



Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad – Iztapalapa  
División de Ciencias Básicas e Ingeniería  
Posgrado en Energía y Medio ambiente

# **IMPORTANCIA DEL HUMEDAL EL CHARCO DEL INGENIO Y SU RELEVANCIA COMO SITIO RAMSAR PARA EL ESTABLECIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE AVES ACUÁTICAS**

**TESIS**

**Que para obtener el grado de**

**MAESTRA EN CIENCIAS**

**(ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE)**

**PRESENTA:**

**Biol. Claudia Yeyetzi Salas Rodríguez**

**Directora**

**Dra. Beatriz Adriana Silva Torres**

**Co-Director**

**Dr. Juan Gabriel Rivera Martínez**

**Ciudad de México, septiembre de 2020.**

---

## **Agradecimientos**

La Maestría en Ciencias (Energía y Medio Ambiente) de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, pertenece al Padrón Nacional de Posgrados de Calidad de CONACyT y cuenta con apoyo del mismo Consejo con el Convenio 003893, por lo que agradezco la beca recibida, a través del convenio No. 903550, para el desarrollo de esta tesis.

Agradezco a la Comisión del Posgrado en Energía y Medio Ambiente, por el apoyo en la realización de este trabajo de investigación y para la conclusión satisfactoria de esta tesis.

## **Agradecimientos personales**

Es difícil comenzar a agradecer a cada una de las personas que forman parte de mi historia de vida, las cuales han contribuido en formar a la persona que soy actualmente. No tengo un orden de prioridades porque todas son en cierta medida importantes. Así que comencare en el orden que han ido apareciendo en el camino.

Primero, a Gabriela Rodríguez, gracias por apoyarme en absolutamente todas mis decisiones y ser la mejor mamá del mundo, si no fuera por ti no estaría en donde estoy. Gracias por siempre ser tan fuerte.

A Carlos Tirado, Fer Montiel y Shan Jiménez, gracias por todo lo que me dan, a la distancia pero sé que siempre están.

Rubén, te agradezco por ser parte de mi vida y por alentarme a seguir creciendo no solo académicamente, si no también personalmente, gracias por el apoyo y las aportaciones para continuar con este proyecto.

A la Dra. Beatriz Silva y el Dr. Juan Gabriel Rivera por apoyar en la realización y conclusión de este proyecto en tiempo y forma.

A todo el personal de El Charco del Ingenio, por el apoyo y las atenciones que tuvieron conmigo. Si no fuera por el esfuerzo que ponen en conservar este hermoso ecosistema, no habría sido posible este trabajo.

No quiero alargar mucho esto, así que, si tú también estuviste presente muchas gracias.

*“No puede pasar un solo día sin que tengas un impacto en el mundo que te rodea. Lo que haces marca la diferencia y tienes que decidir qué tipo de diferencia quieres marcar ”*

Jane Goodall

# Comité Tutorial

## Directora:

**Dra. Beatriz Adriana Silva Torres Beatriz**

Departamento de Biología.

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa

## Co-Director

**Dr. Juan Gabriel Rivera Martínez**

Biología de la Reproducción.

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa

El jurado designado por la  
**Comisión Académica del Posgrado en Energía y Medio Ambiente**  
de la Unidad Iztapalapa, aprobó la tesis que presentó **Claudia Yeyetzi Salas  
Rodríguez**

El día 21 de septiembre del 2020

**Miembros del jurado**

*Presidente.*

**Dr. Juan Gabriel Rivera Martínez**

*Secretario.*

**M. en C. Minerva Leonor González Ibarra**

*Vocal.*

**M. en C. Mario Arturo Hernández Peña**

# Contenido

RESUMEN .....	1
SUMMARY .....	2
CAPITULO I .....	3
INTRODUCCIÓN .....	3
CAPITULO II .....	5
1.Marco Teórico .....	5
1.1. Humedales.....	5
1.1.1. Definición .....	8
1.1.2. Tipos de humedales .....	8
1.1.3. Clasificación general.....	9
1.1.3.1 Sistema de clasificación Ramsar.....	9
1.1.4. Características físicas de los humedales .....	14
1.1.5. Elementos bióticos y abióticos de un humedal.....	14
1.1.6. Importancia de los humedales .....	15
1.1.6.1 Servicios ecosistémicos que brindan los humedales .....	16
1.2. Marco Legal Nacional .....	17
1.2.1. Áreas Naturales Protegidas .....	21
1.2.1.1. Áreas destinadas voluntariamente a la conservación.....	23
1.2.2. Autoridad administrativa en materia de Áreas Naturales Protegidas y Humedales .....	24
1.2.3. Autoridades administrativas en materia de humedales y áreas naturales protegidas ..	28
1.2.4. La CONANP y los humedales .....	29
1.3. Marco Internacional.....	29
1.3.1. Convenio Ramsar.....	29
1.3.1.1. Generalidades de convenios .....	30
1.3.1.2. Misión.....	35
1.3.1.3. Objetivos .....	36
1.3.1.4. Sitios Ramsar en México .....	39
1.3.2. Manuales Ramsar .....	39
1.3.3. Designación de Sitio Ramsar .....	42
1.3.3.1. Marco estratégico y lineamientos.....	44
1.3.3.2. Ficha Informativa sobre los Humedales de Ramsar (FIR).....	45
1.4. Marco local.....	49

1.4.1. Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2040.....	49
1.4.2. Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial.....	50
1.4.2.1. Modelo de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio .....	53
1.4.3. Opiniones de los visitantes.....	60
1.5. Ornitofauna .....	61
1.5.1. Aves acuáticas .....	62
1.5.2. Aves acuáticas en México.....	63
1.5.3. Importancia de las comunidades de aves acuáticas .....	64
1.5.3.1. Bioindicadores de la calidad ambiental .....	64
1.5.3.2. Provisión de servicios ecosistémicos.....	66
1.5.4. Migración .....	67
1.5.4.1. Aves migrantes a México .....	71
1.5.5. Importancia de los humedales para aves acuáticas.....	73
1.5.5.1. Refugio .....	74
1.5.5.2. Sitios de reproducción.....	74
1.5.5.3. Nidificación.....	75
1.5.5.4. Provisión de alimento .....	75
1.6. Muestreo .....	76
1.6.1. Muestreos de Fauna.....	78
1.6.1.1. Muestreo de Aves .....	79
1.6.1.2. Recuentos en punto o puntos de conteo.....	80
1.7. Parámetros poblacionales.....	83
1.7.1. Riqueza .....	83
1.7.2. Abundancia Relativa.....	83
1.7.3. Diversidad Biológica .....	84
1.7.3.1. Índices de Diversidad Biológica .....	85
1.7.3.1.1. Diversidad alfa.....	85
1.7.3.1.1.1. Medición de la riqueza específica .....	88
1.7.3.1.1.2. Medición de la estructura. ....	89
1.7.3.1.2. Diversidad beta .....	91
CAPITULO III .....	93
JUSTIFICACIÓN .....	93

CAPITULO IV .....	94
PREGUNTA DE INVESTIGACION.....	94
OBJETIVOS .....	94
CAPITULO V .....	95
METODOLOGÍA.....	95
1. Área de estudio .....	95
1.1. Ubicación y coordenadas .....	96
2. Descripción del sitio .....	97
2.1. Clima.....	97
2.2. Hidrología .....	98
2.3. Geomorfología .....	102
2.4. Geología .....	102
2.5. Suelos .....	102
2.6. Biodiversidad.....	105
2.7. Paisaje .....	107
3. Monitoreo de Aves acuáticas.....	109
3.1. Descripción y selección del método.....	110
3.2. Parámetros para evaluar.....	110
3.3. Estratificación de la comunidad vegetal .....	111
3.4. Monitoreo de Aves acuáticas .....	111
3.5. Método de Puntos de conteo .....	112
3.5.1. Periodos de observación .....	115
3.5.2. Identificación de las especies.....	116
3.5.3. Conteo del número de individuos por especie .....	117
3.6. Trabajo de gabinete .....	118
CAPITULO VI .....	120
RESULTADOS .....	120
A. Abundancia relativa .....	126
B. Parámetros para los meses muestreados.....	134
C. Parámetros por meses, y por muestreos matutino y vespertino .....	140
D. Parámetros por punto de conteo en muestreos matutinos y vespertinos .....	144
E. Parámetros por puntos de conteo .....	176
F. Índice de similitud de Jaccard entre meses de monitoreo.....	204



G. Índice de similitud de Jaccard entre Puntos de Conteo .....	204
CAPITULO VII .....	209
DISCUSIÓN.....	209
CAPITULO VIII .....	226
CONCLUSIONES .....	226
BIBLIOGRAFÍA.....	230
ANEXO 1 .....	252
FICHA RAMSAR.....	252

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Humedales Marinos y Costeros, clasificación Ramsar. Elaboración propia, con base en información de Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013. ....	10
Cuadro 2. Humedales Continentales, clasificación Ramsar (1er. Parte). Elaboración propia, con base en información de Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013 .....	11
Cuadro 3. Humedales Continentales, clasificación Ramsar (2 <sup>da</sup> . Parte). Elaboración propia, con base en información de Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013. ....	12
Cuadro 4. Humedales Artificiales, clasificación Ramsar. Elaboración propia, con base en información de Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013. ....	13
Cuadro 5. Servicios ecosistémicos brindados por los humedales (1 <sup>er</sup> . Parte). Elaboración propia, con base en información de Evaluación de los Ecosistemas de Milenio, 2005. ....	16
Cuadro 6. Servicios ecosistémicos brindados por los humedales (2 <sup>da</sup> . Parte). Elaboración propia, con base en información de Evaluación de los Ecosistemas de Milenio, 2005. ....	17
Cuadro 7. Información requerida en el llenado de la FIR. (1 <sup>er</sup> Parte). Elaboración propia, con base en información de Formato FIR, 2015.....	47
Cuadro 8. Información requerida en el llenado de la FIR. (2 <sup>da</sup> Parte). Elaboración propia, con base en información de Formato FIR, 2015.....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de Humedales .....	8
Tabla 2. Objetivo 1 y sus metas.....	36
Tabla 3. Objetivo 2 y sus metas.....	37
Tabla 4. Objetivo 3 y sus metas.....	37
Tabla 5. Objetivo 4 y sus metas.....	38
Tabla 6. Criterios que cumplir para designación de un Sitios Ramsar. ....	42
Tabla 7. Unidades de Gestión Ambiental relacionadas con la zona de estudio. ....	54
Tabla 8. Políticas integrales en las UGA's de la zona de estudio. ....	56
Tabla 9. Actividades consideradas para cada UGA. ....	57
Tabla 10. Estrategias de las políticas que aplican a cada UGA.....	59
Tabla 11. Mediciones climatológicas mensuales y promedio anual de la estación 11011 Cinco señores en San de Miguel de Allende durante el periodo de 1951 al 2010. ....	98
Tabla 12. Resultados de los análisis físico- químicos y biológicos del agua en el humedal del Jardín Botánico El Charco del Ingenio en temporada de secas. (Modificado de Morales Ríos, 2018).....	100
Tabla 13. Resultados de los análisis fisicoquímicos y biológicos del agua en el humedal del Jardín Botánico El Charco del Ingenio en temporada de lluvia. (Modificado de Morales Ríos, 2018).....	101
Tabla 14. Características del suelo en El Charco del Ingenio. ....	103
Tabla 15. Especies de aves presentes en el humedal. ....	106
Tabla 16. Características del paisaje. ....	108
Tabla 17. Cronograma de monitoreo.....	112
Tabla 18. Coordenadas de los puntos de conteo establecidos.....	114
Tabla 19. Características de los Puntos de conteo.....	115

Tabla 20. Total de familias, especies, número de individuos contabilizado por especies, así como estatus migratorio. ....	120
Tabla 21. Cinco especies más abundantes por mes. ....	129
Tabla 22. Abundancia relativa por mes, de las cinco especies más abundantes a lo largo de todo el monitoreo. (N/O, especie no observada durante el mes). ....	132
Tabla 23. Riqueza específica y número total de individuos en los seis meses de muestreo. ....	135
Tabla 24. Análisis de varianza para Riqueza Específica. ....	136
Tabla 25. Análisis de varianza para Número de Individuos. ....	136
Tabla 26. Dominancia e Índice de Simpson, para los seis meses de muestreo. ....	137
Tabla 27. Análisis de varianza para Dominancia y el Índice de Simpson. ....	138
Tabla 28. Índice de Shannon y Margalef, para los meses muestreados. ....	138
Tabla 29. Análisis de varianza para Índice de Shannon. ....	139
Tabla 30. Análisis de varianza para Índice de Margalef. ....	139
Tabla 31. Parámetros calculados para los monitoreos matutinos y vespertinos. ....	141
Tabla 32. Resultados obtenidos en la prueba de t, para los monitores matutinos y vespertinos, durante todo el monitoreo. ....	143
Tabla 33. Resultados obtenidos en la prueba de t, para los monitores matutinos y vespertinos, en cada uno de los meses. ....	143
Tabla 34. Parámetros obtenidos en los monitoreos matutinos y vespertinos por puntos de conteo realizados en el mes de diciembre de 2018. ....	146
Tabla 35. Análisis de varianza para Puntos de conteo, diciembre 2018. ....	150
Tabla 36. Parámetros obtenidos en los monitoreos matutinos y vespertinos por puntos de conteo realizados en el mes de enero de 2019. ....	151
Tabla 37. Parámetros obtenidos en los monitoreos matutinos y vespertinos por puntos de conteo realizados en el mes de febrero de 2019. ....	156
Tabla 38. Parámetros obtenidos en los monitoreos matutinos y vespertinos por puntos de conteo realizados en el mes de marzo de 2019. ....	161
Tabla 39. Parámetros obtenidos en los monitoreos matutinos y vespertinos por puntos de conteo realizados en el mes de septiembre de 2019. ....	166
Tabla 40. Parámetros obtenidos en los monitoreos matutinos y vespertinos por puntos de conteo realizados en el mes octubre de 2019. ....	171
Tabla 41. Análisis de varianza para riqueza específica. ....	175
Tabla 42. Análisis de varianza para índice de Simpson. ....	175
Tabla 43. Análisis de varianza para índice de Shannon. ....	175
Tabla 44. Parámetros por puntos de conteo en el monitoreo de diciembre 2018. ....	177
Tabla 45. Parámetros por puntos de conteo en el monitoreo de enero 2019. ....	181
Tabla 46. Parámetros por puntos de conteo en el monitoreo de febrero 2019. ....	185
Tabla 47. Parámetros por puntos de conteo en el monitoreo de marzo 2019. ....	189
Tabla 48. Parámetros por puntos de conteo en el monitoreo de septiembre 2019. ....	193
Tabla 49. Parámetros por puntos de conteo en el monitoreo de octubre 2019. ....	197
Tabla 50. Análisis de varianza para riqueza específica entre puntos de conteo. ....	201
Tabla 51. Análisis de varianza para número de individuos entre puntos de conteo. ....	201
Tabla 52. Análisis de varianza para dominancia e índice de Simpson. ....	201
Tabla 53. Análisis de varianza para Índice de Shannon. ....	202

Tabla 54. Análisis de varianza para índice de Margalef. ....	202
--	-----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escenario Tendencial. Se muestran las interrelaciones de los sectores, destacando aquellos que inciden sobre la conservación. ....	53
Figura 2. Rutas Migratorias de aves acuáticas. Se muestran las cuatro rutas migratorias seguidas por las aves acuáticas en Norteamérica. Elaboración propia, con base en información de Velarde-González et al., 2015 y Berlanga et al., 2010. ....	71
Figura 3. Clasificación de los métodos para medir la diversidad Alfa. Mapa conceptual que muestra los distintos métodos para medir la diversidad alfa, en color verde se resalta los aplicados en este trabajo (modificado de Moreno, 2001).....	87
Figura 4. San Miguel de Allende. Ubicación del Municipio de San Miguel de Allende en el estado de Guanajuato. Elaboración propia. ....	96
Figura 5. Jardín Botánico Charco del Ingenio. Ubicación del Jardín Botánico Charco del Ingenio y delimitación administrativa como Área Natural Protegida. Elaboración propia, con base en información de El Charco del Ingenio AC, 2019. ....	97
Figura 6. Puntos de conteo. Mapa de la Presa Las Colonias que muestra los puntos de conteos establecidos para el trabajo de campo desarrollado. Elaboración propia, 2020. ....	113
Figura 7. Formato prediseñado para la captura de datos en campo. ....	117
Figura 8. Aves registradas en El Charco del ingenio. Fotografías y estatus de protección de las especies presentes en El Charco del Ingenio, NOM-059-2010: A = Amenazadas, P = En peligro de extinción, Pr = Sujetas a protección especial. N/C= No categorizada. IUCN: LC = Least concern, NT= Near threatened, VU= Vulnerable, EN= Endangered, CR= Critically endangered, EW= Extinct in the wild, EX= Extinct. EPC: Especies Prioritarias para la Conservación. ....	126
Figura 9. Abundancia relativa por familias. Gráfica que muestra la abundancia relativa en porcentaje de las familias de aves acuáticas registradas en El Charco del Ingenio. ....	127
Figura 10. Abundancia relativa de anátidos. Gráfica que muestra la abundancia relativa en porcentaje de las especies pertenecientes a la familia Anatidae registradas en El Charco del Ingenio.....	128
Figura 11. Especies más abundantes. Se muestran las cinco especies más abundantes durante todo el periodo en que se realizó el proyecto. ....	129
Figura 12. Especies más abundantes por mes. En la gráfica se muestran las cinco especies más abundantes durante cada uno de los meses de monitoreo. ....	131
Figura 13. Comportamiento y Tendencia de las cinco especies más abundantes. a) se representa el comportamiento de las especies a lo largo del monitoreo; b) se representa la tendencia de las especies de acuerdo con lo observado durante los seis meses de monitoreo.....	133
Figura 14. Especies persistentes. Se muestra la abundancia relativa de las nueve especies que persistieron en los seis meses de monitoreo.....	134
Figura 15. Riqueza específica y Total de Individuos. Gráficas de barras correspondientes a los valores obtenidos de número de especies y número de individuos para cada uno de los meses monitoreados.....	135

Figura 16. Parámetros obtenidos en diciembre 2018. Gráficas con los resultados obtenidos en los siguiente parámetros: riqueza específica, número de individuos, dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef; se representa el análisis de monitoreos matutinos y vespertinos. ....	149
Figura 17. Parámetros obtenidos en enero 2019. Gráficas con los resultados obtenidos en los siguiente parámetros: riqueza específica, número de individuos, dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef; se representa el análisis de monitoreos matutinos y vespertinos. ....	154
Figura 18. Parámetros obtenidos en febrero 2019. Gráficas con los resultados obtenidos en los siguientes parámetros: riqueza específica, número de individuos, dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef; se representa el análisis de monitoreos matutinos y vespertinos. ....	159
Figura 19. Parámetros obtenidos en marzo 2019. Gráficas con los resultados obtenidos en los siguiente parámetros: riqueza específica, número de individuos, dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef; se representa el análisis de monitoreos matutinos y vespertinos. ....	164
Figura 20. Parámetros obtenidos en septiembre 2019. Gráficas con los resultados obtenidos en los siguiente parámetros: riqueza específica, número de individuos, dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef; se representa el análisis de monitoreos matutinos y vespertinos. ....	169
Figura 21. Parámetros obtenidos en octubre 2019. Gráficas con los resultados obtenidos en los siguiente parámetros: riqueza específica, número de individuos, dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef; se representa el análisis de monitoreos matutinos y vespertinos. ....	174
Figura 22. Riqueza específica en diciembre 2018 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de riqueza específica en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias.....	178
Figura 23. Número de individuos en diciembre 2018 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de número de individuos en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias.....	179
Figura 24. Parámetros por puntos de conteo en diciembre 2018. Se muestran las gráficas de los valores obtenidos en los siguientes parámetros: dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef para los siete puntos de conteo. ....	180
Figura 25. Riqueza específica en enero 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de riqueza específica en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias. ....	182
Figura 26. Número de individuos en enero 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de número de individuos en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias.....	183
Figura 27. Parámetros por puntos de conteo en enero 2019. Se muestran las gráficas de los valores obtenidos en los siguientes parámetros: dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef para los siete puntos de conteo.....	184
Figura 28. Riqueza específica en febrero 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de riqueza específica en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias. ....	186
Figura 29. Número de individuos en febrero 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de número de individuos en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias.....	187

Figura 30. Parámetros por puntos de conteo en febrero 2019. Se muestran las gráficas de los valores obtenidos en los siguientes parámetros: dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef para los siete puntos de conteo. ....	188
Figura 31. Riqueza específica en marzo 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de riqueza específica en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias. ....	190
Figura 32. Número de individuos en marzo 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de número de individuos en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias. ....	191
Figura 33. Parámetros por puntos de conteo en marzo 2019. Se muestran las gráficas de los valores obtenidos en los siguientes parámetros: dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef para los siete puntos de conteo. ....	192
Figura 34. Riqueza específica en septiembre 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de riqueza específica en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias. ....	194
Figura 35. Número de individuos en septiembre 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de número de individuos en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias. ....	195
Figura 36. Parámetros por puntos de conteo en septiembre 2019. Se muestran las gráficas de los valores obtenidos en los siguientes parámetros: Dominancia e Índices de Simpson, Shannon y Margalef para los siete puntos de conteo. ....	196
Figura 37. Riqueza específica en octubre 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de riqueza específica en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias. ....	198
Figura 38. Número de individuos en octubre 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de número de individuos en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias. ....	199
Figura 39. Parámetros por puntos de conteo en octubre de 2019. Se muestran las gráficas de los valores obtenidos en los siguientes parámetros: dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef para los siete puntos de conteo. ....	200
Figura 40. Coeficiente de similitud de Jaccard entre meses de monitoreo. Se muestra el dendrograma con los resultado de similitud entre meses de monitoreo de acuerdo con la avifauna acuática presente en cada uno de ellos. ....	204
Figura 41. Coeficiente de similitud de Jaccard entre puntos de conteo. Se muestran los dendrogramas con los resultado de similitud entre puntos de conteo, durante todo el estudio, de acuerdo con la avifauna acuática presente en cada uno de ellos: a) Total de monitoreos, matutinos más vespertinos; b) Monitoreos matutinos; c) Monitoreos vespertinos. ....	206
Figura 42. Mapa de la ADVC El Charco del ingenio 2003. Mapa de elaboración propia con información de Google Earth, empleando una capa del año 2003. ....	224
Figura 43. Mapa de la ADVC El Charco del ingenio 2020. Mapa de elaboración propia con información de Google Satellite, empleando una capa del año 2020. ....	225

## RESUMEN

Se evaluó la comunidad de aves acuáticas que habita en el humedal de El Charco del Ingenio Jardín Botánico y Área Natural Protegida en San Miguel de Allende Guanajuato. El estudio fue realizado durante seis meses, de invierno 2018 a otoño de 2019, mediante observación directa por puntos de conteo fijos. Durante todo el periodo de estudio, se registraron 15, 347 aves pertenecientes a 10 familias y 33 especies. La familia Anatidae presentó la mayor abundancia. De acuerdo con el estatus migratorio de las especies, se identificaron 4 especies residentes, 12 migratorias y 17 migratorias/residentes. De las especies que se registraron, dos se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Anas diazi* ubicado en la categoría de Amenazada (A) y *Tachybaptus dominicus* en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr). Se registró a *Anhinga anhinga* como nueva especie para el estado de Guanajuato, así como, la reproducción de *Anas diazi*, *Tachybaptus dominicus*, *Fulica americana*, *Podilymbus podiceps* e individuos con plumaje de eclipse o juvenil de *Spatula clypeata*. También se aportó información para la Ficha Informativa Ramsar (FIR) en los criterios 2, 4, 5 y 6. El humedal posee una diversidad alta de acuerdo con los resultados obtenidos en el Índice de Simpson y diversidad media de acuerdo con Shannon – Weaver y con Margalef, estos parámetros no son significativamente distintos entre meses según el análisis de varianza aplicado. Existe diferencia entre la riqueza específica observada entre los meses de monitoreo con una  $F=3.107$  y una  $p=0.01308$ , así como en el número de individuos,  $F= 8.634$  y  $p < 0.01$ . La condición general del humedal es favorable para el establecimiento y diversidad de aves acuáticas residentes y migratorias, además de brindarles sitios adecuados para su alimentación, reproducción y estancia durante algún periodo o todo su ciclo de vida.

## SUMMARY

It was assessed the waterfowl community that inhabits at the wetland of the El Charco del Ingenio Botanical Garden and Protected Natural Area, San Miguel de Allende, Guanajuato. The study was conducted over six months, winter 2018 to autumn 2019, through direct observation by fixed count points. Throughout the study period, it was registered 15,347 birds from 10 families and 33 species. The Anatidae family had the greatest abundance. According to immigration status from species, 4 were resident species, 12 were migratory and 17 were migratory/resident. Of the species that was recorded, 2 are into NOM-059-SEMARNAT-2010, *Anas diazi* located in the category of Threatened (A) and *Tachybaptus dominicus* in the category of Subject to Special Protection (Pr). *Anhinga anhinga* was registered as a new specie for the Guanajuato state, as well as the reproduction of *Anas diazi*, *Tachybaptus dominicus*, *Fulica americana*, *Podilymbus podiceps* and individuals with eclipse or juvenile plumage of *Spatula clypeata*. Information was also provided for the Ramsar Fact Sheet (FIR) in criteria 2, 4, 5 and 6. The wetland has a high diversity according to the results obtained with the Simpson index and average diversity according to Shannon – Weaver and Margalef, these parameters are not significantly different between months based on the variance analysis applied. There is a difference between the species richness observed between the months of monitoring with a  $F=3.107$  and a  $p=0.01308$ , as well as, the number of individuals,  $F= 8.634$  y  $p < 0.01$ . The general condition of the wetland is favorable for the establishment and diversity of waterfowl, in addition to providing them with suitable places for feeding, reproduction and stay for some period or their entire life cycle.



# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

Los humedales son considerados de suma importancia por el gran aporte que tienen en la mitigación y adaptación frente al cambio climático, fungir como sumideros de carbono y estabilizadores climáticos en una escala global (Marín *et al.*, 2011). Además de proporcionar otros servicios ecosistémicos como es el de provisión de alimento, suministro de agua dulce, belleza escénica, por mencionar algunos, con los cuales la población humana se ve beneficiada de manera directa o indirecta.

Dentro de los humedales se encuentra un gran número de endemismos, además de proporcionar alimento, hábitat y zonas de crianza para diferentes especies de vertebrados terrestres tal es el caso de las aves acuáticas migratorias y residentes (SEMARNAT, 2019).

México ocupa el doceavo lugar mundial en cuanto a número de especies de aves acuáticas, aproximadamente 1,119, con un número importante de aves de origen neártico y neotropical, así como un número considerable de especies endémicas (CONABIO, 2020).

Las aves contribuyen en gran medida al equilibrio y mantenimiento de los ecosistemas, al ser polinizadoras, dispersoras de semillas y controladoras de plagas y otras poblaciones de vertebrados de menor tamaño, ya que algunas de ellas basan su alimentación en el consumo de insectos y pequeños roedores (Ortega-Álvarez R. *et al.*, 2012). Algunas especies de aves son indicadores de la calidad del ambiente al responder a cambios como pérdida del hábitat, contaminación, entre otros (Wiens, 1994).

Las actividades agrícolas han causado en cierta medida la modificación, fragmentación y pérdida de los hábitats impactando de manera negativa a la biodiversidad (Foley *et al.*, 2005). Además, la modificación del paisaje y de la estructura de la vegetación afecta la riqueza y abundancia de aves (Heikkinen *et al.*, 2004).

El monitoreo de aves es una actividad que se efectuada ampliamente a nivel mundial, ya sea con fines recreativos o de investigación. Pueden ser encontradas en todos los ambientes y su monitoreo es fácilmente costeable.

Debido a los antecedentes mencionados surge el interés de los investigadores por el estudio de la comunidad de aves acuáticas tanto residentes como migratorias que habitan

en el humedal de La Presa las Colonias del ANP Charco del Ingenio, para analizar su estructura y función y así para obtener información que faciliten encaminar esfuerzos tanto a nivel social como legal para el correcto aprovechamiento de esta zona, con la finalidad de conservar y preservar la ornitofauna, así como especies vegetales o animales asociadas favoreciendo el mantenimiento del equilibrio ecológico y así contribuir al entendimiento del funcionamiento de un humedal y los posibles cambios que sufre por actividades entrópicas y cambio climático, así como la diversidad y riqueza de las comunidades de aves, se analizará la estructura avifaunística.

Con el presente trabajo se aporta información relevante acerca de la biodiversidad de especies que se encuentran dentro del humedal ubicado dentro de El Charco del Ingenio, centrándose en las comunidades de aves acuáticas.

El correcto monitoreo, análisis de datos y bases científicas bien establecidas, permitirá demostrar cuantas especies dependen de la preservación del humedal para completar alguna fase de su ciclo biológico o mantener su diversidad, así como determinar el estatus de protección de las especies encontradas y la dinámica de las especies tanto residente como migratorias a lo largo de un periodo de tiempo.

Permitiendo aportar información para la propuesta de inclusión de El Charco del Ingenio dentro de la Lista de Humedales de Importancia Internacional (sitio Ramsar), y así impulsar el uso racional de los recursos y resaltar la importancia de su preservación, al incluir a la población de dicho lugar en un modelo de desarrollo sustentable promoviendo la creación de programas, normas, leyes, así como su correcta aplicación.

## CAPITULO II

### 1.Marco Teórico

#### 1.1. Humedales

El agua es indispensable para la vida en la Tierra. El agua dulce, además de beberse, es utilizada para el saneamiento, la agricultura, el transporte, la generación de electricidad y la recreación. Los hábitats de agua dulce, tal como lagos, ríos, arroyos y humedales, son hogar de más del 10% de todos los animales y alrededor del 50% de todas las especies de peces que conocemos hasta hoy. (WWF, 2018)

Los humedales -lugares donde la tierra está cubierta por agua dulce, salada o salobre- son un tipo de hábitat de agua dulce que a menudo es pasado por alto. Sin embargo, representan la infraestructura con la que cuenta nuestro planeta para tratar las aguas residuales y almacenar carbono. Además, son clave para la seguridad alimentaria. Entre 300 y 400 millones de personas viven cerca de los humedales y dependen de ellos. Los humedales sustentan el cultivo del arroz, alimento básico en la dieta de la mitad de la población mundial y ayudan a controlar las inundaciones, limpiar el agua, proteger el litoral y proveer materia prima, medicamentos y hábitat. (Ibidem)

Se estima que desde 1900, más de la mitad de los humedales del mundo han desaparecido a pesar del gran valor que tienen para la humanidad. WWF está trabajando para conservar y proteger estos valiosos hábitats. (Ibidem)

Se calcula que México posee únicamente el 0.6% de los humedales a nivel mundial, aproximadamente 3,318,500 hectáreas de humedales, de éstos 1,479,800 hectáreas corresponden a humedales costeros y 1,751,500 hectáreas a humedales continentales, incluyendo humedales artificiales. A pesar de la importancia de los humedales y de las funciones, valores y beneficios que generan para el hombre, éstos se encuentran entre los ecosistemas mayormente amenazados, principalmente por actividades de origen antropocéntrico como la contaminación, modificación de los patrones hidrológicos, modificación por sobreexplotación, entre otras.

Es sabido que una de las funciones más conocidas de los humedales es aquella de brindar hábitat para las aves. El hombre conoce de la relación entre las aves y estos sitios desde hace miles de años, evidencia de este hecho se ha encontrado en forma de pinturas en cuevas y artefactos que denotan aves dentro del agua. Asimismo, la tradición oral de

muchos pueblos cuenta de la relación del ser humano con las aves y el agua ya sea a través de la cacería, recolección de huevos y demás productos que podemos recibir de estos ambientes o las aves.

Los humedales son hábitats importantes para las aves ya que estas los utilizan para la reproducción, anidación y cría de polluelos. Además, las aves los utilizan como fuente de agua, alimento, descanso e interacciones sociales. Algunas aves acuáticas como las pertenecientes a la familia Podicipedidae, se han adaptado tanto a la vida en los humedales que la sobrevivencia de algunas especies depende directamente de la disponibilidad de ciertos tipos de estos ecosistemas dentro de su distribución geográfica. Otras especies como *Anas acuta* o *Mareca americana*, utilizan los humedales durante cierta parte de sus vidas.

La relación entre los humedales y las aves está forjada por muchos aspectos, estos incluyen el acceso, profundidad y calidad del agua, la disponibilidad de alimento y abrigo, así como la presencia o ausencia de depredadores. Las aves que utilizan humedales para reproducción dependen de los atributos físicos y biológicos de estos ecosistemas.

El valor de un humedal para una especie de ave es afectado por la presencia de agua superficial o al menos de suelos húmedos, así como la duración y temporada de anegación. El agua puede estar presente durante todo el año, una o más temporadas, por inundación de mareas o de forma temporal por el régimen de lluvias. En algunos momentos el agua podría no estar presente en la superficie, pero podría estar lo suficientemente cercana a esta para mantener la vegetación circundante y en consecuencia mantener el alimento para las aves.

La disponibilidad del agua es importante para las aves dentro de un humedal, sin embargo, no es el único factor que determinará si las aves estarán presentes o no, o en que cantidades o de qué manera usarán el humedal. Otros factores determinantes incluyen la temperatura y profundidad del agua, la presencia o ausencia de vegetación, así como la distribución el tipo de plantas, el acceso al alimento, la química del agua, el tipo de suelo y la localización geográfica del humedal. Cualquier variación en estas características causará cambios sutiles pero definitivos en el uso que las aves den a estos sitios.

Los humedales brindan alimento a las aves en forma de plantas, animales vertebrados e invertebrados. Algunas especies buscan alimento en los suelos del humedal, mientras que

otras encuentran el suyo en la columna de agua y otras se alimentan de los animales que habitan en las plantas.

La ubicación geográfica de un humedal puede determinar cómo y cuándo las aves utilizarán esta o terrenos adyacentes. En el hemisferio norte o en sitios elevados en donde los humedales durante el invierno se encuentran cubiertos de hielo y por lo tanto están fuera de servicio para las aves adaptadas a alimentarse de peces, invertebrados acuáticos o vegetación sumergida, por lo que estas especies se ven en la necesidad de migrar a zonas de mayor temperatura para suplir sus necesidades básicas.

Muchos humedales se encuentran a lo largo de las rutas migratorias de estas especies acuáticas y demás especies migratorias y brindan un abrigo y descanso temporal para las aves en su largo viaje. Estas aves permanecen cierta cantidad de tiempo en estos sitios antes de continuar con su viaje y si las condiciones lo ameritan permanecen durante toda la temporada.

Para la mayor parte de las aves dependientes de humedal, la pérdida de hábitat en sitios de reproducción se traduce directamente en reducción poblacional. A medida que los humedales son destruidos, las aves se mueven a hábitats menos apropiados, por lo que las aves que se reproducen en estos sitios presentan nidadas más pequeñas y la mortalidad de las crías tiende a ser mayor. Y en consecuencia, las aves que se reproducen en sitios degradados no contribuyen al mantenimiento de poblaciones saludables a largo de los años.

La pérdida de humedales debido a la conversión del uso del suelo es una preocupación para muchas personas, pero la degradación lenta y sistemática de humedales presenta los mismos efectos negativos sustanciales sobre las poblaciones de aves y demás vida silvestre.

A pesar de que en este caso, el humedal no es destruido completamente, los resultados negativos a la larga son los mismos. La degradación puede tomar muchas formas como ser la introducción de especies exóticas para producción como ser la tilapia, camarón, palma africana entre otras, introducción de químicos que aumenta la producción de algas y en consecuencia cambios en toda la columna de agua y por último, el cambio en la vegetación lo cual cambia drásticamente las poblaciones de animales desplazando a unas y atrayendo a otras especies.

### 1.1.1. Definición

Un humedal es una zona en donde la biodiversidad y las condiciones ambientales son controladas principalmente por el agua. Se encuentran donde la capa freática se halla en la superficie terrestre o cerca de ella, donde la tierra está cubierta por aguas poco profundas (Ramsar, 2019). Es decir, son porciones de tierra inundables ya sea de manera permanente o temporal, integrando uno de los ecosistemas más productivos que posee gran biodiversidad y múltiples interacciones ecológicas.

Se considera como humedal a pantanos, turberas, llanuras de inundación, ríos, lagos, áreas costeras tales como marismas, manglares, praderas de pastos marinos, pero también arrecifes de coral y otras áreas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros, así como humedales artificiales tales como estanques de tratamiento de aguas residuales y embalses (Ramsar, 2006).

### 1.1.2. Tipos de humedales

De acuerdo con el Centro Regional para el hemisferio occidental (CREHO, 2019), los humedales se pueden clasificar en seis categorías dominantes, de acuerdo con su predominación en las regiones (*Tabla 1*).

**Tabla 1. Tipos de Humedales**

Tipo	Características
Ribereños	Adyacentes a ríos y arroyos.
Artificiales	Estanques de cría de peces y camarones.
	Presas.
	Estanques de granjas.
	Tierras agrícolas de regadío.
	Depresiones inundadas en salinas.
	Embalses.
	Estanques de grava.
	Piletas de agua residual.
	Canales.
Palustres	Marismas.
	Pantanos.
	Ciénegas.
Lacustres	Asociados a lagos.
Marinos	Marismas de mareas.
	Manglares.
	Lagunas costeras.

Tipo	Características
	Costas rocosas.
	Pastos marinos.
	Arrecifes de coral.
Estuarinos	Deltas.

Fuente: Elaboración propia, con base en información de CREHO, 2019

### 1.1.3. Clasificación general

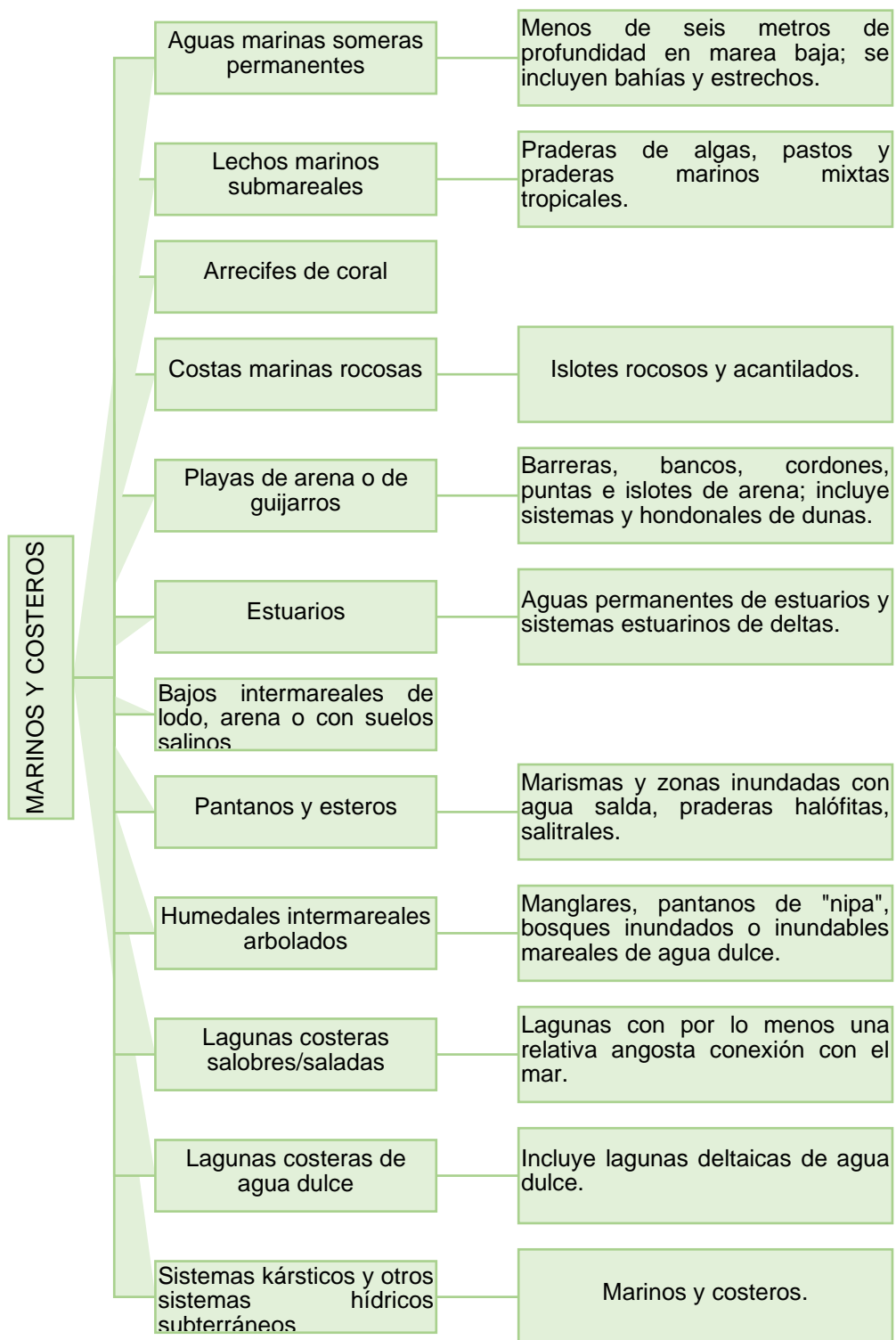
Existen entre 16 y 18 sistemas de clasificación para los humedales, los cuales, han sido comparados y analizados en distintos artículos. Las clasificaciones con más relevancia son las propuestas por Cowardin *et al.* (1979), y la del Convención de Ramsar, añadiendo características geomorfológicas e hidrológicas; también consideradas como aproximaciones hidrogeomórficas (Berlanga-Robles *et al.*, 2004, Brison, 2004, Citrón-Molero *et al.*, 2004). También se menciona el sistema de Semeniuk y Semeniuk (1995); ya que estas tres clasificaciones son la base de todas las propuestas (Berlanga-Robles, Ruiz-Luna y Espino, 2008).

#### 1.1.3.1 Sistema de clasificación Ramsar

En el año 1990, la Conferencia de las Partes Contratantes, aprobó la recomendación 4.7 la cual era un Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales, posteriormente fue enmendada por la Resolución VI.5 y VII.11.

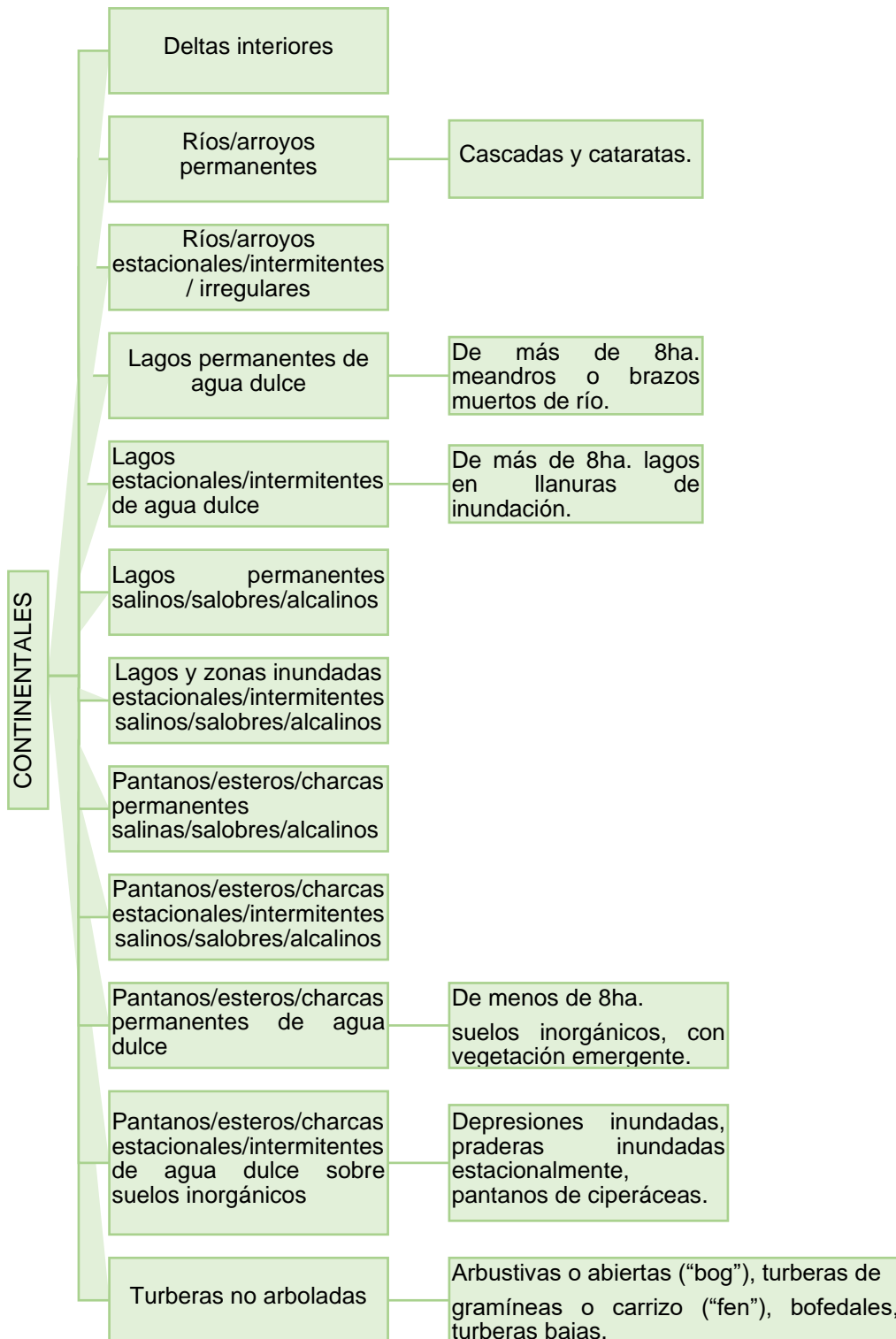
Este sistema, propone 42 tipos de humedales, dentro de una clasificación rápida la cual puede ser utilizada en campo de manera eficiente dando una perspectiva general del tipo de humedal predominante en la zona de estudio (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013).

A continuación, se presentan cuatro cuadros que se han modificado de datos de la Secretaría de la Convención de Ramsar (2013), donde se muestra la clasificación de los humedales y sus características principales (*Cuadro 1, 2, 3 y 4*).

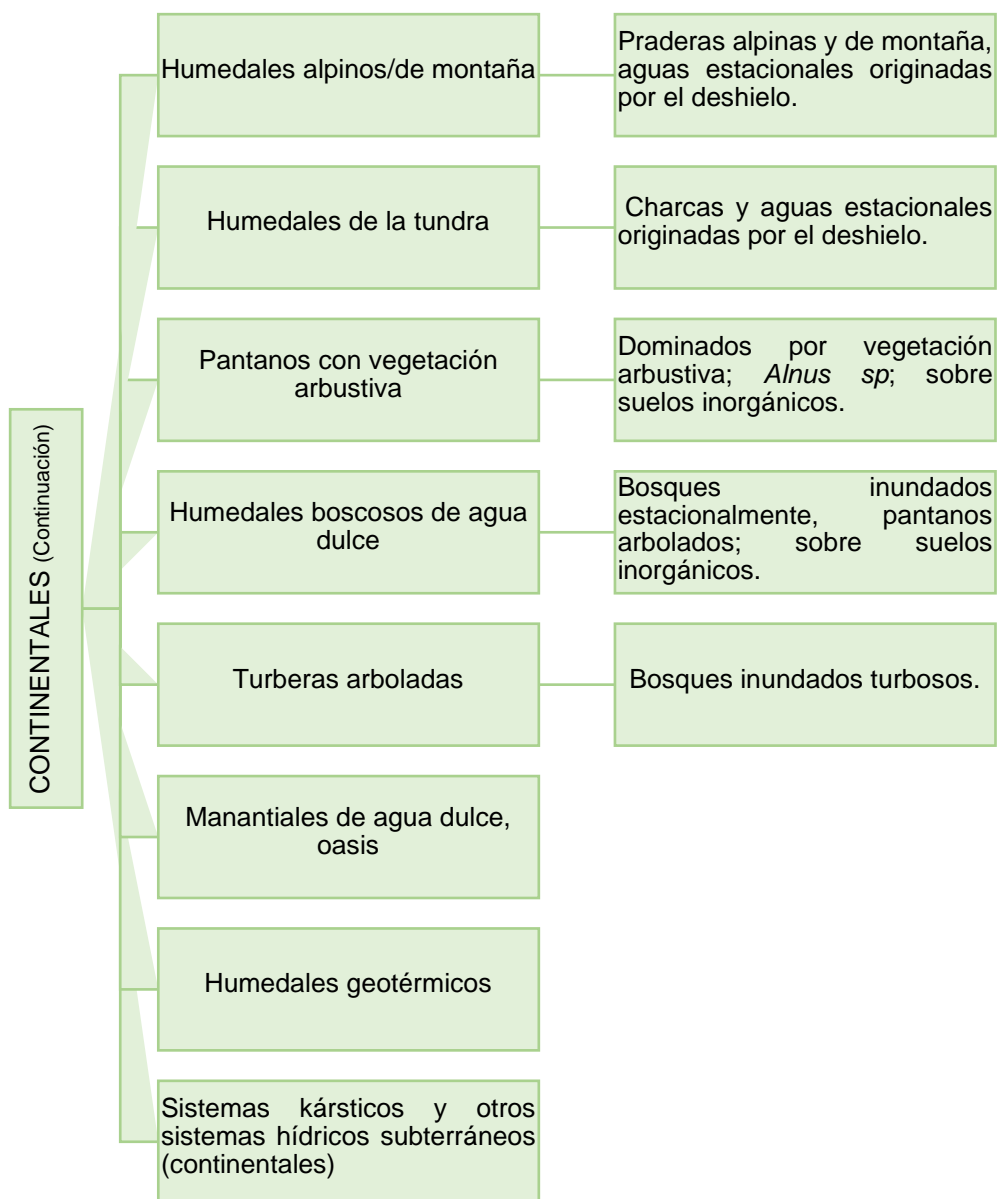


**Cuadro 1. Humedales Marinos y Costeros, clasificación Ramsar. Elaboración propia, con base en información de Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013.**

