

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
PUEBLA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

COLEGIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**“Aplicación del índice de Singapur en la reserva natural
Bioparque la Calera en el municipio de Puebla”**

**Para obtener el Grado de
Licenciatura en Ingeniería Ambiental**

Presenta:

Auschen Dzoaraluz Herrera Torres

Director de tesis:

M.D.R.S. José Gerardo López Ortega

Noviembre 2023

Puebla, Pue.



Ingeniería
AMBIENTAL



Agradecimientos

A mis padres

En primer lugar, le agradezco a mis padres Santa T. y Alejandro H. que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir mis objetivos personales y académicos, que con su cariño me han enseñado e impulsado siempre a nunca abandonar mis metas frente a las adversidades. También agradezco que me han brindado con mucho esfuerzo y amor el soporte material y económico para poder concentrarme en los estudios y nunca abandonarlos.

A mi familia

Que en todos estos años de universidad me dieron animo ante los días malos y alegría durante los buenos especialmente a Mi abuelita Trinidad, mi abuelito Manuel mis tías Lina H., Elisa H., Malena S., Martha D. y Luz María H. mis tíos Gustavo M., Enrique C., Jorge H. y Atalo H., mis primos Manuel M. y Fernando C., mis primas Lina M., Joselyn T. y Azucena H. y mis sobrinos, que confiaron en mí, en que podría lograr ser la primera ingeniera de mi generación.

A mi asesor

Le agradezco profundamente a mi asesor Gerardo L. O. por su dedicación, paciencia y amistad que desde mi primer día en la universidad me ha brindado y que sin sus palabras, cariño, comprensión y correcciones no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada para mí y mi familia., Gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre, sin él mi tesis no habría la misma y mucho menos hubiera sido hecha con tanto cariño a mi carrera., sé que no es una despedida por que espero con todo el corazón seguir esta linda relación con él y su hermosa familia que tanto me han apoyado por eso y muchas cosas más Gracias.

A todos mis profesores

Son muchos los docentes que han sido parte de mi camino educativo llegando a convertirse en amigos y familia a todos ellos les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí escucharme y apoyarme en mi vida personal, sin ustedes los conceptos serían solo palabras, y las palabras ya sabemos quién se las lleva, el viento.

A mis amigos

Quizá de mis agradecimientos el más sentimental es para ellos, por su amor incondicional, por ayudarme con esas tareas que no entendía, por tomar mi mano cuando no veía salida, por no dejarme sola en ningún momento en esta etapa tan difícil que inicié en 2016, gracias por ser mi roca durante este año de estudio y por soportarme cuando me frustraba con mi trabajo siendo mis editores y críticos, mil gracias por llenar mi vida universitaria de risas, alegría y recuerdos que llevaré conmigo para siempre, gracias: Alejandra O., Galilea L., Daniela S., Genesis M., Ericka G., Diana H., Marcela A., Gustavo D., Jose B., Leonel S., Ivan C., también a mis niños y niñas de coordinación de cultura y deporte por hacer de mi último año uno maravilloso y a todas esas buenas personas que la vida puso en mi camino durante toda la carrera.

A José María V. M.

Especialmente gracias a él por ser mi incondicional, el que me ha apoyado desde hace poco más de cinco años, por estar a mi lado apoyándome emocional y escolarmente, siendo mi amigo y compañero, compartiendo conmigo risas, lágrimas, trabajo y experiencias inolvidables, también quiero agradecerle por ser mi cómplice de investigación, y por ayudarme a encontrar las respuestas a mis preguntas, por estar ahí para mí cuando necesitaba hablar o necesitaba ayuda para entender el material, escuchando mis ideas y darme su opinión, no puedo agradecer lo suficiente por todo su apoyo mientras escribía mi tesis, finalmente gracias por quererme y cuidarme a cada paso que doy hacia el frente.

“Sé el cambio que deseas ver en el mundo”

Cita a Mahatma Gandhi

Índice

1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
3.- JUSTIFICACIÓN	6
4.- OBJETIVOS	8
4.1.- OBJETIVOS GENERAL	8
4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
5.- MARCO TEORICO	9
5.1.- ÁREA DE ESTUDIO	9
5.1.1 Localización	9
5.1.2 Orografía	9
5.1.3 Hidrografía	9
5.1.4 Edafología	9
5.1.5 Clima	10
5.1.6 Vegetación	10
5.1.7 Uso de suelo	10
5.1.8 Marco Económico	10
6.- ANTECEDENTES	12
6.1 Índice de singapur aplicado en Lisboa	14
6.2 Paris aplica el índice de Singapur en 2015.	15
6.3 Índice de Singapur de la ciudad de La Antigua Guatemala	17
6.4 Índice de Singapur en el municipio de Toluca	18
6.5 Índice de singapur en monterrey	19
6.6 Índice de biodiversidad urbana en León Guanajuato	20
7.- METODOLOGIA	23
7.1.- Recopilación de la información	23
7.2.- Selección del sitio	23
7.3.- Generar transectos de muestreo dentro del sitio	24
7.4.- Recopilación de datos obtenidos	25
7.5.- Aplicación del Índice de Singapur	26
8.- RESULTADOS Y ANALISIS	33
9.- DISCUSIÓN	45
10.- CONCLUSIONES	48

11.- RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	52
Anexos	57
Anexo.- 1 Tablas	58
Anexo 2 fotografías (evidencias)	63
Anexo.- 3 permisos otorgados por el ayuntamiento de Puebla.	95

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.- INTRODUCCIÓN

La degradación ambiental que sufre el planeta motivó la participación de la sociedad civil y gobiernos para generar posibles alternativas de solución, donde las políticas públicas son un aliado en pro del cuidado del ambiente (Yñigo, G., & Guadalupe, M. 2018). Sin embargo, en las ciudades es difícil encontrar un equilibrio entre la biodiversidad y el desarrollo urbano, no obstante, una cantidad reducida de personas se han dado cuenta de la existencia de biodiversidad en las ciudades, la cual para conocerla se requiere de un índice para medir la biodiversidad. (Noticias Singapur, 2010, 0m20s).

Las visiones menos alentadoras sugieren que la pérdida de biodiversidad puede provocar un colapso del ecosistema global, lo que puede, incluso, provocar la destrucción del ser humano. Esto porque los ecosistemas son los reservorios de la enorme diversidad de especies que encontramos en el planeta y proporcionan efectos beneficiosos sobre la sociedad humana, ya que aportan numerosos recursos como comida, combustibles, diversos materiales, medicamentos, otros compuestos químicos, e incluso, recursos genéticos. (Moreno, G. 2004).

Tal es el caso de la biodiversidad en donde los ecosistemas aportan a los procesos biológicos del planeta; generando un cambio de materia conocido como “energía” donde Federico (1982), nos dice que la vida en el planeta exige como condición indispensable y el empleo de energía la cual se obtiene del sol gracias a la fotosíntesis realizada por la plantas, dando paso a la conocida red trófica, empezando por los productores primarios (plantas) seguidos de los consumidores y finalizado por los descomponedores quienes logran reducir los restos a una serie de sustancia sencillas que se reincorporan a los ciclos de utilización de los elementos químicos por parte de la biosfera como lo son nitrógeno, carbono, azufre, fósforo etc.

Los ecosistemas, también dirigen los ciclos biogeoquímicos y ecológicos globales, ya que los elementos biogénicos circulan dentro de estos en una cantidad relativamente constante, dicho esto se debe considerar la pérdida de materia, que

de una u otra manera, no llega al medio de donde los productores la extraen de primera mano de los ciclos biogeoquímicos, donde los principales son: Ciclo del agua, oxígeno, carbono, nitrógeno, fosforo y azufre.

Los diversos ciclos entran en una interacción cercana dentro del ecosistema, en cuanto a los ciclos ecológicos y biogeoquímicos ejercen regulaciones biológicas y fisicoquímicas entre sí que actúan en una trama altamente complicada para el desarrollo de los ecosistemas. (Federico, A. 1982).

Dentro de las contribuciones de los ecosistemas al bienestar humano encontramos los servicios ecosistémicos debido a que las ciudades dependen de los ecosistemas para una gran variedad de bienes y servicios esenciales para la sostenibilidad económica, social y medioambiental, gracias a que tienen el potencial de regular el clima en las ciudades, satisfacer las necesidades energéticas, el suministro de agua de las zonas de captación, apoyar la agricultura, evitar la erosión del suelo, reduce el estrés, entre otras. (Secretaría del convenio sobre la diversidad biológica, 2012). En los ecosistemas urbanos existen áreas naturales protegidas (ANP), las cuales cumplen diversas funciones, entre ellas, la regulación del clima, refugio para las especies propias de las zonas y el servicio de polinización. De forma general, las zonas metropolitanas en el país comparten territorio con áreas protegidas estatales y municipales, bosques y parques urbanos (Conabio, 2021).

Por lo que el Índice de biodiversidad en las ciudades y los ODS (La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Una oportunidad para América Latina y el Caribe) dentro del eje 2 (planeta) el cual plantea proteger los recursos naturales del planeta y el clima para generaciones futuras, describe en su objetivo 15 “Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad”, que la superficie terrestre está cubierta un 30% de bosques, los cuales son fundamentales para combatir el cambio climático ya que son trampas naturales de CO₂, además, protegen la diversidad biológica proporcionando seguridad alimentaria y refugio. De acuerdo con esta agenda cada año desaparecen 13 millones de hectáreas de

bosque y con esta pérdida la biodiversidad presente y lo cual supone grandes retos para el desarrollo sostenible.

En México la construcción de conjuntos habitacionales es cada vez más común ya que inevitablemente la población va en crecimiento, de acuerdo con la encuesta intercensal 2015, México presenta un dinámico crecimiento demográfico en medianas y grandes ciudades, situación que conlleva a una alta demanda de vivienda (INEGI. 2015). Estos conjuntos tienen como objetivo principal de satisfacer las necesidades de vivienda, desde vivienda de subsidio, de interés social, medio y residencial, sin embargo, existen evaluaciones y análisis respecto a la construcción de viviendas “sustentables” donde se reconoce que la sustentabilidad tiene como fin encontrar un punto de equilibrio en el uso de los recursos naturales por parte de la sociedad mediante la articulación de los diversos campos, sectores y escalas del ámbito productivo (Robinson, 1993), vinculado a la extracción uso y destino de los recursos naturales. (Mónica G. G. Yñigo 2018).

Descrito de manera general el beneficio de la biodiversidad en las ciudades se da paso al Índice de Biodiversidad en las Ciudades (CBI por sus iniciales en inglés) también conocido como Índice de Singapur (SI).

Cuando se desarrolló por primera vez este índice, era una herramienta pionera de autoevaluación, diseñada para ayudar a las ciudades a comprender mejor cómo podían mejorar sus esfuerzos de conservación de la biodiversidad a lo largo del tiempo. Las ciudades deben realizar una medición de referencia inicial; identificando las prioridades de política en función de sus mediciones y luego volver a monitorear en intervalos periódicos. (Chan, L., et al.2010).

2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La IUCN (International Union for Conservation of Nature) determina en su lista roja que el número de especies extintas en el mundo desde el año 1500 al 2006 es de 85 de plantas y 698 de animales, también en el mismo documento reporta la extinción de 27 especies entre los años 1984 y 2004. Las cifras pueden estar disminuidas debido a que no se conoce con precisión la cantidad de especies de todos los reinos biológicos conocidos, ni su distribución en los ecosistemas (SEMARNAT, 2007).

De acuerdo con la WWF (World Wide Fund for Nature) en colaboración con ZSL (Zoological Society of London) en su informe “Planeta vivo 2022” explica cómo se están perdiendo hábitats debido diferentes cambios como antropológicos, naturales e incluso alteración climática y como resultado la disminución de la abundancia de poblaciones, en dicho documento se menciona que se han extinto entre el 1 y el 2.5% del total de las especies conocidas por el hombre, entre aves, mamíferos, anfibios, reptiles y peces del planeta, al mismo tiempo un millón de especies vegetales y animales que se encuentran en alguna categoría de riesgo o peligro de extinción.

El cambio climático es un factor dominante desde la época preindustrial para la pérdida de biodiversidad, la tierra se ha elevado 1,2°C promedio de temperatura hasta el día de hoy, en todo caso, si no limitamos el aumento de la temperatura actual a menos de 2°C, es predecible que en un futuro el cambio climático sea el principal factor de la pérdida de biodiversidad y de la degradación de los servicios ecosistémicos. Si apelamos a un ejemplo de lo anterior explicado es que si llegáramos a un aumento de la temperatura de 2°C provocaría una pérdida de más del 99 % de corales en aguas cálidas mientras que un aumento de 1,5°C tendría como consecuencia la pérdida del 80 al 90 % de estos. Los intentos para conservar y restaurar la biodiversidad han fracasado en casi todos los países del mundo, esto debido a que no se han cumplido ninguna de las veinte metas de biodiversidad del plan Aichi (Plan estratégico para la diversidad biológica 2011 – 2020, INABIO,2023) previstas para el año 2020. Así mismo, no se han conseguido cumplir el objetivo

establecido en el COP 21 de París donde una de las claves más importantes, es de no llegar a los 2°C. Los compromisos actuales nos ponen en rumbo hacia un aumento de la temperatura de 2-3°C, o incluso más. Para estar en promedio de los 1,5°C se requiere regular las emisiones actuales, de tal modo que se reduzcan en un 50 % para 2030, y con esto se alcancen las cero emisiones para mediados del siglo. Sin embargo, tenemos la probabilidad de superar los 1,5°C antes de 2040 (WWF & ZSL, 2020)

En el caso de México a partir del año 1,500, han desaparecido 4 especies de plantas y 37 vertebrados de sus ambientes naturales, la mayoría de las extinciones en México han sido causadas por la cacería indiscriminada y la introducción de especies invasoras hasta mediados del siglo XX, sin embargo, en los últimos años la causa principal de pérdida de especies es la destrucción o modificación de los entornos naturales. (SEMARNAT, 2007).

3.- JUSTIFICACIÓN

Los gobiernos de las ciudades tienen muchas prioridades contrapuestas, desde la esfera económica hasta la social, sin embargo, existen dificultades para apropiarse de la cantidad adecuada de recursos para la conservación de la biodiversidad. La naturaleza como anteriormente se ha mencionado comprende ecosistemas que regulan la cantidad y calidad del agua y el aire, que son esenciales para el bienestar de los habitantes de una ciudad. Asimismo, tienen la capacidad de moderar las temperaturas ambientales y superficiales de las ciudades, que a menudo se ven afectadas por el fenómeno denominado efecto de isla de calor urbano. (Chan, L., et al. 2010).

Los parques y las áreas naturales crean espacios recreativos y oportunidades educativas para los residentes, al mismo tiempo que el contacto con la naturaleza favorece al bienestar psicológico y mental del ser humano. Nuestra supervivencia y calidad de vida dependen totalmente de la biodiversidad. Lamentablemente, la Plataforma Intergubernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) (2019) informa que la naturaleza está decreciendo a un ritmo sin precedentes en la historia humana, con severos impactos para las poblaciones. La actividad humana ejerce presión cada vez mayor sobre la biodiversidad del mundo con el 75% de los ecosistemas terrestres severamente alterados con hasta un millón de especies en peligro de extinción y más del 100% de crecimiento de las áreas urbanas desde 1992. (Chan, L., et al. 2010).

