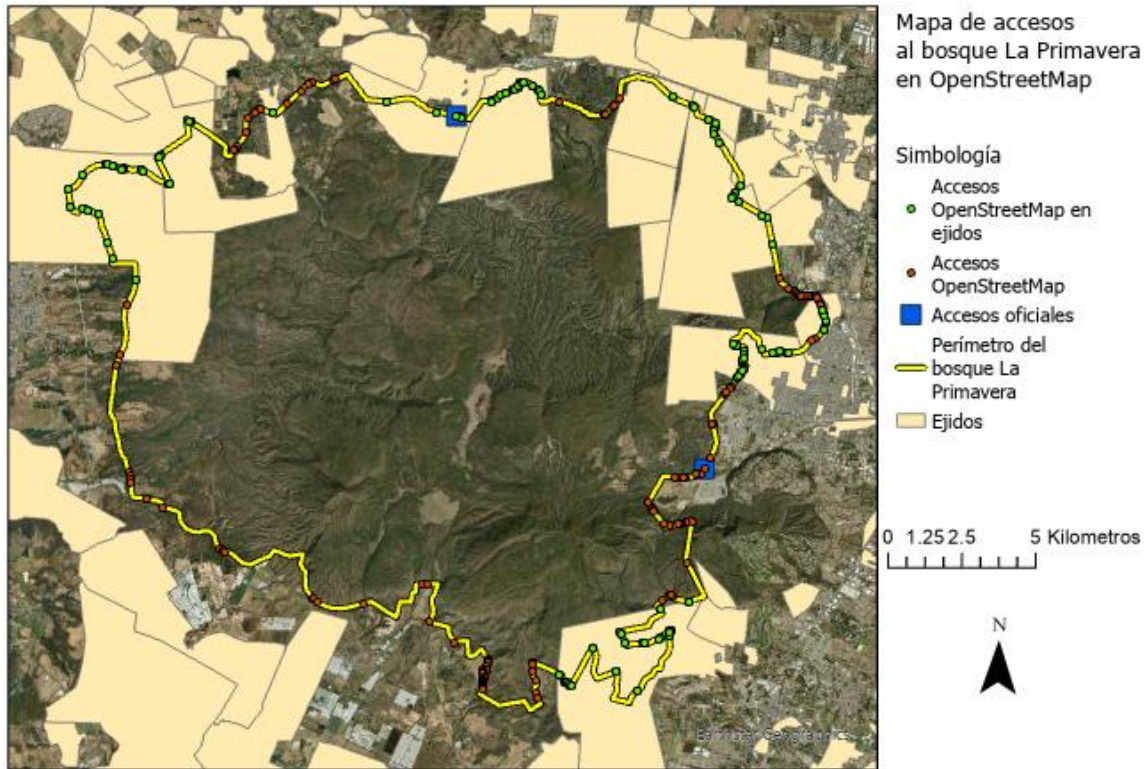


Figura 20. Resultado final: mapa que contiene los accesos al bosque en OpenStreetMap, en ejidos y fuera de ejidos.

6.4.2.4. Propuestas a futuro

Se mencionan, como propuestas de mejora y seguimiento, algunos de los posibles objetivos de continuidad que se sugirieron o desarrollaron parcialmente a lo largo de este ciclo del proyecto:

- recorrer el perímetro del bosque para verificar la situación en campo (en esto se ha avanzado un poco con las visitas al bosque con Bosque Escuela y con las rutas de Strava que se han recorrido presencialmente),
- identificar principales caminos al bosque y nodos de rutas a diferentes distancias, tipos de usos de estos caminos y medios de transporte para los que funcionan,
- plantear la existencia, disponibilidad, cantidad y oficialidad de los accesos, así como su conocimiento y uso, en términos económicos, sociales, culturales y de comunicación,
- investigar las principales actividades económicas que se desarrollan en la proximidad inmediata al bosque y en su interior, para tratar de entender su posible afectación al bosque a partir de la accesibilidad. Revisar zonificación del bosque para cerciorar la legalidad de estos usos del espacio, en específico el caso de cultivos,

- cuestionar la efectividad de la política actual de accesos, como el establecimiento y anuncio de entradas oficiales,
- pensar en medidas de acción en las que se podría aprovechar esta información para proteger el bosque y para mejorar la situación socioambiental de la ZMG en relación con La Primavera,
- definir la idea más general y amplia de accesibilidad al bosque.

6.5 Bosque Escuela

Se realizaron dos visitas de Bosque Escuela al predio sur del ITESO en el BLP los días 22 de marzo y 26 de abril en el periodo de primavera 2025 con la finalidad de socializar los conocimientos generados en este PAP y promover la ciencia ciudadana como estrategia para evitar la desconexión humano-naturaleza.

En la primera visita se decidió invitar a un experto para hablar de árboles, ya que son los principales organismos representativos del bosque y base para la salud del ecosistema. por otra parte, el avistamiento de aves se llevó a cabo como cada periodo utilizando la guía de aves comunes del BLP.

Además de las otras actividades como el avistamiento de aves y creación artística, se hizo hincapié en informarle a los participantes sobre el uso de la plataforma iNaturalistMX para que subieran sus observaciones en el recorrido y contribuir al registro de especies en los espacios del ITESO.

El desarrollo de las actividades que se tienen que realizar previamente a los eventos se basó casi en su totalidad en las instrucciones y recomendaciones creadas por el equipo del PAP en periodos anteriores y que están disponibles para todos los miembros del PAP en el manual de organización del Voluntariado Escuela para su consulta y mejora continua.

Nombre de la actividad	Semana															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Revisión de los protocolos y manuales																
Generación de material para la organización (formularios, publicaciones y correos)																
Revisión del material																
Planeación de la primera salida																
Primera visita																



Figura 22. Registro de actividades

En la segunda visita se realizó la actividad de avistamiento de aves guiada por el Dr. Juan Fernando Escobar. Antes de comenzar el recorrido se les entregó a los participantes una guía de aves comunes del BLP, creada por el equipo del PAP en otoño de 2023, además de algunos pares de binoculares para facilitar la observación. Durante el recorrido hacia el predio sur del ITESO, Juan Fernando Escobar dio indicaciones y recomendaciones para el avistamiento de las aves, así como información sobre sus comportamientos y su importancia ecológica.

Durante las visitas del equipo al bosque durante el semestre y las dos visitas de bosque escuela, se generó contenido audiovisual de calidad para las redes sociales y la difusión del proyecto. Este contenido incluyó fotografías, videos en formato reel y clips breves que capturaron momentos clave de las actividades, como las pláticas sobre árboles nativos y los recorridos de avistamiento de aves. Esta estrategia no solo permitió documentar el progreso del proyecto, sino también amplificar su impacto al inspirar a una audiencia más amplia a conectar con la naturaleza y valorar la biodiversidad del BLP. Generó interacciones diversas y permitió darle lugar a la conversación fuera de los eventos.



Figura 23. Video reel de actividad artística.



Figura 24. Post de recapitulación

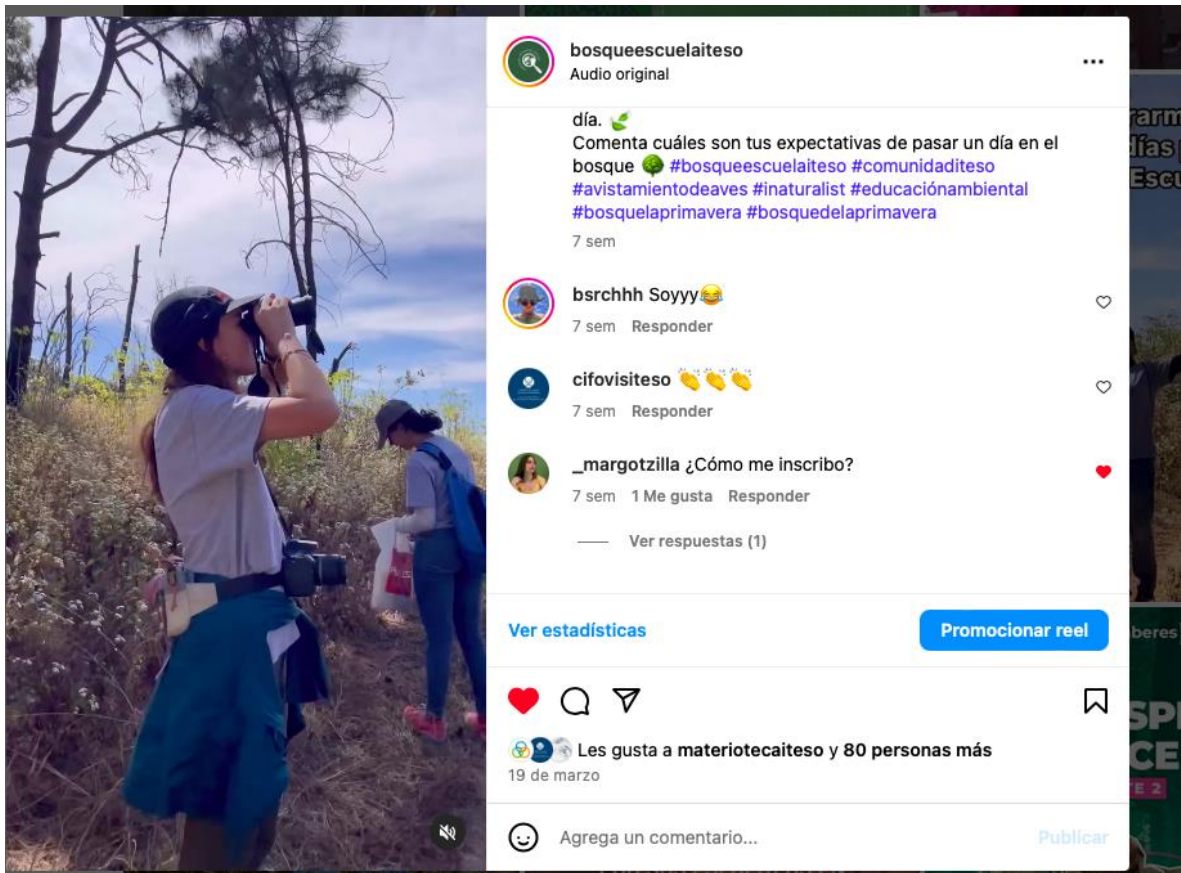


Figura 25. Video de promoción

Los productos finales se pueden revisar e interactuar directamente en línea. En el perfil de @bosqueescuelaiteso en Instagram: <https://www.instagram.com/bosqueescuelaiteso/?next=%2F>

Propuestas a futuro.

Para el seguimiento del proyecto se plantean las siguientes ideas o recomendaciones:

- Continuar con los voluntariados, evaluando da necesidad y posibilidad de realizar trabajos de restauración o continuar con las visitas educativas.
- Pensar en agregar algunas actividades entre tiempos muertos (como la espera antes de salir) o los trayectos, en las que se pueden dar datos interesantes o contextuales y crear un ambiente de convivencia sana.
- Asegurarse de enviar la encuesta de retroalimentación en el transporte de regreso para tener la mayor cantidad de interacciones

6.6 Difusión:

El desarrollo de este proyecto se encuentra inmerso en las diversas secciones de los proyectos dentro del PAP Bosque Escuela. A lo largo del semestre, las actividades y estrategias diseñadas para la difusión y educación ambiental se integraron con los esfuerzos de otros equipos, lo que permitió un enfoque colaborativo y multidisciplinario. En las siguientes secciones, se detallará cómo estas iniciativas se alinearon con las metas de los diferentes proyectos, creando una sinergia que enriqueció tanto el aprendizaje de los estudiantes como el impacto en la comunidad.

6.7 Biodiversidad del bosque

Descripción del proyecto

Se comenzó con la elaboración de una guía ciudadana de árboles del BLP a la que le dará seguimiento durante el siguiente semestre, utilizando información de bases de datos diversas y libros sobre la flora nativa del bosque para compartir el conocimiento científico sobre estas especies y fomentar su conservación.

Plan de trabajo

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investigación															
Elaboración de la lista de árboles															
Diseño de la guía															
Correcciones															
Entrega RPAP															
Presentación final															

Desarrollo de propuesta de mejora

Lo primero que se realizó fue una búsqueda en la plataforma iNaturalistMX para identificar las especies representativas del BLP. Se descargó la base de datos de flora en el polígono del APFF (figura 26) en formato de Excel. Se hizo un primer filtrado desde la plataforma para

solo mostrar las observaciones con grado de investigación, que son las observaciones verificadas por la comunidad científica para tener certeza de la especie que se identificó.



Figura 26. Polígono del APFF del BLP en iNaturalistMX.

Luego se hizo otro filtrado en Excel para separar solamente los árboles y ordenar las especies por orden de mayor a menor número de observaciones, esto para identificar las especies más reconocidas por la población lo cual es uno de los criterios para la selección de especies que se mostrarán en la guía.

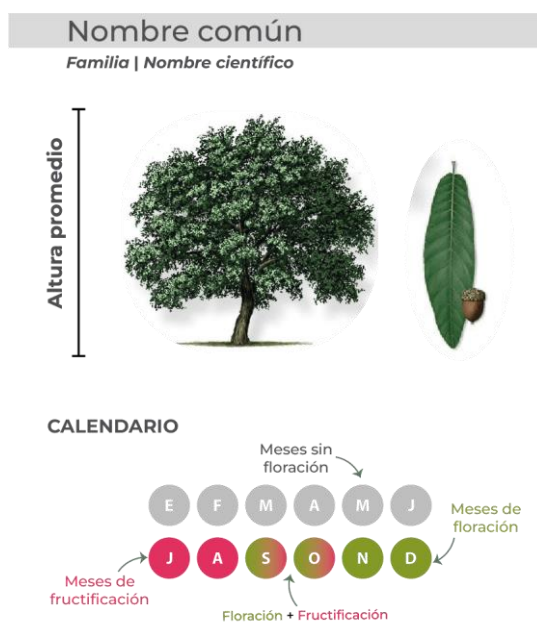
Además del reconocimiento de las especies por el público, también se tomó en cuenta la representación de diferentes familias en la guía (Pináceas, Fagáceas, Fabáceas, Moráceas, Burseráceas, etc.) así como algunas especies que se consideraron para añadir. La lista paso por varias iteraciones en las que se modificó la información recopilada y las especies seleccionadas, estos cambios eran influenciados en parte por el diseño de la guía, para lograr una representación adecuada de la información acoplada a las limitaciones del formato.

En conjunto con la lista, se está trabajando en otra tabla con fotografías de las partes más características de las especies (hoja, fruto, fuste, copa) como referencias para el diseño de las ilustraciones en el siguiente periodo.

Para la representación visual de cada una de las especies que se encontrarán en la guía, se realizó a detalle una muestra que sirve como ejemplo para comprender la distribución y el

significado de cada elemento en la guía. Esta distribución incluye notas y simbologías que abstraen de forma visual la información que se registró durante la investigación de la biodiversidad del bosque durante el semestre.

Se incluye la representación gráfica del árbol junto al calendario que muestra sus procesos, la visualización está representada por meses y periodos de fructificación, floración y en el caso del calendario (opción 2), se incluye la temporada en que el árbol presenta o pierde su follaje. Se muestran los tipos de hoja que presentan los 14 árboles seleccionados y el tipo de follaje representado a través de una C para caducifolio (pierde sus hojas por temporadas) y P de perennifolio (con hojas todo el año).



En el calendario se muestran únicamente los meses en los que el árbol presenta fruto y flor. Los colores del calendario, son indicadores para cada periodo y no corresponden al color del fruto o flor.

Figura 27. Orden de referencia para las ilustraciones.

FORMA DE LA HOJA

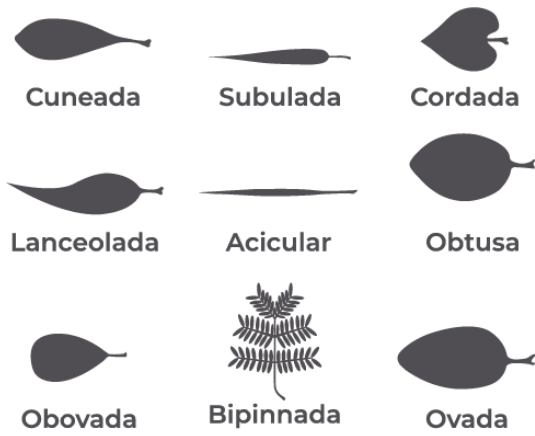


Figura 28. Simbología para ilustrar las formas de hoja.

TIPO DE HOJA

C Caduca

Pierde sus hojas en invierno en temporada de secas.

P Perenne

Conserva sus hojas todo el año.

Figura 29. Simbología para clasificar el tipo de hoja.

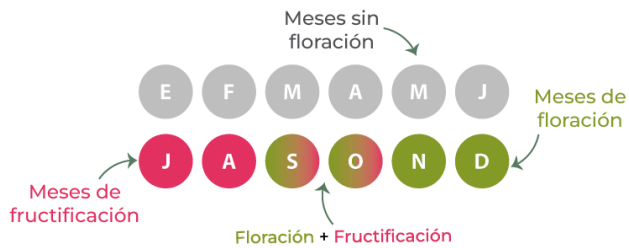


Figura 30. Calendario (opción 1).

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	

Figura 31. Calendario con los 3 procesos del árbol (Opción 2).

Se plantea que, a través de estas abstracciones de la información plasmadas de forma sintetizada y muy visual en la guía, las personas sean capaces de comprender y aprender

acerca de la biodiversidad del BLP, de modo que, conecten con lo que ven y experimentan a través de las visitas al bosque y de sus propias observaciones, con el objetivo de que comprendan el valor y la importancia de preservar el bosque.

6.8 Desconexión ser humano naturaleza

Sustento metodológico

El desarrollo del presente proyecto se fundamentó en el análisis de la desconexión entre los habitantes urbanos y la biodiversidad, abordada desde una perspectiva metodológica interdisciplinaria que articula elementos de la ecología urbana, la educación y la psicología ambientales. La construcción del instrumento central (una encuesta estructurada) respondió directamente a tres objetivos específicos.

Para el primer objetivo, que consistió en analizar qué factores geográficos, sociales y culturales influyen en el conocimiento de la biodiversidad, se retomaron estudios como el de Botzat et al. (2016), que evidencian cómo variables como la edad, el nivel educativo y el lugar de residencia afectan la percepción ecológica en contextos urbanos. Bajo esta lógica, la encuesta incorporó preguntas sociodemográficas que permiten cruzar estos factores con el nivel de conocimiento sobre especies.

El segundo objetivo buscó comparar el conocimiento de especies nativas y exóticas presentes en la Zona Metropolitana de Guadalajara. Para ello, se seleccionaron especies representativas del BLPy del entorno urbano, apoyándose en fuentes como el estudio técnico de Chávez et al. (2010) sobre el arbolado de Chapalita y la página web iNaturalist. En esta sección también se preguntó la frecuencia de visita a áreas verdes dentro de la ciudad o al BLP, para verificar si la frecuencia y actividad en la visita influye en el conocimiento de la biodiversidad.

Respecto al tercer objetivo, orientado a comprender el imaginario colectivo sobre la biodiversidad y su importancia en la vida cotidiana, se integraron preguntas abiertas y de evocación libre, basadas en la propuesta de González y Pérez (2018), quienes analizan cómo los medios y la cultura popular moldean la imagen mental de la naturaleza, favoreciendo el recuerdo de especies domésticas o exóticas sobre las locales. Además, se preguntó sobre el tipo de información en redes sociales que las personas consumen, para analizar si esto influye en su conocimiento.

Descripción del proyecto

Este proyecto partió del reconocimiento de una problemática creciente en contextos urbanos: la desconexión entre las personas y la naturaleza. En particular, en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG). Como propuesta de solución, el proyecto planteó el

diseño y aplicación de una encuesta orientada a evaluar el nivel de conocimiento sobre biodiversidad nativa y exótica en su entorno, la percepción de la naturaleza y las formas de interacción con espacios verdes (tanto urbanos como naturales) por parte de los habitantes de la ciudad.

La pertinencia de esta propuesta radicó en que permitió identificar los factores sociales, culturales y geográficos que condicionan la relación entre las personas y la biodiversidad. Este diagnóstico se realizó mediante el procesamiento de información cualitativa, la cual se transformó en indicadores cuantitativos que pudieron ser analizados de una manera que su interrelación justifique una conexión o desconexión con la naturaleza; dependiendo de las actividades cotidianas, la disposición de informarse acerca de la biodiversidad y los factores sociodemográficos ya mencionados.

Plan de trabajo

A continuación, se muestra en la Tabla 8 las actividades que se realizaron en el semestre, así como la semana en la que se realizaron y los recursos necesitados (Tabla 9).

Tabla 8. Calendarización de actividades del proyecto.

Nombre de la actividad	Recursos	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Semana Santa	Semana 13	Semana 14	Semana 15
		mana 1	mana 2	mana 3	mana 4	mana 5	mana 6	mana 7	mana 8	mana 9	mana 10	mana 11	mana 12				
Investigación	RB																
Planeación encuesta	RB AP																
Creación	AP AE																

en la longitud de la encuesta y su orden pensando en que este influye en las respuestas que se pueden llegar a obtener.

Durante la planeación de la encuesta los objetivos de las preguntas y las secciones existentes fueron cambiando, ya sea parcial o totalmente, así como la primera lista de especies de aves y plantas que fue propuesta para la encuesta. El orden de las preguntas fue un elemento clave al cual se le dedicó tiempo ya que se buscaba llevar el tren del pensamiento de encuestado en el camino que favorecería más las respuestas.

Se comenzó a crear la encuesta a partir de la planeación que nos pareció la correcta, realizando en Google Forms y obteniendo imágenes de las especies seleccionadas en la plataforma iNaturalista. Esta encuesta también pasó por varias versiones mientras se perfeccionaba con asesoría del Dr. Juan Fernando Escobar y de la Dra. Ina Falfán, al igual se hizo una prueba de la encuesta con los compañeros del PAP para obtener su retroalimentación y con base a ello se modificó.

La encuesta ya finalizada se distribuyó de diferentes maneras; por la página de Instagram del Bosque Escuela, por una liga compartida en Whatsapp y distribución a través de personas. Se recolectaron 139 respuestas por poco menos de dos semanas, las cuales fueron analizadas para encontrar correlación entre los datos obtenidos.

6.9 Tlapohualli

Sustento metodológico

El proyecto *Tlapohualli* se fundamenta en la combinación de conceptos de ciencia ciudadana y monitoreo ambiental colaborativo, buscando involucrar activamente a la comunidad del ITESO y a la ciudadanía en la observación y registro del BLP. La metodología aplicada se apoya en la construcción de una infraestructura física (fotoestación o *Hualli*) que funciona como un punto de interacción para la ciudadanía, complementada con un sistema digital automatizado que permite la recepción, validación y registro de imágenes enviadas por correo electrónico. Esta integración metodológica responde al objetivo de fomentar la participación comunitaria y la generación colectiva de conocimiento ambiental, facilitando el estudio del bosque como un espacio vivo de aprendizaje y memoria.

Planeación y seguimiento del proyecto

Actividad Tlapohualli	Fecha de inicio	Fecha de Finalización
-----------------------	-----------------	-----------------------

Correo a la plataforma Chronolog	29 enero 2025	29 enero 2025
Confirmación de alianza (con requisitos)	29 enero	31 enero
Filtrar los requisitos y traducirlos	5 febrero	7 de febrero
Lista con los pasos de uso	5 febrero	6 de febrero
Valoración de factibilidad	6 febrero	10 febrero
Evaluación de viabilidad (entrevistas)	10 febrero	12 de febrero
Revisar el prototipo (material, mecanismo)	17 febrero	17 de febrero
Ajustes para su correcta implementación	17 febrero	19 de febrero
Procesos de producción del Hualli 1	19 febrero	5 de marzo
Análisis del espacio y las locaciones del Hualli 1	2 marzo	4 de marzo
Checar las condiciones para prevenir daños en el prototipo	5 marzo	24 marzo
Instalación y primer registro fotográfico	19 marzo	19 de marzo

Al principio se planeó realizar una alianza con Chronolog, sin embargo, debido a los costos y dificultades que esto implicaría, se optó por crear un prototipo propio y adaptarse al presupuesto y recursos con los que Bosque Escuela e ITESO cuentan para comenzar con la manufactura del primer prototipo (fotoestación) del proyecto Tlalpohualli, nombrado Hualli 1.

Posterior a la planeación del calendario de actividades, se llevó a cabo la fase de investigación, en la cual se establecieron las bases teóricas que sustentaron el desarrollo del prototipo y la definición de las dinámicas de prueba. Esta etapa también incluyó la elaboración de la lista de materiales, la selección de herramientas adecuadas y la generación de diagramas técnicos que facilitarían el proceso de instalación de la estación fotográfica.

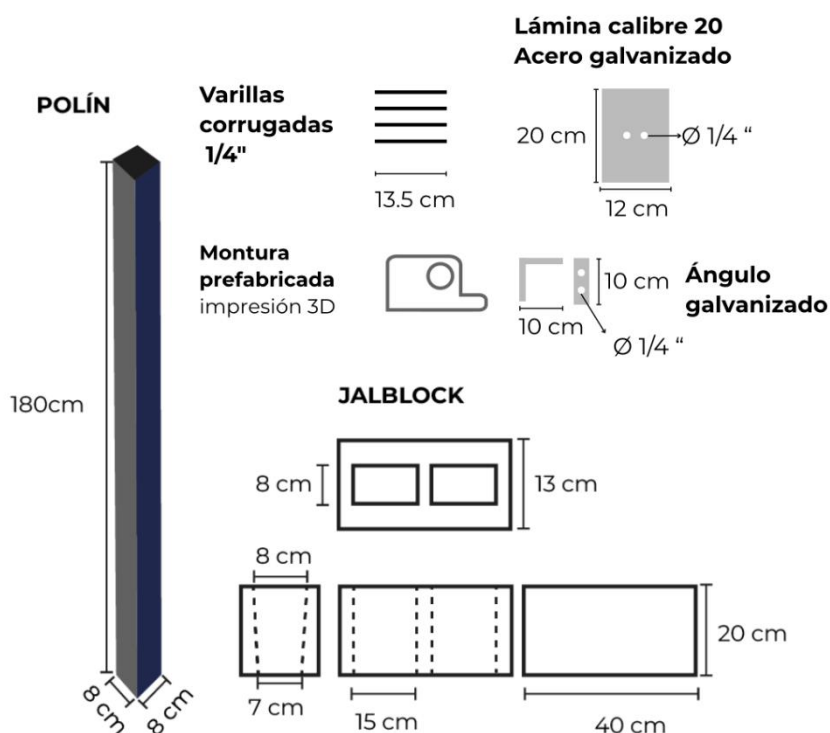

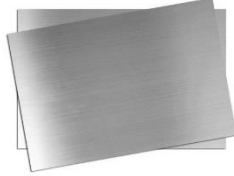












Figura 32. Materiales para el prototipo con medidas.

A continuación, para comprender a detalle cada elemento necesario, se enlistan los materiales y herramientas necesarias para realizar la instalación del Prototipo Hualli 1.

Piezas del Hualli			
Nombre	Cantidad	Medidas	Imagen
Polín de madera	1	180cm X 8.5 cm X 8.5 cm	

Placa metálica (Lámina de calibre 20 acero inoxidable galvanizado)	1	12cm X 20cm	
Ángulo Zincado de acero inoxidable galvanizado	1	10 cm x10 cm	
Pijas para madera	6	1 1/2"	
Tornillos cabeza plana (con sus tuercas y rondanas)	2	1/4" de grosor 1" de largo	
Varilla corrugada	4 piezas	13.5 cm de longitud ¼" de grosor	
Preparación del Polín			
Barniz marino transparente	1 L	Aplicar 3 capas	
Herramientas			

Nombre	Cantidad/ medida	Imagen
Pala	1	
Pico	1	
Taladro	1	
Broca guía cercana a 1/4	1	
Broca punta de cruz	1	
Aplonadora manual	1	

Materiales de instalación		
Nombre	Cantidad	Imagen
Agua potable	2 garrafones de 20 L c/u	
Mortero		

Para la fabricación del primer prototipo de la estación fotográfica, denominado Hualli 1, se desarrolló un proceso de producción estructurado en distintas fases, que garantizaron la precisión en el ensamblaje y la calidad del acabado final. Este procedimiento abarcó desde el tratamiento inicial del material base hasta los ajustes técnicos necesarios para su correcto funcionamiento en campo. A continuación, se describe detalladamente cada una de las etapas involucradas en su elaboración.

1. Corte inicial del polín

Se corta el polín de madera de pino hasta alcanzar una longitud total de 180 cm. Esta dimensión permite la correcta fijación subterránea y la funcionalidad estructural de la fotoestación.