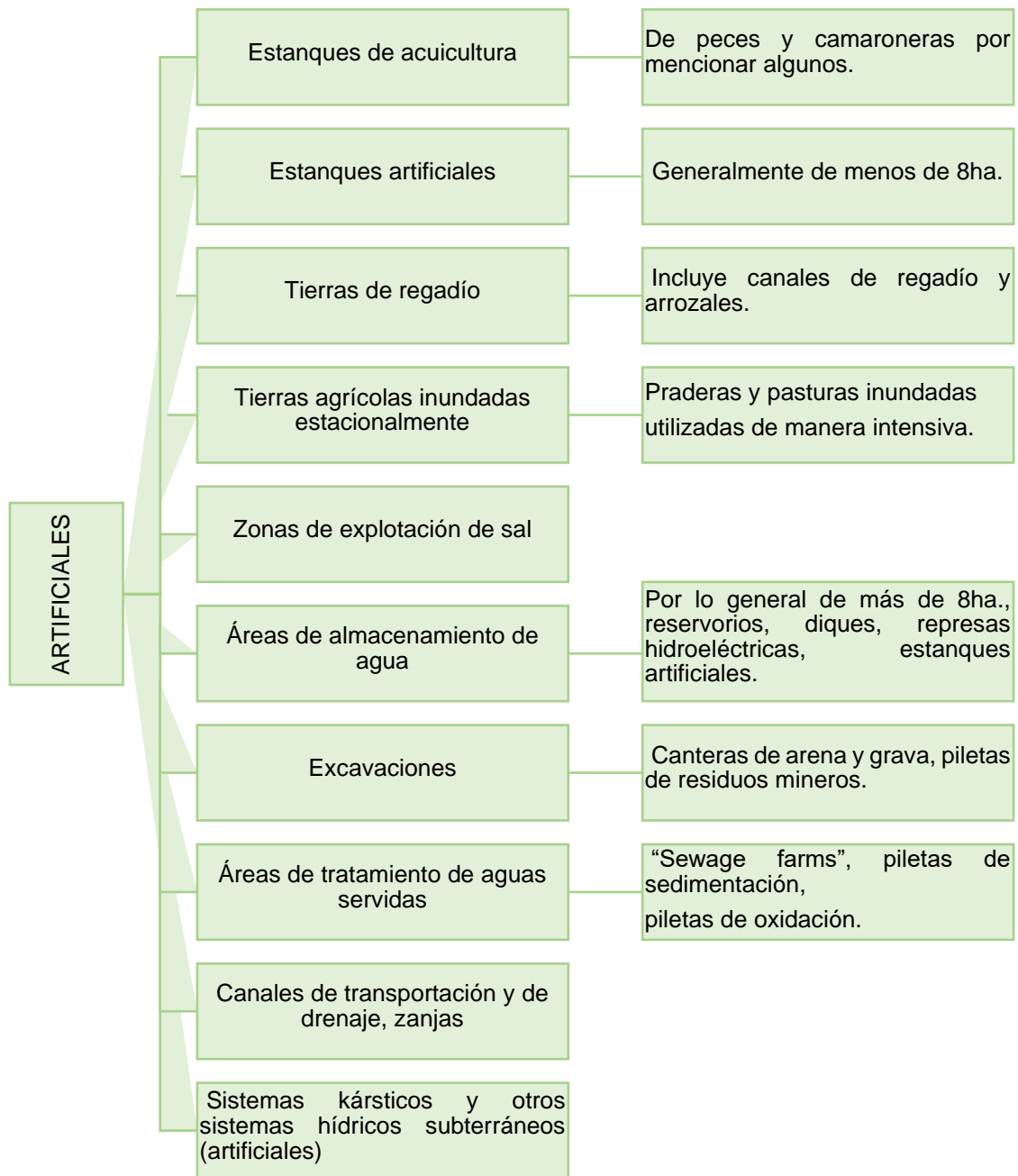




**Cuadro 2. Humedales Continentales, clasificación Ramsar (1er. Parte). Elaboración propia, con base en información de Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013**



**Cuadro 3. Humedales Continentales, clasificación Ramsar (2<sup>da</sup>. Parte). Elaboración propia, con base en información de Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013.**



**Cuadro 4. Humedales Artificiales, clasificación Ramsar. Elaboración propia, con base en información de Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013.**

#### **1.1.4. Características físicas de los humedales**

Las características principales de un humedal son el agua, sustrato (características fisicoquímicas) y la vegetación, siendo el agua el más importante ya que sin esta los otros dos factores no podrían desarrollarse (Lewis, 1995):

- Agua. Las condiciones hidrológicas son la base para la formación y mantenimiento de los humedales, por lo tanto, es importante la evaluación de este factor mediante tres factores: la duración de la saturación y su relación con la temporada de crecimiento, la profundidad crítica para la saturación, y la frecuencia de saturación. Es decir, todos relacionados con la profundidad o nivel de inundación del humedal. Al estar en contacto con la tierra, controla el ambiente y la biodiversidad asociada.
- Sustrato. En la mayoría de los humedales se presenta un suelo con falta de oxígeno o bajo potencial redox, los suelos hídricos no cuentan con suficientes indicadores para ser clasificados en campo. De acuerdo con CREHO (2019), deben ser suelos hidromórficos y no drenados de manera temporal o permanente.
- Vegetación. Es de tipo hidrofítica, la cual varía de acuerdo con la adaptación que tienen las condiciones o características tanto del agua como del sustrato.

#### **1.1.5. Elementos bióticos y abióticos de un humedal**

Los humedales constituyen ecotonos de transición entre ambientes puramente terrestres y acuáticos, donde se lleva a cabo una fuerte interacción entre estos y la radiación solar. Permitiendo el desarrollo de ecosistema con características propias y diferentes a las del entorno que los rodea (Paracuellos *et al.*, 2007).

Debido a sus características los humedales poseen flora y fauna características con adaptaciones propias a dichos ambientes, conformando una red trófica muy compleja.

La fauna más evidente dentro de un humedal es la constituida por aves acuáticas de diferentes familias, residentes y migratorias, ya que México es un sitio de descanso y residencia temporal para aves que realizan migraciones de norte a sur; los humedales fungen como bebederos para mamíferos de pequeñas, medianas y grandes especies.

### **1.1.6. Importancia de los humedales**

Debido a que los humedales son ecosistemas involucrados en distintos procesos ecológicos y ambientales, cumplen roles de gran importancia tanto para la biodiversidad que en ellos habita como para el hombre. Entre los que se pueden mencionar (Ginzburg *et al.*, 2005):

- Amortiguar inundaciones, debido a que almacena el exceso de agua en temporada de lluvia.
- Recarga de acuíferos, al encontrarse el agua almacenada de manera temporal o permanente, esta se puede infiltrar hacia la capa freática, al mismo tiempo se purifica.
- Filtros naturales de sedimentos suspendidos, nutrientes y sustancias contaminantes, mediante la deposición de estos.
- Moderadores del microclima local, propiciando condiciones ambientales completamente diferentes a las que se presentan en la zona donde se encuentra el humedal.
- Sumidero de carbono, acumulan una gran cantidad de biomasa vegetal la cual almacena grandes cantidades de materia orgánica (Marin *et al.*, 2011).
- Reservorios de biodiversidad, con gran concentración de biodiversidad en distinto estatus de protección, endémicas, residentes y migratorias, a las cuales les proporcionan, refugio, alimento, hábitat y zonas de crianza y reproducción. (SEMARNAT, 2019).

Otro tema por rescatar al hablar de la importancia de los humedales es el de servicios ecosistémicos, que de acuerdo con la U.S. EPA (2004), son todas las funciones o procesos ecológicos que ya sea de forma directa o indirectamente contribuyen al bienestar humano o tienen un potencial para hacerlo en el futuro. Enlistando los más importantes a continuación:

- Aprovisionamiento. De agua dulce, alimento, combustibles como leña u otros recursos genéticos.
- Regulación. De clima, polinización, así como regulación y saneamiento de agua.
- Soporte. Producción primaria, reciclaje de nutrientes y formación de suelo.
- Culturales. Herencia cultural, espiritual y religioso, recreativo, turístico, educativo e inspiración (Camacho-Valdés *et al.*, 2012).

### 1.1.6.1 Servicios ecosistémicos que brindan los humedales

Los humedales proporcionan servicios vitales para el bienestar humano y en muchas zonas al ocupar grandes extensiones aseguran el suministro de alimento, la calidad de vida y la mitigación de la pobreza. Estos servicios se muestran en los siguientes cuadros, los cuales se tomaron y modificaron de Evaluación de los Ecosistemas de Milenio (2005) (Cuadro 5 y 6).



**Cuadro 5. Servicios ecosistémicos brindados por los humedales (1<sup>er</sup>. Parte).** Elaboración propia, con base en información de Evaluación de los Ecosistemas de Milenio, 2005.



**Cuadro 6. Servicios ecosistémicos brindados por los humedales (2<sup>da</sup>. Parte). Elaboración propia, con base en información de Evaluación de los Ecosistemas de Milenio, 2005.**

La importancia o magnitud del servicio ecosistémico dependerá del humedal cual esté siendo evaluado y del conocimiento que se tenga de dicho servicio (EEM, 2005).

## 1.2. Marco Legal Nacional

El sistema jurídico mexicano está conformado por la Constitución Política, Leyes de corte Federal y Estatal y sus Reglamentos, diversos Códigos de los que se desprenden permisos,

licencias y autorizaciones, además de Normas Oficiales Mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos , así como por Normas Mexicanas mediante las cuales se determinan métodos y pautas de regularización y control de actividades y/o rubros (agua, aire, contaminación, residuos, vida silvestre, exploración, etc.) estratégicos de interés.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente emitida en 1988, para la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Las disposiciones de esta Ley son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases entre otros para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación; La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente; la preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.

En el artículo 2o.- Menciona aquellos temas que se consideran de utilidad pública, destacando el establecimiento, protección y preservación de las áreas naturales protegidas y de las zonas de restauración ecológica; la formulación y ejecución de acciones de protección y preservación de la biodiversidad del territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, así como el aprovechamiento de material genético;

Considerando que la zona de estudio actualmente es un Área Natural Protegida, aplica la legislación correspondiente a esta temática que comprende a la Ley General del Equilibrio Ecológico y al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas, que se mencionaran más adelante.

En Ley de Aguas Nacionales define a los humedales como zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénegas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional, las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos. Por otra parte, la Convención Ramsar hace uso de una definición más amplia ya que además de



considerar a pantanos, marismas, lagos, ríos, turberas, oasis, estuarios y deltas, también considera sitios artificiales como embalses y salinas y zonas marinas próximas a las costas cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros, los cuales pueden incluir a manglares y arrecifes de coral.

En el artículo 86 bis 1, se indica que para la preservación de los humedales que se vean afectados por los regímenes de flujo de aguas nacionales, se actuará a través de los Organismos de Cuenca, o por sí, en los casos previstos en la Fracción IX del Artículo 9 de esta Ley, que quedan reservados para la actuación directa de la Comisión Nacional del Agua.

En el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales se indica en el artículo 23.que la programación hidráulica precisará los objetivos nacionales, regionales y locales de la política en la materia; las prioridades para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, así como para la conservación de su cantidad y calidad; los instrumentos para la implantación de las acciones programadas; los responsables de su ejecución; y el origen y destino de los recursos requeridos, para lo cual tomará en cuenta en particular la fracción VIII, en donde se tiene que los programas, estudios y proyectos sobre las medidas necesarias para la conservación y restauración de los ecosistemas acuáticos, incluyendo los humedales y las interacciones para la conservación y manejo de las cuencas alimentadoras de las aguas nacionales;

Otros ordenamientos que aplican son la Ley General de Vida Silvestre y el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre, cuyo objeto es la protección y reglamentación de la Vida Silvestre.

En el Artículo 3, se indica en varias fracciones, la temática referente a los procesos que se desarrollan en el humedal:

IX. Conservación: La protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats, las especies y las poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo.

XVI. Ejemplares o poblaciones nativos: Aquellos pertenecientes a especies silvestres que se encuentran dentro de su ámbito de distribución natural.

XX. Especies y poblaciones en riesgo: Aquellas identificadas por la Secretaría como probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial, con arreglo a esta Ley.

XXI. Especies y poblaciones migratorias: Aquellas que se desplazan latitudinal, longitudinal o altitudinalmente de manera periódica como parte de su ciclo biológico.

Dentro del marco jurídico, se cuenta con Normas Oficiales Mexicanas que, al ser de carácter federal, tienen aplicación en los humedales:

Norma	Aplicación
<p><b>NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo</b></p>	<p>En México se han registrado 204 especies de aves acuáticas que habitan en humedales continentales, de las cuales 47 se encuentran enlistadas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (CONABIO, bases de datos AVERAVES y AVESMX).</p> <p>Los ecosistemas acuáticos del Eje Volcánico Transversal son un componente vital en la ruta de aves migratorias que vienen de Canadá y E.E.U.U. Las principales familias son: Podicipedidae, Anatidae, Ardeidae, Rallidae, Pelecanidae, Phalacrocoracidae, Threskiornithidae, Recurvirostridae, Jacanidae, Scolopacidae, Phalaropodidae, Laridae y Alcedinidae (Lara-Lara <i>et al.</i>, 2008a).</p> <p>La población invernante de aves acuáticas migratorias en México se distribuye en el 38% en la zona costera del Pacífico, en los humedales de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit; en el 35% de la zona costera del Golfo de México, en Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán; en el 11% de las tierras altas del Norte, en Chihuahua y Durango; y en el Centro del país, en los estados de Guanajuato, Jalisco y Michoacán (Carrera y de la Fuente, 2003).</p>
<p><b>NOM-022-SEMARNAT-2003. Establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.</b></p>	<p>Básicamente la norma aplica a humedales costeros, pero se considera importante mencionar que para esta zona el numeral 4.37, es relevante ya que menciona que: “Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello”.</p>
<p><b>NOM-001-SEMARNAT1996.</b></p>	<p>El agua que llega a este humedal deberá tener parámetros que estén dentro de esta norma, ya que es un bien nacional.</p>

<p><b>Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales</b></p>	<p>Actualmente existen varias fuentes de descarga de aguas residuales que no están cumpliendo con la normatividad</p>
--	---

### **1.2.1. Áreas Naturales Protegidas**

De acuerdo con el Artículo 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente un Área natural protegida es aquella zona del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en esta Ley.

Teniendo como conocimiento, que las Áreas Naturales Protegidas están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley, específicamente con las disposiciones del Título Segundo de la LGEEPA sobre Biodiversidad, en el Capítulo I del artículo 44 al 77 bis se establece el marco jurídico al que están sujetas estas áreas.

Específicamente en lo que se establece en el artículo 44, en el que se dispone la zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en los que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en la Ley y los demás ordenamientos aplicables, considerando de acuerdo al artículo 46 de la misma Ley que son competencia federal las áreas naturales protegidas comprendidas como:

- a) Reservas de la biosfera;
- b) Parques nacionales;
- c) Monumentos naturales;
- d) Áreas de protección de recursos naturales;
- e) Áreas de protección de flora y fauna;
- f) Santuarios;

- g) Parques y Reservas Estatales, así como las demás categorías que establezcan las legislaciones locales;
- h) Zonas de conservación ecológica municipales, así como las demás categorías que establezcan las legislaciones locales, y
- i) Áreas destinadas voluntariamente a la conservación.

La primera ANP del país, se crea en 1917 denominándola “Parque Nacional Desierto de los Leones”, desde entonces las tendencias conservacionistas se mantuvieron durante mucho tiempo con la Figura de “Parques Nacionales” (García, 2011). Dentro de esta tendencia se adoptaron las ideologías de una conservación de protección estricta donde se excluían en la toma de decisiones a las comunidades locales y se les despojaba del derecho al uso de los recursos naturales en las áreas protegidas. Teniendo este enfoque y al no contar con un marco jurídico y administrativo desarrollado en materia ambiental, ni con bases institucionales pertinentes, el gobierno federal no logró un efecto real de los decretos (Paré y Fuentes, 2007).

En las décadas posteriores, la administración de las ANP’s pasó de una institución gubernamental a otra, primero al Departamento Forestal, Caza y Pesca, luego a la Secretaría de Agricultura y Ganadería, posteriormente a la SAHOP4 en los años 60’s y 70’s, a la SEDUE en 1982, al Instituto Nacional de Ecología en 1995 y finalmente a la SEMARNAT6 en el año 2000 (Paré y Fuentes, 2007; González, Cortés, Íñiguez y Ortega, 2014).

A finales de los 70’s se implementó la propuesta de la creación de ANP’s con un enfoque de Reservas de la Biosfera (Reserva Mapimí y Michilía en Durango; Montes Azules en Chiapas) con lo cual se abrieron las puertas para la vinculación de las reservas con las problemáticas sociales y económicas de la población local, la participación de los habitantes en la gestión de las ANP’s y la colaboración de instituciones de investigación y educativas (ibídem). Por ello la apropiación de esta visión integral de gestión, se pretende considerar los aspectos ambientales y socioeconómicos para la implementación de mejores estrategias de restauración y conservación en el presente trabajo.

### **1.2.1.1. Áreas destinadas voluntariamente a la conservación**

Las Áreas destinadas voluntariamente a la conservación, fueron incorporadas como una forma de área natural protegida en mayo del 2008, y de acuerdo con el artículo 55 bis son aquellas “que pueden presentar cualquiera de las características y elementos biológicos señalados en los artículos 48 al 55 de la presente Ley; proveer servicios ambientales o que por su ubicación favorezcan el cumplimiento de los objetivos previstos en el artículo 45 de la Ley. Para este efecto, la SEMARNAT emitirá un certificado, en los términos de lo previsto por la Sección V de la misma Ley.

El establecimiento, administración y manejo de las áreas destinadas voluntariamente a la conservación se sujetará a lo previsto en la Sección V del Capítulo del Título Segundo de la Ley.

Para el establecimiento, administración y manejo de áreas destinadas voluntariamente a la conservación se tienen una serie de requisitos que se indican en el artículo 77 bis, en la fracción I, se indican los requisitos que se deben consignar en la solicitud, uno de los incisos muy importantes de este documento es el “g”, el cual requiere la estrategia de manejo de acuerdo con una zonificación del área.

Una vez aprobada la solicitud se expedirá el certificado el cual contiene el nombre del propietario; la denominación, ubicación, superficie y colindancias del área; las características físicas y biológicas generales y el estado de conservación del predio, que sustentan la emisión del certificado; la estrategia de manejo; los deberes del propietario, y la vigencia del certificado.

De acuerdo con la CONANP (2019) son Áreas Naturales Protegidas de gran riqueza natural que pueblos indígenas, organizaciones sociales y personas físicas o morales han destinado de manera voluntaria a la conservación ambiental, y poseen características biológicas y ecológicas similares a las de una Reserva de la Biosfera, Parque Nacional o Área de Protección de Flora y Fauna; y que son fundamentales para ampliar la superficie protegida del país y preservar los recursos naturales.

Los beneficios de certificar a las áreas destinadas voluntariamente a la conservación permiten un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, proporciona un blindaje frente al desarrollo de proyectos y obras públicas, así como la mitigación y adaptación ante los efectos del cambio climático; se obtiene un mejoramiento de infiltración,

calidad y cantidad de agua y se da un fortalecimiento del tejido social y la gobernanza local y regional. (CONANP, 2019).

México cuenta con 351 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación en 24 entidades federativas, sumando 550,901 hectáreas donde participan aproximadamente 86,000 personas. En el Estado de Guanajuato solamente hay dos de estas áreas y una es el Jardín Botánico El Charco del Ingenio, en San Miguel de Allende, con el registro CONANP-374/2014, teniendo certificados 66.12 has de Matorral Xerófilo, Bosque Espinoso, Vegetación acuática, Bosque de Galería por un periodo de 99 años.

### **1.2.2. Autoridad administrativa en materia de Áreas Naturales Protegidas y Humedales**

La autoridad administrativa para el manejo de las Áreas Naturales Protegidas y Humedales es la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que a través de diferentes oficinas con diversas atribuciones se encarga del mejor manejo y uso de estos.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra actualmente 182 áreas naturales de carácter federal que representan 90,839,521.55 hectáreas y apoya 339 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, con una superficie de 506,912 hectáreas. Asimismo, administra 142 sitios Ramsar con una superficie de 8,643,581.516 hectáreas.

En el año 1988, se decretó la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA). En noviembre de 2012 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Reglamento Interior de la SEMARNAT, en cuyas disposiciones se dan diferentes atribuciones a la CONANP.

En el artículo 70 y con respecto a las áreas naturales protegidas se tiene:

- I. Fomentar y desarrollar actividades tendentes a la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad en las áreas naturales protegidas, en sus zonas de influencia, en las áreas de refugio para proteger especies acuáticas y otras especies que por sus características la Comisión determine como prioritarias para la conservación;
- II. Formular, ejecutar y evaluar los programas de subsidios para fomentar el desarrollo de actividades prioritarias de interés general que permitan proteger,

- manejar y restaurar los ecosistemas y su biodiversidad a través de las comunidades rurales e indígenas ubicadas en zonas marginadas dentro de las áreas naturales protegidas, en sus zonas de influencia y otras regiones que por sus características la Comisión determine como prioritarias para la conservación;
- III. Ejecutar y promover en las áreas naturales protegidas, en sus zonas de influencia, en las áreas de refugio para proteger especies acuáticas y otras especies que por sus características la Comisión determine como prioritarias para la conservación, los programas especiales, productivos o de cualquier otra naturaleza que se prevean en el Presupuesto de Egresos de la Federación, o en otras disposiciones jurídicas;
  - VII. Participar con las autoridades competentes en la promoción y definición de acciones y programas de conocimiento y cultura para la conservación; así como en materia de áreas naturales protegidas, de áreas de refugio para proteger especies acuáticas y especies en riesgo;
  - VIII. Promover y participar con las autoridades competentes en acciones de capacitación y asistencia técnica en materia de áreas naturales protegidas, de áreas de refugio para proteger especies acuáticas y de especies prioritarias para la conservación, que fortalezcan el crecimiento y desarrollo de las comunidades rurales e indígenas;
  - IX. Proponer la transferencia de funciones y recursos hacia los gobiernos de las entidades federativas y municipios en materia de áreas naturales protegidas;
  - X. Promover la participación de la sociedad en materia de áreas naturales protegidas, de áreas de refugio para proteger especies acuáticas y de especies en riesgo;

En relación con los humedales se indica en la fracción XIV la acción de “Fungir como autoridad designada ante la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas y coordinarse con las unidades administrativas competentes de la Secretaría y otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para aplicar los lineamientos, decisiones y resoluciones derivados de los acuerdos y compromisos adoptados en dicha Convención, con la participación que, en su caso, corresponda a la Unidad Coordinadora de Asuntos Internacionales”.

Dentro de este mismo artículo y sobre los humedales aplican también las fracciones III, VII, VIII y X, que están dentro del rubro de Áreas Naturales protegida y se tiene, además:

- XIII. Elaborar los programas de protección y administrar las áreas de refugio para proteger especies acuáticas;

Y en el artículo 73, fracción VII: “Coordinar la ejecución de las acciones necesarias para dar cumplimiento a los compromisos de la Convención Ramsar, específicamente en materia de hábitat de especies acuáticas”.

Como se ha indicado las Figuras jurídicas de las ANP y de los humedales son fundamentales para el equilibrio ecológico y ambiental global, ya que los humedales son el hábitat de muchas especies de fauna y flora, y elementos vitales en la estructura ecosistémica, sociocultural y económica de las naciones del mundo.

La CONANP cuenta con atribución para coordinarse con las unidades administrativas competentes de la Secretaría y otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para aplicar los lineamientos que deriven de los acuerdos y compromisos adoptados por la Convención de Ramsar sobre los Humedales de importancia internacional.

Por ello, la conservación de los humedales requiere de un trabajo conjunto, coordinado, solidario, responsable, transversal y participativo, pues en la actual legislación mexicana, los humedales no quedan comprendidos explícitamente en las políticas existentes de ordenación de los recursos naturales como las relativas al agua, los bosques, la tierra, la agricultura u otros sectores a nivel nacional. Es necesario reconocer que los humedales son ecosistemas que requieren enfoques de manejo y conservación novedosa, que permitan orientar las decisiones, refleje actitudes y ponga de relieve medidas estratégicas además de asignar funciones y responsabilidades con claridad.

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 estableció una estrategia clara y viable para avanzar en la transformación de México sobre bases sólidas, realistas y, sobre todo, responsables. Este Plan asume como premisa básica la búsqueda del Desarrollo Humano Sustentable; esto es, del proceso permanente de ampliación de capacidades y libertades que permita a todos los mexicanos tener una vida digna sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras. Por lo anterior, el Plan contemplaba que:



- Para hacer viable el Desarrollo Humano Sustentable se requiere la protección del patrimonio natural del país y el compromiso con el bienestar de las generaciones futuras.
- No se logrará respetar ni conservar los recursos naturales de nuestro país, ni la extraordinaria biodiversidad de nuestro entorno ecológico si no se transforman significativamente la cultura ambiental de nuestra sociedad.
- Es necesario reconocer que la depredación del medio ambiente en México ha sido extremadamente grave en términos de su profundidad y consecuencias sobre las condiciones de vida y las posibilidades de verdadero desarrollo del país.
- La transversalidad es uno de los elementos esenciales de las políticas públicas para preservar el medio ambiente (efectiva coordinación interinstitucional y una verdadera integración entre sectores de gobierno).
- Detener el deterioro del medio ambiente no significa que se dejen de aprovechar los recursos naturales, sino que éstos se utilicen de mejor manera.