Históricamente en México han desaparecido varias especies, el primer listado se elaboró en 1994 y de acuerdo con la última modificación de la Norma Oficial Mexicana, (CONABIO. 2022), la NOM 059 SEMARNAT 2010 existen 2,678 especies en riesgo para las cuales se utilizan cuatro categorías para estas especies: Probablemente extinta en el medio silvestre 48 especies, en peligro de extinción 535 especies, Amenazadas 912 especies y sujetas a protección especial 1,183. (CONABIO. 2022).

En la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible una de las metas del objetivo 15 es el Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la

degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de biodiversidad y así proteger las especies amenazadas por la introducción de especies exóticas invasoras y así el evitar su extinción.

4.- OBJETIVOS

4.1.- OBJETIVOS GENERAL.

Aplicar el índice de Singapur en la reserva natural municipal Bioparque la Calera, Puebla.

4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

4.2.1 Conocer la riqueza de biodiversidad en el Bioparque la Calera de acuerdo con los indicadores que se presentan en el índice de Singapur.

4.2.2 Conocer la abundancia de la Biodiversidad en el Bioparque la Calera en el municipio de Puebla.

4.2.3 Adaptar el índice de singapur con base a los instrumentos que esta emplea, aplicando el obj.1 y obj.2

5.- MARCO TEORICO

5.1.- ÁREA DE ESTUDIO

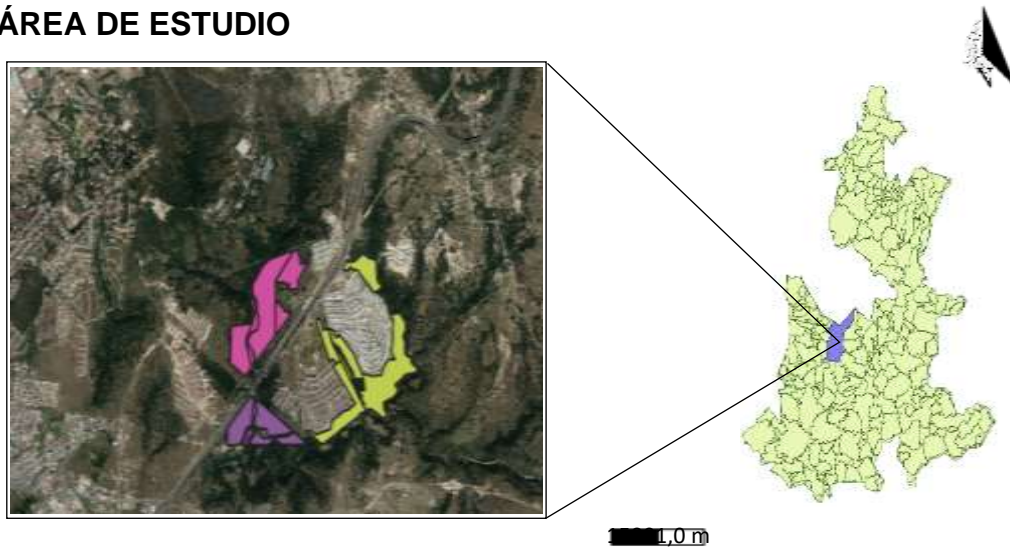


Figura 1. Localización geográfica de los polígonos de la reserva natural Bioparque la Calera.

5.1.1 Localización

La zona de estudio se localiza en la parte sureste del municipio de Puebla dentro de la reserva natural Bioparque la Calera con las coordenadas geográficas: 18.9978013 ° N y -98.1547612 ° O con una altitud de 2,200 ms.m.n (figura 1)

5.1.2 Orografía

El parque se ubica dentro de la región morfológica de La sierra de Amozoc la cual es una cadena de cerros de baja altura y disposición irregular y La sierra del Tenzo, una pequeña cordillera de cerros, cálidos y árido que se levantan en la altiplanicie. (Jesús, H., et al.2013)

5.1.3 Hidrografía

El municipio de Puebla es perteneciente de la cuenca del río Atoyac y cuenta con corrientes superficiales definidas como Presa Manuel Ávila Camacho, arroyo Alseseca y corrientes intermitentes, donde dentro de los polígonos solo se encuentra un arroyo intermitente nombrado “el aguaje”. (INEGI, 2022).

5.1.4 Edafología

En la zona de estudio se presentan principalmente suelos tipo Litosol: cubriendo parte de la sierra del Tentzo, y al centro este, en la sierra de Amozoc., Regosol:

cubre zonas dispersas de la sierra del Tentzo., Cambisol: ocupa grandes extensiones sureste del municipio donde se encuentra la zona de muestreo., y Rendzina: cubriendo la mayor parte de la sierra del Tentzo. (Jesús, H., et al.2013).

5.1.5 Clima

La región se encuentra en la transición de los climas templados subhúmedos de la Sierra del Tenzo, se identifican cinco climas dispuestos en franjas longitudinales, esto según la clasificación de Köppen modificada por García (1998). El Bioparque la calera pertenece a un clima Templado subhúmedo con lluvias en verano C(W1). (INEGI, 2022).

5.1.6 Vegetación

Sólo en las laderas altas se han conservado bosques de encino, de pino y asociaciones de pino-encino y encino-pino, en estos bosques se encuentran especies tales como encino (*Quercus mexicana*), encino prieto (*Quercus castanea*), encino huaje (*Quercus crassifolia*), encino laurel (*Quercus crassipes*), encino roble (*Quercus glaucoides*), encino colorado (*Quercus laurina*), encino rojo (*Quercus obtusata*), encino hoja rasco (*Quercus rugosa*). La sierra de Amozoc también se ha deforestado, aunque subsisten pequeñas zonas de encinos. La sierra del Tentzo está cubierta de bosques de encino, asociados a vegetación secundaria arbustiva como táscate (*Juniperus deppeana Steud*), jarilla (*Larrea sp.*) y sabino (*Taxodium mucronatum*). Al pie de esta, se encuentra pastizal inducido. (INAFED, 2020); (Jesús, H., et al.2013).

5.1.7 Uso de suelo

En gran parte del Municipio el uso de su suelo es utilizado como zona urbana sin embargo en el área protegida de la cual se habla en este trabajo se encuentra bosque de encino que ocasionalmente es utilizado para pastoreo y leñado actividades que presentan un bajo riesgo de degradación. (INAFED, 2020)

5.1.8 Marco Económico

Puebla se ha convertido en una importante zona de convergencia para la actividad económica de la región centro y sureste del país, se menciona que (DATA México, 2022) cerca de 2,999,842 es la población económicamente activa la cual genera estos recursos económicos, en lo particular la zona de estudio sobresale en

Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla

actividades como es el campo, el comercio y la vivienda, generando una economía local en los núcleos poblacionales.

6.- ANTECEDENTES

Bonells sugiere que el uso efectivo de la tierra y el manejo correcto de los ecosistemas naturales en las áreas urbanas puede resultar en efecto beneficioso tanto para los residentes como para la biodiversidad que existe dentro y alrededor de las ciudades. En otras palabras, estas deben ser parte de la solución para detener la pérdida global de biodiversidad. (Bonells, J. 2019).

En la COP9 (novena reunión de la Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica) de 2008 el Sr. Mah Bow Tan, propuso por primera vez el establecimiento de un índice de Biodiversidad urbana llamado Índice de Singapur, que sirve para el conocimiento y conservación de la biodiversidad mismo que se lanza como propuesta en el 2009 y 2010, creado por la secretaria de la convención sobre diversidad biológica (CBD) y el gobierno de Singapur para servir como una herramienta de autoevaluación de los esfuerzos de conservación de la biodiversidad (Sasha R. 2010).

El índice de Singapur se considera como una herramienta acertada respecto al ámbito científico y sencilla de aplicar, debido a que éste se basa en una puntuación cuantitativa.

El IS establece como objetivos generales lo siguiente:

1. Servir como una herramienta de autoevaluación para las ciudades respecto a la biodiversidad existente en su territorio.
2. Ayudar a los gobiernos y las autoridades locales en la evaluación comparativa de los esfuerzos de conservación de la biodiversidad en el contexto urbano a nivel de la ciudad.
3. Apoyar en el proceso de evaluación en la reducción de la tasa de pérdida de diversidad biológica en los ecosistemas urbanos.

4. Contribuir en la medición de la huella ecológica de las ciudades.
5. Auxiliar en el desarrollo de políticas públicas y así preparar un plan de acción para el rescate y conservación de la biodiversidad de las ciudades.
6. Concientizar a las ciudades sobre la importancia de la conservación de la biodiversidad en su territorio. (CDB 2009). (Sasha R. 2010).

El primer Taller de Expertos sobre el (CBI) se llevó a cabo del 10 al 12 de febrero de 2009 en los Jardines Botánicos de Singapur, asistieron a éste expertos técnicos en indicadores de biodiversidad, así como ejecutivos y representantes de las ciudades de Curitiba, Montreal, Nagoya y Singapur, también responsables de la implementación y/o gestión de proyectos y programas de biodiversidad y urbanos donde se deliberaron los 3 componentes principales de este índice. (Chan, L., et al.2010).

1.- BIODIVERSIDAD NATIVA EN LA CIUDAD

Se enfoca en distintos aspectos relacionados a la biodiversidad nativa, particularmente la que se encuentra en la ciudad donde se realiza el índice, cómo es que se conserva, cuáles son las amenazas que recibe esta etc.

2.- SERVICIOS ECOSISTEMICOS QUE BRINDAN

Se concentra en todos los servicios ecosistémicos proporcionados por la biodiversidad en la ciudad, incluidas las relativas a la regulación y calidad del agua, el almacenamiento de carbono, calidad del aire, los servicios educativos y recreativos.

3.- GOBERNANZA Y GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Se dirige a la gobernanza y la gestión de la biodiversidad, abarca desde la asignación presupuestaria, el número de proyectos relacionados con la biodiversidad, los marcos institucionales, los programas de concienciación pública, los procedimientos administrativos, etc. (Chan, L., et al.2010).

Por otro lado, El índice de biodiversidad urbana apoya a las ciudades a concretar sus objetivos de biodiversidad para obtener resultados políticos positivos, a través de tres mecanismos interrelacionados.

- Primero, el índice es una herramienta que permite que las ciudades establezcan mediciones de referencia a sus perfiles de biodiversidad actuales y posteriormente monitorearlos y evaluarlos en periodos constantes a lo largo del tiempo.
- En segundo lugar, sirve como una plataforma pública sobre la cual se pueden lanzar ejercicios de sensibilización sobre la importancia de la biodiversidad en su ciudad.
- Finalmente, el índice actúa como portal entre varios departamentos dentro del gobierno de las ciudades, como lo son los académicos, ONG, escuelas, el público y las empresas, favoreciendo a una mejor comunicación, redes más fuertes y más cooperación, a través de la recopilación de datos y el intercambio de objetivos mutuos.

Los indicadores establecidos en el IBU o índice de Singapur pueden aprovecharse como herramientas de política en la medición de variables económicas, sociales y ambientales. (Bonells, J. 2019).

Sin embargo, este índice tiene ciertas debilidades, principalmente que difícilmente todas las ciudades poseen todos los indicadores en sus bases de datos. La puntuación de algunos de los indicadores es difícil de determinar debido a que las zonas geográficas en las que se encuentran las ciudades son diferentes. Además, los indicadores de los servicios de los ecosistemas son difíciles de diseñar ya que este es un nuevo campo de estudio. (Sasha R. 2010)

6.1 Índice de singapur aplicado en Lisboa

Un ejemplo de la aplicación del índice de Singapur en Lisboa, Portugal donde se logró desarrollar una nueva estrategia y plan de acción local sobre el cuidado,

conservación y mejora de la biodiversidad. También ha sido utilizado creativamente en Singapur por los planificadores de la ciudad en la preparación maestra de nuevos distritos y la Autoridad de Construcción en la construcción de un esquema de “Marca Verde para Distritos”. Aquí, el Índice ayudó a crear nuevas redes de actores que se unieron para formular políticas que de otro modo no hubieran sido posibles. (Bonells, J. 2019).

6.2 París aplica el índice de Singapur en 2015.

Similarmente el ayuntamiento de París ha reforzado su compromiso de luchar contra la degradación de la biodiversidad en su territorio, de tal manera que se pueda formar parte de los objetivos regionales, nacionales e internacionales establecidos en Nagoya en 2010. En 2015, las asociaciones, los ciudadanos interesados en la dinámica de la naturaleza en la ciudad y los servicios del Ayuntamiento de París como parte del desarrollo del nuevo Plan de Biodiversidad de París (2016-2022) se ha fijado los objetivos de elaborar un inventario de Biodiversidad en su territorio y calcular el Índice de Singapur para París (CBI).

París es una ciudad muy densa y altamente urbanizada, sin embargo, en 2011, fue una de las primeras megaciudades en adoptar un Plan de Biodiversidad, esperando convertirse en portavoz de la protección de la Biodiversidad en el mundo. En 2015, París se embarcó en el cálculo del Índice de Singapur y formalizó su inclusión en el debate mundial sobre la biodiversidad urbana.

La Ciudad obtuvo un puntaje general de 48/72 dentro del índice de Singapur, para los 18 indicadores calculados (de 23), ya que no se pudieron calcular 5 indicadores para el 2015, debido a que la metodología aún no se ha finalizado para el indicador 2 (Medidas de Conectividad o Redes Ecológicas para Contrarrestar la Fragmentación) y porque el período 2010-2014 se consideró como punto de referencia, no permitiendo el cálculo de la variación en el número de especies entre dos períodos, para los indicadores 4, 6, 7 y 8. Este resultado refleja una fuerte voluntad política a favor de la biodiversidad, pero también indica el progreso a realizar en el contexto de la mejora continua.

Describiendo una política parisina comprometida con la biodiversidad y establecida en objetivos generales podemos encontrar: La implementación de un plan de acción local para la preservación y mejora de la biodiversidad (el Plan de Biodiversidad de París (2011- 2014) y el desarrollo colaborativo de su nuevo Plan en 2016.) y el fortalecimiento de la sinergia con los diversos actores locales, regionales e internacionales, con el fin de promover intercambios y optimizar acciones a favor de la biodiversidad.

Como resultados podemos enlistar:

1. Aumento en la integración de la biodiversidad dentro de una planificación espacial, participar en el Marco Verde y Azul de París y permitir su desarrollo, así como también el fortalecer el control del trabajo sobre los cambios en el derecho de vialidad que afectan la biodiversidad.
2. Mejorar la calidad, cantidad y disponibilidad de datos acerca de la biodiversidad en toda la región de París, creando las herramientas necesarias para el conocimiento (base de datos naturalista de referencia para el conjunto de Territorio de París), iniciando estudios específicos, desarrollando ciencias participativas y promoviendo el intercambio de datos formalizados mediante acuerdos de asociación, y así poder aumentar el conocimiento sobre la biodiversidad.
3. Desarrollar y reforzar acciones concretas para luchar eficazmente contra el cambio climático favoreciendo así a la biodiversidad. (conservar la calidad y variedad de hábitats naturales, promover su interconexión y preservar la diversidad de flora y fauna del territorio significa garantizar la longevidad de su población.)
4. Mejorar y aumentar la colaboración con las diversas organizaciones especializadas en el campo de la biodiversidad (asociaciones, instituciones, agencias gubernamentales, etc.) para apoyar y reforzar la coherencia de las acciones llevadas a cabo en toda la región de París
5. Enfoque en la reducción de productos fitosanitarios en todo el territorio parisino, gestionando así practicas favorables a la biodiversidad.
6. Consolidar la educación, la enseñanza y la conciencia sobre la biodiversidad entre todos los públicos, desde niños hasta adultos mayores.