2. Cepillado estructural

El polín se cepilla hasta obtener una sección transversal uniforme de 8 cm x 8 cm, lo cual garantiza su compatibilidad con los elementos de anclaje y su estabilidad dimensional.

3. Marcado de referencia

Desde la base del polín (el extremo que será enterrado), se marca a 40 cm de altura. Esta sección estará bajo tierra y servirá como punto de inserción en el sistema de cimentación.

Se realizan también varias marcas, desde la parte inferior del polín a 5 cm, luego tres marcas con separaciones de 10 cm entre sí, y una más luego de esas tres a una distancia de 5 cm, mismas que indicarán la ubicación de las perforaciones para las varillas de refuerzo.

4. Corte en bisel para inserción en bloques de cimentación (Jalblock)

En dos caras opuestas de la base del polín, se realiza un corte en diagonal desde la base hasta los 40 cm de altura. El corte reduce la anchura de 8 cm a 7 cm, facilitando la inserción en los bloques estructurales.

5. Ajuste de los Jalblock (si es necesario)

Si el polín no se inserta con facilidad, se recomienda rebajar ligeramente el interior del Jalblock utilizando una lima desbastadora, hasta lograr un encaje adecuado.

6. Verificación del encaje

Antes de continuar, se debe comprobar que el polín se introduce correctamente en ambos Jalblock, garantizando su estabilidad sin forzar la estructura.

7. Perforaciones para las varillas corrugadas

Con una broca de ¼", se perfora el polín de lado a lado en el centro de las primeras cuatro marcas desde la base hechas a 5 cm y luego tres marcas con separaciones de 10 cm entre sí. Las perforaciones deben estar perfectamente alineadas para asegurar la correcta inserción de las varillas.

8. Inserción de varillas corrugadas

Se introducen varillas previamente cortadas a una longitud de 13.5 cm en los orificios.

En caso de resistencia al insertar, se recomienda el uso de un martillo de hule para ejercer presión moderada, asegurando un ajuste firme y duradero.

9. Lijado fino de acabado

Con una lija de grano 320, se realiza un lijado sobre toda la superficie del polín para suavizarla y asegurar una adecuada adherencia del recubrimiento protector.

10. Aplicación del barniz

Se aplica barniz marino en tres capas, con un tiempo de curado de al menos 2 horas entre cada aplicación.

Tras la tercera capa, se deja secar el polín durante un mínimo de 24 horas antes de su manipulación o instalación en campo.

Una vez concluido el proceso de preparación de la estructura principal del Hualli, se procedió al diseño y producción de la ficha informativa. Este elemento tiene como objetivo principal comunicar de forma clara y accesible las instrucciones de uso de la estación fotográfica. Para ello, se cuidó tanto la redacción como el diseño gráfico, buscando facilitar la interacción del usuario con el dispositivo y promover su participación en el registro visual del entorno.

Identidad gráfica

A la par del trabajo realizado para preparar el polín en el taller de carpintería, se comenzó con el desarrollo de la identidad gráfica de Tlalpohualli. Se estableció una paleta de colores en donde el color principal es el azul profundo, ya que, parece ser uno de los colores que resisten mejor la exposición a la luz solar en exteriores.

Los colores neutros también resisten muy bien al exterior, así mismo, estos comunican calma, sencillez, son formales y evocan la naturaleza.

El logotipo es el interior de la lupa del logotipo de Bosque Escuela, un icono sencillo que indica que es un proyecto que pertenece al PAP y ya está posicionado.

PALETA CROMÁTICA

Principal



C:100%	R: 33	Hexadécimal:
M: 92%	G: 40	#21284e
Y: 38%	B: 78	
K: 35%		

Complementarios

1



C: 31%	R: 187	Hexadécimal:
M: 18%	G: 195	#bbc3c7
Y: 20%	B: 199	
K: 2%		

2



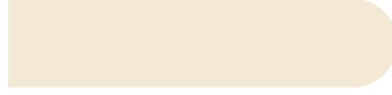
C: 5%	R: 245	Hexadécimal:
M: 3%	G: 245	#f5f5ec
Y: 9%	B: 256	
K: 0%		

3



C: 49%	R: 139	Hexadécimal:
M: 28%	G: 151	#8b9773
Y: 58%	B: 115	
K: 11%		

Acento



C: 5%	R: 244	Hexadécimal:
M: 9%	G: 233	#f4e9d4
Y: 20%	B: 212	
K: 0%		



Tlalpohualli

¡Ayúdanos a monitorear esta zona!

Recibe tu constancia de participación y conviértete en un "Protector del Bosque".

¿CÓMO LO HAGO?

-  **Coloca tu celular de forma horizontal en la base**
-  **Toma una fotografía**
(No hacer zoom)
-  **Envíala al correo**
bosqueescuelaiteso@gmail.com

Asunto: "Fecha AAAA.MM.DD"_Hualli 1
Ejemplo 2025 03 22 Hualli 1

 ¿Te gustaría conocernos más?
¡Síguenos en instagram!

@bosqueescuelaiteso



Figura 33. Paleta de color y ficha informativa.

El tono en color azul impreso en la ficha de información es P25k, sin embargo, en futuras ocasiones se recomienda elegir un tono más oscuro de ser posible, para asegurar la duración del color en el vinil al exterior y asegurar que el tono se parezca un poco más al que se observa en la pantalla.

Especificaciones de la ficha informativa

La ficha informativa contiene el nombre del proyecto y una pequeña frase que invita a los ciudadanos a participar en la dinámica. Así como un instructivo breve y QR que generará el contacto con el perfil de Instagram del PAP.

La ficha se imprime en vinil laminado con acabado mate, esto con la finalidad de que no refleje la luz del sol y no lastime los ojos de las personas, así mismo, el laminado sirve para conservar por más tiempo el buen estado de la ficha informativa. Se plantea que el próximo semestre el equipo encargado evalúe qué tan buenos fueron los resultados al emplear este color y estos acabados.

Consideraciones

La impresión en vinil modifica los colores, por ende, es necesario solicitar el muestrario de colores en vinil y seleccionar un color específico de ese catálogo. Por este motivo, se recomienda usar de 1 a 3 colores como máximo en la ficha informativa.

La ficha debe contener:

- Nombre del proyecto
- Insignia o logo de Bosque Escuela y Tlalpohualli
- Instrucciones de uso
- Indicación para enviar la fotografía al correo electrónico
- QR del instagram de Bosque Escuela
- Una frase que motive a las personas a usar el Hualli y participar de principio a fin en la dinámica.
- El correo al que se debe enviar la fotografía.

El asunto debe estar indicado con la fecha en el orden AAAA.MM.DD, y se debe escribir el nombre *Hualli 1*, del cual se tomó la fotografía.



Figura 34. Ficha informativa con guías de corte.

Es importante dejar estas pestañas en las guías de corte alrededor de la etiqueta, ya que, al estar en el exterior, bajo el sol todo el tiempo, el vinil suele despegarse de las orillas de la calca. Por ende, es necesario que se puedan adherir un lado con otro de modo que con este contacto se asegure una mayor durabilidad de la ficha informativa.

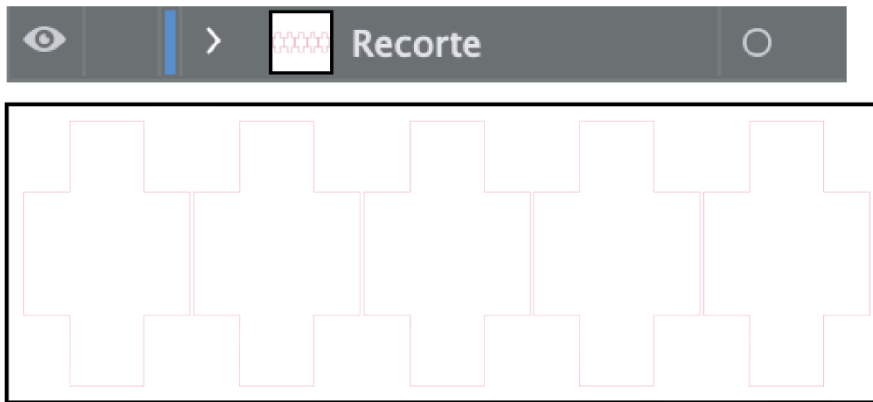


Figura 35. Capa de guías de recorte.

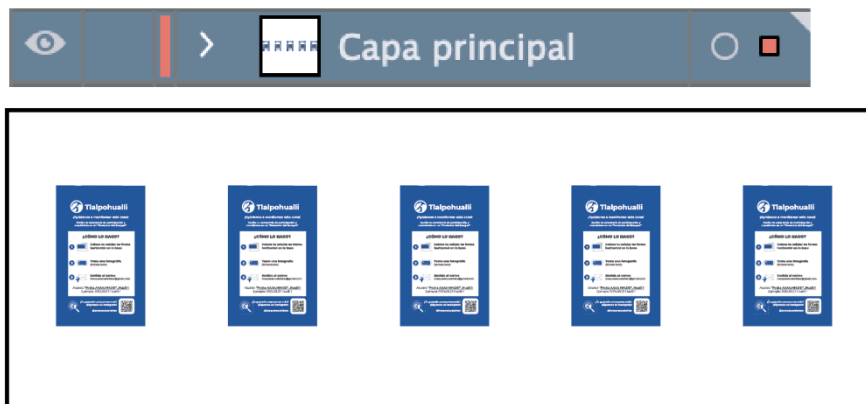


Figura 36. Capa principal con las fichas a imprimir.

Se realizó un archivo de impresión cuyas medidas de la mesa de trabajo son: 140x 45 cm. Esto permite que se añadan hasta 5 fichas incluyendo el margen de corte. Este debe realizarse en capas, el área de corte de todas las fichas debe estar en una capa y el área de las fichas y su contenido debe estar en otra capa distinta.

Armado de la ficha en su estructura

1. Corte de lámina

Se deberá cortar una lámina de acero inoxidable galvanizado en calibre 18 o 20, seleccionando el calibre más grueso que sea factible de doblar con los equipos disponibles en el taller del edificio H.

2. Doblado de esquinas

Las esquinas de la lámina deben ser dobladas con el fin de eliminar bordes filosos y reducir el riesgo de cortes o accidentes durante su manipulación.

3. Dimensiones finales

La lámina deberá tener dimensiones finales (es decir, ya con el doblado realizado) de 12 cm x 20 cm.

4. Marcado del centro

Es necesario trazar la línea media de la lámina, ya que, en ese punto se colocará posteriormente el ángulo metálico.

5. Preparación de perforaciones

Coloque el ángulo metálico en la posición correspondiente sobre la lámina, marque su contorno y señale los puntos de perforación que servirán para su fijación mediante tornillos.

6. Perforado de la lámina

Realice las perforaciones en los puntos previamente marcados utilizando una broca de 1/4 de pulgada.

7. Colocación de ficha informativa

Aplique la ficha informativa (vinil adhesivo) sobre la superficie de la lámina, asegurándose de evitar la formación de burbujas de aire para garantizar una correcta adherencia.

8. Recorte del vinil

Con ayuda de un cúter, realice cortes precisos en el vinil justo en las áreas destinadas a los tornillos, para permitir la instalación del ángulo zincado.

9. Fijación del ángulo

Finalmente, proceda a fijar el ángulo zincado a la lámina utilizando tornillos y rondanas, asegurando una unión firme y estable.

Instalación del Hualli

El procedimiento implementado para llevar a cabo la instalación de la estación fotográfica se estructuró en una serie de etapas técnicas cuidadosamente planificadas. Cada paso fue diseñado para asegurar la estabilidad, durabilidad y funcionalidad del sistema, desde la preparación del terreno hasta la fijación de los componentes estructurales y tecnológicos que conforman el conjunto. A continuación, se detalla el proceso completo de instalación.

1. Selección del sitio

Se debe realizar una evaluación del entorno para identificar el punto exacto que será fotografiado. Este deberá contar con visibilidad clara, valor ecológico o estético y accesibilidad para los usuarios.

2. Excavación del anclaje

Se cava un orificio de entre 42 y 45 cm de profundidad, procurando mantener bordes rectos y una base uniforme. Este hueco será la cimentación de la estación.

3. Preparación del terreno

El fondo del orificio debe compactarse cuidadosamente utilizando un apisonador, con el fin de asegurar estabilidad estructural al momento de colocar los elementos de soporte.

4. Colocación de los bloques de cimentación (Jalblock)

Se posicionan los bloques de concreto dentro del orificio, procurando que estén nivelados, alineados y firmemente asentados.

5. Inserción del Polín

Se introduce el poste vertical, que funge como cuerpo principal de la estación fotográfica, en el interior de los Jalblock, asegurando su verticalidad y estabilidad.

6. Relleno estructural

Se procede a rellenar los espacios de los Jalblock utilizando Brickaffix (u otra mezcla equivalente) en combinación con piedra o grava. Este paso garantiza la rigidez estructural y evita desplazamientos a futuro.

7. Curado y nivelación del terreno

Una vez que el relleno haya secado y adquirido resistencia, se recubre el orificio con tierra, nivelando nuevamente el terreno con ayuda del apisonador para una integración visual y funcional con el entorno.

8. Instalación de la base de anclaje para dispositivos móviles

Se instala la base impresa en 3D sobre el extremo superior del polín. Esta base sirve como soporte para los celulares desde donde los usuarios capturan las fotografías.

9. Fijación de la base

Utilizando un taladro eléctrico con broca de cruz y pijas adecuadas, se atornilla la base al polín. Es importante aplicar una presión moderada para evitar dañar la estructura impresa.

10. Colocación del instructivo visual

Finalmente, se instala el letrero informativo que contiene las instrucciones para el uso correcto de la estación, fomentando la participación y la comprensión del sistema.

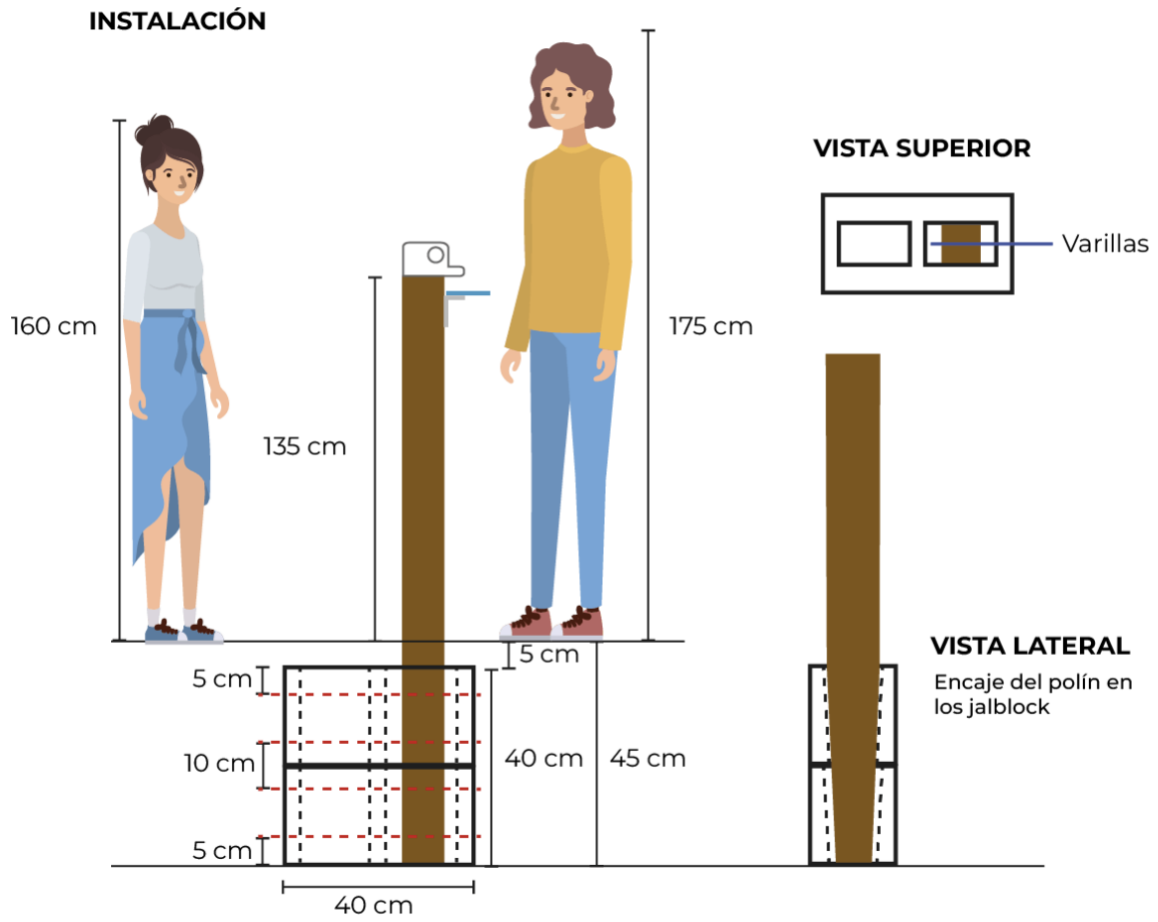


Figura 37. Diagrama de instalación del Hualli 1.



Figura 38. Hualli 1.

Una vez concluido el proceso de instalación de la estación fotográfica en el predio, se llevó a cabo el primer registro visual. Esta captura inicial marca el punto de partida para la construcción de la línea del tiempo, que permitirá observar los cambios en el entorno natural a lo largo del tiempo. Este primer registro no solo valida el correcto funcionamiento del sistema, sino que también establece una referencia visual clave para el análisis comparativo futuro.



Figura 39. Primera fotografía capturada desde el Hualli 1.

Esta etapa no solo representa la validación técnica del sistema, sino también el inicio de una herramienta de participación social activa. La instalación del primer prototipo y la primera fotografía tomada desde éste, simbolizan el comienzo de un **vínculo entre la comunidad y su entorno natural**, al ofrecer una forma accesible y significativa de contribuir al conocimiento colectivo. El proyecto, más allá de su innovación tecnológica, se convierte en una invitación abierta a observar, registrar y cuidar el bosque de manera colaborativa. Con esta base, se sientan las condiciones para fortalecer la ciencia ciudadana desde el predio del ITESO en el BLPa, propiciando futuras réplicas que amplíen su alcance e impacto social.

Desarrollo de propuesta de mejora

A partir de la instalación del primer Hualli y la implementación del sistema digital, se identificaron diversas áreas de oportunidad para mejorar la experiencia, la funcionalidad del proyecto y su potencial de escalabilidad. Estas propuestas se basan en la retroalimentación directa de usuarios a través de encuestas, observaciones en campo y revisiones internas del prototipo y su sistema.

1. Infraestructura e interacción física

Se propone una mejora en la interacción inicial con la estación mediante el código QR. Actualmente, el QR abre el Instagram de bosque escuela. El usuario debe escribir manualmente el asunto, lo cual puede provocar errores si hay más de una estación instalada. Para evitar confusiones y asegurar que cada imagen se registre en la estación correcta, se sugiere que **el código QR abra la aplicación de correo y lleve ya prellenado el campo del asunto** con el identificador único del Hualli correspondiente. Esto facilita la participación y garantiza la correcta clasificación de las imágenes en el sistema.

2. Sistema digital automatizado

El sistema automatizado que valida las imágenes y envía respuestas ya cumple con su función, pero se detectó que el **filtro de validación puede mejorarse**. Se propone fortalecer los criterios de validación para asegurar que las fotos cumplan con el encuadre esperado, un análisis más profundo de las imágenes y reducir errores en la base de datos. Esto permitirá mantener la calidad del registro visual y hacer más eficientes los análisis a futuro.

3. Participación ciudadana

A través de una encuesta aplicada a usuarios del primer Hualli, se obtuvo información valiosa para mejorar la participación y generar mayor interés en el proyecto. Un punto clave fue la importancia de **visibilizar el valor de cada aportación**. Por ello, se propone que los **GIFs generados automáticamente**, que muestran los cambios del bosque a lo largo del tiempo, no solo se envíen por correo como respuesta individual, sino que **también se difundan en medios accesibles para todos**, como una página del ITESO o redes sociales como Instagram. Esto no solo motiva a más personas a participar, sino que convierte al proyecto en una herramienta viva de observación colectiva.

4. Documentación y replicabilidad

Una de las fortalezas del proyecto fue la elaboración de un manual técnico y visual que permite replicar nuevas estaciones fácilmente. Este documento incluye:

- Medidas exactas del diseño del Hualli.
- Materiales sugeridos y herramientas necesarias.
- Pasos detallados de fabricación, montaje e instalación.
- Configuración del sistema digital automatizado.
- Justificación, objetivos y visión general del proyecto Tlalpohualli.

El manual es un componente clave para escalar el proyecto a más zonas del bosque o incluso a otros espacios naturales.

5. Escalabilidad del proyecto

El proyecto fue concebido desde el inicio con la visión de ser replicable. Gracias al aprendizaje obtenido con el primer Hualli, se establecieron bases sólidas para instalar nuevas estaciones en otras ubicaciones del BLP.

La experiencia permite planear una expansión ordenada, mejorando la instalación física, afinando el sistema y fortaleciendo la comunicación con los usuarios. Esta escalabilidad también abre la posibilidad de colaboración con otras instituciones o disciplinas para enriquecer el monitoreo y análisis ambiental.

6.10 Radiografía del bosque

Durante este semestre se diseñó desde cero el mapa mental de *Radiografía del Bosque*, integrando información relevante de los demás proyectos realizados.

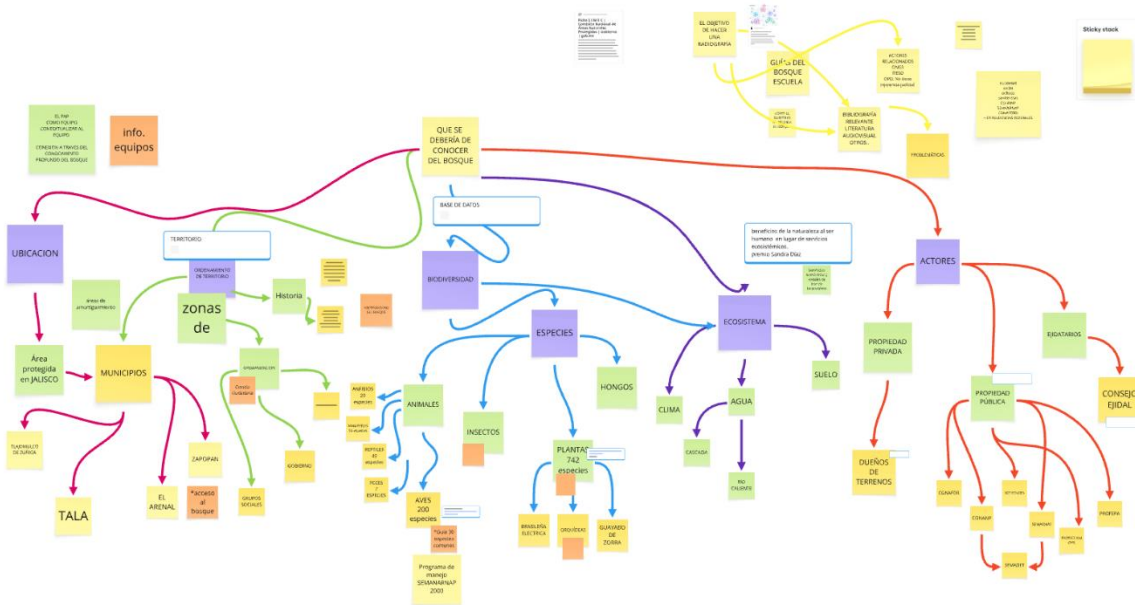


Figura 40. Primer borrador de Radiografía del bosque.

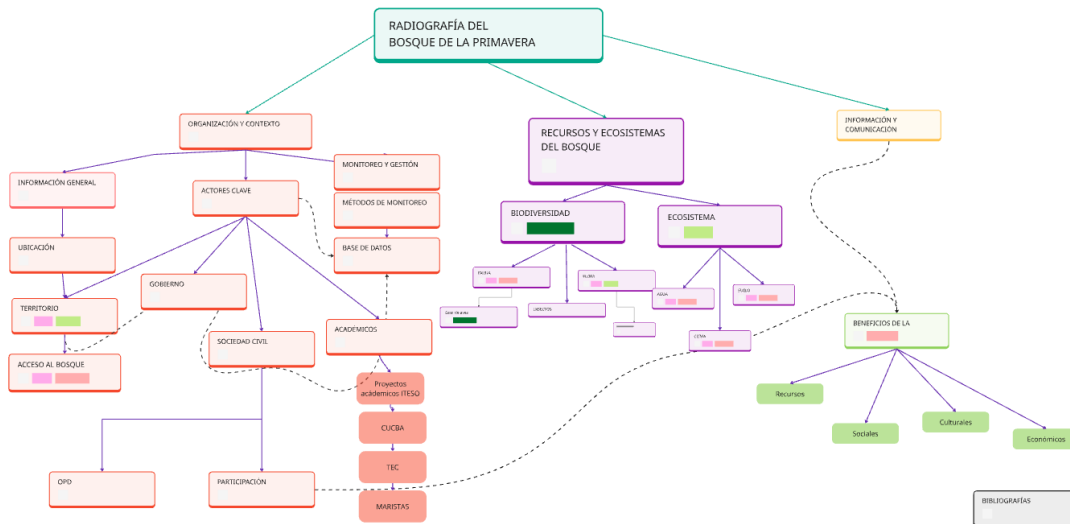


Figura 41. Radiografía del bosque final

A partir de esta base, se elaboraron 10 guiones estructurados con referencias visuales y tiempos establecidos, pensados tanto para su producción durante el semestre como para servir de guía en futuros ciclos académicos en la elaboración de productos audiovisuales. En este periodo se produjeron dos videos principales. El primero documenta la segunda edición del Bosque Escuela, cuyo eje temático fueron las aves. Este video fue narrado y explicado por el profesor Juan Fernando Escobar Ibáñez, quien ofreció una visión general de la experiencia vivida en el Bosque Escuela, así como de la relación entre las aves y los seres humanos, subrayando su relevancia ecológica y simbólica.

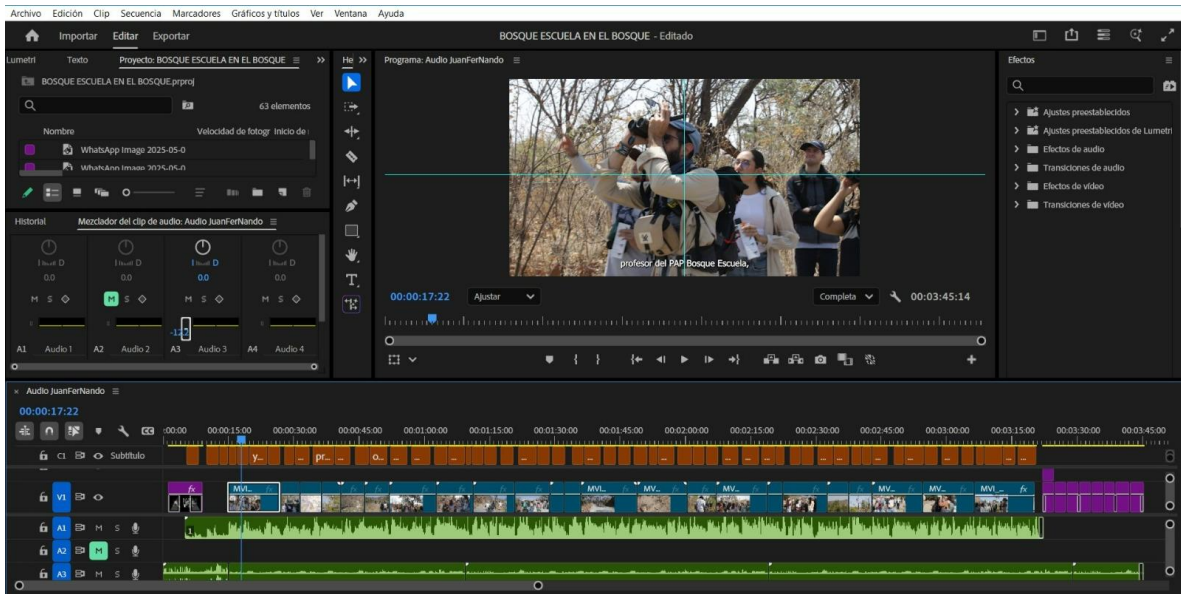


Figura 42. Montaje y edición de Bosque escuela aves.