Asimismo, nuestro país, al asumir los compromisos contenidos en la Convención Ramsar, reconoce que los humedales constituyen un recurso de gran valor económico, cultural, científico y recreativo, cuya pérdida sería irreparable; así como de que la conservación de los humedales y de su flora y fauna pueden asegurarse armonizando políticas nacionales previsoras con una acción internacional coordinada.

En México, la falta de criterios ecológicos en el diseño e implementación de las políticas públicas del siglo XX generó severos daños al ambiente: la deforestación y la erosión provocaron azolvamiento y disminución de los caudales de muchos ríos y desecación de manantiales; más de 70 por ciento de las principales cuencas están contaminadas por el uso excesivo e inadecuado de agroquímicos y por las descargas industriales y municipales; la contaminación de las descargas orgánicas industriales equivale a la de 100 millones de habitantes; las aguas residuales sin tratamiento son la principal causa de las enfermedades vinculadas con el agua; más de la cuarta parte de los acuíferos están sobreexplotados o en alto riesgo de llegar a esta situación; la biodiversidad de sistemas acuáticos se encuentra amenazada por prácticas de pesca no sustentables, por especies invasoras y por el desvío de cauces de ríos, entre otros daños.

El Plan Nacional de Desarrollo vigente no indica ninguna acción relacionada con esta temática.

### 1.2.3. Autoridades administrativas en materia de humedales y áreas naturales protegidas

En la administración pública se tienen muchas instancias que tienen injerencia sobre temáticas específicas, a continuación, mencionamos aquellas que tienen alguna relación con los humedales:

<b>Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU)</b>	Coordinador Nacional o punto focal gubernamental, encabeza iniciativas para elaborar e instrumentar la estrategia mexicana de comunicación, educación, concienciación y participación en humedales.
<b>Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA)</b>	Aplica la política sobre impacto y riesgo ambiental, con atribuciones en la evaluación y resolución de las manifestaciones de impacto ambiental que pretendan desarrollarse en humedales y áreas naturales protegidas.
<b>Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas (DOE)</b>	Impulsa y encauza la elaboración de los estudios de ordenamiento ecológico del territorio nacional, con el fin de apoyar la restauración, conservación, recuperación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Los humedales se consideran como áreas de atención prioritaria que deben incorporarse en los estudios de ordenamiento ecológico.
<b>Dirección General de Vida Silvestre</b>	Tiene la atribución de integrar y mantener actualizado el inventario de poblaciones y de especies silvestres en coordinación con las instancias correspondientes.
<b>Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)</b>	La Dirección de Ordenamiento Ecológico es miembro del grupo interinstitucional para la integración del Inventario Nacional de Humedales.
<b>Dirección General de Gestión Forestal y de suelos (DGGFS)</b>	Tiene la atribución para la conservación, protección y restauración de los recursos forestales y de los suelos.
<b>Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial (DGPAIRS)</b>	Una de las principales atribuciones es la de coordinar la política ambiental con los diferentes órdenes de gobierno y la incorporación de las consideraciones ambientales en la toma de decisiones de los sectores productivos.
<b>Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)</b>	Es la encargada de brindar información sobre actividades ilegales en los humedales.  Vigilar y evaluar el cumplimiento de las disposiciones jurídicas aplicables en cuestión ambiental, como sería protección a la vida silvestre, a las áreas naturales protegidas, etc.

	Asimismo, coordina el control de la aplicación de la normatividad ambiental con otras instancias federales, así como con los estados y municipios que lo soliciten.
<b>Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)</b>	De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales la Comisión tiene funciones en lo relativo a el Inventario Nacional de Humedales, los Caudales Ecológicos y Disponibilidad, Preservación, Protección, Rehabilitación y Restauración y sobre la Cultura del Agua.
<b>Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)</b>	Protección de los suelos forestales y de los suelos. CONAFOR Coordina el Subcomité de Conservación y Restauración de Humedales.
<b>Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)</b>	Proporciona información sobre los inventarios florísticos y faunísticos de los humedales.

#### **1.2.4. La CONANP y los humedales**

Con apego a sus atribuciones, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), como órgano desconcentrado de la SEMARNAT, tiene el mandato de conservar las áreas naturales protegidas de ámbito Federal, entre ellas los ecosistemas de humedal, además de desempeñarse desde 2003 como el Punto Focal de la Autoridad Administrativa Ramsar en México, para los sitios inscritos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional.

La CONANP se organiza a través de nueve direcciones regionales, para la más eficaz atención y eficiente despacho de los asuntos de su competencia, a través de la regionalización como una herramienta metodológica básica en la planeación para la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad en las áreas naturales protegidas, en sus zonas de influencia, en las regiones consideradas como prioritarias para la conservación, en las áreas de refugio para proteger especies acuáticas y otras especies.

### **1.3. Marco Internacional**

#### **1.3.1. Convenio Ramsar**

La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, se conoce en forma abreviada como Convenio de Ramsar. Se realizó en Irán, precisamente en la Ciudad de Ramsar situada a orillas del mar Caspio, donde la Convención sobre los Humedales se firmó el martes 2 de febrero de 1971 y que entró en vigor el 21 de diciembre de 1975.

Su principal objetivo es «la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo».

La Convención de Ramsar actualmente tiene 171 Partes Contratantes (países miembros).

A fecha de enero de 2020, hay más de 2,375 sitios Ramsar designados, que abarcan más de 253,614,951 has, una superficie ligeramente mayor que la de México. La lista oficial de sitios Ramsar está disponible en el sitio web de la Convención: [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org). Los humedales incluidos en la lista de Ramsar se designan por su gran valor para el país y para el mundo por los servicios y beneficios de los ecosistemas que proporcionan. (Ramsar, 2020).

Los países con el mayor número de sitios son el Reino Unido (173 sitios) y México (142 sitios). Bolivia tiene la mayor superficie bajo la protección de Ramsar: 148.000 km<sup>2</sup>. El Canadá, el Chad, el Congo y la Federación de Rusia también han designado más de 100.000 km<sup>2</sup> cada uno.

### **1.3.1.1. Generalidades de convenios**

La creciente pérdida y degradación de humedales como hábitat para aves acuáticas migratorias, impulsó uno de los acuerdos intergubernamentales sobre el medio ambiente.

El convenio cuenta con doce artículos que se muestran a continuación:

#### Artículo 1

1. A los efectos de la presente Convención son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.
2. A los efectos de la presente Convención son aves acuáticas las que dependen ecológicamente de los humedales.

#### Artículo 2

1. Cada Parte Contratante designará humedales idóneos de su territorio para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, en adelante llamada "la Lista", que mantiene la Oficina establecida en virtud del Artículo 8. Los límites de cada humedal deberán describirse de manera precisa y también trazarse en un mapa, y podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal, y especialmente

cuando tengan importancia como hábitat de aves acuáticas.

2. La selección de los humedales que se incluyan en la Lista deberá basarse en su importancia internacional en términos ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos o hidrológicos. En primer lugar deberán incluirse los humedales que tengan importancia internacional para las aves acuáticas en cualquier estación del año.

3. La inclusión de un humedal en la Lista se realiza sin perjuicio de los derechos exclusivos de soberanía de la Parte Contratante en cuyo territorio se encuentra dicho humedal.

4. Cada Parte Contratante designará por lo menos un humedal para ser incluido en la Lista al firmar la Convención o depositar su instrumento de ratificación o de adhesión, de conformidad con las disposiciones del Artículo 9.

5. Toda Parte Contratante tendrá derecho a añadir a la Lista otros humedales situados en su territorio, a ampliar los que ya están incluidos o, por motivos urgentes de interés nacional, a retirar de la Lista o a reducir los límites de los humedales ya incluidos, e informarán sobre estas modificaciones lo más rápidamente posible a la organización o al gobierno responsable de las funciones de la Oficina permanente especificado en el Artículo 8.

6. Cada Parte Contratante deberá tener en cuenta sus responsabilidades de carácter internacional con respecto a la conservación, gestión y uso racional de las poblaciones migratorias de aves acuáticas, tanto al designar humedales de su territorio para su inclusión en la Lista, como al ejercer su derecho a modificar sus inscripciones previas.

### Artículo 3

1. Las Partes Contratantes deberán elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio.

2. Cada Parte Contratante tomará las medidas necesarias para informarse lo antes posible acerca de las modificaciones de las condiciones ecológicas de los humedales en su territorio e incluidos en la Lista, y que se hayan producido o puedan producirse como consecuencia del desarrollo tecnológico, de la contaminación o de cualquier otra intervención del hombre. Las informaciones sobre dichas modificaciones se transmitirán sin demora a la organización o al gobierno responsable de las funciones de la Oficina permanente especificado en el Artículo 8.

### Artículo 4

1. Cada Parte Contratante fomentará la conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando reservas naturales en aquéllos, estén o no incluidos en la Lista, y tomará las medidas adecuadas para su custodia.

2. Cuando una Parte Contratante, por motivos urgentes de interés nacional, retire de la Lista o reduzca los límites de un humedal incluido en ella, deberá compensar en la medida de lo posible, la pérdida de recursos de humedales y, en particular, crear nuevas reservas naturales para las aves acuáticas y para la protección de una porción adecuada de su hábitat original, en la misma región o en otro lugar.

3. Las Partes Contratantes fomentarán la investigación y el intercambio de datos y de publicaciones relativos a los humedales y a su flora y fauna.

4. Las Partes Contratantes se esforzarán por aumentar las poblaciones de aves acuáticas mediante la gestión de los humedales idóneos.

5. Las Partes Contratantes fomentarán la formación de personal para el estudio, la gestión y la custodia de los humedales.

#### Artículo 5

Las Partes Contratantes celebrarán consultas sobre el cumplimiento de las obligaciones que se deriven de la Convención, especialmente en el caso de un humedal que se extienda por los territorios de más de una Parte Contratante o de un sistema hidrológico compartido por varias de ellas. Al mismo tiempo, se esforzarán por coordinar y apoyar activamente las políticas y regulaciones actuales y futuras relativas a la conservación de los humedales y de su flora y fauna.

#### Artículo 6

1. Se establecerá una Conferencia de las Partes Contratantes para revisar la presente Convención y fomentar su aplicación. La Oficina a que se refiere el Artículo 8, párrafo 1, convocará las reuniones ordinarias de la Conferencia de las Partes Contratantes a intervalos no mayores de tres años, a menos que la Conferencia decida otra cosa, y reuniones extraordinarias a petición por escrito de por los menos un tercio de las Partes Contratantes. En cada reunión ordinaria, la Conferencia de las Partes Contratantes determinará el lugar y la fecha de la reunión ordinaria siguiente.

2. La Conferencia de las Partes Contratantes será competente:

- a) para discutir sobre la aplicación de esta Convención;
- b) para discutir las adiciones y modificaciones a la Lista;
- c) para considerar la información referida a los cambios en las condiciones ecológicas de los humedales incluidos en la Lista, proporcionada en aplicación del Artículo 3.2;
- d) para formular recomendaciones, generales o específicas, a las Partes Contratantes, y relativas a la conservación, gestión y uso racional de los humedales y de su flora y fauna;
- e) para solicitar a los organismos internacionales competentes que preparen informes y estadísticas sobre asuntos de naturaleza esencialmente internacional que tengan relación con los humedales.
- f) para adoptar otras recomendaciones o resoluciones con miras a fomentar la aplicación de la presente Convención.

3. Las Partes Contratantes se encargarán de que los responsables de la gestión de los humedales, a todos los niveles, sean informados y tomen en consideración las recomendaciones de dichas Conferencias en lo relativo a la conservación, gestión y uso racional de los humedales y de su flora y fauna.

4. La Conferencia de las Partes Contratantes adoptará el reglamento de cada una de sus reuniones.

5. La Conferencia de las Partes Contratantes establecerá y revisará permanentemente el reglamento financiero de la presente Convención. En cada una de sus reuniones ordinarias votará el presupuesto del ejercicio financiero siguiente por una mayoría de los dos tercios de las Partes Contratantes presentes y votantes.

6. Cada Parte Contratante contribuirá al presupuesto según la escala de contribuciones aprobada por unanimidad por las Partes Contratantes presentes y votantes en una reunión ordinaria de la Conferencia de las Partes Contratantes.

#### Artículo 7

1. Las Partes Contratantes deberán incluir en su representación ante Conferencias a personas que sean expertas en humedales o en aves acuáticas, por sus conocimientos y experiencia adquiridos en funciones científicas, administrativas o de otra clase.

2. Cada una de las Partes Contratantes representadas en una Conferencia tendrá un voto, y las recomendaciones, resoluciones y decisiones se adoptarán por mayoría simple de las Partes Contratantes presentes y votantes, a menos que en la Convención se disponga otra cosa.

#### Artículo 8

1. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales desempeñará las funciones de la Oficina permanente en virtud de la presente Convención, hasta el momento que otra organización, o un gobierno, sea designado por una mayoría de los dos tercios de todas las Partes Contratantes.

2. Las obligaciones de la Oficina permanente serán, entre otras:

- a) colaborar en la convocatoria y organización de las Conferencias previstas en el Artículo 6;
- b) mantener la Lista de Humedales de Importancia Internacional y recibir información de las Partes Contratantes sobre cualquier adición, extensión, supresión o reducción de los humedales incluidos en la Lista, según lo previsto en el Artículo 2.5;
- c) recibir información de las Partes Contratantes sobre cualquier modificación de las condiciones ecológicas de los humedales incluidos en la Lista, según lo previsto en el Artículo 3.2;
- d) notificar a las Partes Contratantes cualquier modificación de la Lista o cambio en las características de los humedales incluidos en ella, y proveer para que dichos asuntos se discutan en la Conferencia siguiente;
- e) poner en conocimiento de la Parte Contratante interesada las recomendaciones de las Conferencias en lo que se refiere a dichas modificaciones de la Lista o a los cambios de las características de los humedales incluidos en ella.

#### Artículo 9

1. La Convención permanecerá indefinidamente abierta a la firma.

2. Todo miembro de la Organización de las Naciones Unidas o de una de sus agencias especializadas, o de la Agencia Internacional de la Energía Atómica, o Parte de los Estatutos de la Corte Internacional de Justicia, puede ser Parte Contratante en esta Convención mediante:

- a) la firma sin reserva de ratificación;
- b) la firma bajo reserva de ratificación, seguida de la ratificación;
- c) la adhesión.

3. La ratificación o la adhesión se efectuarán mediante el depósito de un instrumento de ratificación o de adhesión ante el Director General de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (llamada en adelante "el Depositario").

#### Artículo 10

1. La Convención entrará en vigor cuatro meses después de que siete estados hayan pasado a ser Partes Contratantes en la Convención, de conformidad con las disposiciones del Artículo 9.2.

2. A partir de ese momento, la Convención entrará en vigor para cada Parte Contratante cuatro meses después de la fecha en que la haya firmado sin reserva de ratificación o en que haya depositado su instrumento de ratificación o de adhesión.

#### Artículo 10 bis

1. La presente Convención podrá enmendarse en una reunión de las Partes Contratantes convocada con ese fin de conformidad con el presente Artículo.

2. Toda Parte Contratante podrá presentar propuestas de enmienda.

3. El texto de toda propuesta de enmienda y los motivos para la misma se comunicarán a la organización o al gobierno que actúe como Oficina permanente en virtud de esta Convención (denominada en adelante "la Oficina"), y ésta las comunicará sin demora a todas las Partes Contratantes. Cualquier comentario de una Parte Contratante sobre el texto se comunicará a la Oficina durante los tres meses siguientes a la fecha en que la Oficina haya comunicado las propuestas de enmienda a las Partes Contratantes. La Oficina inmediatamente después de la fecha límite de presentación de los comentarios, comunicará a las Partes Contratantes todos los que haya recibido hasta esa fecha.

4. A petición por escrito de un tercio de las Partes Contratantes, la Oficina convocará a una reunión de las Partes Contratantes para examinar toda propuesta de enmienda comunicada con arreglo al párrafo 3. La Oficina consultará a las Partes en cuanto a la fecha y lugar de la reunión.

5. Las enmiendas se aprobarán por mayoría de los dos tercios de las Partes Contratantes presentes y votantes.

6. Una vez aprobada la propuesta la enmienda entrará en vigor, para las Partes Contratantes que la hayan aceptado, el primer día del cuarto mes que siga a la fecha en que los dos tercios de las Partes Contratantes hayan depositado un instrumento de aceptación ante el Depositario. Para toda Parte Contratante que deposite un instrumento de aceptación después de la fecha en que los dos tercios de las Partes Contratantes hayan depositado un instrumento de aceptación, la enmienda entrará en vigor el primer día del cuarto mes que siga a la fecha de depósito del instrumento de aceptación por esa Parte.

#### Artículo 11

1. Esta Convención permanecerá en vigor por tiempo indefinido.

2. Toda Parte Contratante podrá denunciar la Convención transcurridos cinco años de la fecha de entrada en vigor para dicha Parte, mediante notificación por escrito al Depositario. La denuncia empezará a tener efecto cuatro meses después del día en que la notificación haya sido recibida por el Depositario.



## Artículo 12

1. El Depositario informará lo antes posible a todos los Estados que hayan firmado la Convención o se hayan adherido a ella de:

- a) las firmas de esta Convención;
- b) los depósitos de instrumentos de ratificación de esta Convención;
- c) los depósitos de adhesión a esta Convención;
- d) la fecha de entrada en vigor de esta Convención;
- e) las notificaciones de denuncia de esta Convención.

2. Cuando esta Convención haya entrado en vigor, el Depositario la hará registrar en la Secretaría de la Organización de las Naciones Unidas, de conformidad con lo dispuesto por el Artículo 102 de la Carta.

Actualmente se está desarrollando el Cuarto Plan Estratégico para 2016 – 2024 de la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas – la “Convención de Ramsar”

Este Plan hace un llamamiento a las Partes Contratantes para que tomen medidas, con el apoyo de la Secretaría, las Iniciativas Regiones de Ramsar, el Grupo de Examen Científico y Técnico (GECT) y la red de CECOP (Comunicación, Educación, Concienciación y Participación), en colaboración con las Organizaciones Internacionales Asociadas (OIA) y otras organizaciones internacionales e intergubernamentales y AMMA.

### **1.3.1.2. Misión**

La misión de la Convención de Ramsar fue adoptada por las Partes en 1999 y revisada en 2002 es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo” (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013).

Las partes contratantes de este convenio se comprometen a:

- a) Trabajar en favor del uso racional de todos los humedales.
- b) Designar humedales idóneos para la lista de Humedales de Importancia Internacional; garantizar su manejo eficaz.
- c) Cooperar en el plano internacional en materia de humedales transfronterizos, sistemas de humedales y especies compartidos.

### 1.3.1.3. Objetivos

Actualmente y de acuerdo con El Cuarto Plan Estratégico de Ramsar (2015) se establece una nueva visión en el marco de la misión de la Convención, la cual incluye cuatro objetivos generales y diecinueve metas específicas que tienen por objeto apoyar los esfuerzos de las Partes, los asociados y otros interesados para evitar, detener e invertir la disminución de los humedales en el mundo. Que se muestran en las siguientes tablas (*Tablas 2, 3, 4, 5*).

**Tabla 2. Objetivo 1 y sus metas.**

<b>Objetivo1</b>			
<b>Hacer frente a los factores que impulsan la pérdida y degradación de los humedales.</b>			
<b>META 1</b>	<b>META 2</b>	<b>META 3</b>	<b>META 4</b>
Los beneficios de los humedales están integrados en las políticas o estrategias y planes nacionales o locales relativos a sectores clave como el agua, la energía, la minería, la agricultura, el turismo, el desarrollo urbano, las infraestructuras, la industria, la silvicultura, la acuicultura y la pesca a escala nacional y local.	El uso del agua respeta las necesidades de los ecosistemas de humedales para que estos puedan cumplir sus funciones y proporcionar servicios a la escala adecuada, por ejemplo, en una cuenca hidrográfica o una zona costera.	Los sectores público y privado han aumentado sus esfuerzos para aplicar lineamientos y buenas prácticas para el uso racional del agua y de los humedales.	Se identifican y priorizan especies exóticas invasoras y sus vías de entrada y expansión, se controlan o erradican las especies exóticas invasoras prioritarias y se preparan y aplican medidas de manejo para evitar su introducción y establecimiento.

**Fuente:** Elaboración propia, con base en información de Cuarto Plan Estratégico de Ramsar, 2015.

**Tabla 3. Objetivo 2 y sus metas.**

<b>Objetivo 2</b>		
<b>Llevar a cabo una conservación y un manejo eficaces de la red de sitios Ramsar.</b>		
<b>META 5</b>	<b>META 6</b>	<b>META 7</b>
Se mantienen o restauran las características ecológicas de los sitios Ramsar a través de una planificación eficaz y un manejo integrado.	Se produce un aumento considerable de la superficie, la cantidad y conectividad ecológica de la red de sitios Ramsar, particularmente en lo que se refiere a tipos de humedales insuficientemente representados, inclusive en ecorregiones insuficientemente representadas y sitios transfronterizos.	Se hace frente a las amenazas de los sitios con riesgo de cambios en sus características ecológicas.

Fuente: Elaboración propia, con base en información de Cuarto Plan Estratégico de Ramsar, 2015.

**Tabla 4. Objetivo 3 y sus metas.**

<b>Objetivo 3</b>					
<b>Realizar un uso racional de todos los humedales.</b>					
<b>META 8</b>	<b>META 9</b>	<b>META 10</b>	<b>META 11</b>	<b>META 12</b>	<b>META 13</b>
Se han iniciado, completado o actualizado, divulgado y utilizado inventarios nacionales de humedales para promover la conservación y el manejo eficaz de todos los humedales.	El uso racional de los humedales se refuerza a través del manejo integrado de los recursos a la escala adecuada, por ejemplo, en una cuenca hidrográfica o una zona costera.	El conocimiento tradicional, las innovaciones y las prácticas de los pueblos indígenas y las comunidades locales relevantes para el uso racional de los humedales y su uso consuetudinario de los recursos de los humedales son documentados y respetados, están sujetos a la legislación nacional y las obligaciones	Se demuestran, documentan y divulgan ampliamente las funciones, los servicios y los beneficios de los humedales.	La restauración está en curso en los humedales degradados, dando prioridad a los humedales importantes para la conservación de la biodiversidad, la reducción del riesgo de desastres, los medios de vida y/o la mitigación del cambio climático y la	Mayor sostenibilidad de sectores clave como el agua, la energía, la minería, la agricultura, el turismo, el desarrollo urbano, las infraestructuras, la industria, la silvicultura, la acuicultura y la pesca cuando estos afectan a los humedales, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad y a los medios de

		internacionales y están plenamente integrados y reflejados en la aplicación de la Convención, con la participación plena y real de los pueblos indígenas y las comunidades locales a todos los niveles pertinentes.		adaptación a este.	vida de las personas.
--	--	---	--	--------------------	-----------------------

Fuente: Elaboración propia, con base en información de Cuarto Plan Estratégico de Ramsar, 2015.

**Tabla 5. Objetivo 4 y sus metas.**

<b>Objetivo 4</b>					
<b>Mejorar la aplicación.</b>					
<b>META 14</b>	<b>META 15</b>	<b>META 16</b>	<b>META 17</b>	<b>META 18</b>	<b>META 19</b>
Se desarrollan orientaciones científicas y metodologías técnicas a escala mundial y regional sobre temas relevantes que están disponibles para los responsables de políticas y los profesionales en un formato y un lenguaje apropiados.	Con la participación y el apoyo de las Partes de cada región, se refuerzan las Iniciativas Regionales de Ramsar y se convierten en herramientas eficaces para contribuir a la aplicación plena de la Convención	La conservación y el uso racional de los humedales se integran a través de la comunicación, el desarrollo de capacidad, la educación, concienciación y participación.	Se facilitan recursos financieros y de otro tipo procedentes de todas las fuentes para ejecutar de forma efectiva el Cuarto Plan Estratégico de Ramsar (2016-2024).	Se refuerza la cooperación internacional a todos los niveles	Se potencia la creación de capacidad para la aplicación de la Convención y del Cuarto Plan Estratégico de Ramsar (2016-2024).

Fuente: Elaboración propia, con base en información de Cuarto Plan Estratégico de Ramsar, 2015.

#### **1.3.1.4. Sitios Ramsar en México**

En la actualidad existen aproximadamente 2,200 sitios Ramsar en todo el mundo, que abarcan más de 2.1 millones de kilómetros cuadrados, una superficie mayor que México.