De modo que, el Índice de Singapur 2015 destaca: El potencial real de albergar y mantener la fauna y la flora del territorio parisino, la necesidad de restaurar los servicios ecológicos prestados por naturaleza en la ciudad.

Estos diferentes puntos están en el corazón del codesarrollo del nuevo Plan de Biodiversidad de París y el nuevo Plan Urbano Local de París, adoptado en julio de 2016. (Bonells, J. 2019).

6.3 Índice de Singapur de la ciudad de La Antigua Guatemala

De igual manera Guatemala realiza este índice con el objetivo de que con la información recabada sobre el tema de biodiversidad urbana, fuera sintetizada y utilizada como una herramienta para las autoridades municipales, en la planificación estratégica del desarrollo de sus municipios, dentro de los parámetros del desarrollo sostenible y poder incluir dicho índice en reglamentos y ordenanzas municipales de cara a la urbanización acelerada que tienen sus centros poblados, tal es el caso de La Antigua Guatemala que es una ciudad Patrimonio de la Humanidad (García, J., et al. 2014)

El IS fue calculado por la medición de 18 indicadores de los tres componentes principales del índice, obteniéndose un total de 33 puntos de un máximo de 72 puntos.

El valor del índice resultó por debajo de lo previsto al inicio del estudio. La evaluación de los indicadores ha tenido obstáculos en otros estudios de ciudades, por ejemplo: la falta de claridad en los límites de la ciudad.

Siendo que es la primera aplicación del índice en esta ciudad se determina una línea base de diversidad biológica, la cual para la ciudad de La Antigua Guatemala registraron en el sitio de estudio: 99 especies de aves, 148 de plantas vasculares, 46 de mariposas diurnas y 11 de murciélagos. Según se propone en el Manual del IS, los 23 indicadores del índice deben ser evaluados tres años después de esta línea base. Ya que con eso será posible calcular y calificar los indicadores del 4 al 8 del componente I.

Además, los resultados del índice para La Antigua Guatemala fueron comparados con otras ciudades del mundo como se muestra en la figura 2. (García, J., et al. 2014)

Ciudad	País	Área (Km2)	Población	Indicadores evaluados	Puntaje Máximo	Puntaje
Bandung	Indonesia	167.29	2,417,287	17	68	25
Bangkok	Tailandia	1568.7	5,658,953	17	68	43
Bruselas	Bélgica	162	1,089,538	17	68	50
Curitiba	Brasil	432.2	1,828,092	17	68	45
Edinburgo	Reino Unido	262.3	495,360	14	56	38
Edmonton	Canadá	699.8	812,201	17	68	49
Hamilton	Nueva Zelanda	98	143,800	17	68	36
Heidelberg	Alemania	109	143,000	15	60	51
La Antigua Guatemala	Guatemala	78	11,910	18	72	33
Lisboa	Portugal	84	500,000	16	64	49
Mira Bhayandar	India	79.4	814,655	18	72	36
Montreal	Canadá	625	1,934,082	18	72	57
Nagoya	Japón	326.43	2,250,000	16	64	39
Singapur	Singapur	714.3	5,000,000	18	72	48
Tallinn	Estonia	159.2	416,470	15	60	31

Figura 2. comparación de CBI en ciudades del mundo. **Fuente** (Advisory Committee for the Cities and Biodiversity CBD. 2013).

6.4 Índice de Singapur en el municipio de Toluca

El Ayuntamiento de Toluca basándose en la frase de Peter Drucker “lo que se mide, se puede mejorar”, utilizó el índice de Singapur como base para identificar las áreas de oportunidad que requieren de una mayor atención, desde una perspectiva de monitoreo, verificación y evaluación.

Este primer ejercicio presenta una serie de indicadores que muestran la condición medio ambiental en Toluca y las oportunidades para seguir una ruta hacia la sustentabilidad logrando una puntuación total de 47 puntos de 72 posibles.

En los resultados destacan dentro de la flora y la fauna, una enorme riqueza conformada por 136 especies de aves, 65 de mariposas, 51 especies de reptiles y 15 de mamíferos, además de 315 especies de plantas., En el componente de gobernanza, se marca que el presupuesto asignado, es de 0.125% del presupuesto autorizado a nivel municipal, recurso con el cual se desarrollan un gran número de

proyectos, en colaboración con 33 entes participativos como lo son ongs, empresas, sociedad civil, etc.

De acuerdo con el gobierno municipal de Toluca este índice debe mejorarse y ajustarse a la realidad de Toluca, por ejemplo, entre los temas que no se discuten está el impacto de la calidad del aire en los ecosistemas, o en la productividad agroalimentaria. Por ello, equilibrar recursos económicos y esfuerzos es una tarea indispensable para lograr que, en el siguiente año, el índice de biodiversidad urbana de Toluca alcance un puntaje mayor. (G. Toluca 2019)

6.5 Índice de singapur en monterrey.

México cuenta con una gran biodiversidad, además de su compleja estructura fisiográfica e historia geológica y climática han desarrollado una extensa variedad de condiciones que hacen posible la coexistencia de diversas especies en diferentes ecosistemas, y que también han permitido, al paso del tiempo, una intensa diversificación de muchos grupos taxonómicos a lo largo del territorio.

Por su parte, la Ciudad de Monterrey gracias a su ubicación y cercanía que tiene con la Sierra Madre Oriental, el Cerro de la Silla y otras formaciones naturales, ubican a este territorio dentro de los ecosistemas más protegidos a nivel nacional, donde se registran 73 especies que se encuentran en la nom-059-2010 y sigue en aumento debido a la extensión de la mancha urbana, la ciudad ofrece alternativas para revertir los daños ocasionados al ambiente por medio de espacios verdes.

En contribución a este restablecimiento de biodiversidad la ciudad aplico el índice de singapur donde en comparación con los resultados de otras ciudades del mundo, del continente y recientemente de la que se aplicó en la Ciudad de Toluca, Monterrey sale con una baja puntuación total de 29 puntos. La deficiencia de áreas verdes en el área urbanizada con tan solo el 0.76% del total de la superficie, ya que, dentro de las categorías analizadas, se pudieron identificar áreas con baja presencia de vegetación, problemática a abordar y reforzar en los siguientes Aunado a esto, encontramos carencias en la conectividad entre las áreas verdes actuales del AMM

(Área Metropolitana de Monterrey) con tan solo 0.63% del total de la superficie. (Antonio A. 2020)

6.6 Índice de biodiversidad urbana en León Guanajuato

Por otro lado, la ciudad de León tiene el firme compromiso de sumarse a otras ciudades alrededor del mundo que ya cuentan con su IBU, siendo la segunda en México en contar con esta herramienta de apoyo para la toma de decisiones por parte del gobierno y de la sociedad civil en esta materia.

En la ciudad de León se conservan espacios que todavía albergan grupos diversos de biodiversidad los cuales contribuyen a la biodiversidad local, la cual está representada por 350 especies nativas de flora y fauna dentro del área urbana. Esto representa el 45% de la biota del municipio y el 9% de la diversidad biológica del estado de Guanajuato.

La ponderación considerada para evaluar el índice en esta ciudad fueron 23 indicadores normalizados de los 28 determinados en el IBU, la ciudad de León tuvo un total de 44 puntos de 72 puntos posibles. Esta ponderación se considera preliminar, dado que algunos indicadores se dejaron señaladas las líneas base, para el futuro seguimiento del índice. (IMPLAN, 2020).

En esta aplicación de índice se integraron siete nuevos indicadores, que complementan a los anteriores en sus respectivos componentes aun en revisión por The National Parks Board, Singapore., estableciendo que si algún gobierno quiere aplicarlo puede tomar en cuenta esta consideración y exponer sus indicadores a The National Parks Board, Singapore para su aprobación.

Para indicadores particulares se consideró pertinente el análisis de la conectividad, se determinó que la distancia efectiva que presentan las áreas verdes dentro de la ciudad son consideradas “suficiente” para mantener las condiciones de flujo ecológico en el entorno urbano, a nivel municipal, se encontró un alto grado de fragmentación en los ecosistemas, por lo que las estrategias y medidas locales deben mejorar y/o recuperar la conectividad funcional, llegando a la conclusión de que dentro de la ciudad existe un déficit de áreas verdes, la cual necesita

incrementar su presencia, tomando en cuenta el tamaño, distribución y conectividad, considerando primordialmente especies vegetales nativas.

El gobierno de León considera que con la determinación del IBU demostramos nuestro conocimiento sobre la biodiversidad existente en los sistemas urbanos y afirmamos que éste sigue siendo muy incipiente y se requiere promover la realización de estudios ecológicos dentro de las ciudades, así como hacer extensiva la aplicación de este tipo de herramientas dentro de los gobiernos mexicanos y reconoce que el índice de Singapur fue diseñado pensando en su aplicación global además considera que quizá deban plantearse adecuaciones para su aplicación según el contexto regional en el que se considere. (IMPLAN, 2020).

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

7.- METODOLOGIA

7.1.- Recopilación de la información

Para dar inicio se realizó una investigación general acerca del índice de Singapur, principalmente conociendo conceptos generales, al tener claro el propósito de dicho índice se realizó una búsqueda y revisión bibliográfica extensa para conocer y comprender su origen y desarrollo, los beneficios de su aplicación, así como sus contras, que se puede lograr o no con los resultados obtenidos después de una aplicación y los antecedentes de donde ya se ha aplicado este índice en México y diferentes partes del mundo.

Para esto se utilizaron guías, manuales, publicaciones, normas y libros. Todos acerca de la creación del índice y el porque es considerado una nueva herramienta de desarrollo, respondiendo a la pregunta ¿por qué debería ser aplicado en las ciudades?, Con la ayuda de guías para la recolección e identificación de la biodiversidad localizada en la zona de aplicación se pudo constatar la presencia de biodiversidad en el predio.

Gracias a una revisión bibliográfica se encontró que en la ciudad de Puebla no existen trabajos relacionados o similares a este tema por lo que se decidió realizar la aplicación del índice en dicha reserva.

7.2.- Selección del sitio

El sitio para este trabajo es una reserva natural urbana en la Ciudad de Puebla, conocida como Bioparque la Calera, la cual está ubicada al sur de la ciudad, esta se elegido por las características favorables para el índice, ya que se presta para realizar muestreos indirectos aplicados a la fauna silvestre, la cual está en contacto con la urbanización, además es un área natural protegida relativamente nueva o decretada y que colinda con viviendas residenciales y vías de comunicación.

Esta se encuentra bajo la responsabilidad de H. ayuntamiento de Puebla, por lo cual se tuvieron reuniones y pláticas con los funcionarios encargados de administrar la reserva, así también el de generar permisos correspondientes para muestrear en el área.

Con base a lo acordado se realizó un calendario de actividades para desarrollar esta tesis abarcando los tiempos y periodos como de muestra en la tabla 1 del anexo 1.

7.3.- Generar transectos de muestreo dentro del sitio

Para la recopilación de datos requeridos para la realización del índice se solicitó al ayuntamiento de Puebla. los polígonos geográficos del área de estudio (copia de permiso en la imagen 2 del anexo 3) al recibirlos se revisaron en el sistema de información geográfica QGIS y se determinaron los transectos de muestreos indirectos, es decir un recorrido con estaciones olfativas para atraer a los mamíferos, observación de aves, trampas de recolección de artrópodos e identificación de flora dentro del área.

Una vez generado cada transecto se hizo un calendario de muestreos incluido en el cuadro 2 en el cual se describen 3 semanas elegidas de acuerdo con la llegada del cambio de estación de invierno a primavera para favorecer el avistamiento de fauna y floración de plantas vasculares, ocupando un día para reconocimiento.

Se colocaron 4 estaciones olfativas entre el primer y el segundo polígono con una separación de aproximadamente 700 metros entre cada uno en un total de un recorrido de 3km y 6 estaciones olfativas en el tercer polígono con una separación de 800m entre cada una en un total de 5.2 km de recorrido, los transectos finales se muestran a continuación en la siguiente figura.



Figura 3 de los transectos 1,2 y 3

7.4.- Recopilación de datos obtenidos

La determinación de la muestra se limita al territorio que corresponde a los límites geográficos del área para la cual se solicitó un permiso de acceso como se muestra en la figura 1 encontrada en el anexo 3, cabe mencionar que esta recolección de muestras fue de manera indirecta para no afectar a la población de especies ya que en indicadores específicos el índice requiere solo datos de presencia o ausencia no hay necesidad de muestreos directos.

El índice abarca 2 reinos de los seres vivos, el animal y vegetal, en nuestra aplicación en el reino animal se engloban 3 grupos: aves, artrópodos y mamíferos, dentro del reino vegetal solo se consideraron plantas vasculares específicamente especies de árboles, a continuación, se explica la metodología para el muestreo de cada grupo:

- ❖ Aves: Se localizaron puntos geográficos altos para la observación de aves con binoculares, búsqueda de nidos y evidencia fotográfica de la mayoría de las especies dentro del predio.
- ❖ Artrópodos: Se basó en la observación de las especies a distancia con la ayuda binoculares, en casos más complejos se utilizó una red para capturarlos observar sus características y posteriormente liberarlos nuevamente en su entorno, también se usaron trampas tipo NTP-80 diseñada por Morón y Terrón (en 1984) que consiste en escarbar e introducir frascos con cebo para atraerlos, observarlos y registrarlos.
- ❖ Mamíferos: Debido a que en su mayoría los mamíferos medianos que son los más propensos a habitar en este tipo de zonas son de hábitos nocturnos su registro se realiza mediante la presencia de rastros tales como: huellas, excretas o madrigueras (Pérez A. 2005). La técnica usada fue la de estaciones olfativas que constan de una superficie semicircular con un área de 1m de diámetro aproximadamente sobre la cual se cierra suelo y se coloca un cebo en el centro del área con el fin de conseguir huellas.

Cabe mencionar que cada estación de insectos y mamíferos estaba activa durante la tarde y la noche siendo revisada por las mañanas durante las semanas de muestreo, al finalizar se retiraba material dejando el sitio limpio.

- ❖ Plantas: Se tomó una muestra para identificarlas de acuerdo con guías de identificación de diferentes autores.

Para los indicadores de gestión la compilación de datos fue directamente con el ayuntamiento en la secretaria de medio ambiente.

7.5.- Aplicación del Índice de Singapur

Debido a que es la primera vez que se realiza este índice dentro del predio no existen datos de comparación para ciertos indicadores, los resultados obtenidos en este trabajo serán la base para estimar los cambios en el número de especies existentes en la zona de estudio.

Para esta investigación se aplicará el Índice de la Diversidad Biológica Urbana de Singapur, el cual es un instrumento internacional actualmente aplicado en distintas ciudades del mundo, su principal finalidad es diagnosticar la situación actual de la ciudad para posteriormente evaluar el impacto que se tiene sobre los ecosistemas y que afectan directamente a la biodiversidad para establecer las bases de la planificación urbana ambiental en el territorio en el que se aplica. Este instrumento está formulado bajo las premisas del enfoque ecosistémico y encamina hacia el desarrollo sostenible de las ciudades, temática de relevancia actual, también en el ámbito internacional y que se integra dentro de los temas de planificación urbana.