El segundo video fue grabado en el huerto del ITESO y se centró en la propagación de especies nativas. Para la realización de este reel fue fundamental el apoyo de Fabrizio Franco y Sofía Bru, ambos integrantes activos del proyecto, quienes compartieron su experiencia sobre los procesos de propagación desarrollados durante el semestre. Además, este material contribuyó a visibilizar el huerto universitario, un espacio aún poco conocido por la comunidad estudiantil. Finalmente, se dejaron aproximadamente 10 guiones desarrollados a partir de distintos subtemas del mapa mental, entre ellos: ecosistema, flora y fauna, acceso al bosque, entre otros. Algunos de estos guiones ya han sido revisados y se encuentran listos para grabación, mientras que otros aún requieren ajustes. No obstante, todos ofrecen una base sólida para que los estudiantes de próximos semestres puedan generar productos audiovisuales de manera más ágil, evitando invertir tiempo en procesos preliminares de investigación y estructuración de formatos.

Los elementos de difusión desarrollados sirvieron para múltiples fines:

- Educativos: brindar datos y explicaciones claras sobre temas clave (aves, árboles nativos, propagación de especies, etc.).
- Documentales: registrar y archivar las experiencias vividas en las visitas al bosque.
- Sensibles: apelar a la emoción y al vínculo humano-naturaleza mediante imágenes, testimonios y arte.
- Inspiradores: motivar la participación de otras personas, generar preguntas y contagiar interés.

Las piezas audiovisuales fueron pensadas como un nodo que conecta información con experiencia, ciencia con comunidad.

7. Resultados del trabajo profesional

7.1 Micropropagación de orquídeas

La aplicación del protocolo de resiembra de plántulas de orquídea tuvo como resultado el mantenimiento de las plántulas. Como se observa en la tabla 10

Especie	Sembrados	Contaminados	% Viabilidad
<i>Oncidium stelligerum</i>	6	0	100.00
<i>Bletia macrithmochila</i>	8	1	88.89
<i>Brassavola cucullata</i>	4	1	80.00
<i>Laelia albida</i>	16	2	88.89
<i>Laelia rubescens</i>	4	0	100.00
Total	38	4	91.56

Tabla 10. Porcentaje de viabilidad y supervivencia de las plántulas de orquídea.

El porcentaje de viabilidad es de 91.56%, un valor considerablemente alto en relación al esperado respecto a la contaminación reportada en fuentes.

7.2 Propagación de especies nativas

En total se sembraron 7 especies: Manga de niño, salvia, espinosilla, cosmos, algodoncillo, Q. castanea y guamúchil, que corresponden a 4 hierbas y 3 árboles, respectivamente. Únicamente fue posible contabilizar la cantidad de semillas por especie en los árboles, ya que el tamaño de las semillas de las hierbas no permitía su contabilización. Se monitoreó la germinación de semillas por un periodo de 42 días recolectadas en el BLP y sembradas en el HUI con excepción del Guamúchil, debido a que fue sembrado tiempo después, dando pocos datos para analizar.

En total se sembraron 20 semillas de guamúchil (2 por cada bolsa) y al cabo de la semana se obtuvieron 19 en crecimiento, reflejando una tasa de éxito muy alta, mientras que en los Q. castaneas se sembraron 6 semillas y solo hubo un brote exitoso (Figura 43), una de las razones son la posibilidad de estar dañadas por insectos, ya que, en algunos casos, las bellotas infestadas no se identifican por el daño físico (el agujero por el cual emerge el insecto) y no es evidente hasta varios meses más tarde (González-Salvatierra et al., 2013).



Figura 43: Brote del Q. castanea en el día 42.

En la Figura 44 se observa que la especie con mayor número de crecimiento es la manga de niño, entre los días del 35 al 42, se obtuvo un total de aproximadamente 56 plantas. También se presenta la espinosilla con un pico de 42 plantas antes del día 35 y posteriormente disminuye debido a un exceso de humedad generando musgo, afectando las condiciones de crecimiento y desarrollo. Por otro lado, el algodoncillo y la salvia continúan en crecimiento lento

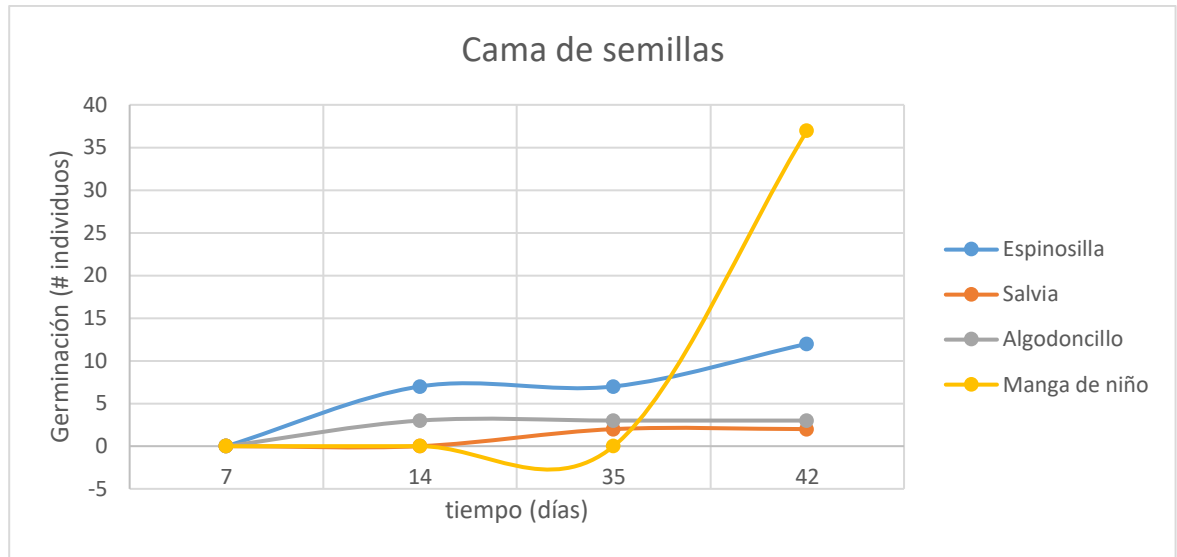


Figura 44. Crecimiento de especies nativas en una cama de semillas respecto al tiempo

En la Figura 45 se demuestra que la especie con mayor número de plantas germinadas es la espinosilla, iniciando desde la primera semana y llegando a un máximo de 75 plántulas, sin embargo, después del día 35 disminuye la cantidad de plántulas, dicha disminución también fue afectada por las condiciones de humedad o cambios de lugares en el vivero que se realizaron durante el monitoreo, ya que, esta especie requiere de poca agua y al tener mucha humedad pudo haber provocado algunas enfermedades fúngicas afectando la supervivencia de dichas plántulas.

Por otro lado, la manga de niño crece abruptamente del día 35 al 42 con 25 plántulas, de igual manera, el exceso de humedad puede generar estos retrasos en su crecimiento y al moverlo de lugar mejoró su crecimiento. En cuanto a la salvia y cosmos, su crecimiento es lento y germina igual que la manga de niño, entre los días 35 y 42, sin embargo, el crecimiento de la Salvia es igual de lento en la cama como en el semillero, esto es corroborado por diversos autores, en el que mencionan que la germinación puede tomar de 2 a 3 semanas después de la siembra (Stoian et al. 2024), esto en las condiciones óptimas, ya que no se logró mantener un cultivo con condiciones totalmente estables y óptimas, tiene sentido la baja y éxito la germinación y crecimiento de las plántulas.

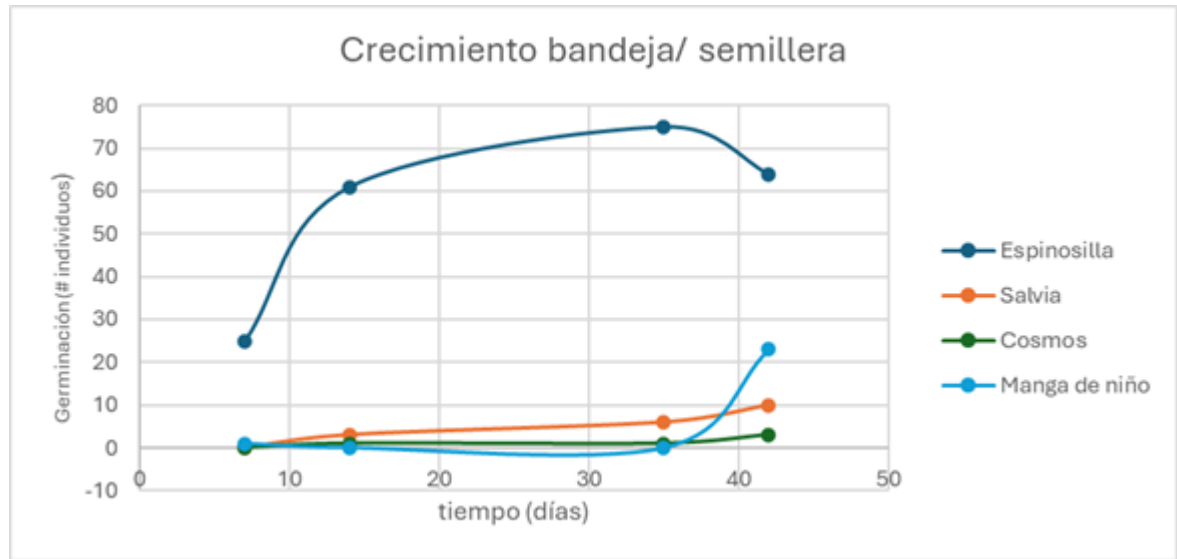


Figura 45. Crecimiento de especies nativas en semillero respecto al tiempo

7.3 Análisis de presión y conectividad del paisaje

Se crearon 5 mapas y 5 gráficas de las áreas de cambio, únicamente de las que pasaron de bosque a algún otro tipo de uso de suelo, específicamente se analizaron 4 tipos de cambio; sin embargo, para términos de este proyecto hubo varias limitaciones en respecto al detalle con el que se clasificaron las imágenes satelitales desde un inicio. Lo que quiere decir, que debido a que es una época seca, hay valores que pueden llegar a confundirse, como por ejemplo la agricultura de temporal con el suelo desnudo.

Clase	Cambio
0->1	Bosque a agricultura de temporal
0->2	Bosque a agricultura de riego
0->3	Bosque a urbano
0->4	Bosque a suelo desnudo

Figura 46: Tipos de cambio de cobertura.

Se analizó el cambio global desde 1985 a 2025 de 22 entre 22 hexágonos alrededor del BLP, y los cambios de 4 periodos (1985-1995, 1995-2008, 2008-2015 y 2015-2025):

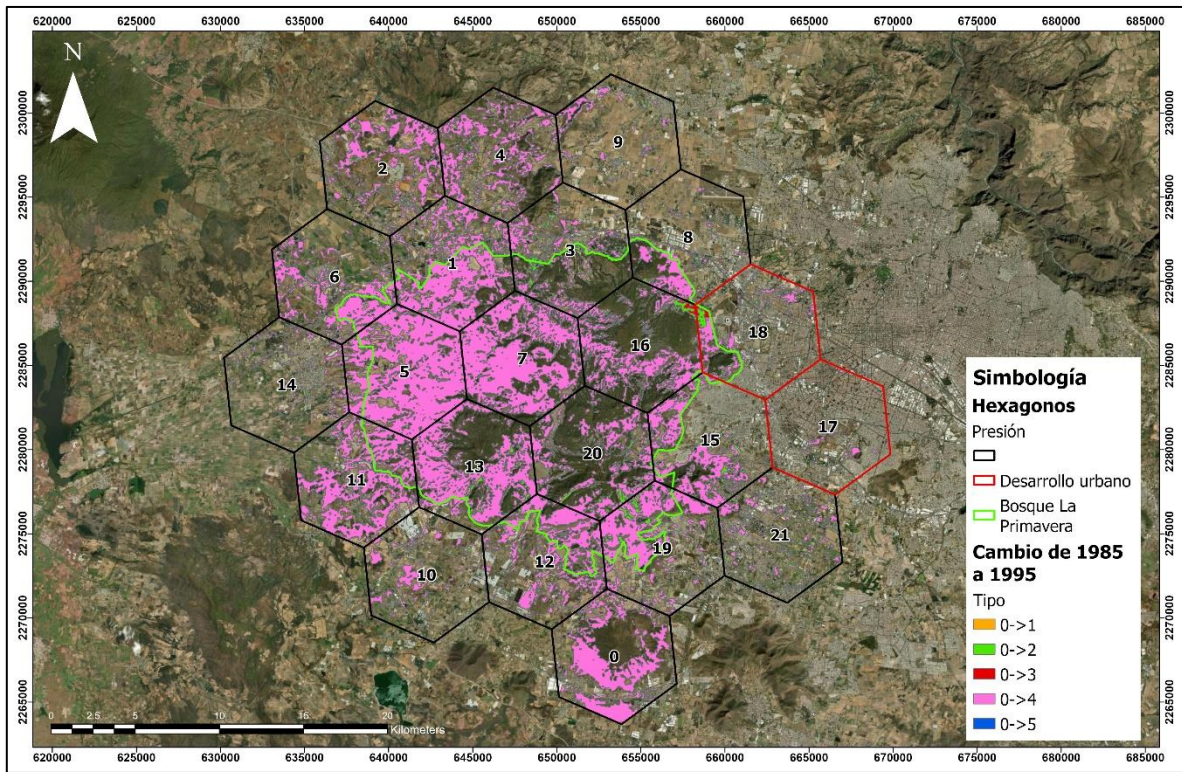


Figura 47: Cambio de cobertura de 1985 a 1995.

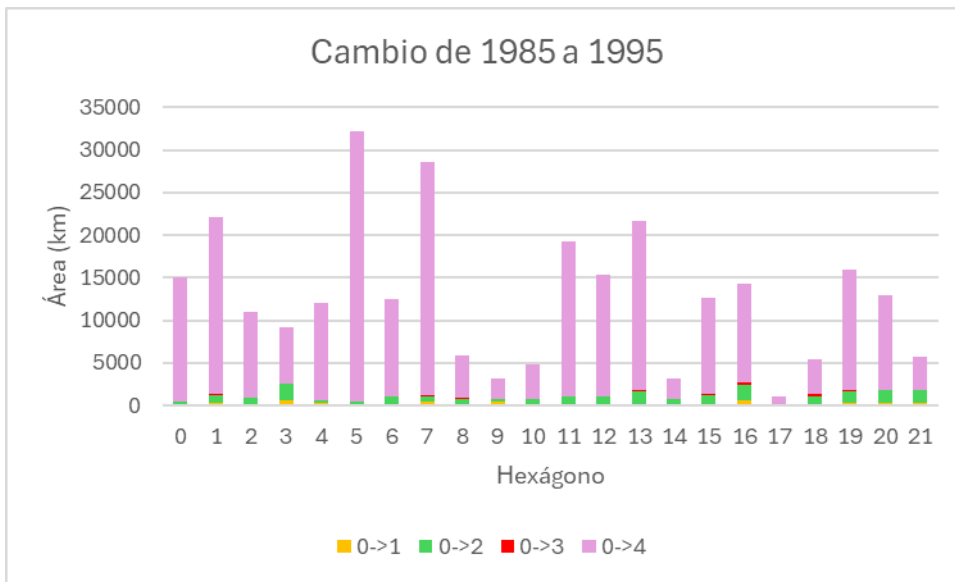


Figura 48: Gráfica de las áreas de cambio 1985-1995.

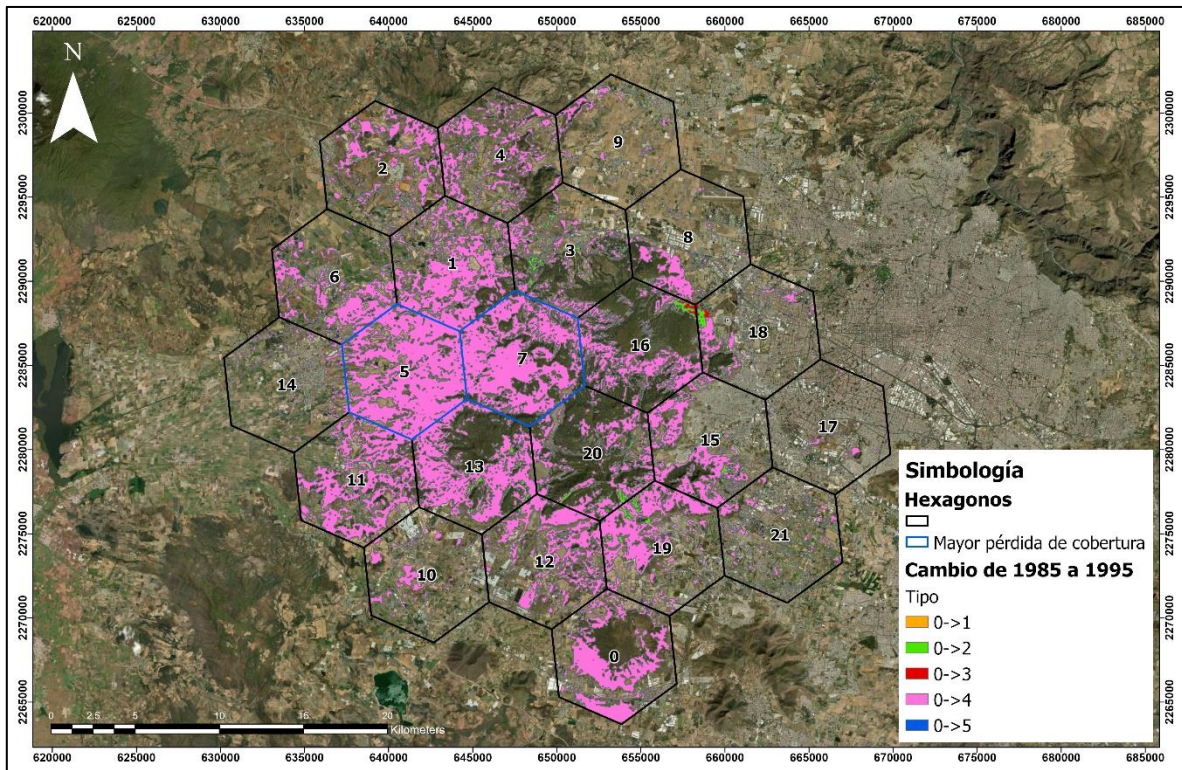


Figura 49: Cambio de cobertura de 1995 a 2008.

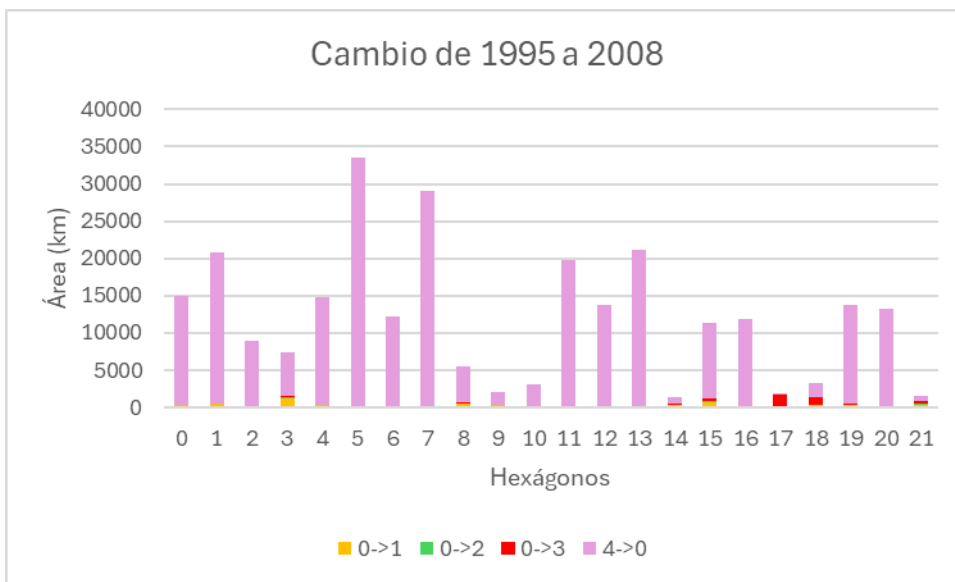


Figura 50: Gráfica de las áreas de cambio 1995-2008.

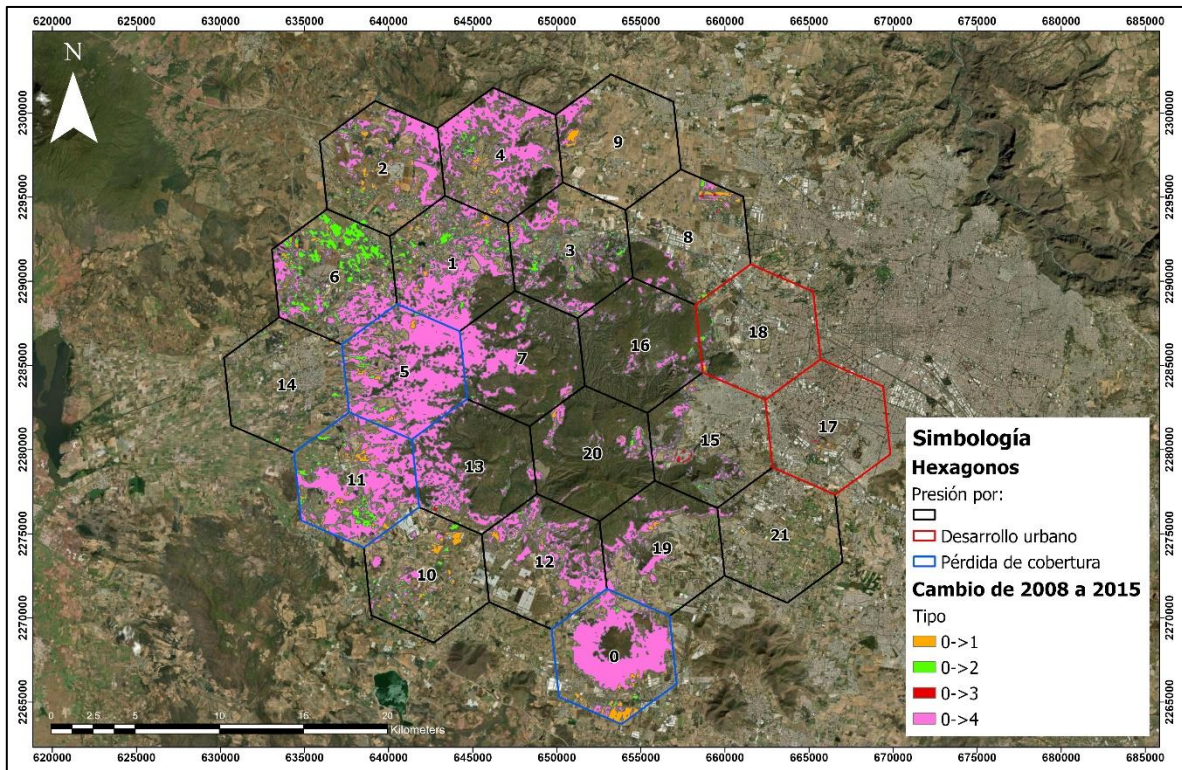


Figura 51: Cambio de cobertura de 2008 a 2015.

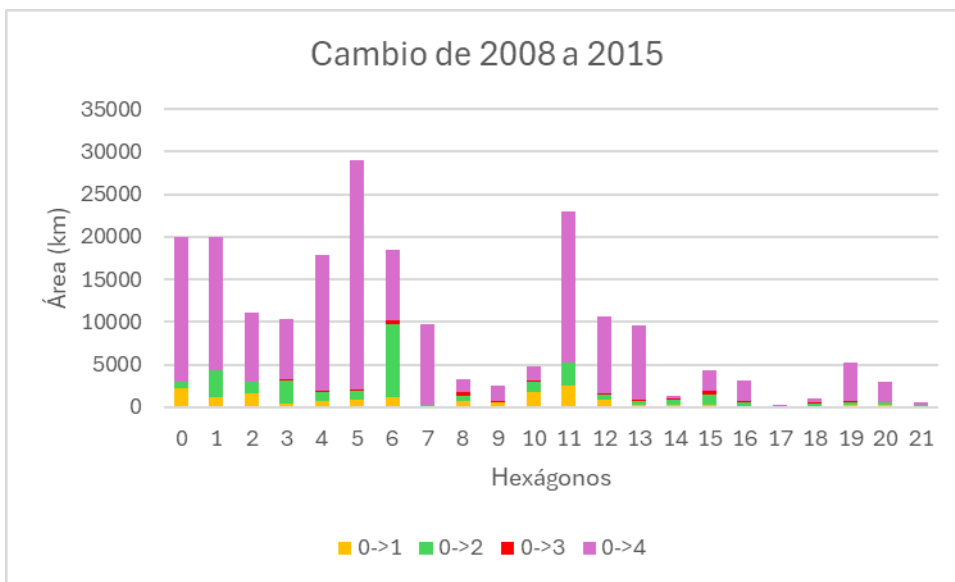


Figura 52: Gráfica de las áreas de cambio 2008.2015.

Los cambios de cobertura de las primeras 3 décadas reflejan que la pérdida de cobertura y la causa de la fragmentación del paisaje es el cambio de bosque a suelo desnudo; sin embargo, esto puede deberse a diversos factores, tales como incendios, talas ilegales, o agricultura, sin embargo, también puede deberse a que el paisaje en esta época no es el

más frondoso, y por ende se confunde con otros usos de suelo. A pesar de eso, se distinguen zonas de interés en la parte oeste del BLP, y con cierta intriga de los hexágonos 5 y 7, ya que en estas 3 décadas se observa que no tienen mucha cobertura vegetal, en comparación con su parte este.

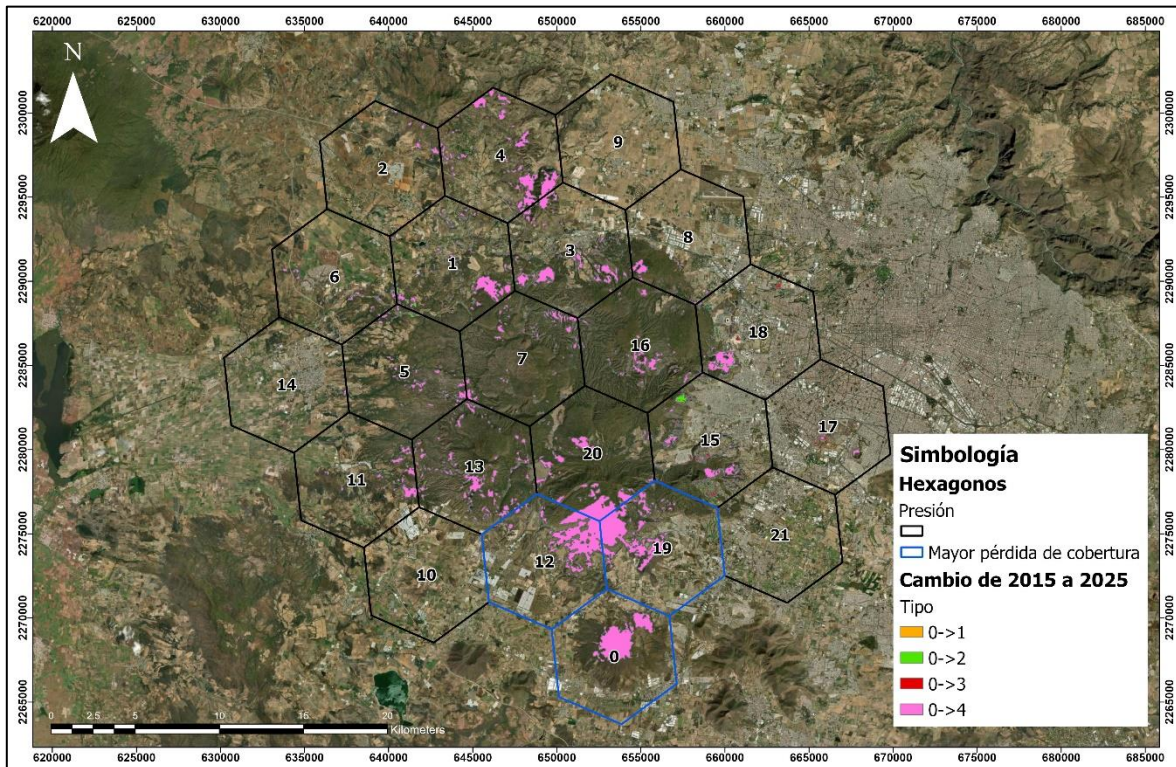


Figura 53: Cambio de cobertura de 2015 a 2025.