México se adhirió a la Convención Ramsar a partir del 4 de noviembre de 1986 con el registro de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos en Yucatán, como humedal de importancia internacional (Travieso-Bello, 2009), México cuenta con 6,331 humedales, de los cuales, por su importancia y sus características actualmente se han incluido 142 sitios que suman poco más de ocho millones de hectáreas, que representan el 6.5% de los humedales del mundo. Entre 2009 y 2013 se decretaron 27 nuevos sitios Ramsar con una superficie que abarca 345 712 ha (SEMARNAT-CONABIO, 2014). De los humedales dentro de la Convención Ramsar, 63 están dentro de Áreas Naturales Protegidas de competencia federal, de los cuales Quintana Roo tiene 13 con una superficie de un millón 171 mil hectáreas.

#### **1.3.2. Manuales Ramsar**

El primer Manual de Ramsar se publicó en 1994, y se ha ido actualizando conforme se avanzó en las reuniones de la Convención. Los Manuales han demostrado ser de una utilidad inestimable. Los volúmenes de estos Manuales han ido creciendo para 2008 se contaba con 21 volúmenes, que incluye los documentos orientadores aprobados por las COP 8, 9 y 10 hasta 2008, para 2020 se tienen los mismos Manuales y todos se encuentran en línea. En estos Manuales podemos encontrar desde los lineamientos generales hasta las perspectivas que se tienen con los sitios.

Cada manual recoge, tema tras tema, las diversas orientaciones pertinentes adoptadas por las Partes, a las que se han añadido material adicional de los documentos de información de las COP, estudios de caso y otras publicaciones pertinentes a fin de ilustrar los aspectos esenciales de los lineamientos (Text. Ramsar, 2020).

En el año 2016 se publicó el Manual de la V Convención de Ramsar en su 5ª edición, el cual lleva por título "Introducción a la convención sobre los humedales". En este manual se abarcan a detalle temas de sumo interés como que es la Convención Ramsar, historia de la Convención Ramsar, Función de la Convención, Adhesión a la convención Ramsar y Apoyo a las Partes Contratantes a dicho convenio, en este último tema se incluyen las

manuales que pueden ser utilizados por los países que se encuentran adheridos a la Convención Ramsar.

Los manuales poseen características y temas distintos, todos enfocados en la problemática, ambiental, social, legal y cultural que atañen a los recursos hidrológicos y propiamente a los ecosistemas de humedales. Estos manuales han sido actualizados y editados constantemente.

La cuarta edición de los Manuales Ramsar está conformada por 21 volúmenes que abarcan todos los documentos de orientaciones oficiales hasta la COP10 en 2008, esta edición fue publicada en CD-ROM en julio de 2011, a continuación, se enlistan los pilares de dichos manuales.

***Pilar 1 de la Convención: El uso racional***

- 1) Uso racional de los Humedales (4ª edición). Conceptos y enfoques para el uso racional de los humedales.
- 2) Políticas Nacionales de Humedales (4ª edición). Elaboración y aplicación de políticas nacionales de humedales.
- 3) Leyes Institucionales (4ª edición). Examen de leyes e instituciones para promover la conservación y el uso racional de los humedales.
- 4) Gripe aviar y humedales (4ª edición). Orientaciones sobre control de la gripe aviar hiperpatogénica y cómo hacerle frente.
- 5) Asociaciones de colaboración (4ª edición). Asociaciones de colaboración clave para la aplicación de la Convención de Ramsar.
- 6) CECOP sobre los humedales (4ª edición). El Programa de comunicación, educación, concienciación y participación (CECOP) para 2009-2015 de la Convención.
- 7) Aptitudes de participación (4ª edición). Establecimiento y fortalecimiento de la participación de las comunidades locales y de los pueblos indígenas en el manejo de los humedales
- 8) Lineamientos de Ramsar relacionados con el agua (4ª edición). Marco integrado para los lineamientos de la Convención en relación con el agua.

- 9) Manejo de cuencas hidrográficas (4ª edición). Integración de la conservación y del uso racional de los humedales en el manejo de las cuencas hidrográficas.
- 10) Asignación y manejo de los recursos hídricos (4ª edición). Lineamientos para la asignación y el manejo de los recursos hídricos a fin de mantener las funciones ecológicas de los humedales
- 11) El manejo de las aguas residuales (4ª edición). Manejo de las aguas subterráneas a fin de mantener las características ecológicas.
- 12) Manejo de las zonas costeras (4ª edición). Cuestiones concernientes a los humedales y manejo integrado de las zonas costeras.
- 13) Inventario, evaluación y monitoreo (4ª edición). Marco integrado para el inventario, la evaluación y el monitoreo de humedales.
- 14) Necesidades de datos e información (4ª edición). Marco para las necesidades de datos e información de Ramsar.
- 15) Inventario de humedales (4ª edición). Un marco de Ramsar para el inventario de humedales.
- 16) Evaluación del impacto (4ª edición). Directrices para incorporar los aspectos de la diversidad biológica a la legislación y/o los procesos de evaluación del impacto ambiental y de evaluación ambiental estratégica.

***Pilar 2 de la Convención: Designación y manejo de sitios Ramsar***

- 17) Designación de sitios Ramsar (4ª edición). Marco estratégico y lineamientos para el desarrollo futuro de la Lista de Humedales de Importancia Internacional.
- 18) Manejo de humedales (4ª edición). Marcos para manejar sitios Ramsar y otros humedales.
- 19) Como abordar la modificación de las características ecológicas (4ª edición).

***Pilar 3 de la Convención: Cooperación internacional***

- 20) Cooperación internacional (4ª edición) Lineamientos para la cooperación internacional con arreglo a la Convención de Ramsar sobre los Humedales

- 21) El Plan Estratégico de Ramsar para 2019-2015 (4ª edición). Objetivos, estrategias y expectativas para la aplicación de la Convención de Ramsar durante el período comprendido entre 2009 y 2015.

La quinta edición de los Manuales Ramsar incluye desde la COP11 en 2012 y la COP12 en 2015.

El Manual número 21 actualmente se encuentra en El Cuarto Plan Estratégico de Ramsar para 2016-2024 (Ramsar.org, 2020).

### 1.3.3. Designación de Sitio Ramsar

En el Manual número 17 es el de más importancia en su consulta para el desarrollo de este trabajo, en este manual se abordan los temas pertinentes para la Designación de un Sitio Ramsar, así como orientación relacionada con la forma de abordar los cambios en las características ecológicas de los sitios ya designados en la Lista de Ramsar, por ejemplo, lineamientos para eliminar o restringir los límites de los sitios Ramsar debido a “motivos urgentes de interés nacional”.

El texto de la Convención (Artículo 2.2) estipula que: “La selección de los humedales que se incluyan en la Lista deberá basarse en su importancia internacional en términos ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos o hidrológicos” e indica que “en primer lugar deberán incluirse los humedales que tengan importancia internacional para las aves acuáticas en cualquier estación del año” (Ramsar, 2018).

Los criterios por evaluar se encuentran agrupados en categoría A y B con un total de nueve criterios, siendo al menos cinco los que incluyen la importancia de la biodiversidad, en donde se incluirá a la diversidad de aves en general y a las aves acuáticas migratorias y residentes (*Tabla 6*).

**Tabla 6. Criterios que cumplir para designación de un Sitios Ramsar.**

Grupo A de los Criterios Sitios que comprenden tipos de humedales representativos, raros o únicos	
<b>Criterio 1</b>	Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si contiene un ejemplo representativo, raro o único de un tipo de humedal natural o casi natural hallado dentro de la región biogeográfica apropiada.



<b>Grupo B de los Criterios</b> <b>Sitios de importancia internacional para conservar la diversidad biológica</b>	
<b>Criterios basados en especies y comunidades ecológicas</b>	
<b>Criterio 2</b>	Sustenta especies vulnerables, en peligro o en peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas.
<b>Criterio 3</b>	Sustenta poblaciones de especies vegetales y/o animales importantes para mantener la diversidad biológica de una región biogeográfica determinada.
<b>Criterio 4</b>	Sustenta especies vegetales y/o animales cuando se encuentran en una etapa crítica de su ciclo biológico, o les ofrece refugio cuando prevalecen condiciones adversas.
<b>Criterios específicos basados en aves acuáticas</b>	
<b>Criterio 5</b>	Sustenta de manera regular una población de 20.000 o más aves acuáticas.
<b>Criterio 6</b>	Sustenta de manera regular el 1% de los individuos de una población de una especie o subespecie de aves acuática
<b>Criterios específicos basados en peces</b>	
<b>Criterio 7</b>	Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta una proporción significativa de las subespecies, especies o familias de peces autóctonas, etapas del ciclo biológico, interacciones de especies y/o poblaciones que son representativas de los beneficios y/o los valores de los humedales y contribuye de esa manera a la diversidad biológica del mundo.
<b>Criterio 8</b>	Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si es una fuente de alimentación importante para peces, es una zona de desove, un área de desarrollo y crecimiento y/o una ruta migratoria de la que dependen las existencias de peces dentro o fuera del humedal.
<b>Criterios específicos basados en otros taxones</b>	
<b>Criterio 9</b>	Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta habitualmente el 1% de los individuos de la población de una especie o subespecie dependiente de los humedales que sea una especie animal no aviaria.

**Fuente: Elaboración propia, con base en información de Ramsar, 2018.**

La Convención Ramsar ha complementado estos Criterios de manera periódica con lineamientos actualizados para ayudar a las Partes Contratantes a interpretar y aplicarlos en relación con los avances de la ciencia de la conservación.

Es importante destacar que cualquier estado ubicado que se ubique dentro del planeta Tierra puede adherirse a la lista de humedales de importancia internacional, siempre que

pueda cumplir al menos uno de los Criterios para la Identificación de Humedales de Importancia Internacional.

### **1.3.3.1. Marco estratégico y lineamientos**

La Convención Ramsar presentó un Plan Estratégico de Ramsar para 2016-2024, cuya visión es la conservación y utilización racional del humedal, reconociendo y valorando sus beneficios. En este Plan se incluyen cuatro objetivos generales y 19 metas específicas que tienen por objeto apoyar los esfuerzos de las Partes, los asociados y otros interesados para evitar, detener e invertir la disminución de los humedales en el mundo. Estos son los siguientes:

#### **I. Hacer frente a los factores que impulsan la pérdida y degradación de los humedales:**

1. Los beneficios de los humedales están integrados en las políticas o estrategias y planes nacionales o locales relativos a sectores clave como el agua, la energía, la minería, la agricultura, el turismo, el desarrollo urbano, las infraestructuras, la industria, la silvicultura, la acuicultura y la pesca a escala nacional y local.
2. El uso del agua respeta las necesidades de los ecosistemas de humedales para que estos puedan cumplir sus funciones y proporcionar servicios a la escala adecuada, por ejemplo, en una cuenca hidrográfica o una zona costera.
3. Los sectores público y privado han aumentado sus esfuerzos para aplicar lineamientos y buenas prácticas para el uso racional del agua y de los humedales.
4. Se identifican y priorizan especies exóticas invasoras y sus vías de entrada y expansión, se controlan o erradican las especies exóticas invasoras prioritarias y se preparan y aplican medidas de manejo para evitar su introducción y establecimiento

#### **II. Llevar a cabo una conservación y un manejo eficaces de la red de sitios Ramsar**

5. Se mantienen o restauran las características ecológicas de los sitios Ramsar a través de una planificación eficaz y un manejo integrado.
6. Se produce un aumento considerable de la superficie, la cantidad y conectividad ecológica de la red de sitios Ramsar, particularmente en lo que se refiere a tipos de humedales insuficientemente representados, inclusive en ecorregiones insuficientemente representadas y sitios transfronterizos.
7. Se hace frente a las amenazas de los sitios con riesgo de cambios en sus características ecológicas

#### **III. Realizar un uso racional de todos los humedales**

8. Se han iniciado, completado o actualizado, divulgado y utilizado inventarios nacionales de humedales para promover la conservación y el manejo eficaz de todos los humedales.

9. El uso racional de los humedales se refuerza a través del manejo integrado de los recursos a la escala adecuada, por ejemplo, en una cuenca hidrográfica o una zona costera.

10. El conocimiento tradicional, las innovaciones y las prácticas de los pueblos indígenas y las comunidades locales relevantes para el uso racional de los humedales y su uso consuetudinario de los recursos de los humedales son documentados y respetados, están sujetos a la legislación nacional y las obligaciones internacionales y están plenamente integrados y reflejados en la aplicación de la Convención, con la participación plena y real de los pueblos indígenas y las comunidades locales a todos los niveles pertinentes.

11. Se demuestran, documentan y divulgan ampliamente las funciones, los servicios y los beneficios de los humedales.

12. La restauración está en curso en los humedales degradados, dando prioridad a los humedales importantes para la conservación de la biodiversidad, la reducción del riesgo de desastres, los medios de vida y/o la mitigación del cambio climático y la adaptación a este.

13. Mayor sostenibilidad de sectores clave como el agua, la energía, la minería, la agricultura, el turismo, el desarrollo urbano, las infraestructuras, la industria, la silvicultura, la acuicultura y la pesca cuando estos afectan a los humedales, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad y a los medios de vida de las personas

#### IV. Mejorar la aplicación

14. Se desarrollan orientaciones científicas y metodologías técnicas a escala mundial y regional sobre temas relevantes que están disponibles para los responsables de políticas y los profesionales en un formato y un lenguaje apropiados.

15. Con la participación y el apoyo de las Partes de cada región, se refuerzan las Iniciativas Regionales de Ramsar y se convierten en herramientas eficaces para contribuir a la aplicación plena de la Convención.

16. La conservación y el uso racional de los humedales se integran a través de la comunicación, el desarrollo de capacidad, la educación, concienciación y participación.

17. Se facilitan recursos financieros y de otro tipo procedentes de todas las fuentes para ejecutar de forma efectiva el Cuarto Plan Estratégico de Ramsar para 2016-2024.

18. Se refuerza la cooperación internacional a todos los niveles.

19. Se potencia la creación de capacidad para la aplicación de la Convención y del Cuarto Plan Estratégico de Ramsar para 2016-2024.

#### **1.3.3.2. Ficha Informativa sobre los Humedales de Ramsar (FIR)**

Es el medio empleado por las Partes Contratantes para presentar información sobre los humedales designados para ser inscritos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional y mantenerla al día.

Todas las designaciones de un Sitio Ramsar deben estar acompañadas de una Ficha Informativa sobre los Humedales de Ramsar (FIR), que se puede obtener en el sitio web de




Ramsar o solicitar a la Secretaría de Ramsar, esta ficha proporciona un modelo uniforme para consignar información y datos sobre el sitio Ramsar, también se incluye un mapa que indique los límites del sitio a designar.

La Ficha informativa sobre los humedales de Ramsar (FIR) se llena y envía a la Secretaría de Ramsar cada vez que una Parte Contratante quiere designar un nuevo sitio Ramsar, esta ficha debe ser actualizada en cuanto a las características ecológicas como respecto del proceso y de las acciones de manejo de conservación en curso cada seis años. Las FIR y los mapas que se les adjuntan se depositan en la Secretaría de Ramsar. La información suministrada por las Partes Contratantes en la FIR sirve de base para introducir datos e informaciones en la Base de Datos sobre los Sitios Ramsar, administrada en nombre de la Convención por Wetlands International en virtud de un contrato con la Secretaría de Ramsar. La información suministrada por las Partes Contratantes en la FIR, incluida la de carácter complementario, y recogida en la Base de Datos también se pone a disposición del público a través del sitio web del Servicio de Información sobre sitios Ramsar.

La información suministrada en la FIR debe ser clara y sucinta y normalmente no debiera tener más de 12 páginas. En el caso de un humedal bien estudiado y documentado del cual se tenga mucha información de la que puede ser colectada en la FIR, deben ser adjuntadas a esta y se consideran parte integrante de los antecedentes oficiales sobre el sitio. También se pueden anexar fotografías del humedal. Por otro lado, en el caso de que no se cuente con toda la información y/o recursos para completar la FIR como es debido, se invita a las Partes Contratantes a que llenen con la mejor y más información posible los campos con lo que se cuenta. En otros casos, cuando los equipos de asesoramiento regional de la Secretaría reciben FIR con datos o mapas inadecuados, colaboran con la Autoridad Administrativa de la Parte interesada para conseguir que la información y presentación se ciña a la norma establecida por la Conferencia de las Partes en sus Resoluciones antes de que el sitio se añada formalmente a la Lista de Ramsar.

En la COP11 en 2012 las Partes adoptaron un nuevo formulario de la FIR especialmente para que las Partes la utilicen y les sea posible enviar los datos en línea; el formulario se encuentra en el sitio web de El Servicio de Información sobre Sitios Ramsar (SISR).

La Ficha Informativa Ramsar, de manera general engloba los siguientes aspectos (*Cuadro 7 y 8*).

	1.1 Descripción resumida.		<p>2.1 Datos oficiales.</p> <p>2.1.1 Nombre y dirección del compilador de esta FIR.</p> <p>2.1.2 Período de compilación de datos e información utilizados para compilar la FIR.</p> <p>2.1.3 Nombre del sitio Ramsar.</p> <p>2.2 Ubicación del sitio.</p> <p>2.2.1 Definición de los límites del sitio.</p> <p>2.2.2 Ubicación general.</p> <p>2.2.3 Sólo para humedales dentro de los límites nacionales.</p> <p>2.2.4 Área del sitio Ramsar.</p> <p>2.2.5 Biogeografía.</p>		<p>3.1 Criterios de Ramsar y su justificación.</p> <p>3.2 Especies vegetales cuya presencia está relacionada con la importancia internacional del sitio.</p> <p>3.3 Especies animales cuya presencia está relacionada con la importancia internacional del sitio.</p> <p>3.4 Comunidades ecológicas cuya presencia está relacionada con la importancia internacional del sitio.</p>
<b>1. RESUMEN</b>		<b>2. DATOS Y UBICACIÓN</b>		<b>3. ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE EL SITIO?</b>	

**Cuadro 7. Información requerida en el llenado de la FIR. (1<sup>er</sup> Parte). Elaboración propia, con base en información de Formato FIR, 2015.**



#### 4. ¿CÓMO ES EL SITIO?

- 4.1 *Características ecológicas.*
- 4.2 *¿Qué tipo(s) de humedales se encuentran en el sitio?*
- 4.3 *Componentes biológicos.*
  - 4.3.1 *Especies vegetales.*
  - 4.3.2 *Especies animales.*
- 4.4 *Componentes físicos.*
  - 4.4.1 *Clima.*
  - 4.4.2 *Situación geomorfológica.*
  - 4.4.3 *Suelo.*
  - 4.4.4 *Régimen hídrico.*
  - 4.4.5 *Régimen de sedimentación.*
  - 4.4.6 *pH del agua.*
  - 4.4.7 *Salinidad del agua.*
  - 4.4.8 *Nutrientes disueltos o en suspensión en el agua.*
  - 4.4.9 *Rasgos de la zona circundante que podrían afectar al sitio.*
- 4.5 *Servicios de los ecosistemas.*
  - 4.5.1 *Servicios o beneficios de los ecosistemas.*
  - 4.5.2 *Valores sociales y culturales.*
- 4.6 *Procesos ecológicos.*



#### 5. ¿CÓMO SE MANEJA EL SITIO?

- 5.1 *Tenencia de la tierra y responsabilidades (manejadores).*
  - 5.1.1 *Tenencia o propiedad de la tierra.*
  - 5.1.2 *Autoridad de manejo.*
- 5.2 *Amenazas a las características ecológicas y respuestas a las mismas (Manejo).*
  - 5.2.1 *Factores (reales o probables) con un impacto adverso sobre las características ecológicas del sitio.*
  - 5.2.2 *Estado de conservación oficial.*
  - 5.2.3 *Categorías de áreas protegidas de la UICN (2008).*
  - 5.2.4 *Principales medidas de conservación.*
  - 5.2.5 *Planificación del manejo.*
  - 5.2.6 *Planificación para la restauración.*
  - 5.2.7 *Seguimiento aplicado o propuesto.*



#### 6. MATERIALES ADICIONALES

- 6.1 *Informes y documentos adicionales.*
  - 6.1.1 *Referencias bibliográficas.*
  - 6.1.2 *Informes y documentos adicionales.*
  - 6.1.3 *Fotografía(s) del sitio.*
  - 6.1.4 *Carta de designación y datos anexos.*

**Cuadro 8. Información requerida en el llenado de la FIR. (2<sup>da</sup> Parte). Elaboración propia, con base en información de Formato FIR, 2015.**

En el sitio web “Ramsar.org”, se puede encontrar una Ficha Informativa Ramsar con las indicaciones a seguir para el correcto llenado de la misma. Muchos de los puntos anteriormente enlistados se pueden llenar con la selección de opción que vienen disponibles en el formato o llenado pequeños cuadros de texto.

#### **1.4. Marco local**

Como se ha mencionado en incisos anteriores, en la zona bajo estudio, confluyen diferentes niveles de gestión. Se han mencionado los instrumentos a nivel federal, e internacional, los cuales se encuentran interactuando con el nivel local.

Las políticas, programas y proyectos de manejo de los recursos naturales ofrecen medios significativos para tratar muchas de las necesidades y preocupaciones que pudieran alimentar conflictos relacionados con esos recursos. Irónicamente, estos mismos pueden constituir una fuente o escenario de conflicto, aunque tengan el propósito de resolver tales conflictos (FAO, 2001). Esta situación suele surgir cuando no existe una participación adecuada en todas las fases del proyecto.

Algunas de las razones por las cuales pueden surgir conflictos durante la ejecución de políticas, programas y proyectos se tienen cuando las políticas son impuestas sin participación local, cuando existe una identificación y consulta de los actores inadecuada, por la falta de coordinación en la planificación, por información compartida en forma inadecuada, entre otros.

Para la zona se han identificado algunos instrumentos locales de gestión, y se recabaron de manera informal algunas opiniones de diferentes personas sobre la zona bajo estudio.

##### **1.4.1. Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2040**

El Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2040, publicado en marzo del 2018, contempla la Dimensión Medio Ambiente y Territorio.

Se reconoce que el desarrollo está relacionado con el espacio del territorio, con sus características físicas, naturales y sociales, así como sus diversas escalas, mencionando que es en el ámbito del espacio local, que el proceso de desarrollo territorial se caracteriza por la preeminencia de las decisiones de las y los actores locales; siendo que es el lugar más próximo donde se expresan las necesidades de los ciudadanos y mediante el cual es posible valorar las potencialidades e identidades territoriales.

El medio ambiente y su equilibrio requieren de una pronta y eficaz protección y preservación de los recursos naturales. En la actualidad, la conciencia sobre la preservación y sustentabilidad del medio ambiente se posiciona como una de las principales premisas en la búsqueda del desarrollo de las libertades del ser humano. En este sentido, el Plan Estatal de Desarrollo del estado de Guanajuato concibe al medio ambiente como pieza fundamental pues, por sí mismo, es el entorno en donde el individuo crea comunidad e interactúa con sus semejantes, donde puede desarrollar una vida saludable, prolongada y creativa.

En el Plan Estatal de Desarrollo, se reconoce que Guanajuato cuenta con condiciones naturales privilegiadas como su localización, relieve y clima, y que se tienen aspectos críticos para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad y el desarrollo socioeconómico del estado, destacando que el 70% de los acuíferos presentan déficit de recarga; que casi el 70% de los suelos presentan algún grado de erosión y que se tienen muchas especies que requieren de atención.

El gobierno reconoce que se tienen retos y desafíos en el medio ambiente al 2040 y como resultado de la participación social se destacan la necesidad de mantener los acuerdos en materia de ecología y medio ambiente para los objetivos de desarrollo sostenible.

En materia del agua se requiere promover el incremento de recursos para el financiamiento de las funciones de gobierno y gobernanza del agua, así como formular los instrumentos normativos y reformar los existentes para adecuar el marco jurídico vigente que permita la gestión sustentable del agua.

Otro punto relevante es fomentar el empoderamiento de la sociedad para su participación en estudios especializados para la gestión y cuidado del medio ambiente con apego al derecho, la toma de decisiones en materia de conservación y uso de energías limpias en comunidades rurales.

Y un aspecto relevante es que se propone conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen.

#### **1.4.2. Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial**

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PMDUOET) publicado el 31 de diciembre de 2019 en el Diario Oficial, es el resultado de



un proceso concertado y participativo que busco incluir a todos los agentes sociales involucrados en el uso, aprovechamiento, ocupación y gestión del territorio del Municipio, teniendo como unos de sus principales objetivos “Proponer las formas de ocupación y el aprovechamiento de zonas compatibles con las características del territorio; Salvaguardar los recursos naturales, mantener el equilibrio ecológico y mejorar las condiciones ambientales del municipio”

Derivado de los talleres que se organizaron para integrar este documento y haciendo énfasis en la temática ambiental se estableció la necesidad de tener un buen manejo de los recursos naturales, incluyendo el agua; los procesos educativos; el establecimiento de áreas naturales protegidas; y la creación de un sistema de compensación por servicios ecosistémicos. A partir de la identificación de las problemáticas municipales, se llevó a cabo su priorización por parte de los participantes del taller, colocando al ambiente en prioridad 1.

En este Programa se identifica al Jardín Botánico El Charco del Ingenio con un nivel prioritario, debido al valor ecológico, cultural y escénico que representa. Además, la zona representa un espacio de gran valor cultural e identitario para los sanmiguelenses. Asimismo reconoce que el ADVC se encuentra comprendida dentro de la denominada Zona de Preservación Ecológica El Charco del Ingenio y Zonas Aledañas, declarada por acuerdo del Ayuntamiento con fecha 25 de enero de 2005 y publicada en el Periódico Oficial del Estado de Guanajuato el 2 de mayo de 2006; con una superficie de 392.6 Ha.