El índice consta de 28 indicadores establecidos y a cada indicador se le asigna un rango de puntuación entre cero y cuatro puntos, con una puntuación máxima de 112 puntos, dichos indicadores no se pueden modificar, pero si descartar si no son aplicables en la zona de estudio o agregar otros indicadores si así lo consideran los responsables de la aplicación.

Para el caso de Bioparque la calera se utilizarán un total de 18 indicadores los cuales su base de puntuación se determina en la tabla 1 y el cómo se calculan en la tabla 3 del anexo 1.

Tabla 1 Indicadores con base de puntuación.

NUMERO	INDICADOR	BASE DE PUNTUACIÓN. MÁXIMO PUNTAJE 4 PUNTOS.
1	PROPORCIÓN DE ÁREAS NATURALES EN LA CIUDAD	0 PUNTOS: <1.0% 1 PUNTO: 1.0% - 6.9% 2PUNTOS: 7.0% -13.9% 3 PUNTOS: 14.0% - 20.0% 4 PUNTOS: > 20.0%
2	MEDIDAS DE CONECTIVIDAD O REDES ECOLÓGICAS PARA CONTRARRESTAR LA FRAGMENTACIÓN	0 PUNTOS:< 20.0% 1 PUNTO: 20.0% - 39.9% 2 PUNTOS: 40.0% - 59.9% 3 PUNTOS: 60.0% - 79.9% 4 PUNTOS: > 79.9%
3	BIODIVERSIDAD NATIVA EN ÁREAS CONSTRUIDAS (ESPECIES DE AVES)	0 PUNTOS: < 6.0% 1 PUNTO: 6.0% - 10.9% 2 PUNTOS: 11.0% - 15.9% 3 PUNTOS: 16.0% - 20.0% 4 PUNTOS: >20.0%

4	CAMBIO EN EL NÚMERO DE ESPECIES DE PLANTAS VASCULARES NATIVAS	<p>0 PUNTOS: Una disminución en el número de especies.</p> <p>1 PUNTO: Mantener el mismo número de especies o menos de 6 aumento de especies.</p> <p>2 PUNTOS: Aumento de 6 especies.</p> <p>3 PUNTOS: Aumento de 7 especies.</p> <p>4 PUNTOS: 8 especies o más aumentan.</p>
5	CAMBIO EN EL NÚMERO DE ESPECIES DE AVES NATIVAS	<p>0 PUNTOS: Una disminución en el número de especies.</p> <p>1 PUNTO: Mantener el mismo número de especies o aumentar 1 especie.</p> <p>2 PUNTOS: Aumento de 2 especies.</p> <p>3 PUNTOS: Aumento de 3 especies.</p> <p>4 PUNTOS: 4 especies o más aumentan.</p>
6	CAMBIO EN EL NÚMERO DE ESPECIES DE ARTRÓPODOS NATIVOS	<p>0 PUNTOS: Una disminución en el número de especies.</p> <p>1 PUNTO: Mantener el mismo número de especies o menos de 6 aumento de especies.</p> <p>2 PUNTOS: Aumento de 6 especies.</p> <p>3 PUNTOS: Aumento de 7 especies.</p> <p>4 PUNTOS: 8 especies o más aumentan.</p>
7	CAMBIO EN EL NÚMERO DE ESPECIES DE MAMIFEROS NATIVOS	<p>0 PUNTOS: Una disminución en el número de especies.</p> <p>1 PUNTO: Mantener el mismo número de especies o menos de 6 aumento de especies.</p> <p>2 PUNTOS: Aumento de 6 especies.</p> <p>3 PUNTOS: Aumento de 7 especies.</p> <p>4 PUNTOS: 8 especies o más aumentan.</p>
8	<p>RESTAURACIÓN DE HÁBITAT</p> <p>A. Proporción de área de hábitat restaurada (en %) para un buen funcionamiento ecológico.</p> <p>B. Proporción de tipos de hábitats restaurados/mejorados/ creados</p>	<p>Rango de puntuación para (8 A)</p> <p>0 PUNTOS: < 20.0% área restaurada a buen estado ecológico.</p> <p>1 PUNTOS: 20.0% - 39.9% área restaurada a buen funcionamiento ecológico.</p> <p>2 PUNTOS: 40.0% - 59.9% área restaurada a buen funcionamiento ecológico.</p> <p>3 PUNTOS: 60.0% - 79.9% área restaurada a buen funcionamiento ecológico.</p> <p>4 PUNTOS: ≥ 80.0% área restaurada a buen funcionamiento ecológico.</p> <p>Rango de puntuación para (8 B)</p> <p>0 PUNTOS: < 20.0% de los tipos de hábitat restaurada.</p> <p>1 PUNTOS: 20,0% - 39,9% de los tipos de hábitat restaurados.</p>

		<p>2 PUNTOS: 40,0% - 59,9% de los tipos de hábitat restaurados.</p> <p>3 PUNTOS: 60,0% - 79,9% de los tipos de hábitat restaurados.</p> <p>4 PUNTOS: 80,0% - 100,0% de los tipos de hábitat restaurados.</p>
9	PROPORCIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	<p>0 PUNTOS: < 1.0%</p> <p>1 PUNTO: 1.0% - 6.0%</p> <p>2 PUNTOS: 6.1% - 11.0%</p> <p>3 PUNTOS: 11.1 – 17.0%</p> <p>4 PUNTOS: > 17.0%</p>
10	PROPORCIÓN DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS	<p>0 PUNTOS: > 30.0%</p> <p>1 PUNTO: 20.0% - 30.0%</p> <p>2 PUNTOS: 11.1% - 20.0%</p> <p>3 PUNTOS: 1.0% - 11.0%</p> <p>4 PUNTOS: < 1.0%</p>
BIODIVERSIDAD NATIVA EN LA CIUDAD (SUB-TOTAL PARA INDICADORES 1-9) 36 PUNTOS		
11	REGULACIÓN DEL CLIMA – BENEFICIOS DE LOS ÁRBOLES Y EL VERDE	<p>0 PUNTOS: <10.0%</p> <p>1 PUNTO: 10.1% - 24.9%</p> <p>2 PUNTOS: 25.0% - 39.9%</p> <p>3 PUNTOS: 40.0% - 54.9%</p> <p>4 PUNTOS: ≥ 55.0</p>
12	SERVICIOS RECREATIVOS	<p>0 PUNTOS: < 0.1ha/ 1000 personas.</p> <p>1 PUNTO: 0.1-0.3 ha/ 1000 personas.</p> <p>2 PUNTOS: 0.4-0.6ha/ 1000 personas.</p> <p>3 PUNTOS:0.7-0.9 ha/ 1000personas.</p> <p>4 PUNTOS: >0.9 ha/ 1000 personas.</p>
13	<p>SALUD Y BIENESTAR – CERCANÍA/ ACCESIBILIDAD A PARQUES</p> <p>A.-La proximidad se mide en términos de la proporción de hogares que viven a menos de 400 m de un parque o espacio verde.</p> <p>B.- La accesibilidad se mide en términos de la proporción de la población que vive a una distancia a pie (400 m) de un parque o espacio verde. Esta distancia tiene en cuenta obstáculos y rutas dentro</p>	<p>Rango de puntuación para A</p> <p>0 PUNTOS: < 30.0%</p> <p>1 PUNTO: 30.0% – 49.9%</p> <p>2 PUNTOS: 50.0% - 69.9%</p> <p>3 PUNTOS: 70.0% - 89.9%</p> <p>4 PUNTOS: 90.0% - 100.0%</p> <p>Rango de puntuación para B</p> <p>0 PUNTOS: < 46.1%</p> <p>1 PUNTO: 46.1% – 55.7%</p> <p>2 PUNTOS: 55.8% - 64.8%</p> <p>3 PUNTOS: 64.9% - 72.0%</p> <p>4 PUNTOS: 72.0%</p>

	del sistema de red de calles, a diferencia del cálculo de proximidad.	
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PROPORCIONADOS POR LA BIODIVERSIDAD (SUBTOTAL PARA INDICADORES 10-12) 12 PUNTOS		
14	CAPACIDAD INSTITUCIONAL	<p>0 PUNTOS: Sin funciones</p> <p>1 PUNTO: 1 función</p> <p>2 PUNTOS: 2 funciones</p> <p>3 PUNTOS: 3 funciones</p> <p>4 PUNTOS: > 3 funciones</p>
15	RESPUESTAS AL CAMBIO CLIMÁTICO RELACIONADAS CON LA BIODIVERSIDAD	<p>0 PUNTOS: Sin planes para respuestas relacionadas con la biodiversidad en las áreas de adaptación, mitigación o resiliencia ecológica al cambio climático.</p> <p>1 PUNTO: Se ha desarrollado al menos un plan de respuestas relacionadas con la biodiversidad para abordar el cambio climático en las áreas de adaptación, mitigación o resiliencia ecológica.</p> <p>2 PUNTOS: Un plan para respuestas relacionadas con la biodiversidad para abordar el cambio climático en las áreas de adaptación, mitigación o resiliencia ecológica</p> <p>3 PUNTOS: Dos planes relacionados con la biodiversidad se han implementado respuestas para abordar el cambio climático en las áreas de adaptación, mitigación o resiliencia ecológica.</p> <p>4 PUNTOS: Tres planes se han implementado respuestas relacionadas con la biodiversidad para abordar el cambio climático en las áreas de adaptación, mitigación o resiliencia ecológica.</p>
16	POLÍTICA Y/O INCENTIVOS A LA INFRAESTRUCTURA VERDE COMO SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA	<p>0 PUNTOS: Sin políticas, regulaciones o incentivos proporcionó infraestructura verde como soluciones basadas en la naturaleza; ninguno está planeado.</p> <p>1 PUNTO: Planes para políticas y regulaciones sobre infraestructura verde como soluciones basadas en la naturaleza para apoyar la competencia de la industria local o los propietarios/desarrolladores de edificios en los próximos 5 años.</p> <p>2 PUNTOS: Provisión de políticas y regulaciones sobre Se ha finalizado la infraestructura verde como soluciones basadas en la naturaleza para respaldar la competencia de la industria local o los propietarios/desarrolladores de edificios.</p>

		<p>3 PUNTOS: Provisión de políticas, regulaciones y Se han finalizado los incentivos en infraestructura verde como soluciones basadas en la naturaleza para apoyar la competencia de la industria local o los propietarios/desarrolladores de edificios.</p> <p>4 PUNTOS: Se han implementado infraestructuras verdes como soluciones basadas en la naturaleza de conformidad con las políticas, regulaciones e incentivos para que los propietarios/desarrolladores de edificios instalen infraestructuras verdes.</p>
17	EDUCACIÓN	<p>0 PUNTOS: La biodiversidad o elementos de ella no son contemplados en los planes de estudios escolares.</p> <p>1 PUNTO: Se está considerando la inclusión de la biodiversidad o elementos de ella en los currículos escolares o los currículos de biodiversidad existen en un ad hoc pero no cuentan con el apoyo del gobierno local.</p> <p>2 PUNTOS: La biodiversidad o elementos de ella han sido prevista para su inclusión en los planes de estudios escolares.</p> <p>3 PUNTOS: La biodiversidad o elementos de ella se encuentran en el proceso de implementación en los currículos escolares.</p> <p>4 PUNTOS: La biodiversidad o elementos de ella se han implementado plenamente en los planes de estudios escolares en todos los niveles.</p>
18	CONCIENCIA	<p>0 PUNTOS: < 7 eventos de divulgación/año por 1.000.000 personas.</p> <p>1 PUNTO: 7 – 81 eventos de extensión/año por 1,000,000 de personas.</p> <p>2 PUNTOS: 82 – 220 eventos de divulgación/año por 1,000,000 personas.</p> <p>3 PUNTOS: 221 – 393 eventos de divulgación/año por 1,000,000 personas.</p> <p>4 PUNTOS: >393 eventos de divulgación/año por 1,000,000 personas.</p>
GOBERNANZA Y GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD (SUBTOTAL PARA INDICADORES 13-18) 24 PUNTOS		

CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.- RESULTADOS Y ANALISIS

En el presente capítulo se detallan los resultados obtenidos, así como también se hará la discusión correspondiente, se generaron 3 polígonos dentro de la reserva natural, los cuales tienen colindancias con conjuntos habitacionales que a su vez en el atractivo comercial establecen: Desarrollar conjuntos habitacionales integrales de la mayor calidad respetando la biodiversidad nativa y el ambiente natural. (Sadasi. 2020).

Como resultado en los muestreos indirectos se recolectaron los registros de las siguientes especies de acuerdo con el manual del IS:

Tabla 2 referente a mamíferos donde se muestra número de registros por taxa.

MAMIFEROS					
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE AVISTAMIENTOS REGISTROS
Didelphimorphia	Didelphimorphia	Didhelfhis	<i>Didhelfhis Virginiana</i>	Tlacuache	3
Carnívora	Procyonidae	Bassariscus	<i>Bassariscus Astutus s.p.</i>	Cacomixtle	4
Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	5
<u>Artiodactyla</u>	Bividae	Bos Taurus	<i>Bos Taurus s.p.</i>	Vaca	7
<u>Artiodactyla</u>	Bividae	Capra	<i>Capra s.p.</i>	Chivos	9
ESPECIES INVASORAS					
Carnívora	Canidos	Canis	<i>Canis Familiaris</i>	Perro	15
Carnívora	Felidae	Felis	<i>Felis catus</i>	Gato	5

Tabla 3 referente a las aves donde se muestra número de registros por taxa

AVES				
ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE AVISTAMIENTOS O REGISTROS
Paseriformes	Sturdinae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquetero cardenal	10
Paseriformes	Sturdinae	<i>Contopus sordidulus</i>	Pibí occidental	8

Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla

Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	8
Paseriformes	Sturdinae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano	17
Apodiformes	Atrochilidae	<i>Amazilia sp.</i>	Colibrí	3
Paseriformes	Sturdinae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	20
Falconiformes	Accipitreae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho rufo	2
Passeriformes.	<u>Emberizidae</u>	<i>Aimophila ruficeps</i>	Gorrión bigotudo coronirrufo	10