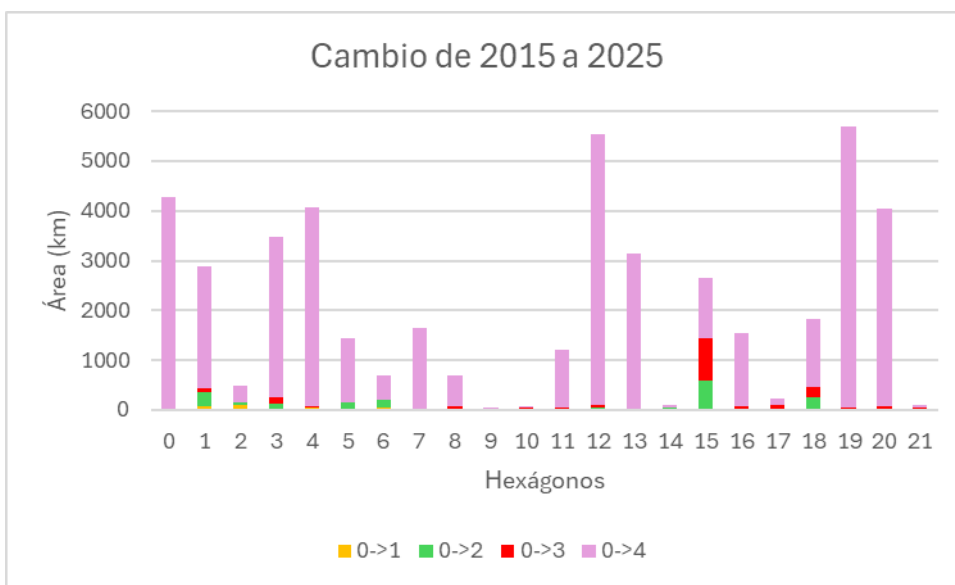


Figura 54: Gráfica de las áreas de cambio 2015-2025.

El cambio de 2015 a 2025 se ve menos saturado y parece más fácil de explicar, ya que las zonas de pérdida de cobertura están más focalizadas, y, además, corresponden con zonas que sufrieron un incendio en 2023. Los hexágonos 12, 19 y 20 son los que fueron afectados; siendo estos los que están más próximos a zonas urbanas que se conoce que han presionado al BLP en el pasado. En este caso, el término “suelo desnudo” tiene más sentido debido a que un incendio si lo ocasiona, y en este caso que se conoce, se confirma la viabilidad del método.

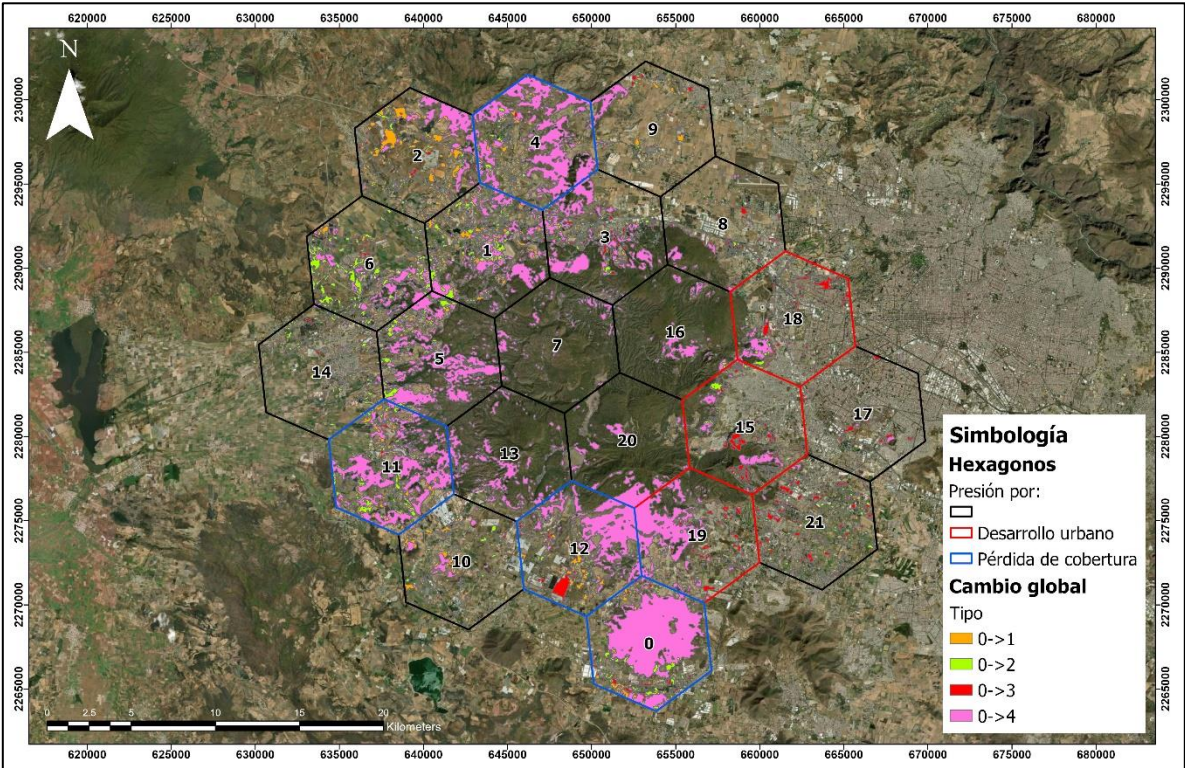


Figura 55: Cambio de cobertura de 1985 a 2025.

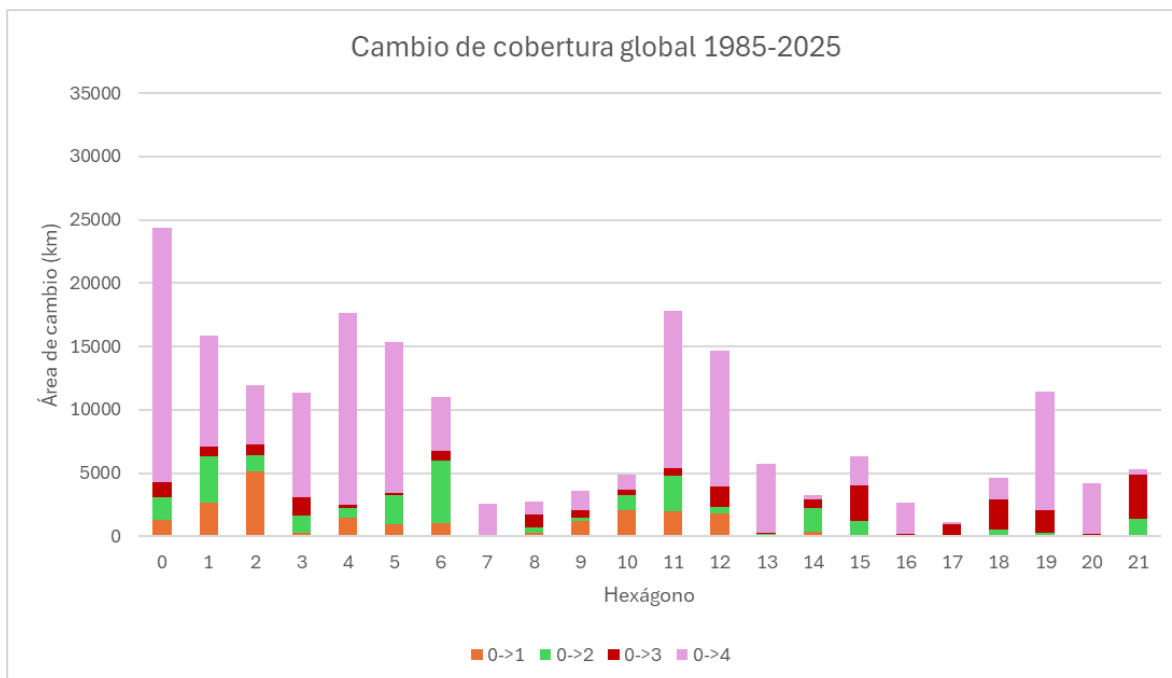


Figura 56: Gráfica de las áreas de cambio global.

La figura 56 muestra el cambio global de cobertura, resaltando 7 hexágonos donde existió más presión. Si se habla de conectividad, los hexágonos 0, 4 y 14 toman un peso mayor debido a que son los límites del BLP que están cercanos a otras áreas naturales con las que se conecta. Al norte el 4 es una zona que llega a conectar con el oeste de la Barranca de Huentitán, mientras que al sur el volcán Santa Cruz, si bien no es una zona protegida, es un punto intermedio entre el BLP y los límites de Cerro Viejo al sur.

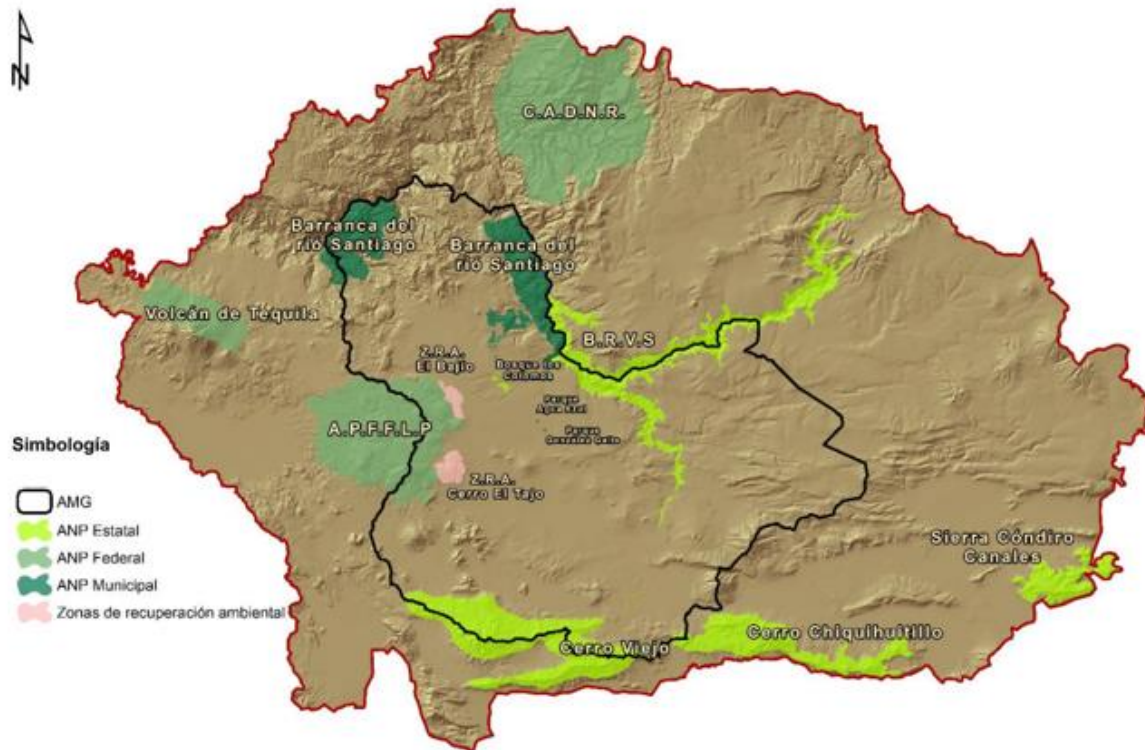


Figura 57: Áreas naturales cercanas al BLP.

Estas presiones a la conectividad, si bien presentan un peligro potencial para la conservación de las especies nativas de fauna, presenta aún más una amenaza para la vegetación. Esto se debe ya que, en la mayoría de las comparativas, los cambios de cobertura se categorizaron como de bosque a suelo desnudo; sin embargo, como ya se mencionó, las clasificaciones espectrales de dos años resultaron en un ruido en la información, que, si bien si existe, no permite reconocer las zonas más importantes de pérdida dentro del bosque.

Por otra parte, se observa que desde la Zona de Recuperación Ambiental El Bajío (ZRA el Bajío), al este del bosque, hasta la zona de El Palomar más al suroeste, la principal presión que enfrenta el bosque son el desarrollo urbano, y específicamente en los hexágonos 12, 19 y 20, suelo desnudo. Sin embargo, diferente a las demás zonas, aquí se sabe que ocurrió un incendio en 2023 y es por eso por lo que perdió cobertura.

En la figura 58 se observa como al superponer los hexágonos con más cambio y que sea factible, son las zonas donde, según los corredores bioclimáticos, son más importantes para la conservación de la biodiversidad.

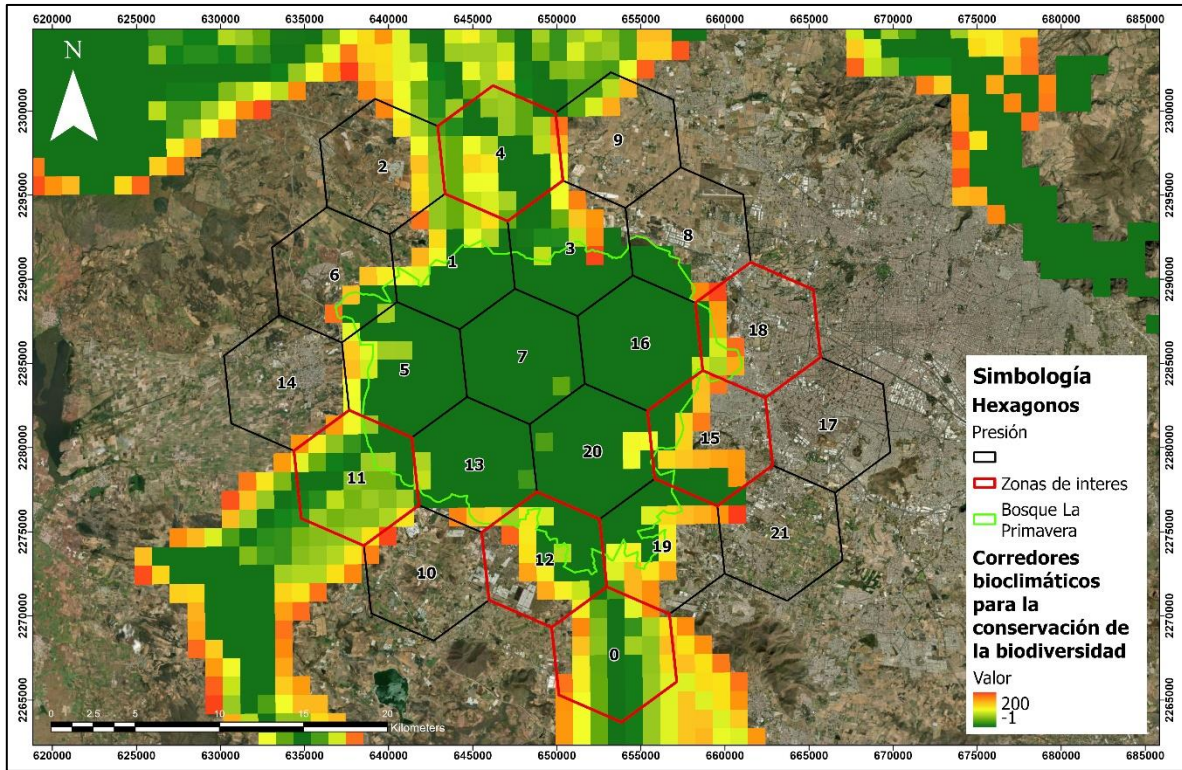


Figura 58: Corredores bioclimáticos sobre el BLP.

En esta imagen se observa que el desarrollo urbano de la ZMG es una limitante para la conectividad de las áreas naturales, como se puede observar en la zona de El Bajío; sin embargo, las zonas de más preocupación respecto a este tema se ubican al norte y al sur del polígono del BLP y podrían ser espacios clave para mantener y mejorar la conexión entre espacios naturales.

7.4 Acceso al bosque

El perímetro del bosque se refiere al polígono del Área Natural Protegida (ANP) La Primavera. La longitud total del perímetro es 101,941.79 m o 101.94 km. De la cual, está en ejidos 47,919.01 m o 47.92 km y fuera de ejidos 54,022.78 m o 54.02 km.

Con esta información se puede estimar la “densidad de accesos”. Esta se define como el número de kilómetros que en promedio hay entre un acceso y otro. Sus unidades son km/acceso. En anexos se incluyen los mapas a partir de los cuales se obtiene la información que se presenta en las siguientes tablas.

Tabla 11. Número de accesos en el BLP

Ubicación en el perímetro del bosque	Número de accesos oficiales	Número de accesos no oficiales
--------------------------------------	-----------------------------	--------------------------------

		Strava	OpenStreetMap	Mapa satelital, 1:100,000 – 1:50,000	Mapa satelital, 1:50,000 – 1:20,000	
Ejidos		1	14	87	56	162
Fuera de ejidos		1	8	65	78	112
Total		2	22	152	134	274
Confiabilidad de la información		Máxima	Muy alta	Alta	Buena	Media

Tabla 12. Número de accesos en el BLP, como porcentaje.

Ubicación en el perímetro del bosque		Número de accesos oficiales	Número de accesos no oficiales			
		Strava	OpenStreetMap	Mapa satelital, 1:100,000 – 1:50,000	Mapa satelital, 1:50,000 – 1:20,000	
Ejidos		50%	64%	57%	42%	59%
Fuera de ejidos		50%	36%	43%	58%	41%
Total		100%	100%	100%	100%	100%
Confiabilidad de la información		Máxima	Muy alta	Alta	Buena	Media

Tabla 13. Densidad de accesos [km/acceso] en el BLP.

Ubicación en el perímetro del bosque		Densidad de accesos oficiales	Densidad de accesos no oficiales			
		Strava	OpenStreetMap	Mapa satelital, 1:100,000 – 1:50,000	Mapa satelital, 1:50,000 – 1:20,000	
Ejidos		47.92	3.42	0.55	0.86	0.30
Fuera de ejidos		54.02	6.75	0.83	0.69	0.48
Total		50.97	4.63	0.67	0.76	0.37
Confiabilidad de la información		Máxima	Muy alta	Alta	Buena	Media

La siguiente tabla muestra la proporción del número y densidad de accesos como radio de la respectiva cantidad en ejidos sobre la cantidad correspondiente fuera de ejidos, según muestran en las Tablas 11 y 13.

Tabla 14. Proporción de accesibilidad entre ejidos y fuera de ejidos

Proporciones ejido/fuera de ejido		Accesos oficiales	Accesos no oficiales			
		Strava	OpenStreetMap	Mapa satelital, 1:100,000 – 1:50,000	Mapa satelital, 1:50,000 – 1:20,000	
Número		1.00	1.75	1.34	0.72	1.45
Densidad		0.89	0.51	0.66	1.24	0.61
Confiabilidad de la información		Máxima	Muy alta	Alta	Buena	Media

En la mayoría de los casos, el número absoluto de accesos en ejidos es mayor que la cantidad fuera de estos. Sin embargo, cuando se ajustan los valores a la longitud de cada zona sobre el perímetro del bosque, resulta que la densidad de accesos fuera de los ejidos es casi siempre mayor.

7.5 Bosque escuela

Los voluntariados de bosque escuela en este periodo fueron exitosos, teniendo una participación de 44 voluntarios entre las dos salidas y una recepción positiva de las actividades realizadas.

Resultados de la primera visita:

Entre los comentarios de los voluntarios, detonaron algunos puntos importantes en sus vivencias durante los voluntariados, como demostrar una mayor comprensión y valoración de las especies de flora y fauna local. Que durante la primera charla con el Dr. José Antonio Sierra Huelsz, nutrieron sus conocimientos técnicos en las especies y el sentido de pertenencia hacia el bosque.

Se logró conectar dos campos de interés entre los y las organizadores del Bosque Escuela que son la expresión artística y la conexión emocional con la naturaleza. La actividad

realizada de pintar postales hizo un reflejo de las experiencias personales de cada voluntario y se logró llevarla a cabo por el medio artístico. Esto para promover una conexión más profunda y emocional con el entorno natural. Fomentando la creatividad en el campo biológico, extendiendo la invitación a fusionar los campos interdisciplinarios para enriquecer la experiencia de visitar y conocer el bosque.

En los formularios de retroalimentación, las personas que respondieron mostraron un alto grado de satisfacción, así como una mayor conexión con el bosque y la naturaleza que fue el objetivo de este proyecto.

A continuación, se pueden observar algunas de las respuestas en la primera encuesta:

¿Consideras que esta experiencia logró que aumentara tu conexión con el Bosque La Primavera?
7 respuestas

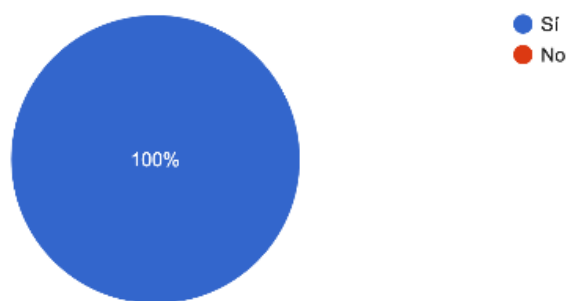


Figura 59. Mejoría de conexión con el bosque

Califica del 1 al 5 tu experiencia participando en la dinámica (donde 1 es poco satisfactoria y 5 muy satisfactoria)

7 respuestas

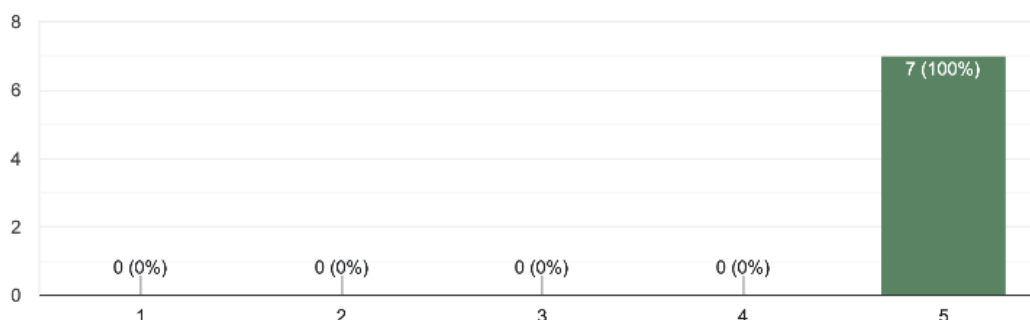


Figura 60. Nivel de satisfacción con la actividad

¿Qué aspectos podríamos mejorar de Bosque Escuela ITESO?

7 respuestas

No se me ocurre nada.

Creo que podrían haber aún más momentos de diálogo durante la visita. Me quedé con ganas de oír un poco más acerca del bosque.

Hacer más conocido qué dinámicas se van a hacer en el evento.

Probablemente un poquito más de organización en la plática que va a dar la persona invitada, pero en general me pareció bien.

Me gustaría que las explicaciones de los expertos sean más extensas

Ninguno, todo excelente

Visitar el segundo predio, al menos siempre que he tenido oportunidad de asistir a bosque escuela es el mismo, sería interesante ver el otro espacio (aunque esté nunca se agote)

Figura 61. Aspectos a mejorar según los voluntarios

En la figura 61 se pueden leer algunos comentarios sobre lo que podría mejorar en el evento. A pesar de estar satisfechos con la actividad, los voluntarios expresaron que les hubiese gustado tener mayor dialogo con el Dr. Huelasz.

Resultados de la segunda visita:

La actividad de avistamiento de aves, guiada por el Dr. Juan Fernando Escobar, mejoró los niveles de estrés de los participantes. Durante el recorrido, se pudo observar que las y los voluntarios estaban más calmados y demostraron que una actividad tranquila de observa y escucha hicieron que el aprendizaje práctico desconectándose de la cotidianidad urbana. Se demostró lo que estudios sugieren: El contacto con la naturaleza, tiene efectos positivos en la salud mental, promoviendo la relajación y restaurando la capacidad de atención.

Para la segunda visita se tuvieron respuestas similares en la encuesta de retroalimentación:

Califica del 1 al 5 tu experiencia participando en la dinámica (donde 1 es poco satisfactoria y 5 muy satisfactoria)

5 respuestas

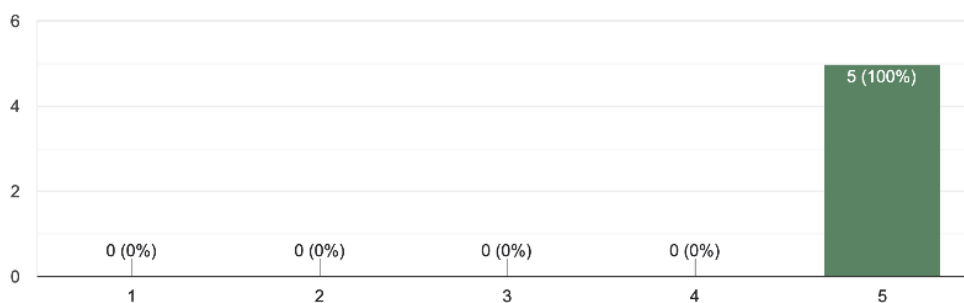


Figura 62. Nivel de satisfacción con la actividad

¿Consideras que esta experiencia logró que aumentara tu conexión con el Bosque La Primavera?

5 respuestas

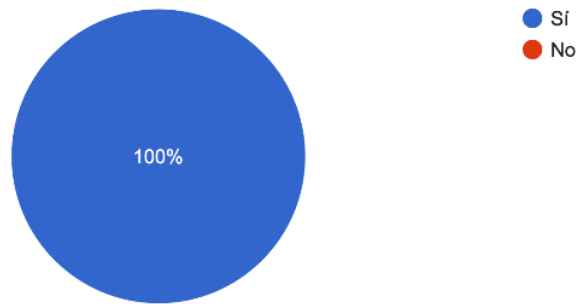


Figura 63. Mejoría de conexión con el bosque

Menciona 3 cosas que te gustaron y/o aprendiste participando en este evento

5 respuestas

Me gusto el ambiente que promovieron los organizadores, sin prisas. La información y paciencia de Juan Fernando. Y el interés del resto de asistentes así como respeto hacia el bosque.

Buena información y orientación para el avistamiento, las guías y materiales de comunicación, ambiente agradable

la convivencia, el darnos la oportunidad de ver aves con binoculares y el conocer como identificar cierta aves.

Aprendí que hay como 5 especies de carpintero en la primavera, aprendí lo de las horas del árbol y lo fascinantes que son las aves a lo lejos y de cerca.

Me gusta la integración, la organización y los conocimientos adquiridos

Figura 64. Puntos positivos de la actividad

Para finalizar, cabe resaltar que el espacio compartido en ambas visitas, crearon un espacio de vinculación entre estudiantes, profesores y egresados. Las actividades generaron convivencia entre personas que no comparten espacios académicos y fortalecimos el sentido de comunidad permitiendo interacciones, intercambio de conocimientos y relaciones con personas que comparten un interés común por el medio ambiente.

En este sentido, el proyecto de Bosque Escuela obtuvo resultados exitosos, tanto aprovechar la oportunidad de aprender sobre la biodiversidad, generar comunidad fortaleciendo el tejido social y conectar de forma espiritual con la naturaleza.

7.6 Difusión

El impacto de la campaña de difusión en redes sociales ha sido notable, con un aumento significativo en la interacción del público y un mayor alcance en nuestras plataformas. Durante el semestre, las publicaciones diseñadas para promover la conexión entre el BLP y la comunidad humana lograron captar la atención de más usuarios, generando un incremento del 53% en las visualizaciones de publicaciones en comparación con el período anterior. Además, se registraron 393 visitas de usuarios nuevos al perfil en este último mes de difusión. Alcanzando número que refleja un interés creciente por aprender sobre los aspectos del Bosque La Primavera.

Las publicaciones que promueven el voluntariado de Bosque Escuela y la estrategia de comunicación para la obra Ometeotl, fueron las más exitosas en este periodo.

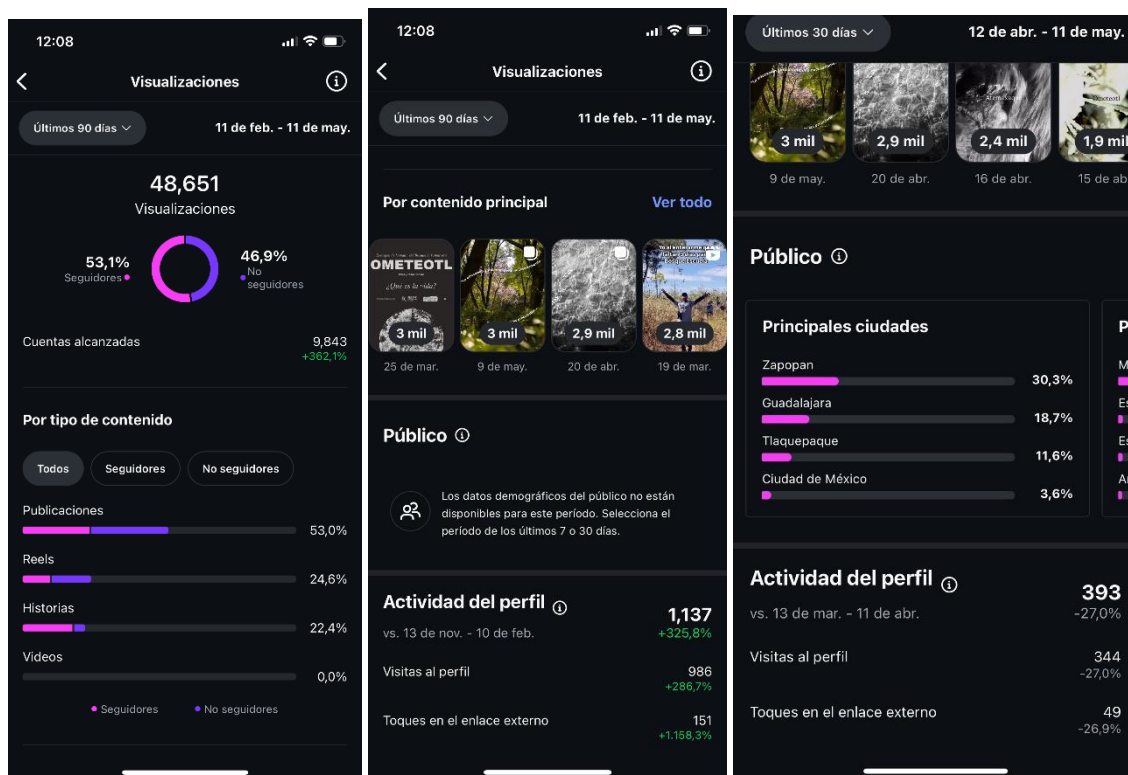


Figura 65: Métricas de Instagram tomadas el 12/05/2025.