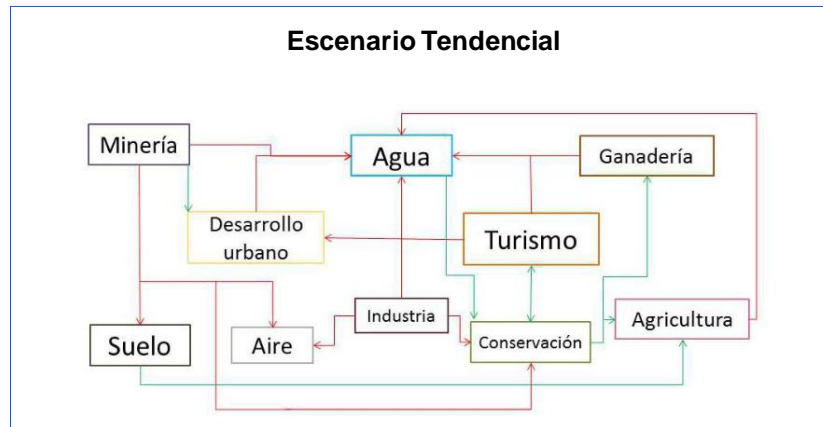
La ZPEZA El Charco del Ingenio, está regulada por un Programa de Manejo Integral, el cual, refuerza el mandato de la declaratoria de restringir el desarrollo inmobiliario en la zona de amortiguamiento del área protegida, en términos de densidad, altura y colindancias de las construcciones que se edifiquen en el futuro, así como, de mantenimiento de la vegetación nativa, con el propósito de mitigar el impacto ecológico y visual de la mancha urbana sobre la zona núcleo de conservación, constituyendo un modelo a seguir para otras iniciativas de conservación locales. El 25 de enero del 2011, fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Guanajuato, el Reglamento para la Zona de Preservación Ecológica El Charco del Ingenio y Zonas Aledañas del Municipio de San Miguel de Allende; siendo éste el documento en el que se establecen los mecanismos que aseguren el cumplimiento, supervisión y evaluación de la Declaratoria de Zona de Preservación Ecológica y su programa de manejo. Por acuerdo del H. Ayuntamiento, el 29 de septiembre del 2017,

publicado en el Periódico Oficial del Estado de Guanajuato el 23 de enero de 2018, se ajusta la zona de amortiguamiento de la ZPEZA a una superficie de 330.29 Ha.

También se reconoce al área como un humedal de importancia junto con la Presa Allende, bajo la definición del Convenio Ramsar.

Un atributo más que se le confiere al Charco del Ingenio es una “Zona de Valor Natural o Ecológico, indicando que estas zonas representan superficies con condiciones naturales o ecosistémicas que son importantes de mantener, ya que, aún presentan cierto grado de conservación y propician una mayor y mejor calidad ambiental dentro de los centros de población del municipio.

Dentro de las Prospectivas y Diseño de Escenarios dentro del PMDUOET se consideran las tendencias actuales en el desarrollo sectorial y social, así como en la utilización del territorio y sus recursos naturales. El ejercicio de generación de escenarios contempló una parte participativa, que permitió concientizar a la población y representantes sectoriales del municipio sobre la necesidad de vislumbrar el futuro del territorio municipal. Asimismo, un análisis de diferentes instrumentos, programas y acciones, aplicables al contexto municipal. Como resultado y de acuerdo a la perspectiva de los actores locales participantes en los talleres llevados a cabo se reconocen como sectores territoriales que interactúan en el municipio el desarrollo urbano, el turismo, la industria, la minería, la agricultura, la ganadería y la conservación; y se determinó que los sectores con mayor desarrollo en el municipio son el urbano y el turístico, ya que los consideran los ejes fundamentales que establecen las principales relaciones sectoriales con los recursos. Ambos generan impacto negativo a los elementos del municipio, sin embargo, consideran que el turismo puede beneficiar al sector conservación. En la siguiente figura (*Figura 1*) se pueden apreciar las interrelaciones de los diferentes sectores y es notorio que la conservación tiene un papel muy importante en este modelo.



Fuente: PMDUOET,2019.

**Figura 1. Escenario Tendencial. Se muestran las interrelaciones de los sectores, destacando aquellos que inciden sobre la conservación.**

#### **1.4.2.1. Modelo de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio**

El Modelo generado, presenta las Unidades de Gestión Ambiental y Territorial, a partir de la revisión, análisis y comparativa de los modelos previamente presentados, se definieron 79 UGATs, siendo que para la zona de estudio se tienen tres que inciden directamente y una que está dentro de la zona de influencia:

**Tabla 7. Unidades de Gestión Ambiental relacionadas con la zona de estudio.**

UGAT	Nombre	No. Loc	Localidades	Población	Uso del suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje
342-1	ADVC Jardín Botánico El Charco del Ingenio				Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ANP-CONANP)	Conservación	67.640	0.04
344-1	Cañada del Charco del Ingenio-Presa las Colonias				Cañón natural y escurrimiento	Conservación	14.52	0.01
357-1	Zona de Preservación Ecológica El Charco del Ingenio y Zonas Aledañas	1	Hacienda de San Sebastián Aparicio	3	Relictos de vegetación en distintos grados de perturbación, cuerpos de agua y humedales, áreas agrícolas de temporal	Conservación-turismo	248.04	0.16
357-2	Landeta	14	Palmita de Landeta, San Julián de Landeta, San José de la Amistad	1517	Áreas agrícolas de riego y temporal, asentamientos humanos y zonas fraccionadas	Agrícola-urbano	782.29	0.50

Cada Unidad de Gestión Ambiental y Territorial dentro del Ordenamiento Ecológico Territorial y Ordenamiento Urbano Territorial, tiene su respectiva política integral que dirigirán el uso y ocupación del suelo para las UGA's involucradas, en la siguiente tabla (*Tabla 8*) se presentan estas políticas:

**Tabla 8. Políticas integrales en las UGA's de la zona de estudio.**

UGAT	Nombre	Política potencial según algoritmo ISODATA	Grupo-Política PEDUOET 2040	Política Ecológica PMDUOET SMA	Política Territorial PMDUOET SMA	Descripción de la política
342-1	ADVC Jardín Botánico El Charco del Ingenio	Protección	ANP -Federal	Área Natural Protegida	Área Natural Protegida <sup>1</sup>	Zona del territorio nacional o estatal, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requiere ser preservada o restaurada. Estas áreas prestan servicios ambientales, tienen elementos únicos paisajísticos y/o culturales, o se caracterizan por albergar especies endémicas.
344-1	Cañada del Charco del Ingenio-Presa las Colonias	Protección	Conservación de ecosistemas y recuperación de zonas degradadas/Mejoramiento	Conservación (sistemas hidrológicos)	Mejoramiento <sup>2</sup>	Con esta política se busca renovar las zonas con vocación para el subsector deterioradas física y/o funcionalmente o con un incipiente desarrollo. Asimismo, se busca reordenar dichos espacios reduciendo la incompatibilidad en los usos y destinos del suelo
357-1	Zona de Preservación Ecológica El Charco del Ingenio y Zonas Aledañas	Protección	Aprovechamiento sujeto a PMDUOET/Crecimiento	Protección	Mejoramiento <sup>2</sup>	Asimismo, se busca reordenar dichos espacios reduciendo la incompatibilidad en los usos y destinos del suelo
357-2	Landeta	Crecimiento	Aprovechamiento sujeto a PMDUOET/Crecimiento	Aprovechamiento sustentable (crecimiento de asentamientos humanos)	Crecimiento <sup>2</sup>	Su fin es ordenar y regular la expansión física de los subsectores productivos, tanto espacial como temporalmente, ocupando áreas o predios susceptibles de aprovechamiento sustentable, conforme a disposiciones de los programas de ordenamiento municipales.

1 – Política considerada dentro del grupo de ordenamiento ecológico

2 - Políticas consideradas dentro del grupo de ordenamiento urbano territorial

Con base en estas políticas se determinan las actividades que se pueden realizar en cada UGA.

**Tabla 9. Actividades consideradas para cada UGA.**

UGAT	Nombre	Política ecológica y territorial	Lineamiento	Actividades compatibles	Actividades condicionadas	Actividades incompatibles
342-1	ADVC Jardín Botánico El Charco del Ingenio	Área Natural Protegida	Preservar las 66.12 ha que conforman esta Área Natural Protegida, y atender los lineamientos indicados en su correspondiente Plan de Manejo y las indicadas en la LGEEPA	Turismo alternativo	Infraestructura puntual	Acuacultura, Agricultura de riego, Agricultura de humedad, Agroindustria, Ganadería intensiva, Forestal no maderable, Turismo convencional, Asentamientos humanos urbanos, Infraestructura de área, Industria ligera, Industria mediana, Industria pesada, Minería no metálica, Minería metálica, Sitio de disposición final
344-1	Cañada del Charco del Ingenio-Presa las Colonias	Conservación (sistemas hidrológicos) / Mejoramiento	Conservar la biodiversidad y las funciones hidrológicas y ecológicas de las 16.92 ha que conforman la UGAT, garantizando la viabilidad del sistema geohidrológico.	Turismo alternativo	Infraestructura puntual	Acuacultura, Agricultura de riego, Agricultura de humedad, Agroindustria, Ganadería intensiva, Forestal no maderable, Turismo convencional, Asentamientos humanos urbanos, Infraestructura de área, Industria ligera, Industria mediana, Industria pesada, Minería no metálica, Minería metálica, Sitio de disposición final
357-1	Zona de Preservación Ecológica El Charco del Ingenio y Zonas Aledañas	Protección/ Mejoramiento	Preservar la biodiversidad y los ecosistemas naturales y artificiales de la UGAT, y mantener sus funciones hidrológicas (como regulador de escurrimientos y disminución de riesgos) y ecológicas, siguiendo los	Turismo alternativo, Infraestructura puntual	Acuacultura, Infraestructura lineal, Proyectos de energía eólica y solar	Agricultura de temporal, Agricultura de humedad, Agricultura de riego, Ganadería extensiva, Ganadería intensiva, Turismo convencional, Asentamientos humanos urbanos, Asentamientos humanos rurales, Agroindustria,

			lineamientos que se establezcan en un Programa de Manejo de la zona.			Industria ligera, Industria mediana, Industria pesada, Minería no metálica, Minería metálica, Sitio de disposición final, Infraestructura de área
357-2	Landeta	Aprovechamiento sustentable (crecimiento de asentamientos humanos) / Crecimiento	Promover el crecimiento del área urbana bajo un esquema ordenado, socialmente integrador, económicamente productivo y ambientalmente amable, promoviendo la densificación, evitando la gentrificación, y garantizando la prestación de servicios básicos, de equipamiento adecuado y de infraestructura eficiente; y procurando la conservación de la riqueza cultural, natural y patrimonial local.	Acuicultura, Agricultura de temporal, Agricultura de riego, Turismo alternativo, Turismo convencional, Asentamientos humanos urbanos, Infraestructura puntual, Infraestructura lineal, Infraestructura de área, Proyectos de energía solar.	Agroindustria, Industria ligera	Agricultura de humedad, Ganadería extensiva, Ganadería intensiva, Forestal maderable, Forestal no maderable, Asentamientos humanos rurales, Proyectos de energía eólica, Industria mediana, Industria pesada, Minería metálica, Minería no metálica, Sitios de disposición final



Finalmente las estrategias para cada UGA son:

**Tabla 10. Estrategias de las políticas que aplican a cada UGA.**

UGAT	Nombre	Política ecológica y territorial	Estrategias PMDUOET
344-1	Cañada del Charco del Ingenio-Presa las Colonias	Conservación (sistemas hidrológicos) / Mejoramiento	EA1, EA2, EA3, EA5, EA6, EA7, EA8, EA9
342-1	ADVC Jardín Botánico El Charco del Ingenio	Área Natural Protegida	EA1, EA2, EA3, EA5, EA6, EA7, EA8, EA9
357-1	Zona de Preservación Ecológica El Charco del Ingenio y Zonas Aledañas	Protección/ Mejoramiento	EA1, EA2, EA3, EA5, EA6, EA7, EA8, EA9
357-2	Landeta	Aprovechamiento sustentable (crecimiento de asentamientos humanos) / Crecimiento	EA1, EA2, EA8, EA9, EH1, EH2, EH3, EH4, EH5, EH6, EH7, EE1, EE2, EE3, EE4, EE5, EU1, EU2, EU3, EU4, EU5, EU6

La descripción de las estrategias es:

Clave	Estrategia	Objetivos
EA1	Mitigar los impactos del cambio climático e impulsar medidas de adaptación a sus efectos	Fomentar en el municipio el desarrollo y actualización de atlas de riesgo y dirigir el reordenamiento poblacional hacia zonas de menor vulnerabilidad. Aplicar la normativa existente para controlar emisiones contaminantes en diferentes sectores
EA2	Garantizar la gestión integral de la biodiversidad	Contar con instrumentos de planeación sobre la preservación del medio ambiente continuamente actualizados. Implementar un sistema de monitoreo, seguimiento, evaluación y sanción en materia de procuración ambiental, acordado y coordinado por todos los actores vinculados a las unidades de gestión ambiental y territorial
EA3	Asegurar la restauración de los ecosistemas	Generar estudios para priorizar áreas de intervención para la restauración de ecosistemas de acuerdo con su relevancia funcional y a su estado de degradación. Implementar políticas para que los procesos de cambio de uso del suelo integren medidas de restauración y conservación del medio ambiente.
EA5	Conservación de ecosistemas	Crear Áreas naturales protegidas, y actualizar de forma continua sus programas de manejo
EA6	Promover prácticas productivas sustentables que aseguren el mantenimiento de la biodiversidad	Incentivar la producción agroalimentaria orgánica y tradicional, con la implementación de prácticas ecológicas para el manejo de suelos, labranza de conservación y manejo de agostaderos. Fortalecer las políticas para minimizar el uso de agroquímicos.
EA7	Reconversión productiva	Promover la reconversión de tierras agropecuarias degradadas y con bajo potencial productivo y siniestralidad recurrente a sistemas sustentables

<b>EA8</b>	Gestión y manejo integral de residuos	Contar con un sitio para la disposición final de residuos con infraestructura adecuada y cumplimiento de la normatividad correspondiente. Establecer un centro de acopio de materiales reciclables. Mejorar el sistema de recolección, transporte, disposición y separación de residuos.
<b>EA9</b>	Gestión integral y sustentable del agua	Garantizar la cobertura y calidad de servicios de agua potable y saneamiento, promoviendo la cultura del agua para su ahorro y uso racional en diferentes sectores. Recuperar el equilibrio de las cuencas y acuíferos

### 1.4.3. Opiniones de los visitantes

La opinión de los visitantes ha sido recabada a través de proyectos anteriores. En el trabajo Realizado por Kato (2016) se aplicaron encuestas para conocer la preferencia de los visitantes por una zona específica del Jardín, basándose en las cuatro unidades de paisaje reconocidas (ladera norte, ladera sur, cañón y humedal), así como de su percepción sobre la conservación de las mismas. El 70% de los entrevistados muestra preferencia por el humedal y considera que tiene un alto grado de conservación.

En el trabajo de Morales (2018) se realizaron encuestas las cuales se aplicaron a los visitantes, teniendo datos demográficos generales, visitas y participación del entrevistado, conocimiento del área y Percepción del ANP.

Entre los datos relevantes para la presente investigación se tiene que el 82% de los entrevistados prefiere visitar la ladera sur, el humedal y el cañón 82%, por sus atractivos y accesibilidad.

Con respecto al conocimiento del área el 92% de los entrevistados sabía que El Charco del Ingenio es un área natural protegida particular; el 90% sabe de las actividades recreativas de El Charco del Ingenio, siendo que la actividad con más adeptos está dentro del ámbito deportivo (senderismo, correr, ejercicio, ciclismo), representando el 58% de la población, le sigue la observación y el estudio de aves y plantas con el 24 % y los eventos ceremoniales y festivales con el 22 %; la actividad menos mencionada es el estudio de historia y arqueología con el 2% de la muestra, equivalente a una persona. Los visitantes consideran que las actividades mencionadas son adecuadas para la zona.

Con respecto a la Percepción del ANP se mostraron fotos de las cuatro unidades paisajísticas dentro de la zona, siendo que el 100% de los entrevistados prefirieron la zona del humedal, seguida por el cañón y finalmente los pastizales de la ladera norte.

Se les cuestiono sobre aspectos que no les agradaran de la zona, en donde solo el 50% de los entrevistaron manifestaron algún comentario al respecto, destacándose la presencia de basura principalmente en la colindancia con el Parque Landeta y con la zona urbana, asimismo se mencionó (20%) que observaron de otros visitantes la falta de educación, respeto y apreciación de la naturaleza y el 12 % mencionó la presencia de perros, gatos o excretas de estos animales. Del 50 % de personas que respondieron haber observado algún aspecto desagradable, el 40% respondió que el área en donde se observaron más aspectos desagradables es la ladera sur (coincidiendo con el área más visitada) y el 20 % respondió que el área con menor presencia de estos es el cañón. Los aspectos negativos que observaron los visitantes fueron: “árboles o plantas dañadas”, “incendios” y “basura en los senderos”. Los aspectos mencionados con menor frecuencia fueron: “vegetación que no pertenece al área” y “botellas de vidrio”

Conforme a las problemáticas mencionadas por los encuestados, se establecieron 11 categorías de las cuales se incluye a las personas que no percibieron ninguna problemática representando el 94% de la muestra, y las tres problemáticas con mayor frecuencia fueron: “presencia de plagas”, “falta de señalización de los senderos” “Casas cerca del jardín que le quitan naturalidad”.

## **1.5. Ornitofauna**

Las aves son vertebrados homeotermos es decir de sangre caliente que ponen huevos y tienen como característica principal estar cubiertos de plumas (Del Olmo, 2009). Desde siempre, han atraído la vista del ser humano y fijado su interés en su comportamiento (CCA, 1999). Debido a esto, nos hemos vinculado con ellas de diferentes formas a través del espacio y el tiempo. En distintas culturas, las aves han formado parte del arte, la religión, el folklore, la literatura, la música y la danza (Podulka *et al.*, 2004). Biológicamente, se tiene conocimiento de un gran número de especies presentes en distintos hábitats y de sus características ecológicas y patrones de crecimiento individual o poblacional; gracias a esto se ha logrado comprender su importancia y utilidad para el ser humano (CeballosLascuráin *et al.*, 2000).

A pesar de ser silvestres, las aves comparten en mayor medida nuestras actividades cotidianas (Navarro, 1994), además son atractivas debido a sus coloridos plumajes, llamativos cantos y la capacidad de volar lo que las hace fáciles de observar (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014). Forman parte de la gastronomía de la mayoría de los países, además de ser apreciadas por su valor de uso como ornato y mascotas.

Las aves son uno de los grupos de vertebrados más exitosos y diversos del mundo, por su gran capacidad de adaptación, que les facilita ocupar prácticamente todos los ambientes del planeta, desde el ecuador hasta los polos, desde el mar abierto hasta las altas montañas y desde las selvas húmedas hasta los desiertos. Las aves son un grupo de animales bien estudiado y que despierta un gran interés y admiración por su continuo conocimiento (Berlanga-García *et al.*, 2015).

Las aves vivientes han diversificado ampliamente, y se encuentran distribuidas por todo el planeta y en todos los ambientes terrestres y acuáticos, excepto los desiertos más extremos y en el centro de la Antártida, constituyendo el grupo de vertebrados terrestres más rico en especies debido a una acelerada radiación y diversificación tanto evolutiva como geográfica (Jetz *et al.*, 2012).

México al ser un país megadiverso posee una gran variedad de aves silvestres, distribuidas en 26 órdenes, 94 familias, 471 géneros y 1069 especies, de las cuales 100 son especies endémicas México es el décimo lugar en cuanto a nivel mundial y el séptimo en América Latina, respecto a las 9,845 variedades de aves que existen en el mundo (Perrins,2006). De los estados mexicanos; Oaxaca cuenta con 752 especies posicionándolo en el primer lugar en cuanto riqueza y Aguascalientes es el último estado con 300 especies. El resto de los estados mantiene un promedio entre 400 y 500 especies; cabe resaltar a Guanajuato por el ser el estado de nuestro interés, hasta el momento se han reportado 330 especies, de las cuales, 18 son endémicas para México (Del Olmo *et al.*, 2013).

### **1.5.1. Aves acuáticas**

Las aves acuáticas son uno de los componentes más carismáticos de la fauna que habita los humedales. A diferencia de muchas especies de peces, las aves pueden hacer uso de estos ambientes durante sólo parte del año y para cubrir una determinada etapa de su ciclo anual, como ser la nidificación y cría, o la muda del plumaje. Muchas especies de aves acuáticas han desarrollado diversas adaptaciones morfológicas y fisiológicas para hacer mejor uso de los recursos que brindan los humedales (Blanco, 2000). Dentro de los humedales las aves acuáticas cumplen importantes roles como el de consumidores, modificadores del ambiente circundante, aportadores de materia orgánica, aproximadamente el 30% de la energía consumida por las aves se libera al ambiente como desperdicios (Blanco, 2000).

Son uno de los grupos de especies más abundantes a nivel continental y son objeto de gran interés en términos ecológicos, económicos y de conservación. En ocasiones debido a su gran vagilidad y sus hábitos migratorios, su manejo resulta complejo (Chacón de la Cruz *et al.*, 2017).

Las aves acuáticas, marinas y de agua dulce, en términos generales han sido menos estudiadas respecto a las terrestres, en cuanto a patrones generales de distribución (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014).

Dentro de esta elevada biodiversidad que se puede encontrar en ambientes acuáticos, destacan las aves acuáticas, las cuales utilizan las zonas de humedales, durante todas las etapas del ciclo de vida anual y, por tanto, dependen de ellas para su supervivencia

Han sido reconocidas como indicadores de la salud de los humedales ya que su presencia proporciona información sobre el funcionamiento de este ecosistema, al ocupar diferentes niveles en la cadena alimentaria. Las comunidades biológicas reflejan las condiciones físicas, químicas y bióticas de los ecosistemas acuáticos, ya que integran y acumulan los efectos de diferentes tipos de presiones, actuando como buenos indicadores de impacto, ante las fluctuaciones de las condiciones ambientales (Barbour *et al.*, 1999).

### **1.5.2. Aves acuáticas en México**

Las aves acuáticas de México incluyen una rica fauna de especies residentes y una proporción significativa de especies migratorias que se reproducen al norte de nuestro país en Canadá y Estados Unidos de América, aunque su distribución y patrones de riqueza siguen siendo poco conocidos. Ramírez-Bastida *et al.* (2008), sugieren una serie de mapas con el modelado de nichos para 134 especies asociadas a humedales, en los cuales se observa que la riqueza de especies se concentra en las zonas costeras, pero el endemismo se centra en el cinturón transvolcánico y el altiplano.

Rebón (1991), identificó que el 25% de la ornitofauna mexicana está constituida por aves acuáticas y de éstas, 70.6% son especies de hábitos migratorios; las cuales se desplazan grandes distancias, dependiendo en su travesía de los humedales de varios países.

La avifauna en la Ciudad de México y municipios conurbados, supera las 300 especies (Wilson y Ceballos, 1993), pero en localidades particulares con cuerpos de agua, se han registrado hasta 162 especies; de ellas las aves acuáticas pueden ser 18 a 92 especies y en conjunto se han registrado 121 especies de hábitos acuáticos, incluidas en 11 órdenes, 26 familias y 73 géneros.

Destacan la familia Anatidae (patos, gansos) con 26 especies, Scolopacidae (chorlos, chichicuילות) con 23 y Ardeidae (garzas) con 14. En este listado se incluyen variedades domésticas de Anseriformes (patos y gansos principalmente), que conviven con aves acuáticas silvestres, de las familias Podicipedidae, Phalacrocoracidae, Pelecanidae Threskiornithidae, Rallidae, Recurvirostridae, Laridae, Jacanidae, Alcedinidae, Cinclidae, ligadas a la vegetación acuática, así como otras de hábitos terrestres para las cuales el humedal representa fuente de agua y alimento, así como sitio de refugio y descanso (González-Olvera *et al.*, 2000, Saldaña 2002). La diversidad y abundancia de aves acuáticas se relaciona con factores intrínsecos y extrínsecos del humedal, como las características del agua: calidad, aporte, actividad fotosintética, profundidad, espejo de agua, recursos alimenticios disponibles.

### **1.5.3. Importancia de las comunidades de aves acuáticas**

Las aves acuáticas son uno de los componentes más visibles de la rica biodiversidad de los humedales, y son utilizadas como un indicador del estatus de estos ecosistemas (Palomino *et al.*, 2009).

Las aves acuáticas al estar estrechamente ligadas a los humedales son clave en la conectividad biótica de los humedales, mediante mecanismos de dispersión biota entre estos hábitats ya sea transportando semillas y/o invertebrados (Amezaga, *et al.*, 2002).