Tabla 4 referente a artrópodos donde se muestra número de registros por taxa

ARTROPODOS					
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE AVISTAMIENTOS O REGISTROS
Odonata	Libellulidae	Perithemis sp.	<i>Anisoptera</i>	Libélula	3
Odonata	Calopterygidae	Argia sp.	<i>Zygoptera</i>	Caballito del diablo	1
Ortópteros	Acrididae	Calliptamus plebeius	<i>Anscridium sp.</i>	Chapulín	40
Hemípteros	Homópteros	Grylloidea	<i>Grylloidea sp.</i>	Grillo	20
Hemípteros	Homópteros	Cicadidae	<i>Cicadidae orni</i>	Cigarra	4
Lepidópteros	Nymphalidae	Junonia coenia	<i>Junonia coenia</i>	Mariposa ojo de venado	2
Lepidópteros	Pieridae	Nathalis iole	<i>Nathalis iole</i>	Mariposa azufre elegante	6
Lepidópteros	Pieridae	Aphrissa boisduvalii	<i>Aphrissa boisduvalii</i>	Mariposa azufre limón	10
Lepidópteros	Pieridae	Pyrisitia lisa centralis	<i>Pyrisitia lisa centralis</i>	Mariposa amarilla	7
Lepidópteros	Crambidae	Saltarín	<i>Saltarín arene</i>	Palomilla	10
Lepidópteros	<u>Nymphalidae</u>	Agraluis	<i>Agraluis vanillae incarta</i>	Mariposa pasionaria	1
Lepidópteros	<u>Nymphalidae</u>	Euptoieta.	<i>Euptoieta hegesia</i>	Mariposa Organillo Clara	2
Dípteros	Muscidae	Musca	<i>Musca domestica</i>	Mosca	8
<u>Diptera</u>	Bombyliidae	Chrysanthrax adumbrata	<i>Tribu Villini</i>	Abejas moscas	8
Coleopteros	Scarabaeidae	<i>Zopherus.</i>	<i>Zopherus Nodulosus</i>	Escarabajo Vaquita	1
Coleopteros	Scarabaeidae	<i>Diplotaxis angularis</i>	<i>Diplotaxis angularis</i>	Mayate de San Juan	3
<u>Lepidoptera</u>	<u>Notodontidae</u>	T. pityocampa	<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	Procesionaria del Pino	1

Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla

<u>Hymenoptera</u>	<u>Vespidae</u>	P. apachus	<i>Polistes apachus</i>	Avispa papelera	1
Hemiptera	Alydidae	Alydidae sp.	<i>Alydus sp.</i>	Chince cabezona	1
Hemiptera	Dactylopiidae	Dactylopius coccus	Dactylopius sp.	Cochinilla	10

Tabla 5 referente a plantas donde se muestra número de registros por taxa

Plantas				
ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE REGISTROS Y DENSIDAD RELATIVA POR CUADRANTE.
Fagales	Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	Encino prieto	16
Fagales	Fagaceae	<i>Quercus mexicana</i>	Encino	1
Fagales	Fagaceae	<i>Quercus laurina</i>	Encino colorado	1
Fagales	Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	Encino hoja rasco	17
Fagales	Fagaceae	<i>Quercus crassipes</i>	Encino laurel	9
Pinales	Juniperus	<i>Juniperus deppeana</i>	Cedro blanco	3
<u>Lamiales</u>	<u>Orobancáceas</u>	<i>Conopholis americana</i>	Elotillo	3
<u>Caryophyllales</u>	Cactaceae	<i>Opuntia humifusa</i>	Nopal	10
Asparagales	Asparagaceae	<i>Agave colorata Gentry</i>	Agave	20
Poales	<u>Bromeliaceae</u>	<i>Bromeliaceae s.p.</i>	Bromelia	5

Tabla 6 referente a animales adicionales donde se muestra número de registros por taxa

Extras					
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE AVISTAMIENTOS O REGISTROS
<u>Squamata</u>	<u>Phrynosomatidae</u>	P. braconnieri	<i>Hrynosoma braconnieri</i>	Lagarto cornudo de cola corta	1
Squamata	Lacértidos	Iberolacerta	<i>Iberolacerta s.p.</i>	Lagartija	15

Dentro de la tabla 2 se describieron cuatro ordenes en los cuales se encuentran seis familias donde destacan: tlacuache, cacomixtle y conejo común, así como animales domesticados tal es el caso de la vaca, chivo, perro y gato.

En la tabla 3 se identificaron cinco ordenes y se encuentran cinco familias además se describen ocho ejemplares como: mosquetero cardenal, pibí occidental, carpintero bellotero, pinzón mexicano, colibrí, gorrión casero, gavián pecho rufo y gorrión bigotudo coronirrufo.

Para la tabla 4 se determinaron 15 familias incluidas en nueve ordenes y se señalan insectos conocidos como lo son la libélula, caballito del diablo, chapulín, grillo, cigarra, mariposas, palomillas, moscas, abeja, escarabajos, gusanos, avispa, chinche, cochinilla.

Y en la tabla 5 se destacan cinco ordenes y se identifican seis familias donde se encuentran especies de encino, bromelia, agave, nopal, elotillo, y cedro., Como dato extra se identificaron dos ordenes donde se describen dos familias y se describen especies como: lagartos y lagartijas.

Dentro de estas tablas se explica el número de avistamientos o registros de cada una de las especies encontradas, esto basado en los avistamientos durante los muestreos y los registros de los resultados que se obtuvieron en las trampas colocadas en los recorridos con el fin de poder representar este conjunto de datos en las fórmulas específicas para la determinación de la riqueza y abundancia existente en el Bioparque, la primera formula (riqueza) se utiliza para cada uno de los grupos destacados en las tablas, debido a que no se puede determinar la riqueza en un solo conjunto de animales por su distinto grupo taxonómico.

En los transectos determinados para los muestreos, se encontró una riqueza establecida, como el número de especies e individuos presentes en el área sin considerar el valor de importancia de estos (Perez A. 2005) respondiendo el objetivo específico uno, de riqueza en el bioparque, su resultado se midió mediante el índice de Margalef cuya formula es:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde:

S= número de especies

N= número total de individuos

En la aplicación de la fórmula el total de individuos se establece como un número aproximado basado en lo observado los días de muestreo.

Mamíferos

$$D_{Mg} = \frac{7 - 1}{\ln 48} = 1.5499$$

Se obtuvo un índice de riqueza específica de 1.54 para la mastofauna en general, con un total de 48 registros a 7 especies registradas.

Aves

$$D_{Mg} = \frac{8 - 1}{\ln 78} = 1.8362$$

Se obtuvo un índice de riqueza específica de 1.83 para la ornitología en general, con un total de 78 registros a 8 especies registradas.

Artrópodos

$$D_{Mg} = \frac{20 - 1}{\ln 139} = 3.8504$$

Se obtuvo un índice de riqueza específica de 3.85 para la entomología en general, con un total de 139 registros a 20 especies registradas.

Para el caso de las plantas la fórmula que se utiliza es de acuerdo a Barillas A. (2004)

Plantas

$$D = \frac{n_i}{A}$$

Donde:

n_i = número de individuos

A = área total de muestreo

$$D = \frac{14}{3} = 4.6$$

Se obtuvo un índice de riqueza específica de 4.6 para la botánica en general, con un total de 10 especies registradas.

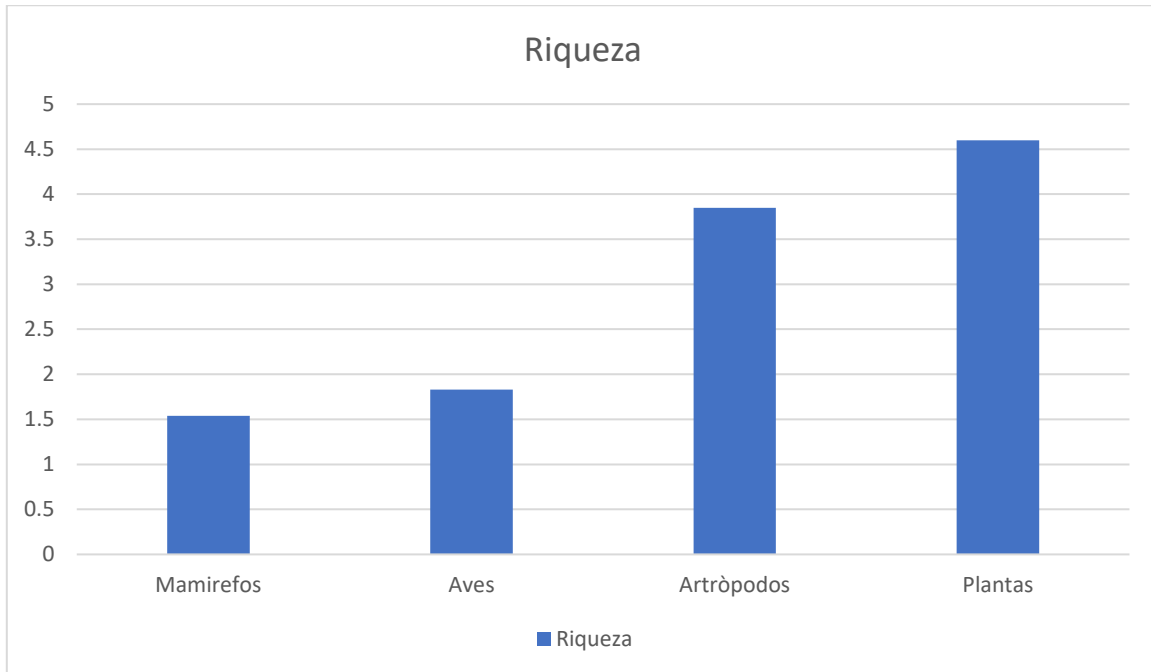


Figura 4 Riqueza de grupos registrados

Al abordar el objetivo específico 2, se determinó la abundancia específica de la zona utilizando una modificación del estimador empleado para quirópteros ($IAR_R = n / \text{metros Red Horas} * 1000$) variando las unidades de esfuerzo de captura en este caso el número de estaciones colocadas (Perez A. 2005).

$$(IAR_R) = \frac{P_i}{\text{total de estaciones colocada}} * 100$$

Donde: $P_i = n / N$ proporción de individuos de la especie i , con respecto al total de individuos en la muestra.

La abundancia se determinó con las estaciones olfativas para mamíferos y otra con las trampas tipo NTP-80 para artrópodos, y se sumaron los resultados obtenidos en estas para la abundancia del Bioparque esto debido a que solo para estas especies se utilizaron trampas.

Mamíferos

$$\text{Cacomixtle } (IAR_R) = \frac{4}{7} * 100 = 11.42$$

$$\text{Tlacuache } (IAR_R) = \frac{3}{7} * 100 = 8.57$$

$$\text{Gato } (IAR_R) = \frac{1}{7} * 100 = 14.28$$

$$\text{Perro } (IAR_R) = \frac{\binom{15}{8}}{7} * 100 = 42.85$$

Artrópodos

$$\text{Cochinillas } (IAR_R) = \frac{\binom{7}{1}}{6} * 100 = 116.6$$

Plantas vasculares (árboles)

Basado en el trabajo de Barillas A. 2004 ocupando la fórmula de Densidad relativa:

$$D = \frac{ni}{\sum n}$$

Donde: ni= número total de individuos, entre las especies encontradas en los cuadrantes muestreados.

$$D = \frac{42}{3}$$

Se logro determinar la abundancia de árboles como la media del número de individuos por cuadrante dando como resultado 14.

El número de los registros son determinados mediante el total de registros de los métodos utilizados.

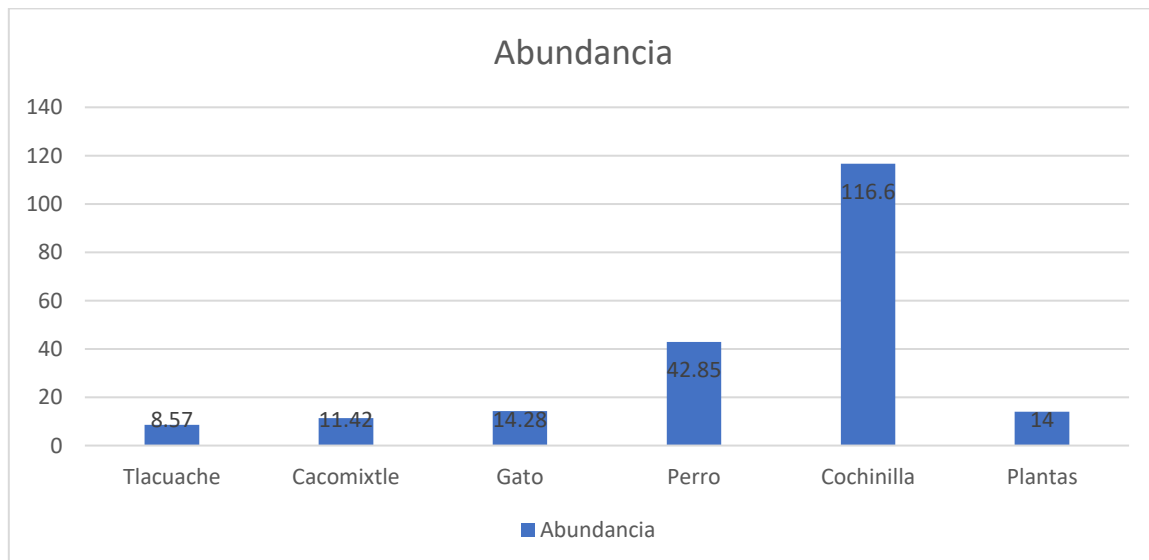


Figura 5 Individuos registrados en trampas olfativas y NTP-80, durante el ciclo de muestreo.

Se observa que el esfuerzo total de muestreo fue satisfactorio, ya que se logró el registro de los cuatro grupos esperados para realizar el índice de Singapur, el encontrar riqueza y abundancia en el predio nos indica que es posible aplicar un IS, porque existe una biodiversidad variada a la cual contemplar en los indicadores del índice.

Una vez realizados los muestreos en la reserva natural se llevó a cabo el cálculo de los indicadores del índice de Singapur el cual se modificó a manera de que se adapte a la zona de muestra, ya que no todos los indicadores son aplicables dentro de esta, obteniendo así un total de 18 indicadores divididos en los tres componentes del índice, diez indicadores en biodiversidad nativa en la ciudad contemplando un puntaje máximo de 24 y obteniendo 1 punto, tres indicadores en servicios ecosistémicos provistos por la biodiversidad de la ciudad con una puntuación máxima de 12 y obteniendo 4 puntos y por último cinco indicadores en el componente de gobernanza y gestión en la biodiversidad de la ciudad contemplando como máximo 20 puntos y obteniendo 9 puntos.

Tabla 7 Cálculos y ponderación del índice de Singapur por indicador.