7.7 Biodiversidad del bosque

Los productos obtenidos en este proyecto fueron una lista de árboles elaborada con información de bases de datos como *iNaturalistMX* o *Enciclovida* (creada por CONABIO) así como de libros y guías sobre las especies nativas del BLP. Esta lista en su última versión (la cual está sujeta a modificaciones en el futuro) contiene 15 especies de árboles del BLP con la siguiente información para cada una de ellas:

- Nombre común
- Nombre científico
- Número de observaciones verificadas en iNaturalist
- Familia
- Altura
- Tipo de fruto
- Forma de la hoja
- Forma de crecimiento
- Tipo de follaje (caducifolio o perennifolio)
- Calendario de floración
- Calendario de fructificación

Tabla 15. Listado de árboles para la guía.

Nombre Común	Nombre científico	#Observaciones	Familia	Fruto	Altura	Tipo de hoja (forma)	Forma de crecimiento	Hoja Perenne/Caduca
Pino Ocote	<i>Pinus oocarpa</i>	57	Pinaceae	Conos	15-25 m	Acicular	Árbol	Perennifolio
Amacuahuitl, Texcalame	<i>Ficus petiolaris</i>	28	Moraceae	Siconos	4-12 m	Cordada	Árbol	Perennifolio
Roble	<i>Quercus resinosa</i>	27	Fagaceae	Bellota	5-20 m	Obovada	Árbol	Perennifolio
Encino saucillo	<i>Quercus viminea</i>	19	Fagaceae	Bellota	10 m	Subulada	Árbol	Caducifolio
Pino Escobeton	<i>Pinus devoniana</i>	12	Pinaceae	Conos	20-30 m	Acicular	Árbol	Perennifolio
Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i>	5	Fabaceae/Leguminosae	Vainas	2 - 20 m	Bipinnada	Árbol/Arbusto	Caducifolio
Capulín	<i>Prunus serotina</i>	5	Rosaceae	Drupa	6-15 m	Ovadas/Lanceoladas	Árbol/Arbusto	Caducifolio
Madroño Mexicano	<i>Arbutus tessellata</i>	4	Ericaceae	Baya	4 a 8 m	Elíptica/Lanceoladas	Arbusto	Perennifolio
Huamuchil, Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	4	Fabaceae/Leguminosae	Vainas	15 a 22 m	Bipinnadas	Árbol	Perennifolio
Encino Amarillo	<i>Quercus magnoliifolia</i>	4	Fagaceae	Bellota	8-15 m	Obtusa/Ovada,	Árbol	Perennifolia
Huizache o acacia	<i>Vachellia farnesiana</i>	4	Fabaceae	Vainas	1-10 m	Bipinnadas	Árbol/Arbusto	Perennifolia
Encino quiebra hacha	<i>Quercus rugosa</i>	3	Fagaceae	Bellota	8 m	Elíptica/Ovada	Árbol	Caducifolia
Encino Capulincillo	<i>Quercus castanea</i>	NA	Fagaceae	Bellota	6-30 m	Elíptica	Árbol	Caducifolio

Tabla 16. Calendario de fructificación y floración.

Nombre Común	Nombre científico	Floración/pollen												Fructificación											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Pino Ocote	Pinus oocarpa	x	x									x	x	x	x	x									
Amacuahuitl, Texcalame	Ficus petiolaris					x	x	x	x									x	x	x	x				
Roble	Quercus resinosa			x	x	x														x	x	x	x		
Encino saucillo	Quercus viminea			x	x															x	x	x			
Pino Escobeton	Pinus devoniana		x	x										x	x								x	x	x
Tepehuaje	Lysiloma acapulcense	x	x	x	x					x	x	x		x	x	x	x	x						x	x
Capulín	Prunus serotina		x	x	x													x	x	x	x				
Madroño Mexicano	Arbutus tessellata	x	x	x							x	x					x	x	x						
Huamuchil, Guamuchil	Pithecellobium dulce	x	x	x							x	x					x	x	x						
Encino Amarillo	Quercus magnoliifolia		x	x	x														x	x	x	x	x	x	x
Huizache o acacia	Vachellia farnesiana	x	x	x	x	x					x	x		x	x	x	x	x					x	x	x
Encino quebra hacha	Quercus rugosa				x	x	x							x	x								x	x	x
Encino Capulincillo	Quercus castanea			x	x	x	x																x	x	x

La información mostrada en estas tablas es la que será representada en la guía de árboles y puede servir como base para futuras ediciones o proyectos que incluyan árboles.

El otro producto obtenido fue el primer diseño de la guía, a la que se le dará seguimiento para realizar las ilustraciones de los árboles y poder imprimir una primera edición el siguiente periodo.

La guía de árboles se estructuró con base en el suaje que ya se tenía previamente cuando se produjeron las guías de aves y de flores. El trabajo realizado para esta guía fue principalmente el de la optimización de los espacios que cada apartado del suaje brinda. Por ende, se estableció un número de 14 árboles para esta guía, en donde es posible visualizar a través de la simbología y las instrucciones, cuáles son las características específicas de cada especie que formará parte de la guía.

En la guía se observa el lugar específico en dónde deben situarse el espacio para el diseño de la portada, los créditos, las instrucciones, el calendario, la forma de la hoja, el tipo de hoja, la altura del árbol y el espacio destinado para colocar la representación gráfica del árbol junto a sus detalles.

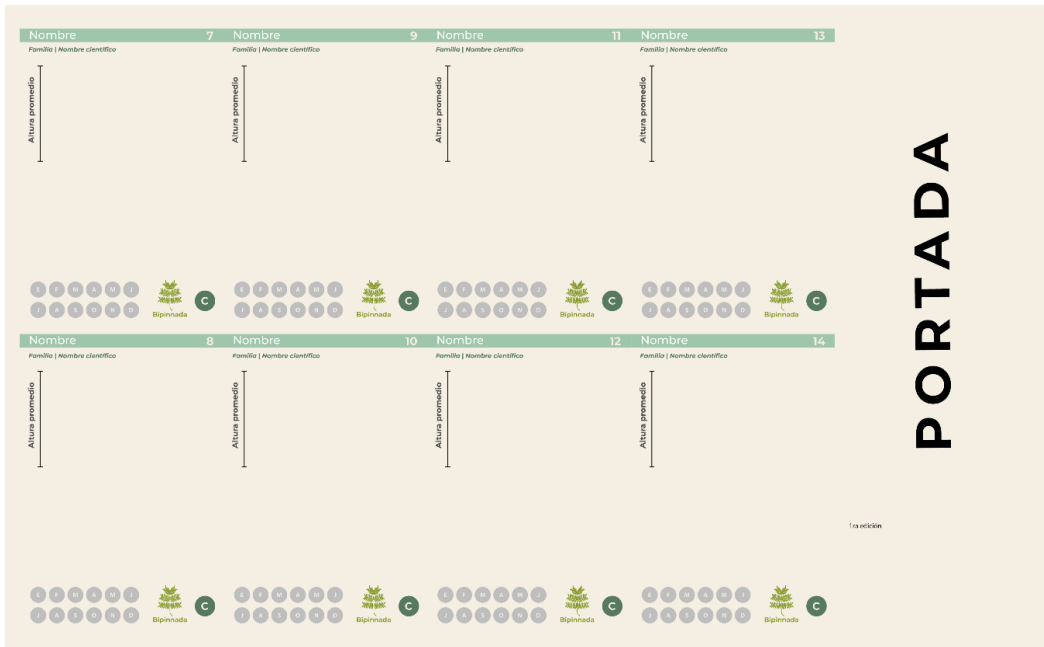


Figura 66. Retícula base. Diseño para la guía de árboles cara 1.

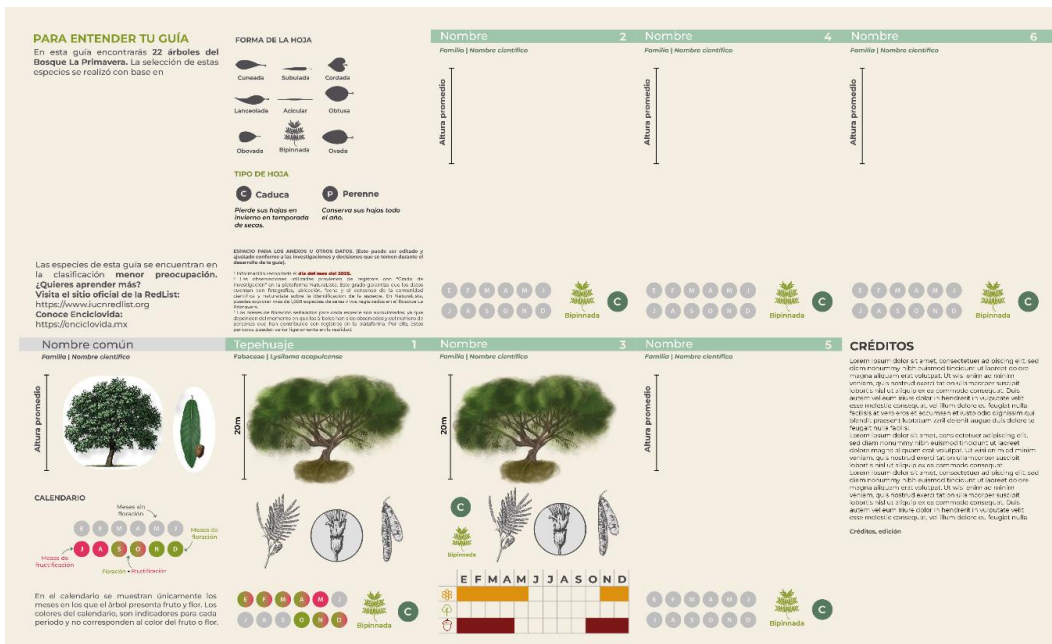


Figura 67. Retícula base. Diseño para la guía de árboles cara 2.

En conjunto, la primera versión de la lista de árboles y el diseño de la guía son una sólida base para la continuidad del proyecto y su posible publicación el siguiente semestre, la cual se puede complementar con otros productos futuros como una guía dicotómica para diferenciar especies de encinos y/o pinos, exposiciones o material audiovisual para su promoción.

7.8 Desconexión ser humano naturaleza

En la primera sección de la encuesta se buscó obtener información sobre el individuo, preguntando datos personales, siendo estos, edad, género, nivel de estudios terminados y colonia donde viven en la AMG. 139 personas respondieron la encuesta, de las cuales 72 se identifican con el género femenino y 67 con el masculino. En las siguientes tablas se muestran las respuestas de nivel de estudios terminados y de edad.

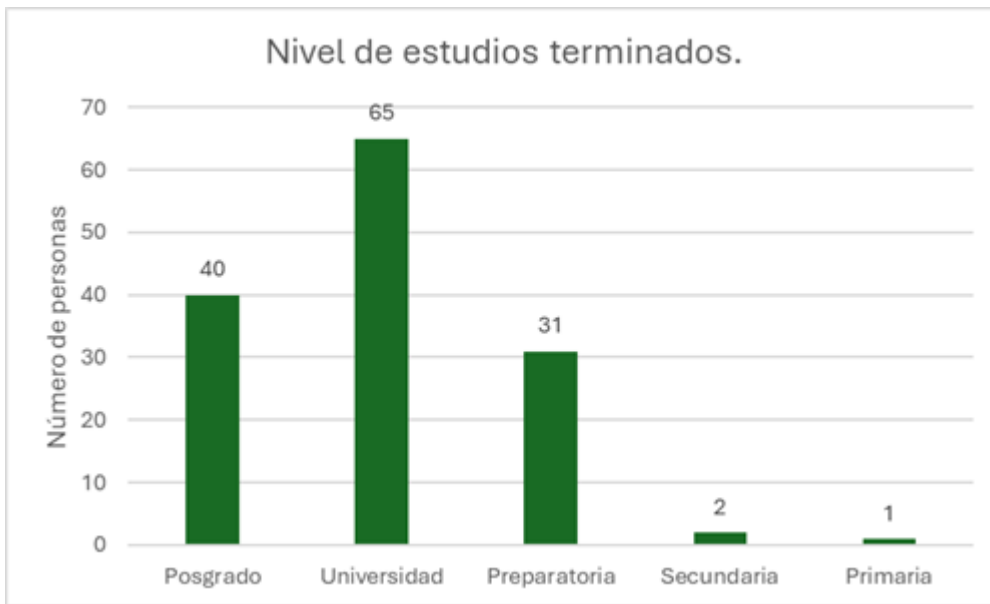


Figura 68: Nivel de estudios terminados de encuestados

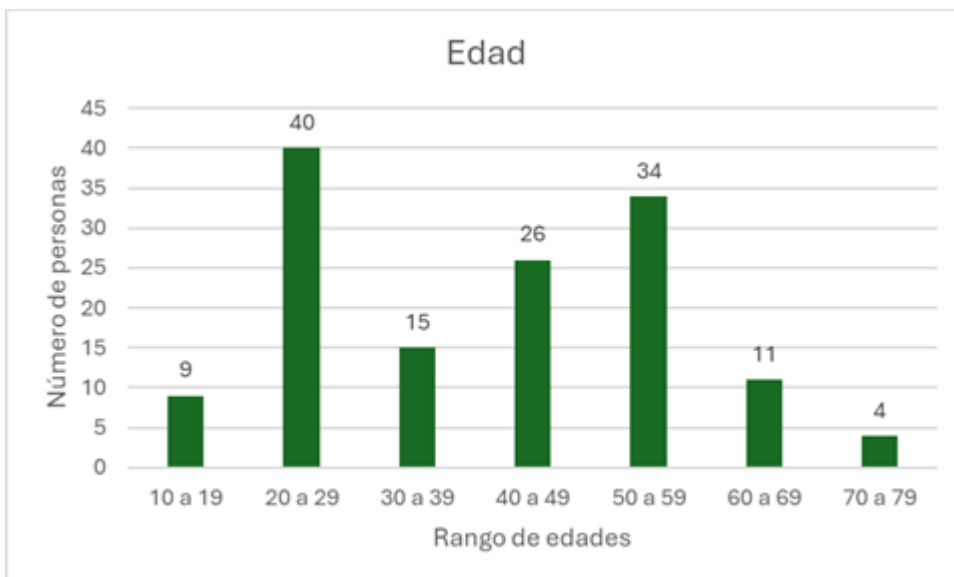


Figura 69: Edad de los encuestados por rangos.

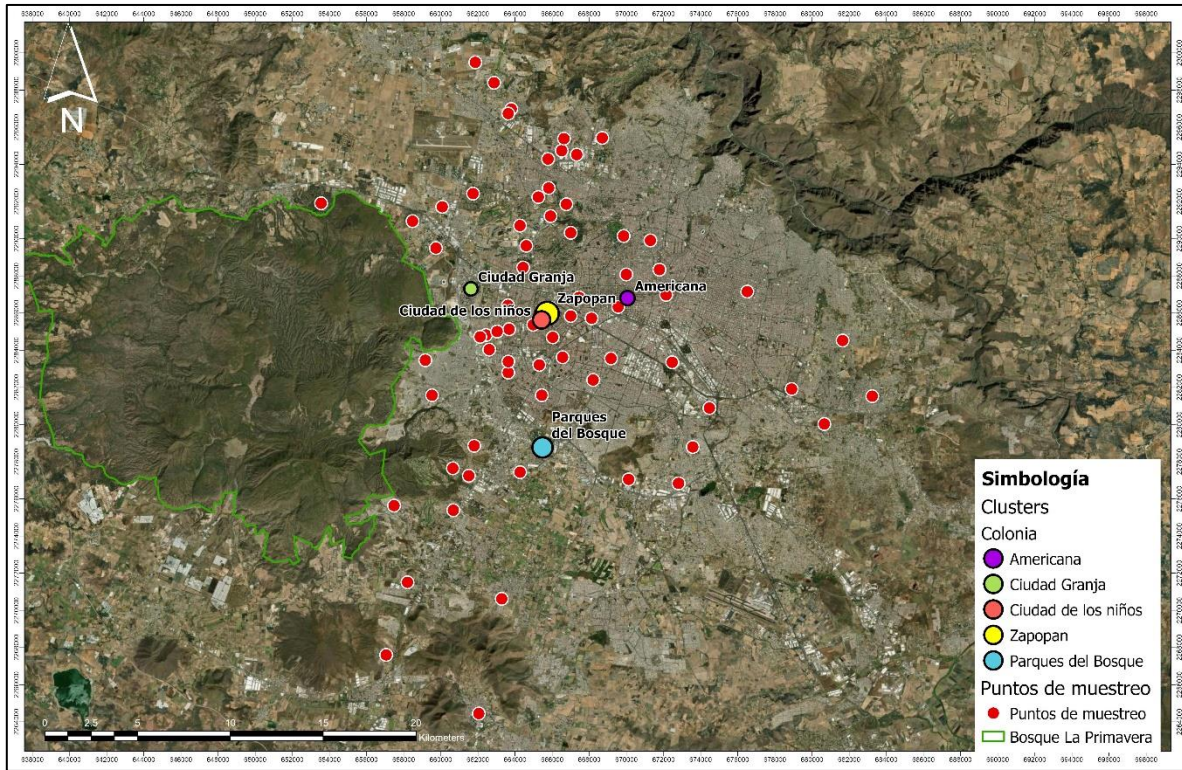


Figura 70: Puntos de muestreo de la encuesta, con los clusters de mayor respuesta por colonia.

Las respuestas se mapearon por colonias, y se encontró que la mayoría de los encuestados viven en el poniente de la ciudad, con 5 colonias que sobresalen por encima de las otras, las cuales fueron la colonia americana, Ciudad Granja, Ciudad de los Niños, Zapopan y Parques del Bosque

A continuación, se puso a prueba el imaginario colectivo en cuanto a la naturaleza al preguntar 5 animales y 5 plantas que se vienen a la mente, de los cuales se obtuvieron respuestas muy variadas. Algunas especies solo fueron mencionadas una vez, mientras que hubo otras que se repitieron bastante. En las Figuras 68 y 69 se muestran las 5 respuestas más frecuentes tanto de animales como de plantas y la cantidad de veces que se mencionaron.

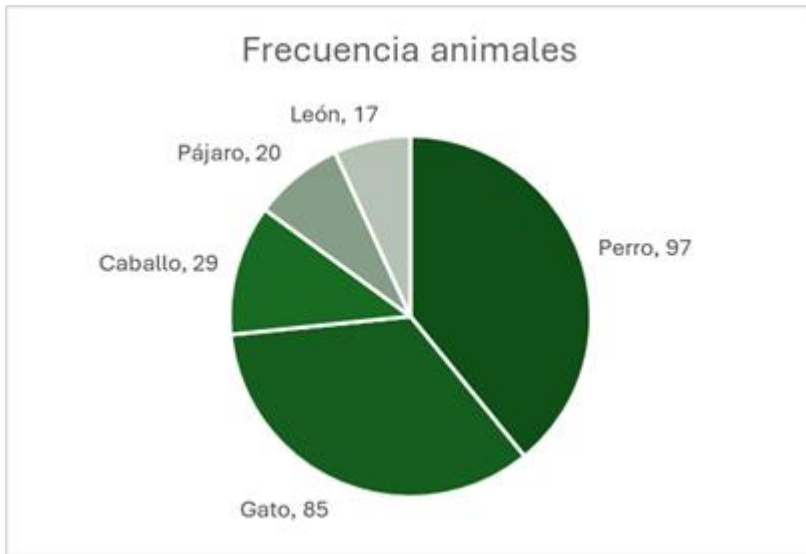


Figura 71: Frecuencia de animales mencionados.

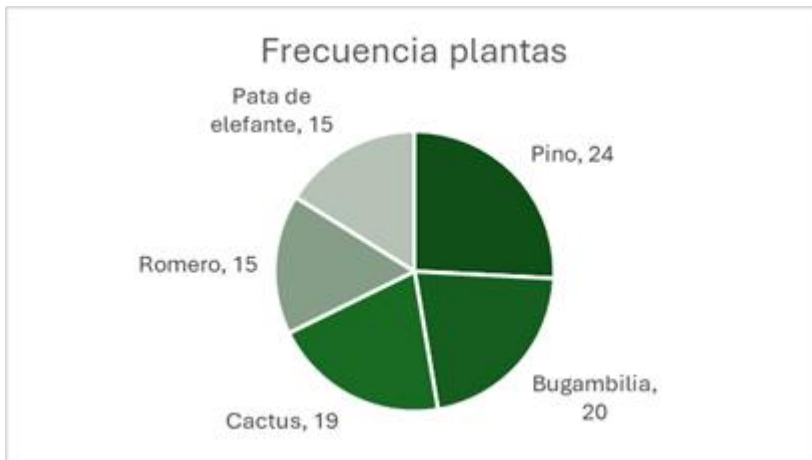


Figura 72: Frecuencia de plantas mencionadas.

Se observa que hay una diferencia en el imaginario colectivo de la gente, comparando entre especies de plantas y animales. Para los animales, como al igual que mencionan González, M., & Pérez, L. (2018), las personas tienden a recordar más animales domésticos como el gato y el perro, y otros que no existen en la realidad local de la persona como el león. Por otro lado, para las plantas no es necesariamente una falla en el imaginario, sino que todas las que se mencionaron existen a nivel local o pudieran existir; esto recalca que hay una diferencia en percepción entre animales y plantas, tal vez porque a las plantas se les atribuye mayor sentimiento, como el recuerdo de un ser querido o de una fecha importante.

Las siguientes dos secciones se trataron del contacto con el BLP, donde solamente 12 personas contestaron que no habían visitado el bosque siendo estos menos del 10% de los

encuestados. En cuanto la frecuencia con la que visitan se encontró que el 60% de las personas van una vez al año o incluso menos, mientras que los valores mayores de frecuencia tienen la menor cantidad de personas (Figura 73).

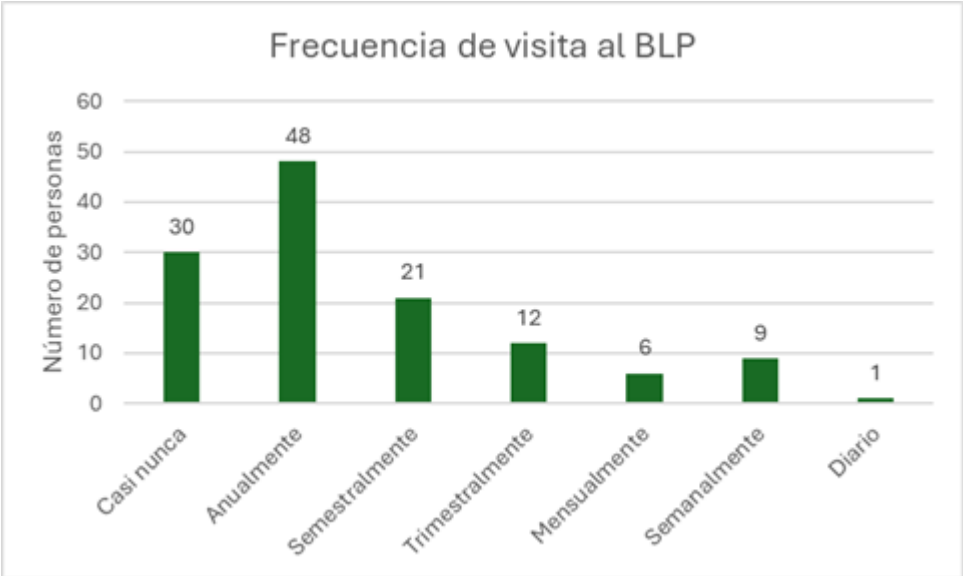


Figura 73: Frecuencia de visitas al BLP.

Igualmente se preguntó a las personas que ya han ido las actividades que realizan cuando visitan el bosque, teniendo 8 opciones para seleccionar, siendo estas las razones más comunes para ir. Se seleccionaron 239 veces las opciones, siendo senderismo la actividad más frecuente, siguiendo por visitas al Río Caliente y avistamiento de flora y fauna. Esta pregunta fue planteada con el objetivo de analizar si el tipo de actividad que se realiza tiene relación con el conocimiento sobre especies del BLP.

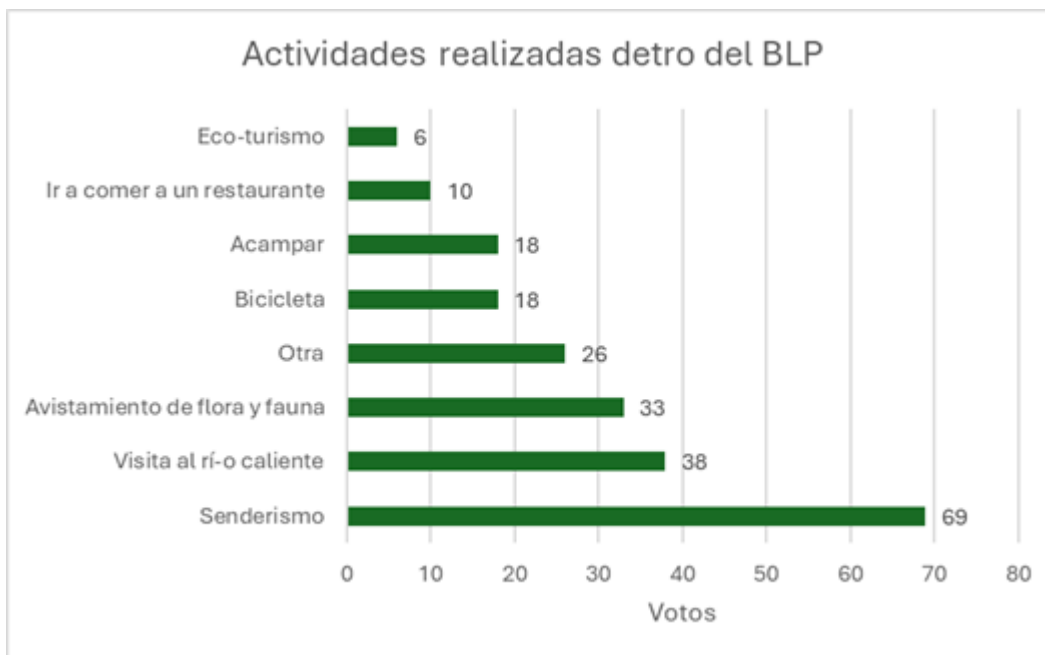


Figura 74. Actividades realizadas en el BLP.

Para las siguientes dos secciones se seleccionaron 6 especies nativas y 6 especies exóticas, en cada caso 3 de aves y 3 de plantas, y se puso a prueba si las personas han visto la especie y si la pueden nombrar. Las especies y las respuestas obtenidas de cada una se presentan en la Tabla 17 y 18, con la cantidad de veces que se nombraron correctamente y las que no.

Tabla 17. Especies Exóticas

Especie	La han visto	No la han visto	Tal vez la han visto	La pudieron nombrar	No pudieron nombrarla
Paloma domestica	133	5	1	120	19
Gorrión común	63	50	26	24	115
Cotorra argentina	131	4	137	9	130
Jacaranda	136	1	2	90	49
Ficus benjamina	137	2	0	79	60
Pino casuarina	129	3	7	12	127

Para la sección de exóticas, las especies más vistas según la encuesta fueron el ficus y la jacaranda, seguidos por la paloma doméstica. Esto puede reflejar varias cosas, la primera es que las plantas exóticas son más fáciles de reconocer debido a que se ubican dentro de la ciudad, y puede que ni siquiera haya conocimiento de que es exótica, pero existe una relación diferente que con los animales. Esto también porque la paloma doméstica

hipotéticamente debería de haber sido muy fácil de reconocer, y aun así ganaron las plantas.