#### **1.5.3.1. Bioindicadores de la calidad ambiental**

La presencia de las especies de aves está estrechamente relacionada con la condición de sus hábitats, al ser sensibles y reaccionar a los cambios mínimos que se presentan en los ecosistemas, por lo cual se les considera como buenos indicadores de perturbación.

La cacería, tala de los bosques, la desertificación, los efectos de los contaminantes tanto en sistemas acuáticos como terrestres, así como la introducción de fauna exótica en islas, ha provocado la extinción de muchas especies de aves o a estar al borde de ella, por lo que son un grupo clave en las estrategias de conservación de la biodiversidad (Arizmendi, 2001).

Por encontrarse en todos los hábitats del planeta y ser fácilmente detectables, la avifauna es un excelente termómetro del estado de conservación de la biodiversidad. Por tanto, sus amenazas son fácilmente extrapolables al conjunto de seres vivos. En 2004 BirdLife International presentó una evaluación exhaustiva del estado de las aves del mundo como indicador para ayudar a

supervisar los progresos con miras a la meta “Biodiversidad 2010”. Entre las acciones emprendidas destaca la localización de más de 10.000 Áreas Importantes para la conservación de las Aves (IBA) en casi 200 países. Los datos obtenidos, utilizando las 9.856 especies aviares existentes, ya demostraban que el ritmo de pérdida de biodiversidad en el mundo, lejos de disminuir, se acelera. Asimismo, su último informe El estado de conservación de las aves del mundo, indicadores en tiempos de cambio, publicado en 2008, confirma esta tendencia. Este estudio recuerda que 153 especies de aves se han extinguido desde el año 1500, fenómeno que continúa, pues en el último trimestre del siglo XX se perdieron otras 18, y desde el año 2000 se sospecha que han desaparecido tres más. Esto significa que la velocidad de extinción supera entre 1.000 y 10.000 veces la tasa natural, casi siempre restringida a pequeñas islas, aunque está aumentando en los continentes. Al margen de estas pérdidas irrecuperables, BirdLife considera que más de 1.200 (una de cada ocho especies de aves) podrían correr la misma suerte por estar amenazadas globalmente, con poblaciones o áreas de distribución pequeñas y en disminución. De ellas, 190 están “en peligro crítico” y se enfrentan a un altísimo riesgo de extinción en un futuro próximo. Asimismo, las evaluaciones de la Lista Roja de la UICN demuestran que en los últimos 20 años ha habido un deterioro estable y continuado del estado de las aves en el mundo, y aunque ha ocurrido en los principales ecosistemas, los cambios no han sucedido uniformemente, así las aves marinas y de Oceanía están, en promedio, considerablemente más amenazadas y han experimentado disminuciones más rápidas, mientras que las asiáticas muestran un marcado declive relacionado con la destrucción de los bosques. Para combatir la creciente amenaza de extinción de varias especies, BirdLife International ha lanzado el Programa de Prevención de Extinciones, hasta ahora el mayor proyecto de conservación para aves y de mayor envergadura en lo que se refiere al número y la distribución.

Se centra en las 190 especies catalogadas como “en peligro crítico” por la UICN mediante la búsqueda de ‘Campeones de la Conservación’. Éstos financian el trabajo de los ‘Guardianes de Especies’ designados para cada ave, que recae en una serie de organizaciones o incluso personas físicas que desarrollan las actuaciones europeas, la perdiz pardilla o el triguero han menguado en un 62%, 79% y 61% respectivamente, y el cuco común se ha reducido en un 17%. La situación es similar para las aves que migran entre Europa, Oriente Medio y África Oriental que han sufrido una regresión del 40% en más de tres décadas. Este escenario da cuenta de la importancia de incidir en todos los lugares del planeta ya que las aves afectadas por la intensificación de la agricultura en Europa también pueden padecer el exceso de caza en Oriente y la desertificación en sus cuarteles de invernada africanos, estando por tanto amenazadas en

todas las etapas de su ciclo vital. Así, especies migratorias comunes como el torcecuello, la collalba gris, el carricerín común y el ruiseñor están desapareciendo lentamente. Asimismo, el programa de Seguimiento de Aves Comunes Reproductoras en España (SACRE) en los últimos once años corrobora una tendencia negativa en las comunidades de aves asociadas a medios agrícolas, mientras que las aves forestales experimentan un moderado aumento y las ligadas a zonas húmedas se mantienen estables (Carretero, 2010).

### **1.5.3.2. Provisión de servicios ecosistémicos**

Las aves desempeñan un papel importante en la dinámica ecológica de los sitios de visita, ya que son importantes depredadores de insectos y vertebrados, dispersores de semillas y polinizadores de muchas plantas (Navarro *et al.*, 2014). Al ser depredadores, tienen un papel fundamental en el control biológico de plagas (López-Portillo, 2010).

Los beneficios que obtiene el hombre de la naturaleza y de los cuales se ve favorecido son conocidos como servicios ambientales, estos generan bienestar en las personas y comunidades e influyen en el mantenimiento de las condiciones adecuadas de nuestro ambiente. Las aves, al formar parte de los ecosistemas, son indispensables para mantener la salud de estos a través los servicios ambientales que prestan en sus hábitats y a lo largo de sus rutas migratorias. Estos servicios se enlistan a continuación:

*Control de plagas en cultivos.* En los cultivos agrícolas pueden presentarse plagas de insectos y roedores. Muchas aves han colonizado los espacios habitados por el hombre y desempeñan un papel dentro de la cadena trófica como depredadoras de la fauna nociva, mediante la caza y el consumo de dichos organismos, que de esta manera son controlados. Sin embargo, a su vez, las aves pueden ser consideradas una plaga, al alimentarse de los productos que son cultivados en las parcelas (Ceballos y Márquez, 2000; CCA, 1999).

*Polinización.* En actividades humanas como mantenimiento de viveros y campos de cultivo, así como en ambientes naturales no perturbados, la polinización realizada por las aves es fundamental (Ceballos y Márquez, 2000). Muchas especies de ambientes templados y tropicales suelen buscar el néctar como fuente de alimento (Smith-Ramírez y Armesto, 1998). Los colores y formas de las flores son atrayentes para las aves, hay especies que se alimentan exclusivamente del néctar floral. El ejemplo más conocido de un ave polinizadora es el de los miembros de la familia Trochilidae, conocidos como colibrís. Los nectarios de las flores se encuentran en la profundidad de la corola y al tratar de alcanzarlos, tocan con la cabeza las



anteras de la flor, el polen queda adherido a su pico y plumas. Otra familia de aves cuyos integrantes polinizan es la Icteridae (Cruden y Toledo, 1977).

*Dispersión de semillas y generación de fertilidad en los suelos.* Los frutos presentan algún atractivo para las aves como el color, aroma, o composición, y sus semillas pueden ser dispersadas por ellas. La dispersión puede realizarse a través de dos mecanismos: En la epizoocoria, el fruto o la semilla se fijan al plumaje de las aves y de esta manera son transportados. En la endozoocoria, el ave come el fruto con todo y sus semillas, las cuales poseen una cubierta resistente al jugo gástrico y salen por el tracto digestivo (González, 1987). Algunas especies de plantas requieren para germinar el paso de sus semillas por el intestino de las aves, donde atraviesan por un proceso de escarificación, antes de ser depositadas en otro sitio, donde muchas germinarán. A largo plazo, la dispersión permite el crecimiento de las poblaciones vegetales de diversas especies, lo que desencadena a su vez otros servicios ambientales, como la presencia de materia orgánica en los suelos, la retención de humedad y otros beneficios (Ceballos y Márquez, 2000; CCA, 1999).

*Indicadoras de diversidad biológica.* Una disminución de la población de una especie común es un importante indicador del deterioro o perturbación del ambiente donde se encuentra, en comparación de otro que no ha sido perturbado y donde la mayoría de las especies presenten poblaciones sostenibles (Berlanga *et al.*, 2010). Las aves son una buena elección para el monitoreo porque pueden ser censadas a grandes escalas y su ocurrencia y abundancia está influenciada por las características del hábitat que les rodea. El uso de especies de aves como indicadoras se realiza bajo el supuesto de que las respuestas de especies individuales pueden ser representativas de la respuesta de la comunidad de aves y de otra fauna (Villegas y Garitano-Zavala, 2008).

#### **1.5.4. Migración**

Uno de los fenómenos más notable y que más llama la atención de los investigadores, es la migración. Organismos de diversos grupos taxonómicos presentan movimientos migratorios como parte de sus vidas y aunque aún queda mucho por conocer, es un fenómeno que ha sido bien estudiado en algunos animales, especialmente en las aves. Las aves migratorias se desplazan del Norte y del Sur del continente americano, buscando la franja tropical (Ocampo-Pañuela, 2010).

Dingle (1996) propone una definición que presenta elementos clave para determinar si un individuo es o no migratorio, según la definición propuesta por este autor: “el comportamiento migratorio es un movimiento persistente y directo llevado a cabo por los esfuerzos locomotores propios de un animal o por su embarque activo en un vehículo. Depende de alguna inhibición temporal de las respuestas propias del mantenimiento de un territorio o un ámbito doméstico, pero promueve su recurrencia y desinhibición eventual”.

Los organismos que realizan migraciones varían taxonómicamente entre plancton, aves, mamíferos, reptiles, insectos, peces. Su belleza, jornadas largas y espectaculares, con frecuencia a grandes altitudes y sobrepasando barreras, han convertido a las aves en objetos preferidos de estudio (Greenberg y Marra, 2005).

De acuerdo con la MAVDT (2009), el esfuerzo realizado para investigar el fenómeno de migración ha dado como resultado el reconocimiento de cinco atributos que identifican a la migración como un comportamiento distintivo y especializado.

El primer atributo, es que la migración se caracteriza por ser un movimiento persistente, con una duración y alcance mucho mayores, en comparación con los movimientos que realizan las especies en la dispersión de individuos juveniles, para el mantenimiento de un territorio o durante los recorridos rutinarios alrededor de un ámbito hogareño.

El segundo atributo, es que se realizan mediante un movimiento directo, a diferencia de los recorridos habituales de un animal, que cambian frecuentemente de dirección y/o involucran retrocesos durante una misma secuencia.

El tercer atributo es la superposición inicial o inhibición de respuesta a ciertos estímulos; entre los comportamientos que pueden omitir las especies, a pesar de tener las condiciones o territorios adecuados es la reproducción y la alimentación, reanudando dichas conductas hasta que llegan al destino final de la migración.

El desarrollo de patrones de actividad particulares para la partida o la llegada de los animales es el cuarto atributo. Existe un fenómeno llamado “Inquietud migratoria”, el cual se refiere a que muchas aves muestran un comportamiento extremadamente alterado días antes de realizar la migración, otro ejemplo es que aves con hábitos diurnos realizan sus viajes durante la noche y se alimentan durante el día, algunas aves rapaces que se caracterizan por ser aves solitarias al realizar migraciones se congregan en grandes bandadas inmediatamente antes del inicio de sus viajes y mantienen este comportamiento social hasta el momento de llegar a su destino.

El quinto atributo es la energía que destinan los animales para soportar el movimiento. Acumulando grandes reservas de grasa que es metabolizada durante la migración, además suspenden otros procesos fisiológicos que demandan energía.

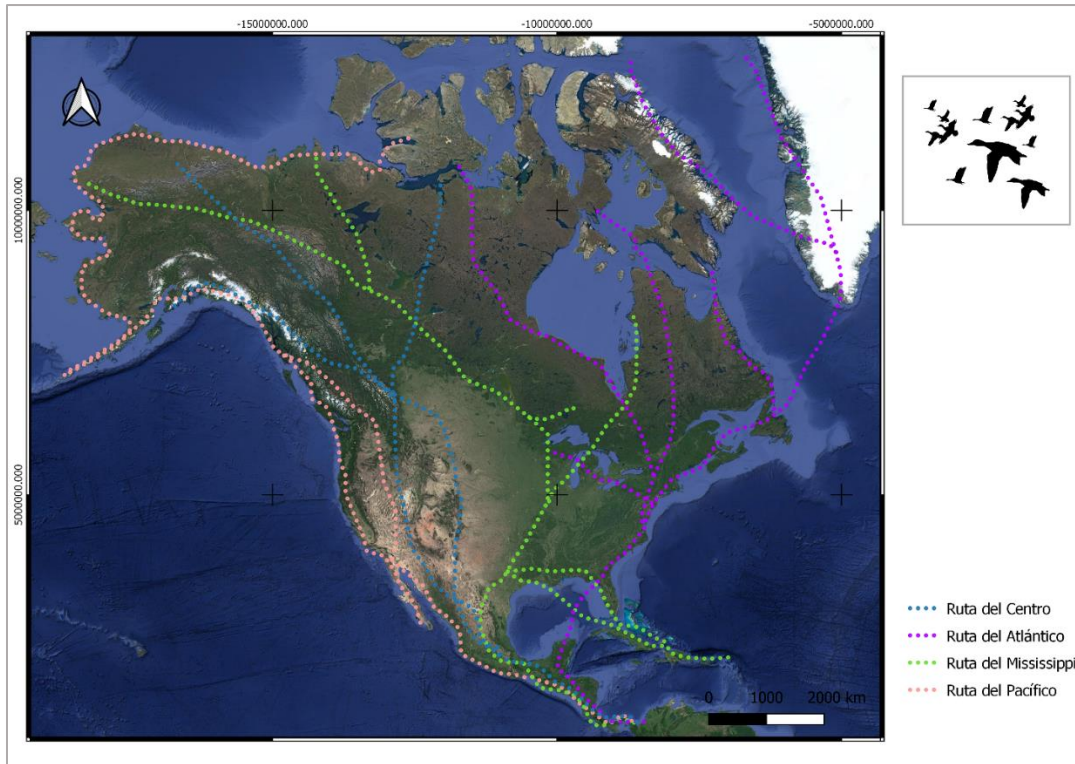
Como fenómeno biológico, los tipos de migración se definen en función de ciertas características, agrupándose en cuatro categorías: Migración intrageneracional, los individuos de especies migratorias relativamente longevas adoptan una estrategia de ocupación secuencial de hábitats, ninguno de los cuales está disponible u ofrece las condiciones óptimas para más de una etapa del ciclo de vida. De esta forma, a lo largo de su existencia un solo individuo lleva a cabo la totalidad del ciclo migratorio; Migración intergeneracional, es la que realizan especies con ciclos de vida cortos, los cuales atraviesan una secuencia de hábitats a lo largo de la sucesión de distintas generaciones; Migración unidireccional o cíclica, en el caso de las especies efímeras un individuo solamente llevan a cabo viajes de ida y vuelta dentro de “un ciclo de cualquier índole, ya sea astronómico, circadiano, anual, vital o climático, y de cualquier frecuencia; Migración estacional, la cual está relacionada con la disponibilidad de recursos de acuerdo a la estación del año; Irrupción poblacional, ocurre cuando la oferta de alimento disminuye por debajo de los niveles adecuados para sostener una población orillando a que las especies abandonen de forma masiva una región; Nomadismo, algunas aves frugívoras neotropicales como muchos loros “rastrean” los parches de árboles en fructificación a lo largo y ancho de amplias regiones, cabe mencionar que estos dos últimos no son considerados por algunos autores como auténticas migraciones al no cumplir con las características propias de dichos movimientos; finalmente la orientación geográfica en la que se realizan las migraciones da nombre a los tipos de migración latitudinal, longitudinal y altitudinal (MAVDT,2009).

Berlanga *et al.* (2010). Plantea que en un principio se consideraba que las aves migraban solo por escapar de las bajas temperaturas de sus países de origen, sin embargo, actualmente se sabe que no es la única razón sino también por la disminución en la disponibilidad de alimento en la época invernal. Por lo tanto, las aves acumulan suficiente energía en forma de grasa corporal para poder realizar largos viajes hacia sitios en donde la cantidad de alimento es mayor.

Las aves presentan distintos mecanismos y conductas fisiológicas para poder orientarse mientras realizan los movimientos migratorios. Algunas especies poseen estructuras especializadas en el cerebro que actúan como micro imanes que les permiten percibir las variaciones en el campo magnético de la tierra y así saber la posición del Norte y el Sur. Las especies que realizan migraciones en el día orientan su vuelo por el sol, como las especies planeadoras, rapaces que se benefician de las corrientes ascendentes que son calentadas por el sol; las que viajan por las

noches se guían por las estrellas, tal es el caso, de aves canoras, acuáticas y playeras, estas especies aprovechan que durante el viaje la temperatura ambiental no son altas y hay menos depredadores También son capaces seguir las características presentes en la superficie terrestre como, el curso de los ríos, márgenes de las costas u otros rastros orográficos a lo largo de su ruta migratoria (Berlanga *et al.*, 2010).

Debido a que las migraciones son un fenómeno natural, se ven afectadas por fenómenos bióticos como la conducta, la fisiología o la experiencia de cada individuo y por fenómenos abióticos como las variaciones climatológicas; es difícil establecer la ruta exacta que seguirá una población en migración. El concepto de rutas de migración es una generalización para entender los movimientos de las distintas especies, pues las rutas de migración varían ampliamente entre individuos, poblaciones, fechas y años. Por lo general, las rutas de vuelo se presentan con más frecuencia en las especies gregarias, como son los playeros y los patos. Las aves que no viajan en grupos familiares tienden a desplazarse por corredores más amplios (Resnatur *et al.*, 2004). Berlanga *et al.* (2010), indican que las aves siguen patrones generales o rutas y describen cuatro rutas migratorias que ocurren en Norteamérica, las cuales son: La Ruta del Pacífico, La Ruta del Centro, La Ruta del Mississippi y la Ruta del Atlántico; tres de estas rutas se unen en México y en el caso del Istmo de Tehuantepec llegan a unirse (*Figura 2*). La Ruta del Pacífico reúne a las aves que se reproducen en el occidente de Norteamérica, migran por la costa oeste de Canadá y Estados Unidos y continúan por la Costa del Pacífico Mexicano. La Ruta del Centro es seguida por aves provenientes de las praderas norteamericanas, pasa por la Sierra Madre Occidental y Oriental de México, así como por el Altiplano Central. Por su lado las que migran por la cuenca del Río Mississippi, vienen de las costas orientales de Canadá y Estados Unidos, se unen en el Golfo de México y el Caribe con la Ruta del Atlántico y continúan su viaje hacia Centro y Sudamérica.



**Figura 2. Rutas Migratorias de aves acuáticas. Se muestran las cuatro rutas migratorias seguidas por las aves acuáticas en Norteamérica. Elaboración propia, con base en información de Velarde-González *et al.*, 2015 y Berlanga *et al.*, 2010.**

Se reconocen tres grandes tipos de migración para las aves: la migración altitudinal, donde algunas especies permanecen todo el año en un mismo país, pero se mueven entre distintas franjas de elevación. El segundo tipo de migración conocido incluye la migración local, dada por un movimiento cíclico dentro de un mismo cinturón latitudinal, en respuesta a la disponibilidad de hábitat o a la presencia de recursos abundantes en parches específicos y finalmente la migración latitudinal que es la mejor conocida, es aquella que hacen algunas aves entre localidades de distintos continentes, incluyendo movimientos transfronterizos y que ocurren cada año (Resnatur *et al.*, 2004).

#### **1.5.4.1. Aves migrantes a México**

Se considera que más de la tercera parte de especies reportadas para México realizan movimientos migratorios en alguna época del año. Debido a la ubicación geográfica, México alberga más especies migratorias que cualquier otro país de América Latina, porque muchas de las especies que se reproducen al norte del trópico de cáncer son migratorias.

Para migrar las aves deben enfrentar retos físicos y fisiológicos, por lo que presentan un sinnúmero de adaptaciones que les permiten ser más resistentes y tolerantes en sus requerimientos ecológicos y metabólicos, además de presentar gran variación en su etología y hábitos alimentarios. En sus sitios de hibernación, es común verlas asociadas formando grupos o bandas mixtas compuestas por especies residentes, las cuales les brindan protección ante posibles depredadores y las hace más eficientes en el momento de alimentarse (Berlanga *et al.*, 2010, Navarro *et al.*, 2014).

Las aves acuáticas migratorias comprenden un gran número de especies marinas, playeras, anseriformes, zancudas, de marisma, entre otras. Hay especies que utilizan el territorio mexicano como corredor, otras que invernan en el país y algunas más que se reproducen en México y pasan el invierno más al sur. Ordenándolas de acuerdo con el uso principal del hábitat, hay aves de mar abierto, de costas expuestas, de lagunas costeras, de zonas intermareales, de marisma y especies de aguas interiores. Ninguna de estas clasificaciones constituye categorías discretas, es decir; muchas de ellas usan más de un hábitat y tienen historias de vida complejas y diversas (Medellín, 2009).

En México hay cuatro tipos de especies migratorias, de acuerdo con Berlanga *et al.*, (2010) son: *Residentes de invierno*. Son aproximadamente 202 especies que se reproducen en Alaska, Canadá y hasta el norte de México las cuales pasan el invierno en territorio mexicano.

*Residentes de verano*. Se reproducen en México y pasan el invierno en dicho país, siendo aproximadamente 30 especies.

*Transeúntes o de paso*. Son 35 especies las cuales se reproducen al norte del territorio mexicano, migran a través de él, e invernan en Centro y Sudamérica.

*Migratorias con poblaciones residentes*. Las especies norteñas de estas poblaciones realizan migraciones, pero también hay especies que habitan en México las cuales no migran, entre ambas son aproximadamente 140 especies.

Las aves playeras, patos y gansos, son aves acuáticas que realizan migraciones de sus zonas de reproducción en latitudes altas a zonas de estancia invernal en latitudes bajas, aproximadamente dos tercios de las especies playeras así lo hacen y en Norteamérica más de 20 millones de individuos de estas aves migran cada año (Morrison 1984; Morrison y Myers 1989)

### **1.5.5. Importancia de los humedales para aves acuáticas**

La gran importancia de los ecosistemas constituidos por humedales radica en que son considerados de alto valor ecológico, por soportar una alta diversidad biológica, en comparación con otros ambientes que no son acuáticos, además de poseer una gran productividad relativa. Proporcionan hábitats únicos para plantas, invertebrados, vertebrados y fundamental para comunidades de aves acuáticas (Whited *et al.*, 2000).

Muchas especies de aves acuáticas requieren de distintos tipos de ambientes húmedos debido a diferencias en sus historias de vida y patrones de comportamiento, como las migraciones a pequeña y gran escala (Codesido y Bilenca 2004). Por otro lado, los humedales ofrecen a las aves acuáticas refugio y alimento, y entre las funciones ecológicas más importantes sirven a la nidificación y la alimentación, además muchos de estos ambientes son importantes durante el período de muda de plumaje o la migración anual (Blanco, 2000).

En escalas inferiores, las características físicas de los humedales como el tamaño, forma, perfil de profundidades, presencia y distribución de vegetación emergente, entre otras, influye mucho sobre la diversidad y abundancia de aves acuáticas. Diversos trabajos cuantifican lo que cualquier ornitólogo sabe: patos buceadores se encuentran en zonas más profundas que patos nadadores, distintos limícolas utilizan profundidades distintas para alimentarse en función del tamaño de sus patas y de su pico, muchas garzas especialmente en la época de cría y rálidos tienen una estrecha relación con manchas de vegetación emergente, etcétera (por ej., Nudds, 1983; Pöysä, 1983; Velásquez, 1992; Safran *et al.*, 1997; Ntiamoa-Baidu *et al.*, 1998). Igualmente, los humedales más grandes albergan más especies de aves, y las que se encuentran en los sitios más pequeños suelen ser las especies más abundantes y ubicuas en general (Brown y Dinsmore, 1986; Craig y Beal, 1992; Elmberg *et al.*, 1993; Elmberg *et al.*, 1994). Además, la diversidad y abundancia de aves que usan un humedal aumenta con la proximidad a otros humedales, es decir que hay un efecto de aislamiento que complica la relación entre las características de un humedal determinado y las aves que en él habitan (Murphy *et al.*, 1984; Brown y Dinsmore, 1986; Craig y Beal, 1992).

Comparando una serie de humedales en el espacio, se ha visto como la comunidad de aves acuáticas también está influenciada por otros factores como la salinidad, pH y la razón entre superficies de vegetación emergente y aguas abiertas (Buckton *et al.*, 1998; Goodsell, 1990; Parker *et al.*, 1992; Halse *et al.*, 1993; Murkin *et al.*, 1997). El estatus trófico es otra variable clave, con mayor abundancia y diversidad de aves en humedales mesotróficos y eutróficos, y menor en los oligotróficos y hypereutróficos (Nilsson, 1978; Murphy *et al.*, 1984; Kerekes *et al.*, 1997;

Küsters, 2000). Las aves como garzas y cormoranes tienen una estrecha relación con sus recursos tróficos, es decir que se distribuyen en función de la disponibilidad de peces (Kerekes *et al.*, 1997). Mientras que las aves se alimentan en el mismo humedal, los propios censos de aves proporcionan alguna información sobre el estatus trófico de los humedales, y se puede estimar la producción de recursos tróficos en el humedal necesaria para soportar esa cantidad de aves, no obstante, muchas anátidos invernantes usan un humedal más como un dormitorio, saliendo por la noche para alimentarse en otros sitios, muchas garzas y otras aves coloniales usan un humedal para situar la colonia pero se alimentan en otros sitios.