CÁLCULO DEL ÍNDICE				
INDICADOR	CÁLCULO	FUENTE	RESULTADO	PUNTUACIÓN BASADA EN EL IS
BIODIVERSIDAD NATIVA EN LA CIUDAD				
1	$(0.71218898 \text{ km}^2) \div (546 \text{ km}^2) \times 100\%$	Datos proporcionados por el ayuntamiento	0.130437542 %	0 PUNTOS
2	$EMS = 1 / 0.71218898 \text{ km}^2$ Coherencia = $1.40412169 / 0.71218898 \text{ km}^2$	Datos proporcionados por el ayuntamiento en sistemas de información geográfica	1.971557743 %	0 PUNTOS
3	$(3/8) * 100\%$	Muestreo para la Tesis índice de biodiversidad en la reserva natural bioparque la calera	0.375 %	0 PUNTOS
4	LINEA BASE			
5	LINEA BASE			
6	LINEA BASE			
7	LINEA BASE			

Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla

8	0	Datos proporcionados por el ayuntamiento	0	0 PUNTOS
9	$(0.71218898 \text{ km}^2) / (546 \text{ km}^2) * 100\%$	Datos proporcionados por el ayuntamiento en sistemas de información geográfica e información abierta al público en INAFED	0.001304375 %	0 PUNTOS
10	$((2 \text{ mamíferos invasores}) \div (5 \text{ mamíferos nativos} + 2 \text{ especies invasoras})) \times 100\%$	Muestreo para la Tesis índice de biodiversidad en la reserva natural bioparque la calera	28.57142857 %	1 PUNTOS
SERVICIOS ECOSISTEMICOS PROVISTOS POR LA BIODIVERSIDAD DE LA CIUDAD				
11	$0.640970082 \text{ km}^2 / 0.71218898 \text{ km}^2 * 100\%$	Datos proporcionados por el ayuntamiento en sistemas de información geográfica e información abierta al público en INAFED	0.9 (95%)	4 PUNTOS
12	$0.71218898 \text{ km}^2 / 1000 \text{ personas}$	Datos proporcionados por el ayuntamiento en sistemas de información geográfica e información abierta al público en INAFED	0.000712189 %	0 PUNTOS
13	$(20,427 \text{ habitantes} / 1692181 \text{ habitantes}) * 100\%$	Datos proporcionados por INEGI y SADASI	1.207140371 %	0 PUNTOS
GOBERNANZA Y GESTIÓN EN LA BIODIVERSIDAD DE LA CIUDAD				
14	-	Ayuntamiento de Puebla en el departamento de infraestructura verde	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitación del área • Reforestación de encinos • Conservación de suelos • Saneamiento 	4 PUNTOS
15	-	Ayuntamiento de Puebla en el departamento de infraestructura verde	<ul style="list-style-type: none"> • Brigada contra incendios • Conservación de bosque con multa hacia la poda 	1 PUNTOS
16	-	Ayuntamiento de Puebla en el departamento de infraestructura verde	Salida de agua pluviales (grises) por tubería y posibilidades de muros verdes	2 PUNTOS

17	-	Ayuntamiento de Puebla en el departamento de infraestructura verde	Proyecto Aire joven, cursos de reforestación al público en general y escuelas	2 PUNTOS
18	-	Ayuntamiento de Puebla en el departamento de infraestructura verde	Custodia de zonas verdes a familias o comunidades	0 PUNTOS
TOTAL				14 PUNTOS

Los puntajes obtenidos se asignan a los resultados basándose en la tabla 1 de este documento, la mayoría de los indicadores dentro del índice tienen una puntuación baja debido a que es la primera vez que se realiza este trabajo y se necesita una comparación para determinar un resultado diferente, así mismo es un índice aplicado a una zona relativa pequeña de la ciudad; En el primer componente los parámetros uno y dos están basados en el área de la zona protegida ante la ciudad de Puebla por lo tanto los porcentajes no pueden superar los cero puntos, dentro del tercer indicador se determina como “aves en zonas urbanas” a aquellas que se encontraron y pudieron registrar avistamientos dentro de la zona de los fraccionamientos aledaños a la zona de estudio, para los indicadores 4,5,6 y 7 los resultados se expresan como línea base (esto porque no hay un dato anterior comparable), el cambio en el número de especies nativas en la zona de muestreo no es posible por lo tanto la puntuación se anula y los datos se guardan para utilizarse como referencia en estudios futuros, en el caso del indicador ocho este es aplicable en la zona si y solo si se considera como un hábitat degradada, al no ser este el caso el resultado es automáticamente cero sin embargo se está proponiendo un proyecto de reforestación por mitigación y conservación de suelos por siembra de encinos según el ayuntamiento, el indicador nueve abarca únicamente a la reserva natural que tomando en cuenta el estudio sería el 100% de proporción de áreas naturales pero con respecto a la ciudad es un área relativamente pequeña que representa solo el 1% del territorio, en último lugar dentro del primer componente el indicador diez refuerza el resultado con las especies gato y perro ya

que son las que afectan o podrían afectar a las especies nativas en su entorno natural.

El segundo componente, en el indicador 11 se tiene como resultado un 95% de cobertura en la cual se puede determinar como un almacenamiento de carbono y determinar los efectos de enfriamiento proporcionados por la vegetación dentro del área, la cual el dosel arbóreo abarca casi por completo, considerándose como uno de los pulmones más grandes de la ciudad de Puebla, el indicador 12 establece al Bioparque la Calera como un área de conservación de la naturaleza, área natural o asegurada que se encuentra a menos de 400mtrs de la población lo cual da paso al indicador 13 que expresa la cantidad de habitantes de la ciudad que esta próxima a este predio, esto con el fin de identificar qué porcentaje de la población se favorece con la naturaleza cercana a su residencia.

Para finalizar, el tercer componente inicia con el indicador 14 donde se reconoce las funciones que serán o están siendo realizadas por el ayuntamiento a beneficio de la biodiversidad, el indicador 15 que si bien no es un plan de respuesta como tal, se podría considerar como prevención para el cambio climático basado en las dos actividades propuestas para llevarse a cabo próximamente, de tal manera que se puede agregar una puntuación al indicador, dicho esto se considera el programa municipal de smasp (Secretaría de Medio Ambiente y Servicios Públicos) presentado en el plan de acción climática del municipio de Puebla (Luis F. 2012), el indicador 16 junto con el 17 son los dos con puntuación más alta, el dieciséis porque los residenciales cerca de la reserva cuentan con tuberías “limpias” ya que son para canalizar aguas pluviales hacia el arroyo intermitente que se encuentra en la zona y así de alguna manera apoyar a la fauna y flora con estrés hídrico, una vez terminada la temporada de lluvias, el siguiente por establecer el proyecto de siembra de árboles de encinos para no alterar la flora nativa, sin embargo, se tiene contemplado este proyecto para inicios de julio 2023 (según el ayuntamiento) incluyendo a las escuelas para generar conciencia ambiental en los más jóvenes, el cálculo del índice finaliza con el indicador 18 el cual se enfoca nuevamente en la conciencia y sensibilización pública hacia la biodiversidad y este se intenta abarcar

con el proyecto de nombre “custodia de zonas verdes” en el cual se asigna una de estas a una familia, una organización de vecinos, una escuela, una persona etc. Para que estos la cuiden y den mantenimiento, de tal manera que fomenten la conservación y la educación ambiental, al ser el único proyecto activo hoy en día el puntaje se determina como cero.

9.- DISCUSIÓN

La aplicación del índice de Singapur en las ciudades es importante ya que gracias a este, las autoridades de cada ciudad llegan a realizar una medición inicial de especies en su territorio, para luego identificar cambios y prioridades en la biodiversidad que pueden ser monitoreados a través del tiempo, además de que gracias a su característica de sensibilización ante la protección colaborativa de los ecosistemas permite que la gobernanza no solo se conforme con actores políticos si no también involucrar al público en general, académicos, ONG`s etc.

El índice aparte de ayudar a determinar la variedad y riqueza que se encuentran en los hábitats de la zona, identifica los ecosistemas con los que las personas conviven y relacionan con sus actividades al igual que la biodiversidad dentro de ecosistemas como áreas verdes urbanas, áreas naturales, parques, etc.

Se utilizo esta área natural protegida para comprobar la importancia de utilizar el índice de Singapur como una herramienta para determinar que las especies que se encuentran en ella son resguardadas por del Bioparque, confirmando que es útil ante la protección de las especies y que esta representa un área extensa dentro de la ciudad de Puebla, este índice define la cantidad de personas beneficiadas por los servicios ambientales producidos en este predio.

Como resultado tenemos el puntaje final de 14 puntos de 56 puntos máximos en el IS, se puede decir que el resultado es relativamente bajo en comparación por ejemplo con el resultado de la ciudad de Monterrey siendo esta la más baja con 29 puntos de las tres ciudades aplicadoras del índice en nuestro país, esto tomando en cuenta que el índice en estos lugares es aplicado a todo su territorio como ciudad y en el caso de este trabajo solo se emplea en una zona de la ciudad, así mismo aplicaciones como las realizadas en Toluca y León Guanajuato fueron modificadas para ajustarse a cada una de las ciudades ocasionando una ligera alteración al puntaje máximo final que se puede adquirir, esto no favoreció ni afecto al resultado de las ciudades ya que el objetivo es siempre mejorar la puntuación adquirida, aclarado esto, la diferencia en climas, ecosistemas, ubicación, extensión de área etc. hace variar los resultados de flora y fauna encontradas en los distintos puntos

de aplicación como es el caso de León que registro 340 especies, Monterrey 515 y Toluca 582 los tres lugares contemplaron reptiles, y en el caso de Bioparque la Calera fueron 47 registradas sin reptiles, una considerable cantidad de especies para la zona.

La biodiversidad puede a ser considerada como un indicador en la calidad de vida de los centros urbanos, sin embargo la mayoría de las ciudades manejan las áreas verdes o la conservación de áreas naturales con un carácter estético y no ambiental, la aplicación del índice de Singapur ayuda a mejorar esa gestión en las ciudades incitando a sumar proyectos como es el caso de León donde se aplican 43 proyectos relativos a la biodiversidad, planteados a escala municipal, con incidencia dentro de la ciudad y otros aplican únicamente dentro del área urbana., Algunos de estos proyectos se encuentran en etapa de planeación o diseño al igual que en el caso de Bioparque la Calera y otros ya se están implementando, estos a cargo de diferentes direcciones, institutos y parques, en cambio en Puebla están únicamente a cargo del ayuntamiento.

Cabe destacar que cada ciudad interpreto el índice de Singapur de diferente manera León le dio énfasis a la gestión y gobernanza, Toluca al territorio y Monterrey a las especies encontradas, así como el presente trabajo le dio énfasis a la biodiversidad encontrada.

La riqueza muestra cuatro diferentes grupos, debido a que las especies muestreadas son originalmente las deseadas, con base a esto se observa que el número mayor corresponde a los artrópodos siendo 3.85, esto debido a la presencia de 139 registros, seguido de las aves, posteriormente los mamíferos y al final plantas como muestra la tabla 8, para el caso de mamíferos y aves la riqueza se considera baja de acuerdo al índice de Margalef ya que el resultado está por debajo de 2, los artrópodos se encuentran en un punto medio ya que no alcanza a sobrepasar el valor de 5 considerado como una alta biodiversidad, en general se entiende que existe una riqueza significativa en los cuatro grupos registrados en la reserva natural Bioparque la calera.

Tabla 8 Resumen del índice de riqueza específica calculado por grupo taxonómico

GRUPO	No. DE ESPECIES	No. DE AVISTAMIENTOS O REGISTROS	RIQUEZA ESPECIFICA
Mamíferos	7	48	1.54
Aves	8	78	1.83
Artrópodos	19	139	3.85
Plantas	10	-	4.6

Para concluir se determinó la abundancia en los muestreos, donde nos indica que *Dactylopius sp.* y *Bassariscus Astutus s.p.* son las especies nativas más abundantes respectivamente en sus trampas para el área de muestreo, representando la mayor parte de registros.

Con la abundancia encontrada se puede expresar que la biodiversidad presente puede aumentar o disminuir, esto comparado en registros posteriores y así apoyar a puntuar indicadores determinados en el IS, actualmente en el año 2023 la abundancia es más alta para una especie invasora, lo cual puede ser uno de los factores de la baja abundancia de otras especies; En el caso de las plantas existen especies inducidas en el entorno sin embargo esto no hace un cambio significativo en la abundancia del bosque de encino.

Tabla 9 Resumen del índice de abundancia calculado por tipo de trampa

GRUPO	TRAMPA	ABUNDANCIA
Cacomixtle	Olfativa	11.42
Tlacuache	Olfativa	8.57
Gato	Olfativa	14.28
Perro	Olfativa	42.85
Cochinilla	NTP-80	116.6
Plantas	-	14

10.- CONCLUSIONES

- Como en el caso de otras ciudades que aplicaron el índice de Singapur se esperaba que el resultado de puntuación fuera alto, sin embargo, no fue así, aunque esto no representa un mal resultado porque el estudio está en proporción territorial a una ciudad y es la primera vez que se aplica este índice para la reserva.
- La reserva natural Bioparque la Calera tiene una carga energética de biodiversidad saludable, que aporta a los servicios ambientales de la Ciudad de Puebla y de igual manera como un proyecto estético para la región.
- En definitiva, el presente estudio abordó tres objetivos de la agenda 2030 del desarrollo sostenible los cuales son: Ciudades y comunidades sostenibles en sus metas 11.4, 11.6, 11.7 y 11.a, Acción por el clima en su meta, 13.3 y por último vida de ecosistemas terrestres en todas sus metas.
- El presente trabajo sirve como un antecedente para el seguimiento en la conservación de la biodiversidad presente en el Bioparque la Calera, así como la creación de estrategias y políticas públicas en sentido de la sustentabilidad.
- Es notable la presencia de especies endémicas a pesar de que la zona ha sufrido una considerable urbanización, por consecuencia las especies invasoras pueden afectar a la conservación del área natural.
- Dentro del predio se determinó una riqueza, donde la vegetación domina en número de especies y estas determinan la estabilidad del ecosistema referido, brindando diferentes servicios ecosistémicos como: evitar la erosión, inundaciones y sequías. Además, mantiene las cadenas tróficas presentes.
- El área presenta buenas condiciones para generar una abundancia posiblemente mayor a la registrada en este trabajo, ya que el resultado obtenido da pie a futuros trabajos en esta.
- Se percibe que el predio está en descuido, encontrándose: contaminación, robo de flora, caza, introducción de especies por descuido, uso de cruce de

personas, ganado y motocicletas, por lo que hace falta de la presencia del Ayuntamiento y la sociedad para el manejo y la conservación del Bioparque la Calera.

- Se tiene que reconocer a la biodiversidad como un elemento dentro de las ciudades, es una oportunidad para generar acciones de desarrollo urbano y al mismo tiempo guiar a las ciudades hacia un modelo sustentable.

11.- RECOMENDACIONES

Esta tesis refleja los vacíos de información que actualmente tiene la ciudad para la conservación de la biodiversidad y las políticas públicas de estrategias para el Bioparque la Calera, además la aplicación del índice en la reserva se convierte en una herramienta para mejorar nuestros esfuerzos de conservación de biodiversidad en la ciudad, si se obtuvieron buenos resultados podemos encontrar lo mismo en otras áreas naturales, parques y áreas verdes en nuestra ciudad, lo cual ayudara a mejorar la calidad de vida de la población en muchos sentidos y para ello las recomendaciones son las siguientes:

- El ayuntamiento tiene la facultad de proponer nuevas estrategias, para la participación ciudadana en el monitoreo participativo ciudadano, dentro del Bioparque la Calera.
- Incentivar proyectos de infraestructura verde, en los residenciales colindantes, en sus viviendas y edificaciones con el fin de armonizar la localidad.
- Monitorear la presencia de especies invasoras, así como su control, regulación y extirpación de la reserva ya que representan un riesgo con las especies locales generando un impacto ambiental que atenta con las interacciones de diferentes especies ya sean vegetal o animal.
- Para tener un conocimiento más amplio de la situación en Puebla, es necesario aplicar el índice de Singapur en zonas como parques, áreas naturales, etc... con mayor extensión dentro de la ciudad o de ser posible en toda esta.
- Desarrollar una campaña de sensibilización, para la conservación de la biodiversidad; difundiendo los datos de biodiversidad a través de organizaciones sociales (escuelas, universidades, centros de investigación, ONG, sociedad civil).

- Fortalecer los indicadores que miden los servicios ecosistémicos que tiene la ciudad, de acuerdo con las secretarías, direcciones y departamentos a su cargo.
- Identificar y destacar los indicadores donde se aborden los ejes de la agenda 2030, para los objetivos, metas e indicadores mundiales propuestos por la comisión de Naciones Unidas, a través del CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANTONIO A. (octubre 2020). La conservación de la biodiversidad, un paso hacia el desarrollo sostenible de la ciudad de monterrey. (tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León). Extraído, <http://eprints.uanl.mx/20186/>.