Por otra parte, en las personas que pudieron nombrar la especie, la paloma es la más acertada, sin embargo, hay un caso particular con el cotorro argentino, ya que solo 9 la pudieron nombrar, pero 79 personas pensaron que era un perico, el cual no era exótico. La cuestión aquí es que se demuestra que las especies exóticas tienden a ocupar lugares de las nativas debido a que no hay un conocimiento ni siquiera de su procedencia, sino un contacto más continuo con ellas.

Tabla 18. Especies Nativas

Especie	La han visto	No la han visto	Tal vez la han visto	La pudieron nombrar	No pudieron nombrar
Zanate	95	24	20	40	99
Tortolita	109	15	15	53	86
Mirlo	51	57	51	7	132
Pino Avellano	130	3	6	67	72
Fresno Mexicano	112	12	15	33	106
Guayaba	100	24	15	44	95

Para las nativas una vez más las especies que más se vieron fueron plantas (pino y fresno), seguidos por la tortolita, y ya en las especies que se nombraron, la tortolita ocupa el segundo lugar. En esta sección el mirlo fue el ave que menos gente logro identificar, y tiene sentido porque fue la que menos han visto, sin embargo, no fue el hecho de que mucha gente intentó acertar y falló, sino que de la respuesta más repetida para esta pregunta fue “no sé”, lo cual refleja un poco la desconexión ya que no se puede conectar con lo que no conoces.

El análisis general de las respuestas refleja algo que se buscaba comprobar, primero si iba a haber más respuestas erróneas que correctas, y segundo, si las especies exóticas son más conocidas por los encuestados. La respuesta fue afirmativa en ambas y ayudó a plantear el análisis comparativo de ¿quiénes saben más? y ¿por qué saben?



Figura 75: Resultados generales.

En las siguientes dos gráficas se observa la comparativa de respuesta correctas en comparación con la frecuencia con la que visitan el BLP y áreas naturales como parques y jardines dentro de la ZMG. Las respuestas sobre el BLP coincidieron en que siempre las respuestas correctas sobre especies nativas fueron menores a las exóticas, con una ligera excepción en los que acuden mensualmente y diario. Estos tienen un porcentaje mayor de respuestas bien sobre las especies nativas, y particularmente los que van diario desconocieron más las especies exóticas que las nativas, lo cual refleja que el contacto con el BLP aumenta el conocimiento sobre la biodiversidad.

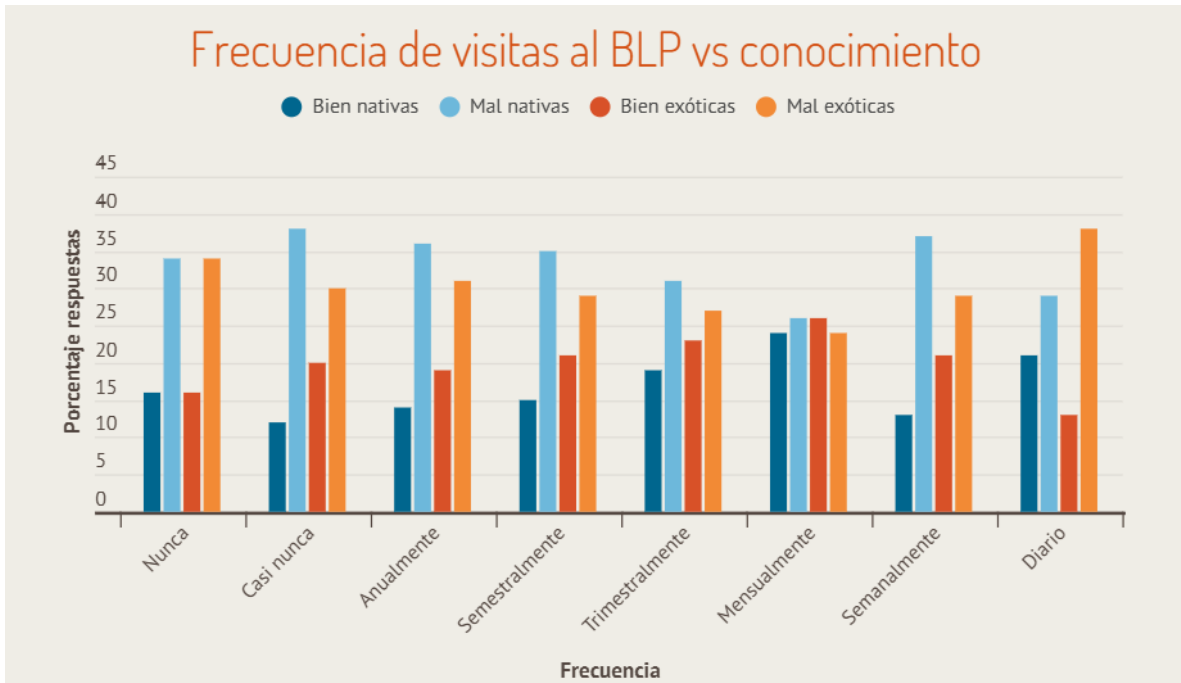


Figura 76: frecuencia de visitas al BLP vs conocimiento.

Ahora, con las áreas verdes, paso algo similar, y es que en todas las frecuencias de visita las respuestas erróneas fueron mayores a las correctas, sin embargo, al igual que en mensualmente del BLP, las personas que acuden semanalmente emparejaron el gráfico un poco más que los demás. Estas personas empataron en su conocimiento de especies exóticas y fueron los que más acertaron en las nativas, esto relaciona un poco la frecuencia de visitas con el nivel de conocimiento, ya que mientras más se va, menos respuestas malas se tienen.

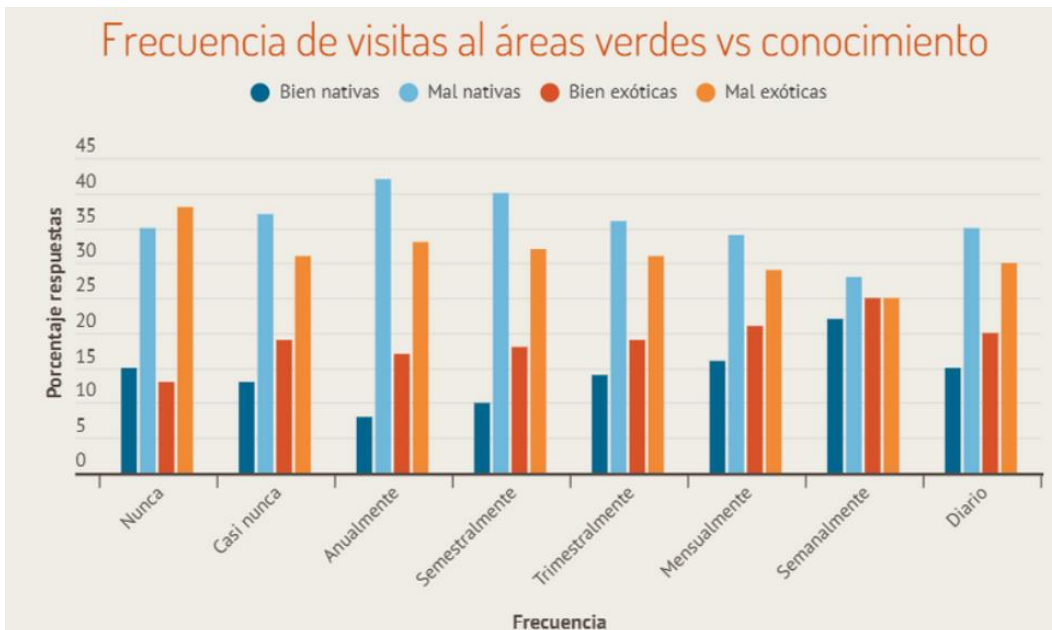


Figura 77: Frecuencia de visitas a áreas verdes vs conocimiento.

Relacionando la variable de frecuencia de visita con factores demográficos se puede observar que la mayoría de las personas visitan el BLP anualmente o casi nunca, siendo estos más personas en sus veintes y treintas. Por otra parte, los que más seguido van están en sus cuarentas y cincuentas. El gráfico también muestra que la mayoría de las personas que asisten al bosque son hombres mayores de 30 años, y en contraste, en los jóvenes hay más mujeres que asisten.

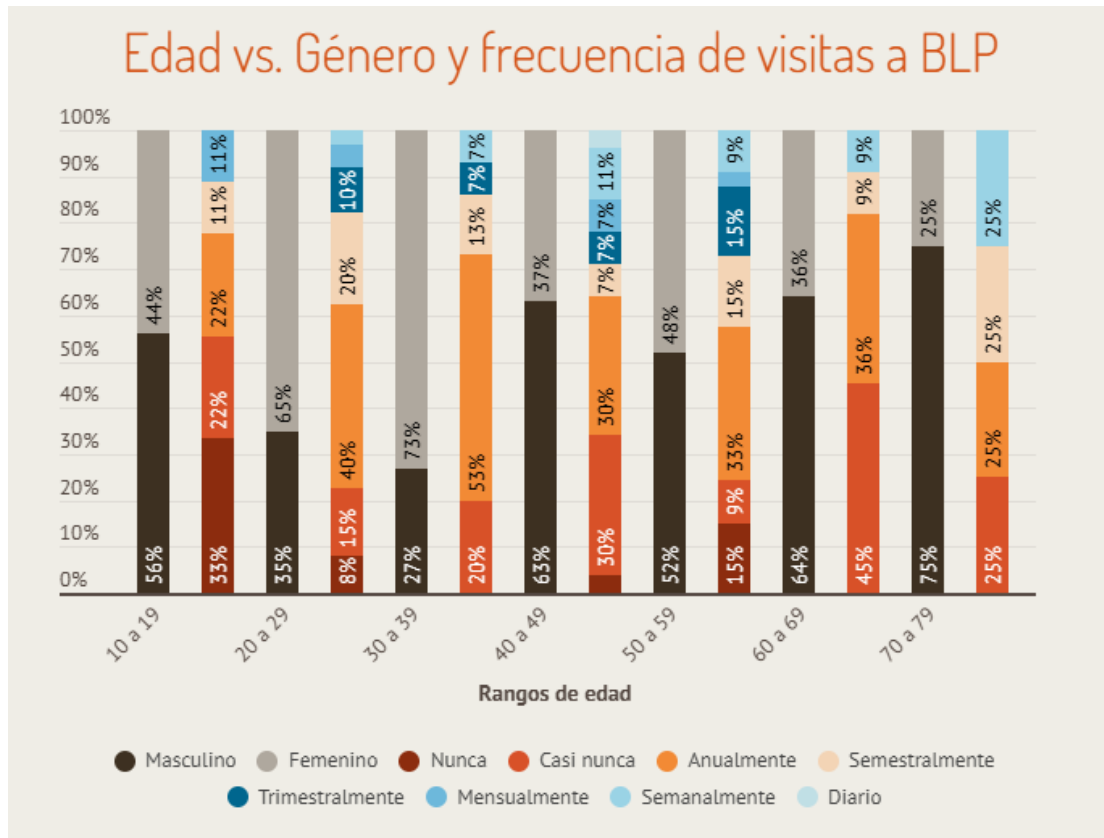


Figura 78: Edad y género vs frecuencia de visitas al BLP. .

En las áreas verdes se observa un gráfico muy distinto, con frecuencias de visita mucho mayores que en el BLP. La relación entre hombres y mujeres se mantuvo muy similar a la pasada gráfica; sin embargo, se observó que la juventud tiene que ver con la frecuencia de visita a áreas verdes, y que al envejecer se pierde esa capacidad o tal vez voluntad de salir. Esto hace que la desconexión con la naturaleza tenga barreras físicas para ciertas personas, y más cuando hay que trasladarse mucho para llegar a un área verde.

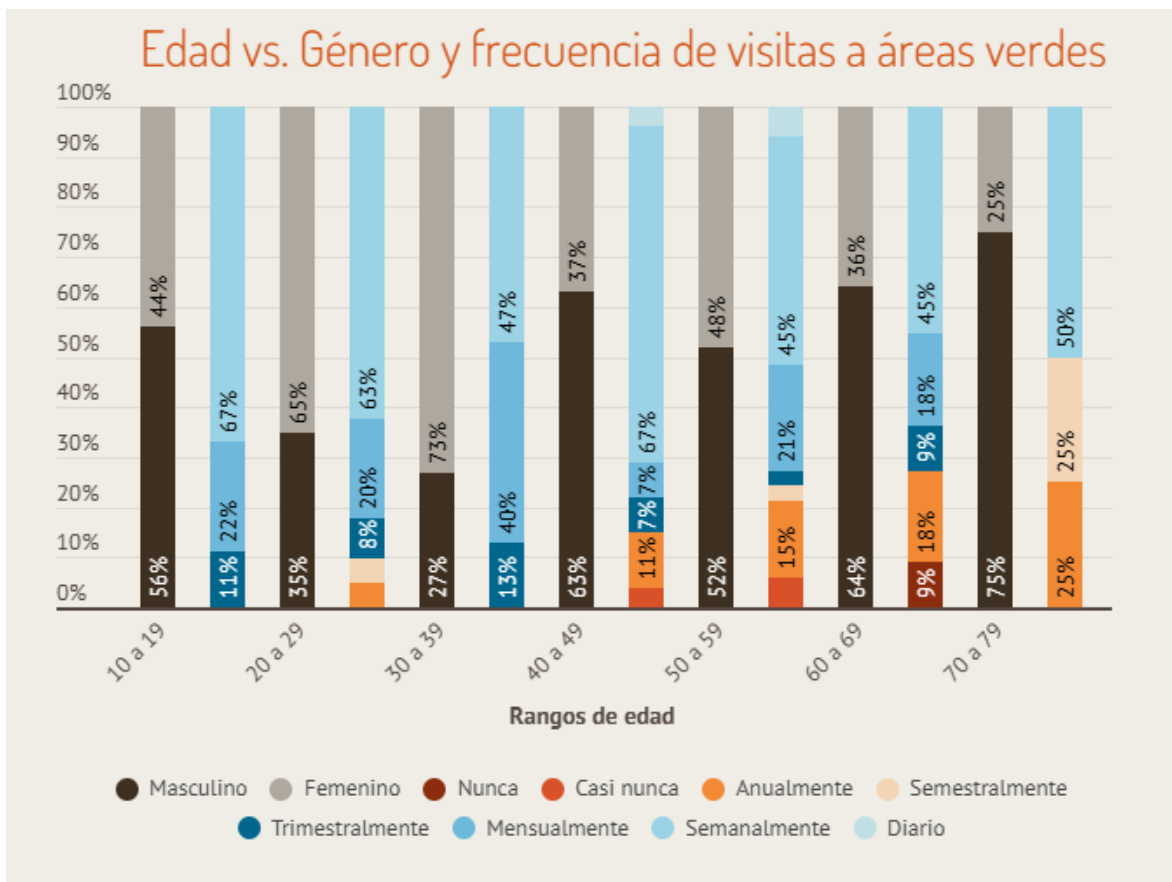


Figura 79: Edad y género vs frecuencia de visitas a áreas verdes.

7.9 Tlalpohualli

Durante el desarrollo del proyecto *Tlalpohualli*, se consolida un primer prototipo funcional de fotoestación comunitaria (*Hualli*), que integra elementos físicos, digitales, visuales y sociales en una solución de monitoreo ambiental accesible, replicable y significativa para la comunidad del ITESO. Este trabajo profesional se centra en sentar las bases de un sistema escalable, funcional en campo y con potencial de involucrar a la comunidad universitaria en la observación activa del entorno y la generación colaborativa de conocimiento sobre el BLP.

- Se investigó y definió el concepto base del proyecto: una foto-estación que promueve la ciencia ciudadana y la observación ambiental colaborativa.
- Se realiza una investigación de materiales adecuados para la fabricación e instalación en un entorno natural.

- Se diseñó una identidad visual integral para el proyecto *Tlalpohualli*, que incluye nombre, logotipo, tipografía y paleta cromática, aplicada en señalética, materiales de difusión y manuales técnicos.
- Se manufacturó e instaló el primer *Hualli* en el BPL, permitiendo su uso inmediato por parte de la comunidad.
- Se desarrolló e implementó un sistema digital automatizado, capaz de recibir correos, validar imágenes, filtrar las imágenes, registrar participaciones y enviar respuestas de forma autónoma.
- Se elaboró un manual técnico y visual completo que documenta el proyecto en su totalidad, incluyendo los objetivos, la justificación, los materiales recomendados, medidas y procesos de fabricación e instalación. Este manual está diseñado para facilitar la replicación del *Hualli* en futuras estaciones, asegurando la continuidad y expansión del proyecto con un enfoque claro y metodológico.
- Se aplicó una encuesta para conocer la opinión y sugerencias de los usuarios, lo que ayudó a identificar mejoras y a entender el interés de la comunidad.

radio7.10. Radiografía del bosque

- Se diseñó un mapa mental completo, funcional y dinámico, que servirá como guía base para futuras generaciones.
- Se produjeron dos videos principales: uno sobre aves en el bosque y otro sobre propagación de especies nativas en el huerto del ITESO.
- Se crearon y dejaron listos más de 10 guiones audiovisuales con estructura, referencias y tiempos sugeridos.
- Se activó la difusión del proyecto a través de redes sociales, utilizando reels, clips breves e imágenes de las actividades.
- Se fortaleció la identidad del proyecto y su potencial de continuidad a mediano y largo plazo.

8. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto

Reflexiones personales

David E. Córdova García: A través del proyecto de aplicación profesional desempeñé actividades que permitieron el desarrollo de mis competencias de propagación de tejidos vegetales y botánica. Aprendí que las interacciones que se tienen con el BLP dependen de

la conciencia ambiental de las personas que a su vez depende primordialmente de cómo se hayan relacionado con el bosque a lo largo de su vida. Mis conocimientos de botánica e ingeniería fueron constantemente a prueba debido al constante uso de ellas en diversos ámbitos. En este sentido, la oportunidad de desempeñar labores para la conservación del BLP fue una experiencia que tiene un gran potencial de transformación hacia la calidad de vida colectiva de mi sociedad.

Uri

En este proyecto fortalecí tanto habilidades técnicas como de diseño. Profundicé en programación con Python, aprendí a usar ArcGIS y desarrollé una identidad visual completa. La colaboración con personas de otras disciplinas me ayudó a integrar diferentes enfoques y a comunicarme mejor en equipo.

También aprendí a trabajar dentro de una estructura institucional, considerando validaciones y procesos de seguimiento. Diseñé herramientas replicables, como un manual técnico y una interfaz clara, para asegurar la continuidad del sistema. Al no tener una guía establecida, este reto me impulsó a tomar decisiones desde cero, fortalecer mi autogestión y pensar de forma estratégica.

Sofía Citlalli Franco G:

Durante el desarrollo de este proyecto enfrentamos diversos retos de los cuales aprendí en gran medida lo que implica gestionar un proyecto y ejecutarlo, puesto que al inicio puede parecer simple, la realidad es que es un trabajo arduo y bastante complejo pues, hay que tomar muchas variables en cuenta. Así mismo, trabajar con Uri, ingeniero en sistemas fue muy interesante puesto que, nuestras mentes trabajan de manera muy diferente, logré aprender a formular pensamientos mucho más estructurados y concretos para llevar a cabo el proyecto de manera exitosa.

Brenda Sarahi Rubio Chávez:

A lo largo de mi participación en el proyecto, desarrollé competencias fundamentales para mi formación profesional. Pude documentar las actividades en el bosque y momentos significativos para transformarlos en narrativas visuales. Además de practicar estrategias de difusión, producción de contenidos para redes sociales coordinación de actividades, lo que me permitió comprender cómo diseñar campañas efectivas para sintonizar con diferentes audiencias. Aprendí conceptos biológicos complejos que comunicados de una forma correcta inspiraron mi paso por este PAP, para crear contenido de calidad con un enfoque social para utilizar las herramientas audiovisuales en sentires que invitan a la transformación.

Fabrizio:

Desde la ingeniería ambiental logré aplicar mis conocimientos en SIG, en las ciencias de la Tierra y en el análisis, interpretación y representación de datos científicos. Así mismo pude desarrollar habilidades de organización y planeación de actividades en la planeación de las visitas de Bosque Escuela. También desarrollé aptitudes en materias complementarias como la botánica, la biología y las artes audiovisuales, en proyectos como el de propagación de especies y la guía de árboles. En este proyecto he reiterado mi pasión por la restauración del entorno natural y la búsqueda por integrar al ser humano en las narrativas como parte de la naturaleza y no como un ente superior o separado de esta, algo que considero fundamental para lograr un futuro más sustentable.

Ana Selene Macias Hernández:

Desde el área de la biotecnología, he aprendido a aplicar ciertos conocimientos que se han adquirido durante la carrera, desde el uso de los equipos hasta las técnicas que se utilizan en el cultivo, la esterilidad con la que se debe trabajar y que a pesar de más cuidados que uno tenga, pueden salir los resultados no deseados. El seguimiento de los protocolos ya estructurados, así como aportar en estas acerca de las formulaciones de los medios.

Por otro lado, la formación, organización y estructuración de un proyecto, fue una gran competencia adquirida, desde el momento en que se gestionaron los tiempos y las actividades, trabajo en equipo con diferentes disciplinas, así como adaptaciones a eventos no deseados, han generado un conocimiento y una habilidad durante todo este proyecto.

Sofía Ochoa Bru:

Una de las competencias que definitivamente se desarrolló a lo largo del semestre fue el trabajo en equipo, ya sea con los compañeros de proyectos como con el resto del PAP, entre lluvias de ideas, organización, líderes de equipo, proyectos relacionados con otros, etc. Igualmente se desarrolló la organización durante todo el semestre y la adaptación ya que las cosas cambiaban constantemente y uno se tiene que acoplar a ello, así como a diferentes perspectivas de los demás. Ya específicamente de mi carrera pude trabajar con sensores de información geográfica y desarrollar mis habilidades en ello, así como en el análisis e interpretación de datos donde principalmente desarrollé mis habilidades en la presentación de estos. Me gusta trabajar con personas de otras carreras porque creo que puedo aprender mucho de ellos en diferentes ámbitos, lo cual pienso que se logró durante el semestre. De la mano me tocó desarrollar mi creatividad en formas que normalmente no tendría ese espacio en mi carrera lo cual pienso que me ayudó.

Eileen Sofía Yuen Gutiérrez:

Durante el desarrollo de este proyecto, adquirí y fortalecí diversas competencias profesionales que abarcan tanto habilidades técnicas como capacidades interdisciplinarias. Entre las competencias más relevantes que aprendí fue la comunicación efectiva, la resolución de problemas y la organización de equipo. A nivel profesional, desarrollé habilidades específicas como la identificación y propagación de especies nativas, así como el diseño e implementación de estrategias para su conservación y uso en espacios como huertos y jardines de polinizadores. Desde un enfoque interdisciplinario, el proyecto me permitió integrar conocimientos de ecología, jardinería, SIG, entre otros tanto para la parte de propagación como también la del análisis del acceso al BLP, donde también se combinaron herramientas de sistemas de información geográfica, observaciones sociales (como Strava y OpenStreetMap) y participación en equipo para entender cómo se realizará el análisis y cómo se construye el acceso más allá de lo institucionalmente establecido. Por otro lado, este proyecto fortaleció mi compromiso con la restauración ecológica y me hizo consciente de la necesidad de integrar el conocimiento técnico con el trabajo comunitario para lograr un impacto duradero. En conclusión, para mi proyecto de vida profesional, reafirmé mi interés en trabajar por la conservación urbana, promoviendo la participación social y el uso de especies nativas como herramienta de educación ambiental, resiliencia climática y justicia ecológica.

Aranza López de la Cerda:

En el proyecto de Biodiversidad, dentro de los aprendizajes que pude desarrollar habilidades como la investigación en bases de datos y la producción de productos diseñada para un público en específico. Pude trabajar en colaboración con compañeros de múltiples áreas en un producto comunicativo. Esto me ayudo a explorar más la comunicación de la ciencia y como esta puede ser usada como herramienta para crear un comunicativo interesante. La colaboración interdisciplinaria fue uno de los aprendizajes más valiosos, ya que me permitieron abrirme a no solo mi idea de como hacer un proyecto, sino que otras alternativas o fallas se pueden encontrar en este. Este proyecto me confirmó que quiero ejercer mi profesión desde una perspectiva que combine la comunicación de la ciencia, la educación ambiental y la gestión cultural. Entendí que mi labor como gestora cultural puede ser usado como puente entre áreas que no se suelen relacionar y que eso tiene un gran potencial.

Ana Paula Rosas

Para Radiografía *del bosque* destaco más que nada la organización de procesos creativos y el compromiso ético con problemáticas socioambientales. Desde la parte audiovisual, puse en práctica saberes como guion, diseño gráfico y edición.

Todo esto me permitió incorporar conocimientos de ecología, historia y problemática ambiental, lo que amplió mi mirada y enriqueció el proceso creativo. Comprendí que el Bosque no solo es un ecosistema valioso sino también un territorio en disputa dentro de un contexto social y político mucho más amplio de lo que pensamos.

Entre los aprendizajes más importantes está el entender que la comunicación tiene un papel importantísimo en la construcción de vínculos entre las personas y su entorno.

Yarynn Vázquez Fernández

Durante este proyecto desarrollé competencias fundamentales para mi formación como comunicador y creador audiovisual. La colaboración con personas de otras disciplinas me ayudó a expandir mi manera de pensar y a encontrar nuevas formas de traducir ideas complejas —ecológicas, sociales o políticas— en experiencias visuales significativas.

Puse en práctica habilidades propias de mi carrera, como la edición, la narrativa audiovisual y la construcción de mensajes, pero también aprendí a organizar procesos creativos en colectivo, a adaptarme a cambios constantes y a trabajar con sensibilidad ética frente a problemáticas socioambientales. Estas habilidades son clave para mi objetivo profesional: dedicarme al cine o a cualquier otra rama artística donde la creación tenga un impacto real.

Uno de los aprendizajes más importantes fue darme cuenta del poder del arte como medio para generar conciencia. No solo representamos un ecosistema, sino que intentamos conectar emocionalmente con quienes lo habitan y lo atraviesan.

Aprendizajes sociales

Uri

Desde lo social, este proyecto fue una forma real de acercar a la comunidad al bosque a través de la ciencia ciudadana. Me propuse crear una herramienta accesible que cualquiera pudiera usar para fotografiar el entorno y, con ello, fortalecer el vínculo con la naturaleza. Más allá de lo técnico, esto tuvo un impacto educativo y ambiental valioso.

Ver que profesores y colaboradores del Bosque Escuela, que habían imaginado este proyecto en un principio, lo recibieron con tanto entusiasmo, fue muy gratificante. Saber que ya hay personas usándolo me confirma que es algo útil y con sentido.

El hecho de que esté vinculado a una iniciativa institucional como Bosque Escuela le da continuidad. Dejamos una base técnica y visual sólida que puede crecer. Esta experiencia me enseñó cómo una intervención bien pensada puede dejar huella.

Sofía Citlalli Franco G:

Considero que este proyecto me sirvió mucho para entender qué es lo que se debe de tomar en cuenta a la hora de estructura y desarrollar un proyecto desde cero, ya que, realmente es muy complicado. Esto puede ayudarme en el futuro a asumir el rol de líder en otros proyectos futuros.

En cuanto a Tlalpohualli, me parece que es un proyecto que tiene un gran potencial para crecer y generar una gran red de ciudadanos conscientes que realmente quieran participar en generar conocimiento junto al ITESO y considero que este tipo de dinámicas nos benefician mucho como sociedad, ya que, aprendemos sobre el mundo que nos rodea, mientras reconectamos con nuestras raíces, pues de la naturaleza venimos y sin ella no podemos seguir viviendo.

Brenda Sarahi Rubio Chávez:

Dentro de todos los proyectos que se realizaron en el PAP, me pude involucrar mucho con el fortalecimiento del tejido social. A través del manejo de redes sociales se creó un espacio digital que permitió conectar personas con interés comunes en el bosque. Me enseñó que la comunicación tiene el poder de crear espacios para la acción colectiva y es una herramienta muy poderosa que, dentro del campo de investigación, no se debe olvidar para darle valor al conocimiento que se está generando. Lo importante es que sea compartido. Así como con la radiografía del bosque. Tener ese respaldo de datos e intereses como un legado pragmático que seguirá generando contenidos de valor para fortalecer los conocimientos que las y los estudiantes generan en el PAP.

Sebastián Galindo Namur:

Para este proyecto utilice mis habilidades de ArcGis Pro y análisis para datos geográficos y sociodemográficos; el análisis del proyecto sobre conectividad y presión fue especialmente retador, debido a lo tardado que fue el preprocesamiento de los datos, sin embargo, creo que aplique lo que sé de creación de mapas y de Excel para la creación de gráficas que pudieran ser descritas. Creo que en ambos proyectos dejé una buena metodología ya fundamentada para poder ser replicada y mejorada hasta alcanzar el nivel de análisis que Bosque Escuela quiera.