Barillas Gómez, A. L. 2004. Estructura de la vegetación arbórea en los parques de la zona urbana Puebla-Cholula. Tesis Licenciatura. Biología con área en Ecología. Departamento de Química y Biología, Escuela de Ciencias, Universidad de las Américas Puebla.

Bonells, J. (30 agosto, 2019). ¿QUÉ ES EL INDICE SINGAPUR? Extraído, 20-08-2022, sitio web de JARDINES SIN FRONTERAS: <https://jardinessinfronteras.com/2019/08/30/que-es-el-indice-singapur/>

Ceballos G. & Oliva G. (2005) Los Mamíferos Silvestres de México. México FCE, CONABIO.

MND Singapore.(24 de septiembre de 2021). City Biodiversity Index (Singapore Index). [Archivo de Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=OqmbaD30WnM>

Chan, L., Calcaterra, E., Elmqvist, T., Hillel, O., Holman, N., Mader, A. y Werner, P. (2010). Manual del usuario para el índice de biodiversidad de la ciudad. Última versión: 27 de septiembre de 2010 Extraído, 22/08/2022, Sitio web CBD: <https://www.cbd.int/authorities/doc/User%27s%20Manual-for-the-City-Biodiversity-Index27Sept2010.pdf>

Chan, L., Hillel, O., Werner, P., Holman, N., Coetzee, I., Galt, R. y Elmqvist, T. 2021 Manual sobre el Índice de Singapur sobre la Biodiversidad de las Ciudades (también conocido como Índice de Biodiversidad de las Ciudades). Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica y Singapur: National Parks Board, Singapur. 70 páginas.

Cherylyn T. (2011) Índice de Biodiversidad de la Ciudad, Extraído, 23-08-2022, Sitio web de gobierno de Singapur: https://eresources.nlb.gov.sg/infopedia/articles/SIP_1765_2011-02-11.html

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2022. Categorías de riesgo en México Extraído, 10-10-2022 Sitio web de gobierno de México: <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/catRiesMexico>.

CONABIO. (2017). Ecosistemas urbanos | Biodiversidad Mexicana. Recuperado de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/ecosismex/urbanos>

Data México. (2016). País México De: <https://datamexico.org/es/profile/geo/mexico>
Ecología y conservación: laboratorio y campo. Jonathan Franco López et al / México: Trillas, 2011.

Federico, A.,1982 (reimp. 2012). Ecología para principiantes. Trillas. Pag. 35-57

García, J., Castillo F., Vega J., (2014). Índice de Diversidad Biológica Urbana de la Ciudad de La Antigua Guatemala: aplicación de nuevas herramientas en la evaluación del desempeño y la planificación ambiental de las ciudades. Universidad de San Carlos de Guatemala. Extraído, <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puirna/INF-2013-33.pdf>

GONZÁLEZ A. (2008). "ANÁLISIS DE LA POLÍTICA DE VIVIENDA SUSTENTABLE: INFONAVIT Y SUS PROGRAMAS DE FOMENTO (2007-2016)" TESIS. Recuperado de <https://docplayer.es/83453488-Analisis-de-la-politica-de-vivienda-sustentable-infonavit-y-sus-programas-de-fomento-tesis.html>

H. Ayuntamiento de Toluca. (2019). Índice de biodiversidad urbana. Recuperado de <https://www2.toluca.gob.mx/wp-content/uploads/2019/09/IBU-Toluca-2019.pdf>

INABIO Instituto Nacional de Biodiversidad. (20 de enero del 2023). Metas Aichi. Recuperado de <http://inabio.biodiversidad.gob.ec/metasaichi/#:~:text=VI%20INFORME,Las%20metas%20Aichi%20hacen%20referencia%20al%20cumplimiento%20del%20Plan%20Estrat%C3%A9gico,y%20particularmente%20de%20la%20nuestra>

INAFED. (2020). Sistema Nacional de Información Municipal De: <http://www.snim.rami.gob.mx/>

INEGI. (2022). Espacio y datos de México De: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=21>

Instituto Municipal de Planeación. (2020). Índice de biodiversidad urbana ciudad de León Guanajuato Recuperado de IMPLAN: <http://www.implan.gob.mx/pdf/slider/Indice-de-Biodiversidad-Urbana-de-la-ciudad-de-Leon.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Principales resultados por localidad ITER. Extraído, 07/11/2017, Sitio web de INEGI: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/iter_2010.aspx

IPBES (2019): Resumen para formuladores de políticas del informe de evaluación global sobre biodiversidad y ecosistemas servicios de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas. S. Díaz, J. Settele, ES Brondízio ES, HT Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, KA Brauman, SH M. Butchart, KMA Chan, LA Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, SM Subramanian, GF Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, YJ Shin, IJ Visseren-Hamakers, KJ Willis y CN Zayas (eds.).Secretaría de IPBES, Bonn, Alemania.56 páginas. 10.5281/ zenodo.3553579

Luis A. Fabre (2012).Plan de acción climática del municipio de Puebla por H. Ayuntamiento de Puebla. Recuperado de <https://www.pueblacapital.gob.mx/images/transparencia/obl/vi-planes/pacmun.pdf>

Margalef, R. (1951). Diversidad de especies en las comunidades naturales. Publicación del Instituto Biología Aplicada. Barcelona, (9): 5-27.

Megan, R., Adrienne, A., Naghmeh, N., & Jochen, A. (2018) Implementing the connectivity of natural areas in cities as an indicator in the City Biodiversity Index (CBI), Extraído, 28-08-2022, Sitio web de Ecological Indicators, Volume 94, Part 2,Pages 99-113: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1470160X17306052?token=9F53B9EDA2FBDEAD0C723795D1C9371CA2B0E0E5415109522C6D403082559AB3B2360AFE42C328752934EB8A90309F26&originRegion=us-east-1&originCreation=20220911203238>

Moreno G. (2004) ¿Por qué debemos conservar la biodiversidad?: Departamento de Biología Animal y Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada

Extraído, 07/09/2022, Sitio web de Opinión:
<http://www.eeza.csic.es/Documentos/Publicaciones/Divulgacion-2004Acta%20Granatense.pdf>

Naciones Unidas (2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago

National Parks.(20 de mayo de 2022) Índice de Singapur sobre la biodiversidad de las ciudades, 21-08-2022, Sitio web de gobierno de Singapur:
<https://www.nparks.gov.sg/biodiversity/urban-biodiversity/the-singapore-index-on-cities-biodiversity>

Noticias Singapur. (6 de Septiembre de 2010). Singapur en las etapas finales del primer Índice de Biodiversidad de Ciudades del mundo en desarrollo. [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=lbuY6c2ay8w>

Pérez A. (2005) Distribución, diversidad y abundancia de los mamíferos del ejido de Gonzales Ortega, Municipio de Lafragua Puebla. (Tesis)., Puebla pue.

Revista Forestal Mesoamericana Kurú | Vol.14 Núm.35 (2017) pág.68-75 ISSN: 2215-2504 | DOI: 10.18845/rfmk.v14i35.3154 | revistas.tec.ac.cr/kuru

Sadasi (2020). GRUPO SADASI Extraído, 22-08-2022, Sitio web de Sadasi:
<https://www.sadasi.com/grupo-sadasi/>

Sasha R. (2010). Singapore City Biodiversity Index Extraído, 20-08-2022, Sitio web de GIST: <http://img.teebweb.org/wp-content/uploads/2013/01/Singapore-city-biodiversity-index.pdf>

Secretaria de medio ambiente y recursos naturales. 2007. ¿Y el medio ambiente?Problemas en México y el mundo. México: SEMARNAT.

Viguri, S. (2012). Evaluación de la sustentabilidad de la vivienda en México. Centro Mario Molina.

Wales Green Infrastructure Forum.(15 de Diciembre de 2020). The Singapore Index on Cities' Biodiversity. [Archivo de Video]. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=RI7VuXwtLqs>

World Wide Fund for Nature & Zoological Society of London. 2020. Informe Planeta vivo 2022 hacia una sociedad con la naturaleza en positivo. Gland, Suiza: WWF

Yñigo, G., & Guadalupe, M. (2018). *Análisis de la política de vivienda sustentable: INFONAVIT y sus programas de fomento Extraído*, 23-08-2022, Sitio web de Universidad Autónoma del Estado de México: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/80224><http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/80224>

Anexos

Abreviaturas

SI- índice de Singapur.

CBI- índice de biodiversidad en las ciudades.

IBU- índice de biodiversidad urbana

ANP- Áreas Naturales Protegidas

AVU- Áreas Verdes Urbanas

ENBPA- Estrategia nacional de conservación y uso Sostenible de la Biodiversidad

ODS- Objetivos de Desarrollo Sostenible

ONU- Organización de las Naciones Unidas

SEMARNAT- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

CDB- Convenio sobre la Diversidad Biológica.

SCBD- Secretaría de la Convención sobre Biodiversidad Diversity

GPCB- Alianza Global sobre Ciudades y Biodiversidad.

ISV- Sustentabilidad de la Vivienda y su Entorno.

Palabras clave

Índice de Singapur, Índice de Biodiversidad en las Ciudades, Índice de Diversidad Biológica Urbana, biodiversidad, áreas naturales, sustentabilidad, Puebla.

Anexo.- 1 Tablas

Tabla1 Calendario de tesis.

2022			2023					
OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Revisión bibliográfica y ubicación de área de estudio.	Reunión para fechas de muestreo.	Trabajo de investigación de tesis y adquisición de material de muestreo	Muestreos indirectos en Bioparque la Calera y presentación de tesis			Análisis de resultados de muestreo.	Coloquio de Tesis	

Tabla 2 Calendario de muestreos

CALENDARIO DE ACTIVIDADES ESPECIFICAS EN EL AREA DE MUESTREO							
DÍAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
MARZO	5 POLIGONO 1 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES, OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTRÓPODOS	6 POLIGONO 1 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES, OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTRÓPODOS	7 POLIGONO 1 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES, OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTRÓPODOS	8 POLIGONO 1 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES, OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTRÓPODOS	9 POLIGONO 1 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES, OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTRÓPODOS	10 POLIGONO 1 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES, OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTRÓPODOS	11 POLIGONO 1 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES, OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTRÓPODOS
MARZO	27 POLIGONO 2 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES, OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTRÓPODOS	28 POLIGONO 2 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES, OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTRÓPODOS	29 POLIGONO 2 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES, OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTRÓPODOS	30 POLIGONO 2 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES, OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTRÓPODOS	31 POLIGONO 2 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES, OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTRÓPODOS	1 POLIGONO 2 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES, OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTRÓPODOS	2 POLIGONO 2 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES, OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTRÓPODOS
ABRIL	24 POLIGONO 3 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES, OBSERVACIÓN DE	25 POLIGONO 3 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES,	26 POLIGONO 3 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES,	27 POLIGONO 3 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES,	28 POLIGONO 3 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES,	29 POLIGONO 3 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES,	30 POLIGONO 3 RASTREO DE MAMIFEROS, DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES,

	AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTROPODOS	OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTROPODOS	OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTROPODOS	OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTROPODOS	OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTROPODOS	OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTROPODOS	OBSERVACIÓN DE AVES Y OBSERVACIÓN DE ARTROPODOS
--	----------------------------------	---	---	---	---	---	---

Tabla 3 ¿cómo calcular los indicadores?

INDICADORES	REQUISITOS
<p>1 PROPORCIÓN DE ÁREAS NATURALES EN LA CIUDAD. (Área total del área de estudio) ÷ (Área de la ciudad) × 100%</p>	<p>Área total de la ciudad de Puebla en km2 Área total del área natural protegida en km2</p> <p>Donde conseguir los datos: En fuentes de datos sobre áreas naturales incluyen agencias gubernamentales a cargo de la biodiversidad, municipios de la ciudad, agencias de planificación urbana, centros de biodiversidad, grupos de naturaleza, universidades, publicaciones, etc. mapas e imágenes satelitales también pueden proporcionar información relevante para calcular este indicador.</p>
<p>2 MEDIDAS DE CONECTIVIDAD O REDES ECOLÓGICAS PARA CONTRARRESTAR LA FRAGMENTACIÓN.</p> $EMS = \frac{1}{A_{total}} (A_{G1}^2 + A_{G2}^2 + A_{G3}^2 + \dots + A_{Gn}^2)$ $Coherence = \frac{Effective\ Mesh\ Size}{A_{total}}$	<p>Área total del área natural protegida en km2 Área de polígonos por separado en Km2 (Calcular el tamaño de malla efectivo y la coherencia)</p> <p>Donde conseguir los datos: Las imágenes de satélite se pueden utilizar en el cálculo de este indicador.</p>
<p>3 BIODIVERSIDAD NATIVA EN ÁREAS CONSTRUIDAS (ESPECIES DE AVES). (Número de especies de aves autóctonas encontradas en áreas urbanizadas) ÷ (Número total de especies de aves autóctonas en la zona de estudio) × 100%</p>	<p>Número de especies de aves autóctonas encontradas en áreas urbanizadas Número total de especies de aves autóctonas en la ciudad.</p> <p>Porcentaje del número de especies de aves nativas en áreas construidas dentro del área de estudio. Donde conseguir los datos: Muestreo indirecto (observación de aves) Ayuntamientos, artículos de universidades, ONG, científicos ciudadanos, naturalistas aficionados, estudiantes, etc.</p>
	<p>Registro con muestreos indirectos en la reserva.</p>

<p>4 CAMBIO EN EL NÚMERO DE ESPECIES DE PLANTAS VASCULARES NATIVAS</p>	<p>*Los datos de la primera participación en el índice formarán la línea de base para el seguimiento futuro (Sin puntuación.) Donde conseguir los datos: observación de especies.</p>
<p>5 CAMBIO EN EL NÚMERO DE ESPECIES DE AVES NATIVAS</p>	<p>Registro con muestreos indirectos en la reserva. *Los datos de la primera participación en el índice formarán la línea de base para el seguimiento futuro (Sin puntuación.) Donde conseguir los datos: observación de especies.</p>
<p>6 CAMBIO EN EL NÚMERO DE ESPECIES DE ARTRÓPODOS NATIVOS</p>	<p>Registro con muestreos indirectos en la reserva. *Los datos de la primera participación en el índice formarán la línea de base para el seguimiento futuro (Sin puntuación.) Donde conseguir los datos: observación de especies.</p>
<p>7 CAMBIO EN EL NÚMERO DE ESPECIES DE MAMIFEROS NATIVOS</p>	<p>Registro con muestreos indirectos en la reserva. *Los datos de la primera participación en el índice formarán la línea de base para el seguimiento futuro (Sin puntuación.) Donde conseguir los datos: Muestreo indirecto con recolección de huella y observación de especies.</p>
<p>8 RESTAURACIÓN DE HÁBITAT (Área de hábitat restaurada*) ÷ (Área del hábitat original que se degrada**) × 100%</p>	<p>La ciudad se calificará a sí misma usando las opciones (A) o (B) o ambas, dependiendo de la disponibilidad de datos. Los rangos de puntuación (A) y (B) se establecen para hacer de este indicador una meta a la que se aspira, con el objetivo de que el 100 % de los hábitats se restablezcan para lograr un buen funcionamiento ecológico.</p>
<p>9 PROPORCIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (Área del área natural protegida o asegurada) ÷ (Área total de la ciudad) × 100%</p>	<p>Área total de la ciudad de Puebla en km2 Área total de áreas de estudio en km2 Donde conseguir los datos: Fuentes de datos como agencias gubernamentales a cargo de la biodiversidad, agencias de planificación urbana, centros de biodiversidad, grupos de naturaleza, universidades, publicaciones, etc.</p>
	<p>Número de especies exóticas invasoras en un grupo taxonómico. Número total de especies nativas del mismo grupo taxonómico.</p>