Por otra parte, tuve que empaparme respecto a la problemática de la conectividad, así como para la desconexión de la naturaleza; ya que al ambos ser proyectos de investigación nuevos, requerían de más información para contextualizar los factores claves a analizar. El tema de la desconexión de la naturaleza, al ser algo menos ingenieril y más de emoción, por lo que tuve que leer artículos de ciencias sociales combinadas con análisis estadístico propio de una encuesta, algo que nunca había hecho. A lo largo de la realización del proyecto de desconexión también llegué al punto de aprender bastante sobre aves, y es algo que, si bien ya me gustaba antes, en este semestre lo aprendí y lo reforcé.

Dentro de Bosque Escuela me di cuenta de que la información que se puede generar desde una universidad puede ser bastante detallada y puede conectarse con razones sociales y políticas reales, sin embargo, a veces parece que es una pelea entre estos bandos. Considero que trabajos bien hechos con buena fundamentación y metodología son de los pocos que pasan esa barrera del documento o artículo a el impacto local, y es por eso por lo que también me di cuenta de que la difusión es una parte fundamental del conocimiento científico.

Puse a prueba mis conocimientos en Sistemas de Información Geográfica, y en análisis de datos espaciales, ya que de los integrantes del equipo era el que más familiarizado estaba con ellos, y por ende también me tocaba ayudar con problemas suyos. También debí tener una mejor organización respecto al cronograma de actividades, porque al participar en dos proyectos llegó a ser bastante en algún punto.

Este proyecto me reafirmo que la ingeniería ambiental es bastante aplicable en otras disciplinas y que personalmente creo que es de las ingenierías más humanas. Esto hace que el proyecto de investigación se vuelva mucho más interesante y en caso de tener éxito, puede tener un impacto positivo en la gente. Creo que el poder transformar información geográfica y sociodemográfica, en herramientas de análisis de problemáticas sociales, económicas y ambientales es muy propio de la ingeniería ambiental y creo que me hace sentir en el camino correcto.

Fabrizio:

Creo que no se puede cuidar lo que no se conoce y que la ciencia se tiene que compartir para cumplir con sus objetivos. Es por esto que en el PAP de Bosque Escuela he colaborado en proyectos que buscan recordarle a la población que, aunque no vivan inmersos en el bosque, forman parte de el de alguna manera, ya sea por los servicios ecosistémicos que nos brinda o por el humo tóxico de los incendios que respiramos.

Cualquier proyecto que tenga como objetivo la difusión científica y restauración del bosque tiene incidencia en toda la sociedad que conforma la ZMG y más allá debido a la importancia de este bosque para la vida en nuestra ciudad como un espacio regulador hídrico, limpiador del aire y protector de biodiversidad, entre muchos otros beneficios.

En las visitas de Bosque Escuela pude comprobar el impacto de estos proyectos de manera directa en cada persona, mejorando el estado de ánimo, reduciendo el estrés y restaurando la conexión con la naturaleza.

Ana S. Macias Hernández:

Durante este proyecto logre dirigir hasta cierto punto, desde las actividades y materiales a utilizar, sin embargo, cabe mencionar que sin la ayuda del equipo esto no se hubiera logrado, además de tomar en cuenta sus opiniones para ir mejorando o adaptando el proyecto según el objetivo planteado.

Este proyecto me ayudó a generar confianza en las decisiones a tomar buscando un bien, buscando conectar a las personas con la naturaleza, recordándoles que no solo es un bosque en las afueras de la ciudad, sino que es parte de nosotros y tiene una gran importancia el conocerlo, desde las aves que se encuentran hasta los arbustos, árboles etcétera, así como que hacer para cuidar ese bosque, desde el propagar especies nativas, o bien empezar un jardín de flores nativas que también pudieran ser polinizadores, ayudando en un círculo tanto a los animales y que la propagación sea natural.

Sofía Ochoa Bru:

Creo que lo principal de este PAP es acercar a las personas al BLP y que lo conozcan, tanto lo bueno como sus problemas, y que de ahí nazca querer cuidarlo, lo cual considero que sí se logra. Cada proyecto tiene su objetivo enfocado al bosque y me tocó contribuir tanto en la investigación como en la restauración y la difusión, lo cual creo que me ayudó a ver que los tres son igual de importantes. Hay proyectos que requieren mayor continuidad que otros, pero considero que se está logrando que más personas conozcan la biodiversidad que los rodea y su importancia, lo cual los lleva a aprender más y, con suerte, buscar conservarla.

Eileen Sofía Yuen Gutiérrez:

Para mí este PAP fue diferente que mi primer PAP ya que en este existió un sentido de comunidad y equipo mayor. Fue retador estar en varios temas a la vez, sin embargo, la comunicación y el trabajo en equipo hicieron más fácil este gran proyecto. A su vez, siempre he disfrutado mucho ir al bosque, por lo que me encantó trabajar con un proyecto que

busca su cuidado constantemente. Me encantaría ver continuar algunos frutos que se plantaron en este semestre en algún futuro cercano. Por último, considero que este PAP es tan grandioso debido a su diversidad, lo que me reafirma la importancia de cuidar de la biodiversidad en todos los aspectos de la vida, porque juntos somos mejores.

Aranza:

Desde mi punto de vista, los proyectos del PAP tienen la oportunidad de crear un impacto social y que está ya existe y está siendo observado. Muchos de los proyectos del PAP desarrollan mediante diferentes disciplinas, estrategias y herramientas que permiten a la gente conocer la relación que existe entre ellos y el BLP. Mediante las guías, estas pueden servir como una herramienta para poder dar a conocer y comprender el ecosistema que somos parte y todas las relaciones que existen dentro de él, lo cual es elemental en un contexto donde el crecimiento de la ciudad va a un ritmo tan acelerado y existe una creciente desconexión con la naturaleza.

Ana Paula Rosas:

Para mí Radiografía del Bosque fue una propuesta que buscó visibilizar al BLP desde una perspectiva accesible. A través de herramientas audiovisuales y narrativas, contribuimos a que más personas comprendan la importancia de este territorio.

El proyecto permitió innovar generando contenidos útiles para públicos diversos. Pude aplicar mis habilidades en específicamente en diseño y guion. También fortalecimos la participación estudiantil como parte de un proceso continuo, con la intención de que lo producido no se quede solo en este semestre, sino un insumo útil para futuras generaciones dentro del PAP. Los bienes generados (videos, guiones y mapas conceptual) son públicos y transferibles. Benefician a estudiantes, docentes y a quienes se interesan por el cuidado del bosque.

Yarynn Vázquez Fernández

Desde lo social, este proyecto me permitió comprender el impacto que puede tener la comunicación audiovisual cuando se utiliza con un propósito colectivo. A través de la creación de contenidos que visibilizan la riqueza y los conflictos del BLP, aportamos a una narrativa más cercana, sensible y comprensible para públicos diversos. Mi trabajo, al igual que el de mis compañeros, fue una forma de generar puentes entre el conocimiento técnico y la experiencia emocional.

Creo firmemente que el arte tiene un poder transformador cuando se pone al servicio de causas que buscan el bien común. En este caso, utilizamos las herramientas de la comunicación para sembrar conciencia y fortalecer el vínculo entre las personas y su entorno natural. Esa es, para mí, una de las principales aportaciones sociales del proyecto: mostrar que el bosque no es un paisaje lejano, sino un territorio vivo, amenazado y profundamente conectado con nuestra calidad de vida.

Esta experiencia me reafirma que mis saberes como creador visual son transferibles a otras realidades y pueden tener un impacto real. Me deja, además, la convicción de que proyectos colaborativos como este, si se sostienen en el tiempo, pueden convertirse en espacios de resistencia, memoria y transformación social.

Aprendizajes éticos

Fabrizio:

Una decisión importante para mí fue la elección de las líneas de trabajo del PAP en las que iba a colaborar (Bosque Escuela, Análisis de presión y conectividad, Propagación de especies nativas y Biodiversidad del Bosque), ya que muchos proyectos me parecían muy importantes y atractivos para mi desarrollo profesional, sin embargo, siento que pude haber tenido un mejor rendimiento enfocándome en uno o dos proyectos profundamente en lugar de trabajar en 4 líneas de manera intermitente ya que en algunos momentos dediqué más esfuerzo y tiempo en alguno, dejando de lado los demás.

Este aprendizaje me lleva a la conclusión de que puedo lograr hacer mejores resultados al concentrar mi energía en un proyecto a la vez. En mi vida profesional no quiero ejercer pensando solamente en un pago, sino realmente comprometerme a la mejora continua del espacio común, ya sea en la ciudad o en el bosque. Los conocimientos que he adquirido a lo largo de la carrera me brindan la capacidad de contribuir a la construcción de un futuro más amigable con el ambiente, con los más necesitados y por consecuencia para todos.

Uri

Durante el proyecto me enfrenté a cuestionamientos éticos sobre el uso y protección de los datos generados por la estación. Desde el inicio, consideré el riesgo de que se enviaran imágenes inapropiadas, por lo que implementé un filtro básico para reducir ese riesgo. Aunque no es un control total, fue un primer paso hacia un uso más responsable.

Esta situación me hizo reflexionar sobre la importancia de cuidar la información y contar con formas de rastrear su origen en caso de conflictos. Aprendí mucho sobre la ética del manejo de datos y la responsabilidad de ofrecer un sistema abierto al público.

También confirmé que el respeto y la buena comunicación dentro del equipo son clave. Prever riesgos y actuar con conciencia técnica se volvió una prioridad. Esta experiencia me recordó que diseñar también implica cuidar: del entorno, de las personas y de las decisiones que tomamos.

Sofía Citlalli Franco G:

En cuestiones éticas tuvimos que determinar muy bien el espacio en el cual instalaríamos el Hualli 1, puesto que, atraer a personas a un lugar inadecuado puede generar un impacto negativo en el ecosistema del BLP, por lo que, esto es un factor que también quisimos destacar para que sea tomado en cuenta en el futuro.

Así mismo, con el sistema de la gestión de fotografías, es necesario pensar en un filtro que no permita que fotografías que podrían ser consideradas indebidas, pasen y sean mostradas a través de nuestra línea del tiempo, ya que, esto podría ser muy problemático, por ende, adelantarnos ante estas situaciones fue clave para nosotros.

Ana S. Macias Hernández:

La toma de decisiones es una habilidad que me costaba al inicio de este proyecto, desde elegir en cuales proyectos iba a involucrarme, hasta las decisiones del proyecto ya involucrado. Sin embargo, se logró tomar la iniciativa en diferentes contextos, desde elegir días para sembrar y realizar el monitoreo. Esta experiencia me genera un interés mayor en que más puedo hacer para esta problemática, como interferir desde mi ámbito, como generar más conocimiento y reflexión a las demás personas, buscando esa conexión que tanto buscamos durante el proyecto.

Sofía Ochoa Bru:

Creo que la decisión más importante que tomé fue los proyectos en los que me involucré ya que cada uno tenía una forma diferente de ver la misma problemática. Uno fue mucho más científico utilizando SIG (Análisis de presión y conectividad), otro estuve en contacto más directo con la naturaleza y ahora sí que ensuciándome las manos (Propagación de especies nativas), y en otro tuve la oportunidad de crear una encuesta para ver la desconexión de las personas con la naturaleza y como esto puede afectarlo que conocen y, por ende, lo que cuidan (Desconexión ser humano naturaleza). Me gustó trabajar en estos proyectos, cada uno me brindaba algo diferente a mi y al PAP, lo cual se me hizo interesante, y en los tres pude ver cosas que me gustaría indagar más en mi vida profesional. Igualmente el estar aprendiendo tanto del BLP cuando lo he conocido desde muy chica y el pensar que lo que hago puede llegar a contribuirle de forma positiva me parece muy lindo.

Eileen Sofía Yuen Gutiérrez:

Durante este PAP, tomé varias decisiones importantes, pero una de las más significativas fue comprometerme con el cuidado del huerto y la propagación de especies nativas, aunque implicara más tiempo y esfuerzo del habitual. Lo hice porque creo firmemente en la importancia de conservar lo que nos rodea y porque sentí que el proyecto lo merecía. Esta decisión me ayudó a entender que, cuando se trabaja con personas que comparten una causa, el cansancio se transforma en motivación. Otra decisión relevante fue proponer y organizar algunas acciones concretas en equipo, lo que me sacó de mi zona de confort, pero al final trajo aprendizajes muy valiosos y fortaleció los lazos dentro del grupo. Después de vivir este PAP, me llevo muy claro que quiero ejercer mi profesión desde un lugar ético y comprometido, pensando siempre en cómo mis acciones pueden beneficiar a más personas y al entorno natural. Quiero trabajar para quienes no siempre son escuchados, para los espacios que a veces pasan desapercibidos, y hacerlo con empatía, responsabilidad y corazón. Este PAP me recordó por qué elegí esta carrera y me dejó con muchas ganas de seguir construyendo desde el respeto, la diversidad y el trabajo colectivo.

Aranza López de la Cerda:

Elegí participar en este proyecto porque la comunicación de la ciencia es una área que considero que es necesario en un país como México y que en general que la ciencia es una herramienta para el desarrollo. En esta ocasión decidí ser parte de dos proyectos en 2 formatos muy diferente, que requerían diferentes tiempos y diferentes actividades. Esto considero que me ayudo a explorar diferentes estrategias de comunicación de la ciencia y como abordarlos. Pero también considero que me pudo afectar en mi desempeño y que en ocasiones me encontrara perdida. Esto me ha permitido evaluar que realmente quiero hacer en el futuro y con qué actividades de la comunicación de la ciencia quiero trabajar. También después de esta experiencia, tengo mayor claridad sobre cómo puedo ejercer la gestión cultural con un enfoque crítico y comprometida con el entorno.

Ana Paula Rosas:

Durante la escritura de guiones, me di cuenta de la responsabilidad ética que implica decidir cómo se dicen las cosas y con qué intención. Aunque la información sea válida, el tono puede transformar completamente su significado. Por eso, este proceso se abordó con mucho respeto y con la intención de cuidar tanto el mensaje como a quienes se representa. La experiencia me lanza a seguir creando desde un enfoque crítico y realista, con conciencia del contexto y del poder que tiene la comunicación. Me invita a ejercer mi profesión de manera ética con responsabilidad, entendiendo que lo audiovisual puede ser una gran herramienta para fortalecer vínculos y generar un cambio.

Yarynn Vázquez Fernández

Este proyecto me confrontó con la responsabilidad ética que conlleva comunicar. Desde el inicio, entendí que no solo se trata de crear imágenes o narrativas atractivas, sino de pensar en **cómo impactan, a quién representan y qué implicaciones tienen**. Al trabajar con un ecosistema en disputa como el BLP, surgieron decisiones importantes sobre el tipo de mensajes que queríamos transmitir y la forma de hacerlo sin caer en simplificaciones ni en discursos que romantizaran la realidad.

Una de las decisiones más significativas fue elegir representar al bosque no solo como un espacio natural, sino como un territorio habitado, intervenido y atravesado por múltiples actores. Esto exigió sensibilidad, escucha y una constante revisión del enfoque narrativo. En lo personal, me hizo más consciente del poder que tiene lo audiovisual para construir realidades, y por tanto, del deber que tengo de ejercer mi profesión desde el respeto, la crítica y la empatía.

Esta experiencia me impulsa a seguir creando desde un lugar más consciente y comprometido. Me invita a pensar en el arte no como un fin en sí mismo, sino como una herramienta ética capaz de generar conversación, memoria y transformación.

Aprendizajes en lo personal

Fabrizio:

Más que conocer algo nuevo sobre mí, este PAP me dio el espacio para desenvolver un anhelo ya descubierto de aportar mis conocimientos para mejorar la relación del humano con la naturaleza. Además, el PAP también fue un espacio de convivencia y colaboración disfrutable gracias a la diversidad de carreras y habilidades que presentan mis compañeros que no solo me permitió aprender cosas nuevas de otras áreas profesionales (como grabación de video, diseño, montaje de obras, entre otras), también logré aplicar esos nuevos aprendizajes en las actividades desarrolladas.

Uri:

Este proyecto nos permitió confirmar que somos capaces de aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera a problemas reales, y que podemos generar soluciones útiles y sostenibles desde nuestras disciplinas. La experiencia nos mostró que llevar una idea a la acción requiere mucho más que entusiasmo: implica organización, perseverancia, diálogo y un fuerte sentido de responsabilidad. Pudimos reconocer la importancia del trabajo en equipo, del respeto por los tiempos y habilidades del otro, y de la necesidad de documentar absolutamente todo para asegurar claridad y continuidad. El haber visto la estación instalada y en funcionamiento fue uno de los momentos más gratificantes del proceso, ya

que representó la materialización de muchas horas de planeación y esfuerzo compartido. Además, esta experiencia nos permitió descubrir nuestras propias fortalezas y áreas de oportunidad, tanto en lo técnico como en lo interpersonal.

Sofía Citlalli Franco G:

Personalmente formar parte del PAP Bosque Escuela me permitió reconectar con un área de mi vida que había dejado de lado cuando comencé a estudiar diseño, puesto que, todo a mi alrededor se había vuelto más metodológico y enfocado a innovación, emprendimiento, negocios, y verdaderamente yo me siento sumamente atraída por los temas que tienen que ver con biología y el cuidado del medio ambiente. Durante algún tiempo sentí que estudiar diseño implicaría olvidarme de este lado mío, y ahora pienso que siempre uno puede volver a su centro, me gustaría que en el futuro mis diseños sigan colaborando con la creación de conocimiento y la preservación de la naturaleza.

En conclusión, ayudar a establecer Tlalpohualli para mí fue una experiencia maravillosa en donde logré integrar diferentes ámbitos tanto sociales, culturales como otros más técnicos y de investigación para construir un proyecto bastante completo con gran potencial de crecer y ser muy beneficioso en el futuro.

Brenda Sarahi Rubio Chávez:

Finalmente, el PAP Bosque Escuela me ayudó a conectar profundamente con mi propio propósito como comunicadora. Me recordó que detrás de cada fotografía y video hay una narrativa que alimentar para inspirar cambios y generar conexiones. Esta experiencia me enseñó a valorar no solo el impacto inmediato de mi trabajo, sino también su capacidad para generar conversaciones a largo plazo y transformar perspectivas. En resumen, el trabajo de difusión realizado a lo largo del semestre no solo fortaleció mis habilidades técnicas y profesionales, sino que también reafirmó mi compromiso de utilizar el arte y la comunicación para promover la conservación y el respeto por el planeta, una misión que seguirá guiando mi proyecto de vida profesional.

Ana S. Macias Hernández:

Este proyecto me sirvió en la toma de decisiones, siendo una de mis habilidades menos desarrolladas, por otro lado, dentro de mi proyecto de vida he adquirido diversas habilidades para mis futuros trabajos, proyectos, desde la planificación y organización, hasta el trabajo en equipo con diversas disciplinas.

Sofía Ochoa Bru:

Este PAP me dio un espacio para conocer como podría aplicar mis habilidades en temas relacionados con mi carrera, así como habilidades que no sabía que tenía o que podían llegar a tanto y conocer diferentes formas de ver el mundo al convivir con mis compañeros. Pienso que como ingeniera ambiental uno tiene muy presente la naturaleza pero que tal vez por ello se nos puede olvidar que muchas personas no, pero en varias ocasiones pude ver como proyectos dentro de este PAP ayudaron a personas a volver a conectar con la naturaleza o por lo menos a sus recuerdos de ella, lo cual es un buen camino para crear una relación donde uno busca cuidarla. Siempre tengo presente el cariño que le tengo a la naturaleza y me gustó mucho sentir que estaba construyendo a su conservación.

Eileen Sofía Yuen Gutiérrez:

Este PAP me permitió conocerme desde otra perspectiva. Me di cuenta de que puedo adaptarme a distintos roles, que puedo liderar y también cuando saber pasar el rol, escuchar y también soltar cuando es necesario. Descubrí que disfruto mucho trabajar en proyectos que tienen un propósito claro y que conectan con algo más grande, como el cuidado del bosque, de las plantas, de lo que es vida. El PAP también me dio mucho para conocer y reconocer a los otros. Me hizo ver que cada persona tiene una historia, una forma de ver el mundo, y que eso enriquece muchísimo cualquier trabajo. Aprendí que confiar en los demás y construir en colectivo no solo es más bonito, sino también más efectivo. La sociedad es compleja, pero también está llena de personas que quieren cambiar las cosas desde su parte, y eso me da esperanza.

Convivir con muchas diferentes carreras fue, sin duda, uno de los regalos más grandes de este semestre. Estar con personas de distintas carreras, con distintos saberes y formas de pensar, me ayudó a abrirme, a ser más paciente, más empática y a encontrar belleza en las diferencias. Aprendí que no siempre tenemos que estar de acuerdo para caminar juntas hacia un mismo objetivo. Para mi proyecto de vida, este PAP me dejó muchas semillas plantadas. Me reafirmó que quiero seguir en el camino de lo ambiental con un enfoque humano y social. Que quiero trabajar con la tierra, con las personas, con la educación y con la regeneración de lo común. Me voy con más claridad, con más convicción y, sobre todo, con muchas ganas de seguir construyendo comunidad desde lo que sé y desde lo que soy.

Aranza López de la Cerda:

El PAP de Bosque Escuela me permitió dar una mirada más cercana de como se puede trabajar la comunicación de la ciencia y que es un área que sí me encuentro interesada. También me permitió explorar de cierta manera mi relación con el entorno y como somos parte de este y tenemos que tomar una responsabilidad por lo sucede alrededor. Me hace reflexionar sobre el Cogito de Descartes, que hacer referencia al “Pienso y luego existo” y

como en ocasiones estamos tan “desconectados” que no nos damos cuenta de lo que tenemos a nuestro alrededor y como al final del día, somos parte de un ecosistema.

Ana Paula Rosas:

El PAP en general me sorprendió al mostrarme cómo el bosque, además de ser un espacio natural muy valioso, también puede convertirse en un negocio tanto para el gobierno como para particulares que controlan ciertas zonas. Al mismo tiempo, descubrí la cantidad de problemáticas complejas que lo atraviesan, desde lo ambiental hasta lo político y social. Al inicio, quise meterme al PAP al estar motivada por la conexión emocional que siento con la naturaleza y por lo bien que me hace estar en el bosque. Sin embargo, el trabajo que desarrollé aquí me permitió abrir los ojos y entender esta realidad desde una perspectiva más profunda y (en muchos sentidos) más realista.

Yarynn Vázquez Fenández

Participar en este PAP fue un punto de encuentro entre mi vida personal, mi vocación artística y una causa colectiva. Más allá de los aprendizajes técnicos, esta experiencia me permitió reafirmar algo esencial: quiero dedicar mi vida a contar historias que importen, que conecten, que generen sensibilidad frente a las problemáticas de nuestro entorno.

Trabajar en torno al BLP me hizo más consciente de cómo habitamos y muchas veces ignoramos los territorios que nos sostienen. Este proyecto me obligó a salir de mis propias lógicas creativas y enfrentarme con otras formas de ver y entender el mundo. Convivir con personas de distintas disciplinas me ayudó a romper ideas fijas, a dialogar desde la diferencia y a reconocer el valor que tiene el trabajo colectivo cuando se orienta hacia un bien común.

También fue un espacio para mirar hacia dentro. Confirmé mi interés por usar el arte no solo como expresión personal, sino como herramienta para generar conciencia, comunidad y memoria.

9. Conclusiones

9.1 Micropropagación

La aplicación de técnicas de propagación in vitro y ex vitro ofrece una alternativa eficaz para la conservación de especies vegetales nativas del BLP y de aquellas en peligro de extinción con valor cultural. La micropropagación permite multiplicar de manera controlada y sostenible individuos a partir de material vegetal mínimo, reduciendo el impacto sobre las

poblaciones silvestres y contribuyendo al rescate de especies amenazadas. Este enfoque no solo promueve la preservación de la biodiversidad local, sino que también fortalece la relación entre el conocimiento biotecnológico y el respeto por los valores culturales asociados a estas plantas. En conjunto, la implementación de estos métodos puede consolidarse como una herramienta estratégica para la restauración ecológica, la educación ambiental y el aprovechamiento sustentable de los recursos vegetales del BLP.

9.3 Análisis de presión y conectividad del paisaje

La fase inicial del proyecto de análisis de presión y conectividad del paisaje implementó con éxito una metodología basada en teledetección y sistemas de información geográfica (SIG) para evaluar los cambios de cobertura en el BLP lo largo de cuatro décadas (1985-2025). Se generaron mapas comparativos y gráficas que evidenciaron transiciones significativas de bosque a otros usos de suelo, siendo la conversión de cobertura forestal a suelo desnudo la más prevalente. Si bien esta tendencia sugiere procesos de deforestación y degradación —posiblemente provocados por incendios, talas ilegales o expansión agrícola—, también se reconocen limitaciones en la clasificación de las imágenes satelitales (atribuidas a la estacionalidad seca de los datos) que introducen un margen de error; por ello, los resultados a detalle deben interpretarse con cautela.

A pesar de esas limitaciones, el análisis permitió identificar patrones claros de presión sobre el BLP y aportó indicios valiosos para evaluar la conectividad ecológica. Las pérdidas de cobertura detectadas en el periodo más reciente (2015-2025) aparecen más focalizadas espacialmente y, de hecho, corresponden a eventos documentados —notablemente el incendio de 2023 que afectó varios hexágonos en el límite urbano—, lo que confirma la confiabilidad del enfoque empleado al reflejar perturbaciones reales. Del mismo modo, la comparación multitemporal destacó varios hexágonos críticos en los extremos norte y sur del bosque que concentraron la mayor reducción de cobertura y que coinciden con puntos de enlace hacia otras áreas naturales (como la Barranca de Huentitán al norte y el corredor biológico hacia Cerro Viejo al sur).

Por otra parte, las zonas periurbanas adyacentes al bosque —por ejemplo, El Bajío al oriente y la zona de El Palomar al suroeste— emergen en los mapas como focos de presión antrópica significativa, lo que evidencia el impacto del crecimiento urbano en la fragmentación del hábitat. Estos resultados preliminares demuestran el potencial del método implementado tanto para monitorear la dinámica de cambio de cobertura del paisaje como para identificar áreas prioritarias de conectividad ecológica. En suma, el proyecto ha sentado bases metodológicas sólidas sobre las cuales las próximas generaciones del PAP podrán construir; esto les permitirá refinar el análisis, ampliar su

alcance y fortalecer la conservación del BLP y sus corredores biológicos en el mediano y largo plazo.

9.4 Acceso al bosque

El trabajo realizado en torno a la accesibilidad al BLP permitió generar una caracterización preliminar del acceso físico al área natural protegida, centrada en el análisis del perímetro del bosque, la identificación de accesos, oficiales y no oficiales, y la integración de rutas ciclistas provenientes de la plataforma Strava. A partir del cálculo de la densidad de accesos en diferentes zonas del perímetro, se evidenció que, si bien los accesos localizados dentro de terrenos ejidales son más numerosos en términos absolutos, la densidad de accesos (km/acceso) resulta ser mayor en las zonas fuera de ejido, lo cual sugiere una presión de accesibilidad desigual que podría estar asociada a dinámicas de urbanización, infraestructura vial o control del territorio.

Este análisis no solo visibiliza la distribución espacial de los accesos al bosque, sino que también deja un precedente para investigaciones más profundas en términos sociales, económicos y ecológicos. La inclusión de rutas ciclistas descargadas de Strava y validadas en campo representa una innovación metodológica que permitió identificar accesos no oficiales utilizados por ciclistas, así como abrir la posibilidad de futuros estudios sobre el impacto del ciclismo de montaña en el ecosistema, particularmente en relación con procesos de erosión o afectación del suelo.

Entre las líneas de seguimiento y mejora que surgieron a lo largo del proyecto, se destacan: realizar recorridos sistemáticos del perímetro del bosque para verificar condiciones de acceso en campo; identificar y clasificar los caminos según sus tipos de uso y medios de transporte; y analizar la relación entre accesibilidad y actividades económicas, legales o informales, que se desarrollan en la zona de influencia del bosque. También se propone revisar la política actual de accesos oficiales y cuestionar su efectividad, ya que existen múltiples entradas no reconocidas que son ampliamente utilizadas por la población.

Finalmente, este subproyecto permitió problematizar la noción misma de "accesibilidad", más allá de su definición física. El hecho de que muchas personas accedan al bosque desde distancias lejanas, principalmente en automóvil o bicicleta, invita a reflexionar sobre los factores económicos, sociales, culturales y comunicacionales que condicionan el acceso real a los espacios naturales. En este sentido, los resultados del presente trabajo pueden servir como base para diseñar estrategias de gestión territorial, conservación y comunicación ambiental que reconozcan la complejidad de la accesibilidad en contextos metropolitanos como el de la ZMG.

9.5 Bosque escuela

El proyecto Bosque Escuela logró cumplir sus objetivos principales: fomentar la ciencia ciudadana, fortalecer el vínculo humano-naturaleza y generar una comunidad comprometida con la conservación del BLP. A través de actividades interdisciplinarias — como las charlas especializadas y el avistamiento de aves— se promovió una experiencia integral que facilitó tanto la reflexión como el aprendizaje activo.

Los resultados obtenidos en las encuestas de retroalimentación reflejan un alto grado de satisfacción y un fortalecimiento del sentido de pertenencia y conexión con el entorno natural. Además, se consolidaron espacios de diálogo intergeneracional e interacadémico, favoreciendo la construcción colectiva del conocimiento y la interacción entre voluntarios, expertos y organizadores.

El uso de contenido audiovisual contribuyó significativamente a la difusión y continuidad del impacto del proyecto, al extender la conversación fuera de los eventos presenciales y atraer nuevas audiencias desde plataformas digitales.

9.6 Difusión

El proyecto de difusión “Staff picks” en el PAP Bosque Escuela logró cumplir con su objetivo de amplificar el impacto de las investigaciones y actividades del semestre a través de redes sociales. Aunque se obtuvieron buenos resultados en términos de interacción y alcance del contenido, identificamos que una mayor estructura en la planificación, como el uso de un calendario de contenidos, podría haber optimizado nuestros esfuerzos y facilitado la coordinación entre equipos. Esta experiencia nos deja como aprendizaje la importancia de contar con herramientas que permitan una gestión más ordenada y eficiente, lo que será una prioridad en futuras etapas del proyecto para garantizar una comunicación aún más efectiva y consistente.

9.8 Desconexión del ser humano naturaleza

La encuesta evidenció disparidades significativas en el imaginario colectivo de los habitantes respecto a la naturaleza local. Al solicitar a los participantes enumerar cinco animales y cinco plantas que les vinieran espontáneamente a la mente, la mayoría mencionó animales domésticos o especies ajenas a la fauna regional (gato, perro e incluso el león). En cambio, las plantas evocadas fueron en su mayoría especies presentes en la región. Este hallazgo sugiere que la fauna autóctona de la Zona Metropolitana de

Guadalajara (ZMG) permanece prácticamente ausente del recuerdo colectivo, mientras que la flora local resulta relativamente más familiar.

Los resultados específicos de reconocimiento de especies refuerzan esta desconexión. Ante una lista de ejemplares del BLP, las especies exóticas —tanto animales como plantas, por ejemplo, el ficus y la jacaranda— resultaron vistas por casi todos los encuestados y con frecuencia identificadas correctamente, a diferencia de varias especies nativas. Destacó el caso de ciertas aves silvestres comunes (como el mirlo), que la mayoría de los participantes no supo nombrar; abundaron respuestas de “no sé” frente a la fauna nativa. Ello pone de manifiesto la limitada familiaridad con la biodiversidad de la región y la tendencia de la población a reconocer con mayor facilidad especies introducidas por encima de las autóctonas.

Asimismo, los patrones de visita al BLP reflejan y contribuyen a esta desconexión. La mayoría de los encuestados (alrededor del 60%) visita el bosque apenas una vez al año o con menor frecuencia, lo que implica un contacto muy esporádico con este espacio natural. Esta interacción infrecuente se asocia con un conocimiento ecológico limitado: quienes acuden al bosque con mayor asiduidad (mensualmente o más) identificaron correctamente una proporción mucho mayor de especies nativas —incluso acercándose o superando su reconocimiento de exóticas—, a diferencia de los visitantes ocasionales, cuyo entendimiento de la biota local fue notablemente inferior. En cuanto al perfil demográfico, los participantes de mediana edad —particularmente hombres mayores de 30 años— conforman el grupo más frecuente de visitantes al bosque, mientras que entre los más jóvenes destacó una mayor proporción de mujeres involucradas en actividades de contacto con la naturaleza. Se observó, además, que la afluencia a parques urbanos es alta en la juventud y decrece con la edad, lo que sugiere que el desplazamiento hacia un área natural extensa como el BLP representa una barrera adicional para los adultos mayores. En conjunto, todos estos hallazgos confirman una desconexión sustancial entre los habitantes urbanos y su entorno natural: el contacto con la biodiversidad local es escaso y el desconocimiento de las especies nativas prevalece, especialmente entre quienes interactúan poco con los espacios verdes.

9.9 Tlalpohualli

El objetivo principal del proyecto fue llevar a cabo la idea de las estaciones fotográficas, logrando diseñarlas, instalarlas y desarrollar un sistema funcional que recibe fotos por correo, genera un time-lapse en GIF y responde automáticamente al usuario. También se trabajó en la identidad visual, ficha técnica y un manual del proyecto para que pueda ser retomado o replicado por otros estudiantes.

Aunque se logró un sistema funcional, el filtrado de imágenes es muy básico y sería ideal mejorarlo con inteligencia artificial para asegurar que las fotos enviadas realmente correspondan al entorno del bosque. Esta mejora quedó pendiente por cuestiones de tiempo.

Durante el proceso, aprendimos a trabajar con los recursos y procesos del ITESO, a coordinar tareas de diseño, instalación física y programación en un solo proyecto, lo que fue una experiencia cercana al mundo profesional.

A futuro, sugerimos expandir el número de estaciones, mejorar el filtrado de imágenes y diseñar un sistema de recompensas para motivar la participación en la ciencia ciudadana.

El uso de contenido audiovisual contribuyó significativamente a la difusión y continuidad del impacto del proyecto, al extender la conversación fuera de los eventos presenciales y atraer nuevas audiencias desde plataformas digitales.

10. Bibliografía

Baskin, C., & Baskin, J. M. (2014). *Seed Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination* (2ª ed.). Academic Press.
https://www.researchgate.net/publication/291850436_Seed_Ecology_Biogeography_and_Evolution_of_Dormancy_and_Germination/citations

Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., & Shirk, J. (2009). Citizen science: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience*, 59(11), 977–984. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>
Botzat, A., Fischer, L. K., & Kowarik, I. (2016). Unexploited opportunities in understanding liveable and biodiversity-friendly cities. *Ecological Indicators*, 70, 486–493. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.06.043>

Carvajal-Hernández, C. I., Krömer, T., & Vázquez-Torres, M. (2014). Riqueza y composición florística de pteridobiontes en bosque mesófilo de montaña y ambientes asociados en el centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 451–501.
Carrillo, E. (s. f.). Urge plan para proteger el bosque La Primavera. Universidad de Guadalajara | Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. <https://cucba.udg.mx/noticia/urge-plan-para-protger-el-bosque-la-primavera>

Cazarez, F. T. L., Luna Graciano, J. J., & Solís G., J. J. (2016). Propagación *in vitro* de la

orquídea *Prosthechea citrina* (La Llave & Lex.) W. E. Higgins nativa del estado de Durango, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (67), 19–25.

Chen, L. (2022). *Psidium guajava* (guayaba dulce). Observación en iNaturalist México. Recuperado de: <https://mexico.inaturalist.org/observations/113660220>

Chronolog. (s. f.). Chronolog. <https://www.chronolog.io/>
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2019, 6 marzo). *La Primavera celebra 39 años como Área Natural Protegida*. <https://www.gob.mx/conanp/articulos/la-primavera-celebra-39-anos-como-area-natural-protegida>

Congedo, L. (2016). *Semi-Automatic Classification Plugin Documentation: Release 6.0.1.1* [Reporte técnico]. ResearchGate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29474.02242/1>

Cooper, C. B., Dickinson, J., Phillips, T., & Bonney, R. (2015). Citizen science as a tool for conservation in residential ecosystems. *Ecology and Society*, 10(2), 1–11. <https://doi.org/10.5751/ES-01229-100211>

Cox-Tamay, L. D. (2013). Orquídeas: Importancia y uso en México. *Bioagrobiencias*, 6(2), 4–7.

Estado de Jalisco. (2014). *Estudio de conectividad ecosistémica La Primavera* [Informe técnico]. Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial de Jalisco. https://biodiversidad.jalisco.gob.mx/Archivos/Proyectos/corredores/ESTUDIO_CONECTIVIDAD_BOSQUE_DE_LA_PRIMAVERA.pdf

Fuller, R. A., Irvine, K. N., Devine-Wright, P., Warren, P. H., & Gaston, K. J. (2013). Psychological benefits of green space increase with biodiversity. *Biology Letters*, 3(4), 390–394. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2007.0149>

Galarza, X. (s.f.). *Gorrión Doméstico*. iNaturalist México. Recuperado de <https://mexico.inaturalist.org/photos/4608133>

García, I. (2025). *Casuarina equisetifolia* (casuarina o pino australiano). Observación en iNaturalist México. Recuperado de <https://mexico.inaturalist.org/observations/267623946>

González, M., & Pérez, L. (2018). Fuentes de conocimiento en la identificación y preferencias

de fauna en estudiantes de educación primaria. *Revista Educare*, 22(3), 1–15.
Habit, E., Górski, K., Vila, I., Manosalva, A., Díaz, G., Toledo, B., Rojas, P., & Zurita, A. (2024). Efectos de las presiones antrópicas sobre la fauna nativa de peces y lampreas de Chile. *Gayana (Concepción)*, 88(1), 1–17. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382024000100076>

Härtel, T., Vanhöfen, J., Großmann, N., & Randler, C. (2024). Unlocking biodiversity awareness: Influential factors on bird species knowledge and the links with environmental attitudes and connectedness to nature. *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/21548455.2024.2381840>

Herrera Calvo, P. M., & Díaz Varela, E. R. (2013). Ecología del paisaje, conectividad ecológica y territorio. En *Planificación espacial y conectividad ecológica: los corredores ecológicos* (pp. 43–70). Instituto Universitario de Urbanística. <https://www.researchgate.net/publication/237099846>

Ignacio Sánchez, M. I. (2023). *Fraxinus uhdei* (fresno mexicano). Observación en iNaturalist México. Recuperado de <https://mexico.inaturalist.org/observations/158641121>
Immora. (2025). *Ficus microcarpa* (laurel de la India). Observación en iNaturalist México. Recuperado de <https://mexico.inaturalist.org/observations/267353888>

International Seed Testing Association. (2019). *International rules for seed testing* (English ed.). Bassersdorf, Switzerland. <https://www.seedhealth.org/files/2019/02/ISTARules2019SHmethods7-019a-opt.pdf>

Kauth, P. J., Dutra, D., Johnson, T. R., Stewart, S. L., Kane, M. E., & Vendrame, W. A. (2008). Techniques and applications of *in vitro* orchid seed germination. En T. Kull, J. Arditti, K. W. Dixon, & S. P. Kell (Eds.), *Orchid propagation: From laboratories to greenhouses—methods and protocols* (pp. 375–391). Springer.

Konings, A. (2022, abril 26). *Zanate mexicano* desde Quintana, TX, USA. iNaturalist México. <https://mexico.inaturalist.org/observations/113644531>

Lelièvre, F. (2021). *Paloma Doméstica* desde Québec, Canadá. iNaturalist México. <https://mexico.inaturalist.org/observations/72160381>

Lowry, M. (2022, noviembre 17). *Jacaranda sudamericana*. iNaturalist México. <https://mexico.inaturalist.org/observations/143869445>

McKinley, C. et al. (2017). Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation*, 208, 15–28. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.05.015>

Meléndez, V. (2023, 27 junio). *Crece urbanización alrededor del Bosque La Primavera*. MURAL. <https://www.mural.com.mx/crece-urbanizacion-alrededor-del-bosque-la-primavera/ar2629811>

Miller, J. R. (2005). Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(8), 430–434. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.05.013>

Moles, A. T., & Westoby, M. (2004). Seedling survival and seed size: a synthesis of the literature. *Journal of Ecology*, 92, 372–383. <https://doi.org/10.1111/j.0022-0477.2004.00884.x>

Mondragón, D. (2025). ¿Es posible el uso sustentable de las orquídeas silvestres en México? *Desde el Herbario CICY*, 17, 38–44. https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2025/2025-02-13-DMondragon-Es-posible-el-uso-sustentable-de-las-orquideas-silvestres-en-Mexico.pdf

Nao. (2025). *Turdus migratorius* (mirlo primavera). Observación en iNaturalist México. <https://mexico.inaturalist.org/observations/271313798>

Peterson, R. L., & Massicotte, H. B. (2004). Exploring structural definitions of mycorrhizas, with emphasis on nutrient-exchange interfaces. *Canadian Journal of Botany*, 82(8), 1074–1088. <https://doi.org/10.1139/B04-071>

Popova, E., Kim, H. H., Saxena, P. K., Engelmann, F., & Pritchard, H. W. (2016). Frozen beauty: The cryobiotechnology of orchid diversity. *Biotechnology Advances*, 34(4), 380–403. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2016.01.001>

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). (2022, diciembre 10). Riqueza de la flora de México: Las orquídeas. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/profepa/articulos/riqueza-de-la-flora-de-mexico-las-orquideas>

Sedano, E. (2019). *Pinus albicaulis*. iNaturalist México. <https://mexico.inaturalist.org/observations/76826050>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2010). *NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Diario Oficial de la Federación. Servicio Geológico Mexicano. (s. f.). Introducción a los Sistemas de Información Geográfica. <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/SIG/Introduccion-SIG.html>

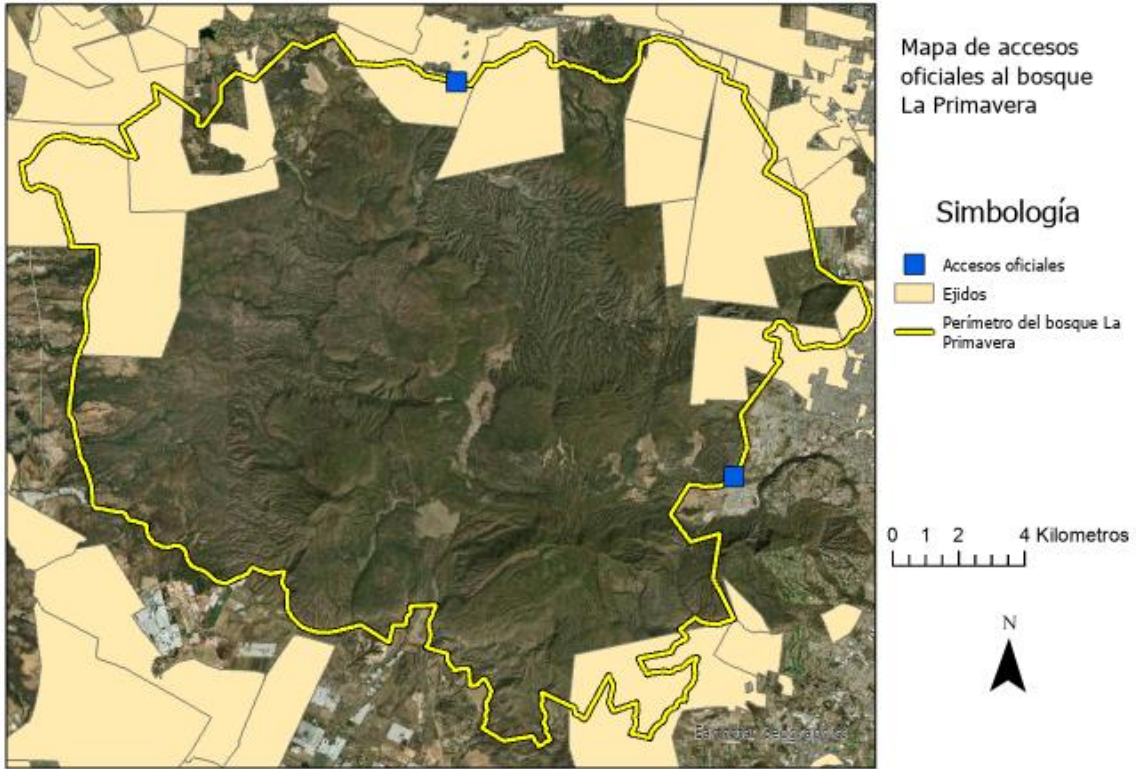
Shierandrulist. (2022, junio 30). *Perico Monje Argentino*. iNaturalist México. <https://mexico.inaturalist.org/observations/124199688>

Stewart, S. L., & Kane, M. E. (2006). Asymbiotic seed germination and *in vitro* seedling development of *Habenaria macroceratitis* (Orchidaceae), a rare Florida terrestrial orchid. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 86(2), 147–158. <https://doi.org/10.1007/s11240-006-9098-y>

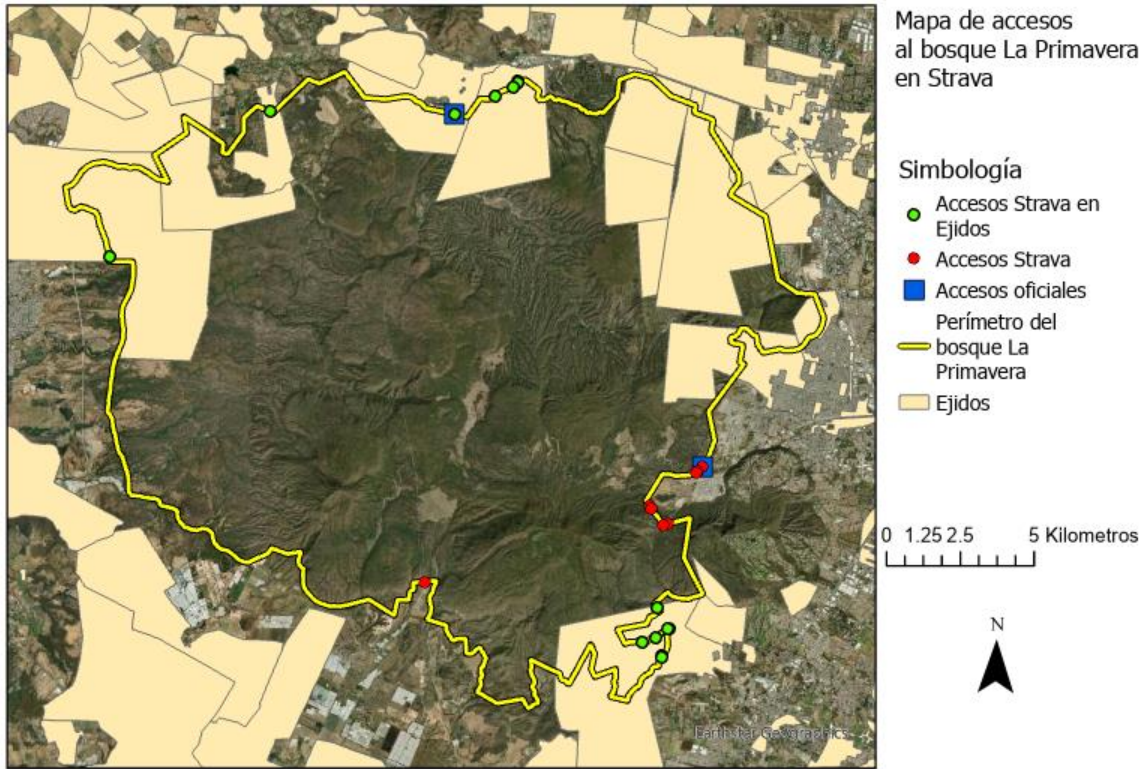
Vázquez Alonso, A. (2024). *El uso de las redes sociales como herramienta de transformación social*. Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/70654/TFG-N.%202499.pdf>

Anexos (en caso de ser necesarios)

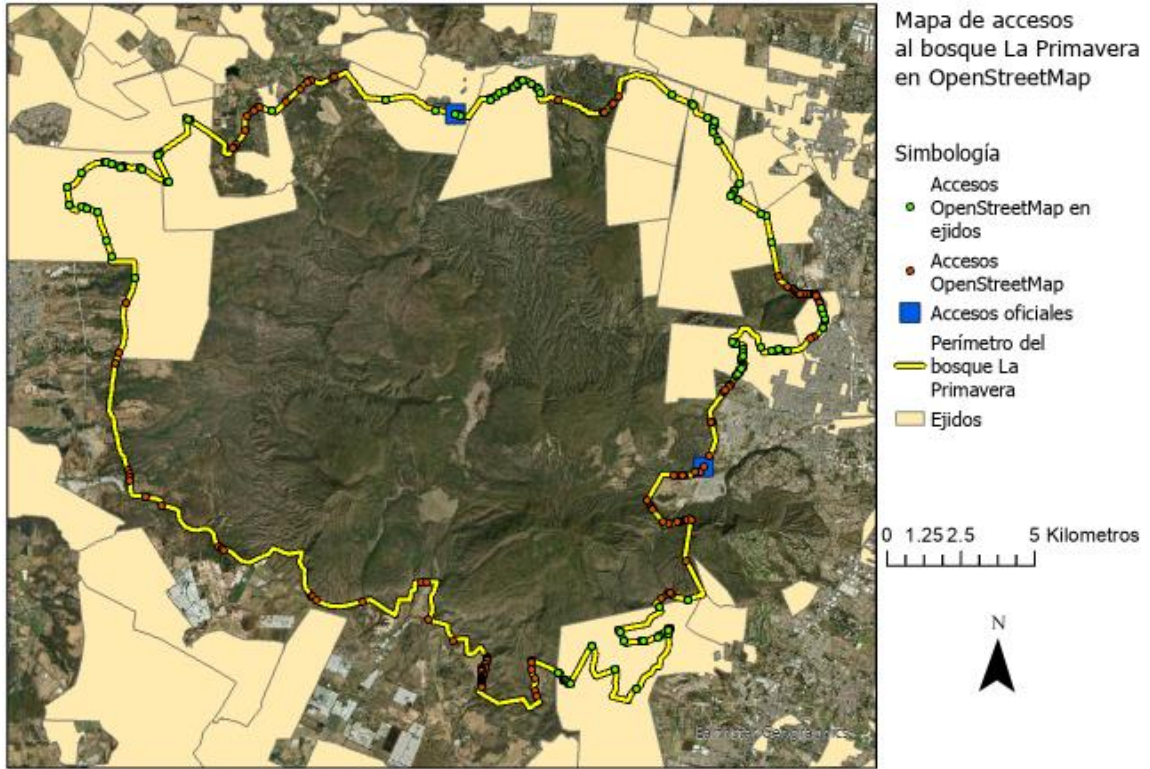
Acceso al bosque



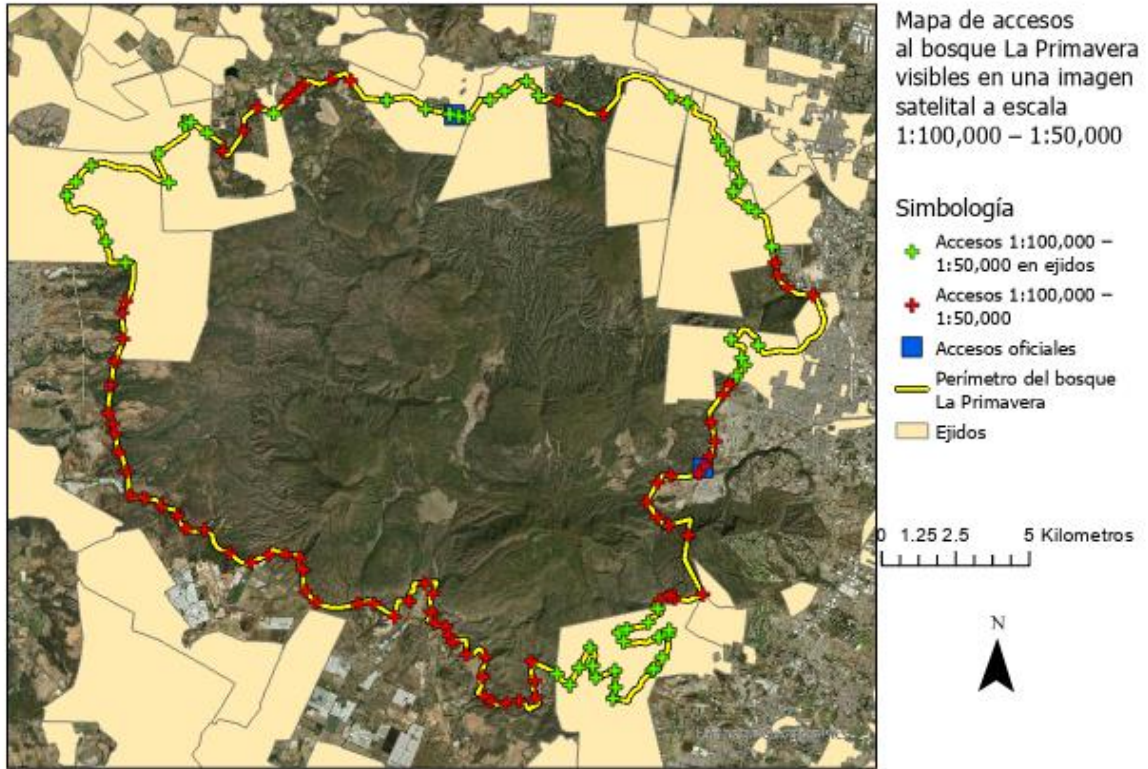
Mapa de accesos al bosque, oficiales, fuente: página oficial del BLP, confiabilidad máxima



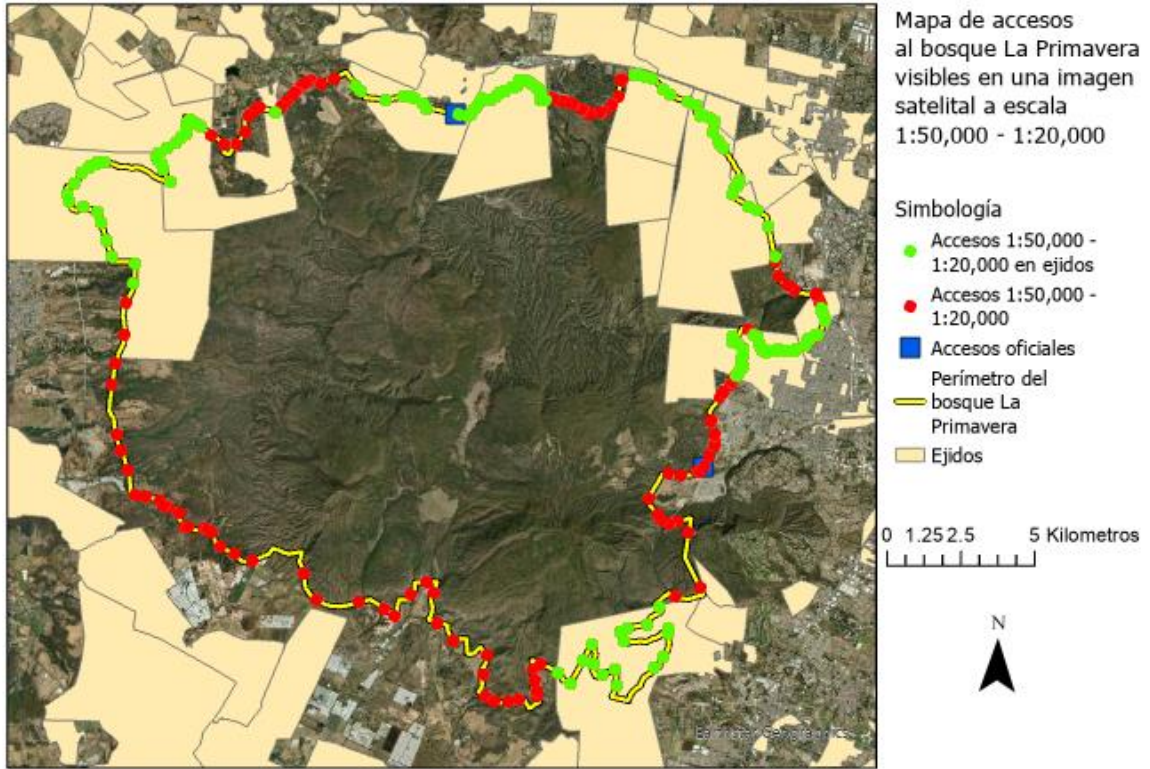
Mapa de accesos al bosque, en ejidos y fuera de ejidos, no oficiales, fuente: Strava, confiabilidad muy alta



Mapa de accesos al bosque, en ejidos y fuera de ejidos, no oficiales, fuente: OpenStreetMap, confiabilidad alta



Mapa de accesos al bosque, en ejidos y fuera de ejidos, no oficiales, fuente: visualización de la imagen satelital del mapa base de ArcGis, escala 1:100,000 - 1:50,000, confiabilidad buena



Mapa de accesos al bosque, en ejidos y fuera de ejidos, no oficiales, fuente: visualización de la imagen satelital del mapa base de ArcGis, escala 1:50,000 – 1:20,000, confiabilidad media