<p>10 PROPORCIÓN DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS (Número de especies exóticas invasoras en un grupo taxonómico) ÷ (Número total de especies nativas del mismo grupo taxonómico + número de especies exóticas invasoras) × 100%</p>	<p>*Los datos de la primera participación en el índice formarán la línea de base para el seguimiento futuro (Sin puntuación.) Donde conseguir los datos: Muestreo indirecto con recolección de huella y observación de especies o fuentes de datos como agencias gubernamentales a cargo de la biodiversidad, agencias de planificación urbana, centros de biodiversidad, grupos de naturaleza, universidades, publicaciones, etc.</p>
<p>11 REGULACIÓN DEL CLIMA – BENEFICIOS DE LOS ÁRBOLES Y EL VERDE (Cobertura del dosel arbóreo) ÷ (Área terrestre total del área de muestreo) × 100%</p>	<p>Cobertura del dosel arbóreo. Área terrestre total del área de muestreo. Donde conseguir los datos: Ayuntamientos, departamentos de parques, instituciones de investigación, universidades, mapas de cobertura del suelo e imágenes de satélite., o determinarlo en base a la cubierta de copas de los árboles del área de estudio.</p>
<p>12 SERVICIOS RECREATIVOS (Área de parques, áreas de conservación de la naturaleza y otros espacios verdes con áreas naturales y áreas naturales accesibles protegidas o aseguradas) /1000 personas</p>	<p>Área total de parques, áreas de conservación de la naturaleza y otros espacios verdes con áreas naturales y áreas naturales accesibles protegidas o aseguradas dentro del predio. Donde conseguir los datos: Ayuntamientos, departamentos de parques, imágenes de satélite o recorrido por el predio para determinación.</p>
<p>13 SALUD Y BIENESTAR – CERCANÍA/ ACCESIBILIDAD A PARQUES (Población de la ciudad que vive a menos de 400 m del área natural protegida) ÷ (Población total de la ciudad) × 100 %</p>	<p>El área se calificará a sí misma usando las opciones (A) o (B) o ambas, dependiendo de la disponibilidad de datos. Los rangos de puntuación (A) y (B) se establecen para hacer de este indicador una meta a la que se aspira, con el objetivo de que el 100 % de los hábitats se restablezcan para lograr un buen funcionamiento ecológico</p>
<p>14 CAPACIDAD INSTITUCIONAL</p>	<p>Número de funciones esenciales relacionadas con la biodiversidad. (listado) Donde conseguir los datos: Las funciones podrían ser realizadas por un centro de biodiversidad, un jardín botánico, un herbario, un jardín zoológico o un museo, un arboreto, un insectario, centros para el cambio climático, grupos de expertos que se centren en cuestiones relacionadas con la biodiversidad y soluciones basadas en la naturaleza, etc. Estas funciones pueden residir en el gobierno, instituciones terciarias, instituciones académicas,</p>

	organizaciones de investigación, sector privado u ONG
15 RESPUESTAS AL CAMBIO CLIMÁTICO RELACIONADAS CON LA BIODIVERSIDAD	<p>Las ciudades deben revisar el estado de sus planes para respuestas relacionadas con la biodiversidad que aborden el cambio climático en las áreas de adaptación, mitigación y resiliencia ecológica.</p> <p>Donde conseguir los datos: Ayuntamiento.</p>
16 POLÍTICA Y/O INCENTIVOS A LA INFRAESTRUCTURA VERDE COMO SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA.	<p>Listado de presencia de Activos naturales (Humedales, Bosques, parques Lagos/Ríos /Arroyos, Campos o Suelo)</p> <p>Activos mejorados(Acera permeable, Techos verdes Barriles de lluvia, Muros Verdes o Cisternas)</p> <p>Activos diseñados (jardines de lluvia, Bioswales, Arboles Urbanos, Parques Urbanos biomimética, aguas pluviales o estanques).</p> <p>Donde conseguir los datos: Ayuntamiento.</p>
17 EDUCACIÓN	<p>Determinar si la conciencia sobre la biodiversidad o la naturaleza está incluida en los currículos escolares (por ejemplo, biología, geografía, etc.) de ser así cuales.</p> <p>Donde conseguir los datos: departamento de educación, juntas de preescolar, escuelas, colegios universitarios, escuelas secundarias, universidades, ayuntamientos, ONG</p>
18 CONCIENCIA	<p>Número de eventos de divulgación o sensibilización pública realizados en la ciudad por año por cada 1.000.000 de personas.</p> <p>Se deben incluir eventos de divulgación y concientización pública que se realicen en línea o a través de medios digitales, Se alienta a las ciudades a incluir una lista completa de los eventos incluidos en el cálculo del indicador 27. Si están disponibles, la información, los datos y las cifras sobre la cantidad de personas que asistieron al evento o fueron objetivo también podrían incluirse como información/estadísticas adicionales.</p> <p>Donde conseguir los datos: Ayuntamiento.</p>

Anexo 2 fotografías (evidencias)

Territorio

Imágenes del ecosistema estudiado que sirvieron para identificar su tipo, observar la cobertura vegetal y lo cuidado que se encuentra en general.

Primera semana de muestreo.



Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla





Segunda semana de muestreo.



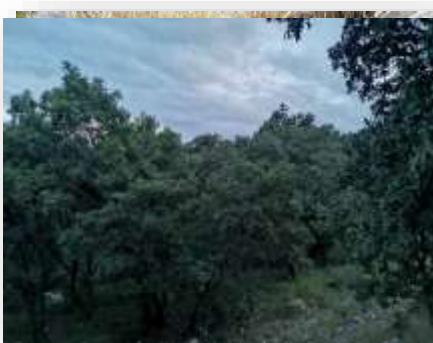
Tercera semana de muestreo.



Madrigueras y Nidos

Imágenes de madrigueras activas y abandonadas que sirvieron para respaldar los resultados de las trampas olfativas en la presencia de mamíferos.

Primera semana de muestreo.





Segunda semana de muestreo.



Tercera semana de muestreo.



Letrinas y rastros

Imágenes de excretas principalmente de cacomixtle (*Bassariscus Astutus s.p.*) y tlacuache (*Didelphis Virginiana*) que aportan a la confirmación de la presencia de estas especies en el territorio.

Primera semana de muestreo.



Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla



Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla

Segunda semana de muestreo.





Tercera semana de muestreo.





Fauna

Imágenes obtenidas en el periodo de muestreo en campo dentro del Bioparque la calera las especies con mayor visibilidad fueron: *Canis Familiaris*, *Pyrocephalus rubinus*, *Melanerpes formicivorus*, *Passer*, *Domesticus*, *Calliptamus plebeius*, *Aphrissa boisduvalii* y *Saltarín arene*.

Primera semana de muestreo.





Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla



Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla



Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla



Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla

Segunda semana de muestreo.



Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla

Tercera semana muestreo.



Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla





Flora

Imágenes obtenidas en el periodo de muestreo en campo dentro del bioparque la calera que sirvió de apoyo para identificar las especies presentes.

Primera semana de muestreo.



Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla



Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla

Segunda semana de muestreo.



Tercera Semana de muestreo.



Estaciones Olfativas

Imágenes que sirvieron de apoyo al momento de identificar las huellas que se imprimieron dentro de estas además de observar si la carnada fue efectiva o no para el estudio.

Primera semana de muestreo.





Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla



Segunda semana de muestreo.



Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla



Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla

Tercera semana de muestreo.





Trampas tipo NTP-80

Imágenes que sirvieron de apoyo para una bitácora de artrópodos que pudieran entrar en la trampa para el registro, la especie que se encontró en estas fue la *Dactylopius* sp.

Primera semana de muestreo.



Aplicación del Índice de Singapur en la reserva natural Bioparque la Calera en el municipio de Puebla



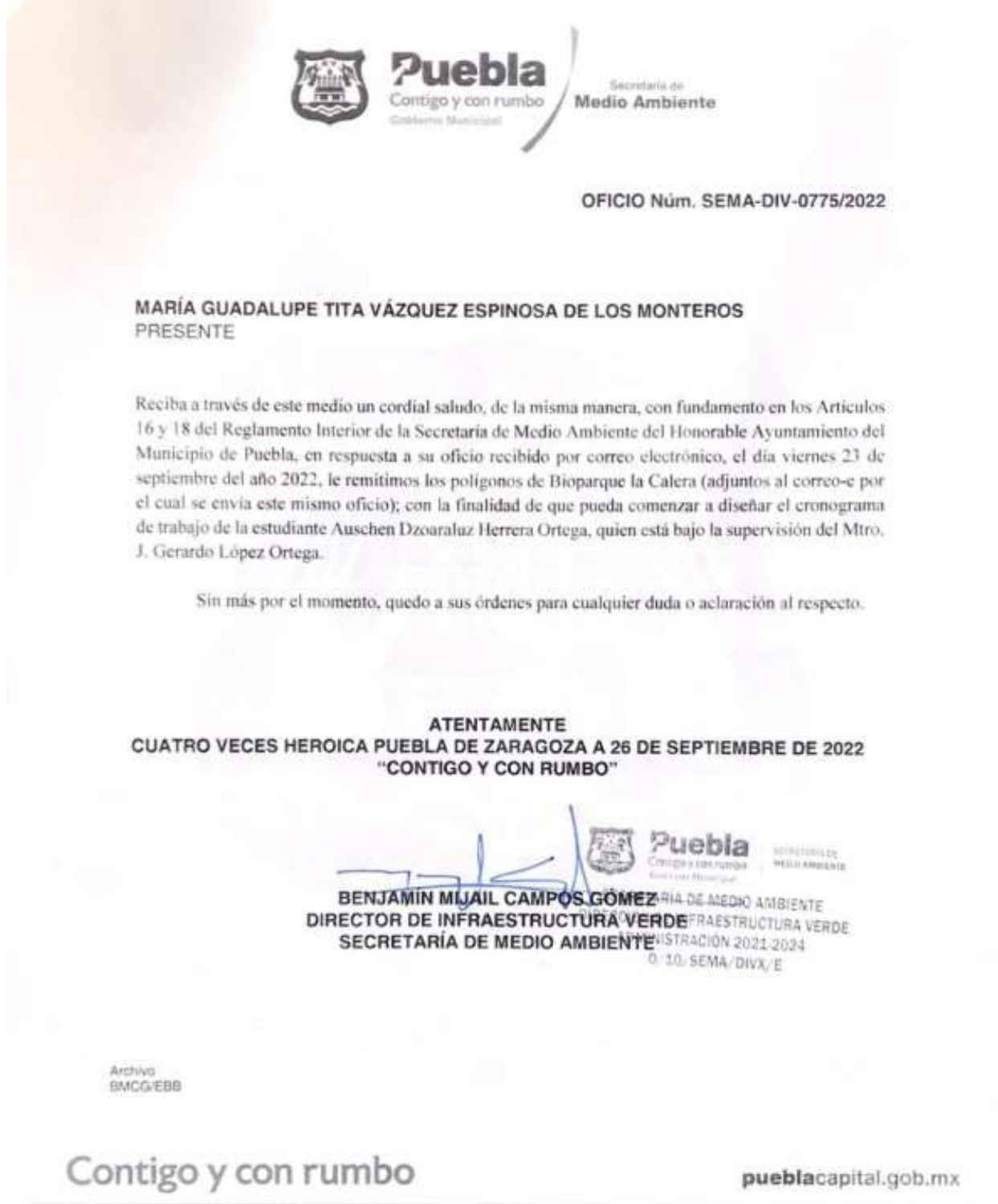
Segunda semana de muestreo.



Tercera semana de muestreo.



Anexo.- 3 permisos otorgados por el ayuntamiento de Puebla.



OFICIO Núm. SEMA-DIV-0775/2022

MARÍA GUADALUPE TITA VÁZQUEZ ESPINOSA DE LOS MONTEROS
PRESENTE

Reciba a través de este medio un cordial saludo, de la misma manera, con fundamento en los Artículos 16 y 18 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Puebla, en respuesta a su oficio recibido por correo electrónico, el día viernes 23 de septiembre del año 2022, le remitimos los polígonos de Bioparque la Calera (adjuntos al correo-e por el cual se envía este mismo oficio); con la finalidad de que pueda comenzar a diseñar el cronograma de trabajo de la estudiante Auschen Dzoaraluz Herrera Ortega, quien está bajo la supervisión del Mtro. J. Gerardo López Ortega.

Sin más por el momento, quedo a sus órdenes para cualquier duda o aclaración al respecto.

ATENTAMENTE
CUATRO VECES HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA A 26 DE SEPTIEMBRE DE 2022
"CONTIGO Y CON RUMBO"


BENJAMÍN MIJAIL CAMPOS GÓMEZ SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA VERDE INFRAESTRUCTURA VERDE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE ADMINISTRACIÓN 2021-2024
C. 10. SEMA/DIVX/E

Archivo
BMCg/EBB

Contigo y con rumbo

pueblacapital.gob.mx

 Dirección  222 309 46.00 ext. 7037  Twitter  Facebook



OFICIO Núm. SEMA-DIV -0752/2022

GUADALUPE TITA VÁZQUEZ ESPINOSA DE LOS MONTEROS
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
DE LA BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
P R E S E N T E

Reciba a través de este medio un cordial saludo, de la misma manera, con fundamento en los Artículos 16 y 18 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Puebla; y en relación a su solicitud de permiso de acceso a la Reserva Natural "Bioparque La Calera", le informo que esta Dirección da respuesta favorable a su petición de ingreso a Bioparque La Calera para los fines de investigación mencionados. Siendo su enlace el C. Emmanuel Bolaños Bautista, Jefe de Departamento de Áreas Protegidas y Valor Ambiental, quien les dará seguimiento.

Consideramos que los aportes científicos y de formación que están desarrollando son de beneficio y relevancia, tanto para la comunidad académica, cómo para la Dirección de Infraestructura Verde, por lo cual se le agradecería que al término de sus estudios presente un informe parcial de los hallazgos y/o datos que puedan servir a la jefatura de Áreas Protegidas y Valor Ambiental en el entendimiento de Bioparque La Calera. De igual forma, cuando se cuente con la tesis será trascendental que nos proporcionen de la manera más atenta una copia en digital.

Sin más por el momento, quedo a sus órdenes.

ATENTAMENTE
CUATRO VECES HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA A 09 DE SEPTIEMBRE DE
2022



BENJAMÍN MIJAIL CAMPOS GÓMEZ
DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA VERDE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA VERDE
PERIODO DE EJERCICIO 2021-2024
CALLE 10, SEMA, DIVX, E

Contigo y con rumbo

pueblacapital.gob.mx



27 Orienta N 1 Col. El Carmen, Puebla, Pue
C.P. 72530



Tel. (222) 5.73.92.73



#AmbientePuebla



Secretaría de Medio Ambiente