#### **1.5.5.1. Refugio**

La distribución y uso del hábitat por parte de las aves está asociado a características ambientales locales y a requerimientos particulares de cada especie (Torres, 2007). Una de las variables importantes en la distribución de las aves se relaciona con la disponibilidad y concentración temporal del alimento. Así mismo el hábitat, a nivel de paisaje, es otro de los factores ambientales que define el patrón de diversidad y el tipo de comunidad (Brandolin & Blendinger, 2016).

La vegetación de los humedales brinda protección contra los depredadores y abrigo contra el clima. La capacidad del ecosistema para brindar abrigo y protección puede influenciar que las aves habiten o no un humedal o un área próxima a esta.

#### **1.5.5.2. Sitios de reproducción**

Los humedales son hábitats importantes para las aves ya que estas los utilizan para la reproducción, anidación y cría de polluelo. Las aves que utilizan humedales para reproducción dependen de los atributos físicos y biológicos de estos ecosistemas. Los depredadores generalmente abundan en las zonas donde se congregan las aves para reproducirse y criar a sus polluelos. Los humedales se convierten entonces en una barrera para los depredadores terrestres y reducen el riesgo de depredación sobre aves juveniles (Germer, 2011)

De acuerdo con Germer (2011) las aves que necesitan acceso funcional a los humedales o sus productos durante todo su ciclo de vida y en particular durante la reproducción son llamadas "Dependientes de Humedal". Alrededor de un tercio de las aves que se reproducen en Norteamérica utilizan de una forma u otra los humedales, es por esto por lo que, la conversión de humedales para otros usos de la tierra ha afectado de manera directa las poblaciones de estas aves. Dado a que la mayor destrucción de humedales se dio entre 1930 y 1950 previo al inicio de



las estimaciones poblacionales, muchos datos sobre reducción poblacional fueron calculados de manera incierta. Antes del Tratado sobre las Aves Migratorias de 1918, las reducciones poblacionales se atribuían directamente a la cacería, pero actualmente se sabe que las reducciones son debidas a la pérdida de humedales y las áreas colindantes a estas. Para la mayor parte de las aves dependientes de humedal, la pérdida de hábitat en sitios de reproducción se traduce directamente en reducción poblacional. A medida que los humedales son destruidos, las aves se mueven a hábitats menos apropiados, por lo que las aves que se reproducen en estos sitios presentan nidadas más pequeñas y la mortalidad de las crías tiende a ser mayor. Y en consecuencia, las aves que se reproducen en sitios degradados no contribuyen al mantenimiento de poblaciones saludables a largo de los años.

### **1.5.5.3. Nidificación**

Muchas especies de aves nidifican en humedales, haciendo uso de la vegetación palustre, plantas flotantes e islas como soporte para la construcción de sus nidos, al ofrecerles refugio contra depredadores. Las garzas (Ardeidae) utilizan los tallos de las macrófitas como sostén, otras especies construyen sus nidos en la superficie del agua, ya sea anclándolos a la vegetación emergente/flotante, como las gallaretas (Rallidae), o en forma de grandes plataformas construidas en base a la acumulación de material vegetal, como en el caso de los cisnes (Anatidae) y el chajá (Anhimidae). Los flamencos (Phoenicopteridae) construyen sus nidos en playas barrosas de lagos y lagunas, en general de aguas salobres y con poca vegetación emergente, las aves que habitan la zona costera nidifican en el supralitoral, donde hacen uso de diferentes sustratos y materiales para la construcción de sus nidos, y se alimentan en las aguas adyacentes, constituyéndose en un nexa entre ambos ambientes (Blanco, 2000). La nidificación de las aves no necesariamente ocurre en el mismo sitio todos los años, ya que depende de la oferta de los ambientes acuáticos, (Canevari *et al.*, 1991).

### **1.5.5.4. Provisión de alimento**

Las aves los utilizan los humedales como fuente de agua, alimento, descanso e interacciones sociales.

Los humedales también son áreas importantes para la alimentación de aves acuáticas, estas han desarrollado diferentes adaptaciones y técnicas particulares en función del tipo de hábitat y clase

de alimento. Con base en estos dos factores las especies pueden reunirse en grupos funcionales. Bucher y Herrera (1981) identifican los siguientes grupos:

1. *Aves que buscan el alimento caminando en playas y sectores de aguas someras*: incluye especies piscívoras como las garzas, insectívoras por ejemplo los playeritos y filtradoras tal es el caso de los flamencos.

2. *Aves que nadan y zambullen para buscar el alimento*: incluye especies herbívoras y bentónicas donde se incluyen patos, gallaretas y especies piscívoras como la macá pico grueso.

3. *Aves que detectan el alimento en vuelo o desde perchas*: incluye especies piscívoras, martines pescadores, gaviotines y omnívoras:

A su vez, dentro de un mismo grupo funcional las especies pueden también diferenciarse en cuanto a la explotación del recurso alimento, mediante la utilización de diferentes microhábitats y/ o técnicas de alimentación. Entre las especies que buscan su alimento nadando, hay algunas que forrajean en zonas de escasa profundidad y abundante vegetación flotante como la pollona negra (*Gallinula galeata*), otras utilizan casi exclusivamente las zonas de mayor profundidad y escasa vegetación palustre, como el cisne de cuello negro (*Cygnus melanocorypha*) (Sarrias *et.al.*, 1996).

Respecto a la obtención alimento, Güitrón López (2018) indica que 90 por ciento de las aves consumen macroinvertebrados como parte de su dieta: de éstas, 50 por ciento los busca de manera preferente y 25 por ciento es su único alimento. La ubicación de aves varía según el nivel de encharcamiento en los humedales. Las playeras prefieren zonas someras o sin vegetación y picotean para encontrar su alimento; en tanto que las zambullidoras, como los patos buceadores, prefieren aguas más profundas.

Otras especies como pelícanos, gaviotas y golondrinas marinas buscan su alimento al vuelo, lo detectan y se van en picada en aguas profundas.

## **1.6. Muestreo**

El Muestreo es el método utilizado para seleccionar a los componentes de la muestra del total de la población. "Consiste en un conjunto de reglas, procedimientos y criterios mediante los cuales se selecciona un conjunto de elementos de una población que representan lo que sucede en toda esa población" (Mata *et al*, 1997)

Muestra es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación. Hay procedimientos para obtener la cantidad de los componentes de la muestra como fórmulas, lógica etc. La muestra es una parte representativa de la población. (López, 2004)

En ocasiones en que no es posible o conveniente realizar un censo (analizar a todos los elementos de una población), se selecciona una muestra, entendiendo por tal una parte representativa de la población. El muestreo es por lo tanto una herramienta de la investigación científica, cuya función básica es determinar que parte de una población debe examinarse, con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población. La muestra debe lograr una representación adecuada de la población, en la que se reproduzca de la mejor manera los rasgos esenciales de dicha población que son importantes para la investigación. población. (Porrás, 2015)

Existen dos métodos para seleccionar muestras de poblaciones: el muestreo no aleatorio o de juicio y el muestreo aleatorio (que incorpora el azar como recurso en el proceso de selección). Cuando este último cumple con la condición de que todos los elementos de la población tienen alguna oportunidad de ser escogidos en la muestra, si la probabilidad correspondiente a cada sujeto de la población es conocida de antemano, recibe el nombre de *muestreo probabilístico*. Una muestra seleccionada por muestreo de juicio puede basarse en la experiencia de alguien con la población. Algunas veces una muestra de juicio se usa como guía o muestra tentativa para decidir cómo tomar una muestra aleatoria más adelante. (Cochran, 1980)

### **Muestreo probabilístico**

Es el método más recomendable si se está haciendo una investigación cuantitativa porque todos los componentes de la población tienen la misma posibilidad de ser seleccionados para la muestra. "Cada uno de los elementos de la población tengan la misma probabilidad de ser seleccionados". (Pineda *et al.*, 1994)

Dentro de este método se considera:

#### a. Muestreo probabilístico aleatorio simple

Este método es uno de los más sencillos de aplicar, se caracteriza porque cada unidad que compone la población tiene la misma posibilidad de ser seleccionado. Este método también se lo conoce como sorteo, rifa o la tómbola.

b. Muestreo probabilístico sistemático

Este procedimiento se realiza a través del cálculo del intervalo que regirá la selección de los componentes de la muestra. "Algunos investigadores lo consideran como técnica importante para realizar investigaciones sobre problemas sociales de gran magnitud" (Torres, 1997).

c. Muestreo probabilístico estratificado

Este tipo de muestreo se caracteriza por la división de la población en subgrupos o estratos debido a que las variables que deben someterse a estudio en la población presentan cierta variabilidad o distribución conocida que es necesario tomar en cuenta para extraer la muestra. El muestreo estratificado busca respetar para la muestra esa distribución de la población (Mata, 1997)

d. Muestreo probabilístico conglomerado

Este tipo de muestreo se usa en particular cuando no se dispone de una lista detallada y enumerada de cada una de las unidades que conforman la población y resulta muy complejo elaborarla. Se denomina conglomerado porque la población es agrupada en conjuntos, manzanos, bloques, áreas, zonas, etc. No es lo mismo que el estratificado porque en este procedimiento se agrupa según las variables a estudiar y se puede identificar exactamente a la población.

### **1.6.1. Muestreos de Fauna**

Los vertebrados mexicanos acuáticos y terrestres constituyen un grupo muy diverso, el cual, está representado aproximadamente por un 10% de las especies a nivel mundial. Asimismo, los vertebrados terrestres, en particular las especies de anfibios, reptiles y mamíferos presentan un alto porcentaje de endemismos (61%, 53% y 30%, respectivamente), esto como consecuencia de la variación climática y microambiental que se presenta en el país (Ceballos y Rodríguez, 1993; Escalante *et al.*, 1993; Flores-Villela, 1993). Las aves son un grupo muy diverso (> 9000 especies), constituido por especies residentes y migratorias. Esto se debe a la ubicación geográfica del país, que sirve como puente entre Norte y Sudamérica y a las amplias zonas costeras y montañosas del país que son usadas como áreas de refugio de alimentación y reproducción. (Sélem, 2011).

Las aves y los mamíferos históricamente han sido los grupos más manejados y explotados, y sus hábitats han sido dramáticamente devastados, por lo tanto, muchas de las especies se encuentran amenazadas o en peligro de extinción. Asimismo, es preocupante que el 54%

(aproximadamente 266 especies) de las especies de mamíferos se encuentren en alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2010).

Es evidente que los conservacionistas y los manejadores de recursos deben conocer la diversidad y el estado en que se encuentran las poblaciones para poder tomar decisiones que se pueden aplicar en relación con su explotación o para la protección de esta riqueza natural. Para tener este conocimiento, es necesario realizar muestreos poblacionales que reflejen por medio de estimaciones o índices, el estado real de la población, ya que es muy difícil realizar censos. Asimismo, es necesario conocer las características físicas y parámetros biológicos tales como el patrón de actividad diaria y estacional.

Para muestrear la fauna en cada sitio se hacen recorridos, transectos, puntos de muestreo, etc. y se registran los indicios que nos den información de la presencia de fauna, como por registros indirectos de huellas, excretas, pelo, regurgitaciones madrigueras, nidos, marcas, despojos (restos óseos o de piel), sonidos, avistamientos, olores, o cualquier otro tipo de rastro, foto, vídeo y o audio registros, etc.

#### **1.6.1.1. Muestreo de Aves**

Las aves son contadas por una amplia variedad de razones y mediante muy diversos métodos. Sin embargo, escoger el método apropiado para un estudio en particular resulta más sencillo si se tiene claro el propósito. El método adecuado debe contestar la o las preguntas planteadas por los investigadores. Por lo tanto, la selección de un método de muestreo en particular dependerá de la cuestión planteada por el investigador, del tiempo y de los recursos, económicos y humanos, disponibles para realizar dicha tarea (Bibby *et al.*, 1992). Los ornitólogos han usado una variedad de técnicas para estimar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las poblaciones de aves. Aunque están disponibles una variedad de métodos para monitorear y evaluar a las poblaciones de aves (Ralph y Scott, 1981, Bibby *et al.*, 1992, Ralph *et al.*, 1996), tres son los más usados: puntos de conteo, conteos en trayectos y redes ornitológicas.

Para registrar la riqueza de especies de aves se efectúan diferentes metodologías, como es la utilización de transectos lineales o conteos en trayectos, este método requiere para su realización de un tiempo corto con relación al esfuerzo por área cubierta e induce a una identificación adecuada y eficiente de los grupos de fauna, por parte de los observadores. Los ejemplares son detectados en el transecto principalmente por contacto visual usando guías de campo (Peterson y Chalif, 1998) así como por su vocalización, para esta última forma de muestreo es importante

tener un entrenamiento previo, de preferencia en la zona de estudio, para tener más certeza de los registros.

Algunos estudios como los puntos de conteo han incluido observadores que permanecen fijos durante un intervalo de tiempo establecido (por ejemplo, 10 minutos) y cuentan a todas las aves detectadas (vistas y escuchadas) en un punto (Wunderle, 1985) o que cuentan solamente aquellas aves detectadas a una distancia determinada del observador (e.g., un radio de 25 m, Wunderle *et al.*, 1992) antes de pasar al próximo punto.

Y finalmente el uso de redes ornitológicas, se colocan en puntos específicos para capturar aves, las cuales se caracterizan con especie, peso, tamaño y posteriormente se liberan.

La identificación de las aves se realiza con la ayuda de guías de identificación de aves. Para registrar la información de las especies de vegetación utilizadas por las aves, ya sea para alimentarse, anidar, descansar o cualquier otra actividad que realicen los individuos observados, se cuenta también con guías de identificación de la flora.

#### **1.6.1.2. Recuentos en punto o puntos de conteo**

Los puntos de conteo son conceptual y teóricamente similares a los trayectos, solo que de longitud y velocidad cero. El objetivo en los puntos de conteo es contar a los individuos una sola vez, y constituyen uno de los métodos más populares para estudiar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las aves y documentar los cambios poblacionales en las aves terrestres (Bibby *et al.*, 1992, Ralph *et al.*, 1996).

Este método puede usarse para estudiar cambios anuales en las poblaciones de aves en puntos fijos de radio variable, las diferencias en la composición de especies entre hábitats y la abundancia de diferentes especies en un lugar específico. Los puntos de conteo requieren que un observador permanezca fijo en un lugar durante un tiempo determinado y que registre toda ave detectada ya sea visual o auditivamente, o incluso como respuesta a una sesión de playback (Chávez–León y Velázquez, 2004).

El observador debe tener amplia experiencia en la identificación de las aves tanto visual como auditivamente (Alldredge *et al.*, 2007, Simons *et al.*, 2007). Los puntos pueden seleccionarse al azar o sistemáticamente dentro del área de estudio, o a lo largo de trayectos. Para evitar el doble conteo, debe haber una distancia preferiblemente de 150 a 250 m entre los puntos de recuentos, con el fin de que los muestreos sean independientes. Un solo observador puede completar de 12

a 15 puntos de conteo cada mañana, dependiendo de las condiciones topográficas del terreno. Dependiendo de la abundancia de la especie y el propósito de los recuentos, deben realizarse por lo menos 30 recuentos. El método puede aplicarse una o muchas veces en un lugar determinado (Bibby *et al.*, 1992, Ralph *et al.*, 1996, MacGregor–Fors *et al.*, 2010).

El conteo puede empezar tan pronto el observador llegue al punto, o puede esperar un par de minutos para evitar algún efecto sobre el comportamiento de las aves por la llegada del observador. El tiempo dedicado a cada punto debe representar el tiempo mínimo necesario para tomar una muestra de por lo menos el 80 por ciento de las especies presentes en el punto. Diez minutos pueden ser adecuados para la mayoría de los estudios en las áreas tropicales. Sin embargo, los observadores pueden llevar a cabo algunos experimentos iniciales para establecer el tiempo apropiado y necesario para tomar la muestra en un punto en un área determinada, lo cual idealmente sería lo más apropiado. Por ejemplo, dividir un total de 15 minutos de muestreo, en periodos de cinco minutos, y así establecer el período más adecuado, donde al menos el 80% de las especies sean detectadas (Wunderle, 1992, Bibby *et al.*, 1992).

Debido a su sencillez y conveniencia en terrenos escarpados y densa vegetación, el método de punto de conteo es apropiado para el seguimiento de paseriformes (aves canoras) y puede ser más eficiente que por ejemplo el uso de redes ornitológicas o el uso de trayectos (Estades *et al.*, 2006). Desafortunadamente, los puntos de conteo no son muy precisos a la hora de estimar densidades poblacionales, en particular en el caso de especies de baja densidad. Sin embargo, son el método preferido para vigilar las tendencias poblacionales a largo plazo ya que el tiempo dedicado a contar puede controlarse absolutamente y pueden tomarse muestras en más lugares, lo que permite un muestreo más representativo. No obstante, para obtener recuentos con exactitud deben tomarse en consideración varios factores. Uno de los más importantes es la habilidad del observador en la identificación visual y auditiva de las aves.

Tanto en el método de radio variable como en el método con radio fijo, deben hacerse estimados de distancia, es esencial que todos los participantes practiquen la estimación de distancias con referencias conocidas en el hábitat apropiado. Un medidor de distancias (range finder) puede ser de mucha utilidad para practicar la medición de distancias (Wunderle, 1992, MacGregor–Fors *et al.*, 2010).

Los puntos de conteo requieren del cumplimiento de los siguientes principales supuestos: a) Las aves no se aproximan al observador o vuelan, b) las aves son 100% detectables al observador, c) las aves no se mueven mucho durante el periodo de conteo (Bibby *et al.*, 1992). Los recuentos

en punto pueden clasificarse en tres categorías principales dependiendo de cómo el observador trata la información sobre distancia de las aves y puede añadirse una cuarta clasificación cuando se modifica para contar, por ejemplo, loros, cotorras, pericos o rapaces (Bibby *et al.*, 1992, Wunderle, 1992).

**Recuentos en punto sin estimación de distancia.** Las aves detectadas se cuentan sin tomar en consideración su distancia del observador, es decir, el radio es ilimitado. Estos recuentos no pueden usarse para estimar densidad, pero son de utilidad al medir la riqueza de especies y en todo caso índices de abundancia relativa (MacGregor–Fors *et al.*, 2010a). Recuentos en punto de radio variable. El observador estima o mide la distancia que lo separa del ave detectada. El análisis por especie puede incluir datos agrupados ya sea en círculos concéntricos de radio similar a partir del punto, o datos no agrupados (Bibby *et al.*, 1992, Wunderle, 1992).

**Recuentos en punto de radio fijo.** Se registran detecciones de aves en un círculo con radio fijo alrededor del observador, además de toda detección fuera del radio. El tamaño del radio dependerá de la densidad de la vegetación y de la habilidad del observador para detectar a todas las aves. Por lo tanto, el observador deberá seleccionar el radio mayor en que le sea posible detectar a todas las aves. En el caso de la mayoría de los hábitats, especialmente en las áreas tropicales, el radio estándar utilizado es de 25 a 30 m y durante un periodo que oscila entre 5 y 10 minutos (Ralph *et al.*, 1996, González–Oreja *et al.*, 2007, MacGregor–Fors *et al.*, 2010).

Este método puede usarse para calcular índices de abundancia de aves, y cualquiera de ellos puede usarse para hacer pruebas de diferencias en la composición de la comunidad entre lugares, o de diferencias en la abundancia de una especie de ave en particular entre lugares diferentes o para años diferentes.

Cada observador cuenta los individuos al pasar, anota la hora en que pasan, y el rumbo que siguen mientras se alejan. En vista de que los observadores en diferentes lugares probablemente vean y cuenten algunas de las mismas aves, la información sobre el tamaño del grupo, hora y dirección del vuelo pueden usarse para realizar comparación una vez concluido el censo con el fin de eliminar aquellas posibles aves individuales que se hayan contado más de una vez. El método es efectivo para el censado de la mayoría de las rapaces, psitácidos y de otras aves que utilizan el dosel o que vuelan por encima del mismo, como algunas especies de palomas (Ralph *et al.*, 1996).

Es deseable llevar a cabo los recuentos de ambos grupos animales, desde el amanecer hasta las 11 de la mañana aproximadamente y/o por la tarde, desde las 3 hasta que oscurezca. Los



puntos de observación deben tener una vista panorámica y estar equidistantes de tal manera que todas las aves en vuelo sean visibles desde uno de los sitios. El campo visual de cada observador debe ser estandarizado. Un campo visual de 120° suele ser apropiado porque un ángulo mayor puede dificultar el seguimiento de las aves. Para rapaces se ha sugerido usar un radio de censado de 1 000 m (Ralph *et al.*, 1996).

## **1.7. Parámetros poblacionales**

La ecología de poblaciones es el estudio de las poblaciones y su relación con el medio ambiente. Tiene como objetivo caracterizar a la población en términos de natalidad, mortalidad, inmigración y emigración, estos se consideran los parámetros básicos que inciden en la abundancia (Krebs, 1978), además de definir otros parámetros poblacionales como la densidad, distribución espacial, etc. (Gelambi, 2019).

Una población se define como un grupo de individuos pertenecientes a una especie que viven al mismo tiempo en un área común. Los miembros de una población usan los mismos recursos e interactúan entre sí. Los límites de una población pueden ser naturales (como los peces en un lago) o pueden ser definidos por el investigador.

Las medidas de diversidad de especies pueden dividirse en tres categorías:

Riqueza de especies. Son esencialmente una medida del número de especies en una unidad de muestreo definida.

Modelos de abundancia de especies. Describen la distribución de su abundancia.

Abundancia proporcional de especies: Pretenden resolver la riqueza y la uniformidad en una expresión sencilla, algunos índices como los de Shannon – Weaver, Simpson, etc.

### **1.7.1. Riqueza**

La riqueza es una expresión sencilla de la composición de la comunidad en donde se obtiene un listado de especies presentes en el área y el número de individuos asociados a cada una de ellas.

### **1.7.2. Abundancia Relativa**

Se refiere al porcentaje de individuos de cada especie en relación con el total que conforman la comunidad o subcomunidad (Valverde *et al.*, 2005).

$$A_i\% = A_i/A_t) \times 100$$

Donde:

$A_i$ = número de individuos de una especie (abundancia absoluta).

$A_t$ = número total de todas las especies.

### 1.7.3. Diversidad Biológica

La diversidad biológica es un parámetro muy importante, ya que los ecosistemas proporcionan servicios ambientales esenciales para la vida, como son la captura del bióxido de carbono, la estabilidad climática, el mantenimiento de suelos fértiles, el control de deslaves y arrastres masivos de suelo por el efecto de lluvias torrenciales así como la captura y el almacenamiento de agua en acuíferos, lagos y ríos, además de la posibilidad de extraer del medio silvestre productos útiles como medicinas, alimentos y recursos maderables (CONABIO, 2017).

Uno de los problemas más importantes actualmente, es el provocado por las actividades humanas, que están ocasionando pérdida de la biodiversidad, principalmente por el deterioro o la alteración de los ecosistemas. Las amenazas más importantes a la diversidad biológica son la fragmentación, la degradación y la pérdida directa de los bosques, humedales, arrecifes de coral y otros ecosistemas, pérdida de hábitat por cambio de uso de suelo, sobre-explotación, cambio climático, especies invasoras y contaminación (Ibidem).

La diversidad biológica se define como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. Para comprender la importancia de la biodiversidad para el desarrollo humano, debemos evaluar los productos que se pueden utilizar (tanto a nivel de especies como de genes) y los servicios ecosistémicos que sustentan el desarrollo humano. Una valoración precisa de la biodiversidad debe tomar en cuenta los valores de su utilización directa (productos) y los valores indirectos (servicios) y combinar el uso consuntivo y no consuntivo. Además, debe tomar en cuenta el valor de los componentes de la biodiversidad que no se utilizan (IUCN, 2001).

Es conveniente analizar la biodiversidad ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, ya que un simple listado de especies para una región dada no es suficiente. Para

monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local (Moreno, 2001; Villareal *et al.*, 2004).

El concepto de diversidad es ampliamente utilizado en el ámbito de la ecología, uno de los conceptos más simples de biodiversidad, es el que se refiere a ésta como la variedad de todas las formas de vida, a todo nivel de integración de los organismos, desde moléculas de ADN hasta ecosistemas (Goodfellow y Slater 1992; Kikkawa 1990).

### **1.7.3.1. Índices de Diversidad Biológica**

Los indicadores de diversidad biológica cobran sentido si recordamos que el objetivo de medirla es aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente. Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores (Moreno, 2001).

Actualmente se cuenta con una considerable cantidad de índices, que están relacionados con la complejidad de lo que se pretende medir, pero también con el intento de encontrar un patrón de medida con validez universal capaz de ofrecer estimaciones comparables de la diversidad biológica. Generalmente, estas herramientas metodológicas eran y son utilizadas para el estudio de conjuntos de organismos similares, colectados en una serie de localidades que difieren en alguna característica ambiental. Son índices cuyos valores sirven para comparar agrupaciones biológicas de distintas localidades o fases temporales; dentro de los índices más frecuentemente utilizados se encuentra el de Shannon-Wiener, el de Simpson, el índice de equidad de Pielou y el coeficiente de Jaccard. (Moreno, 2001; Villareal *et al.*, 2004).

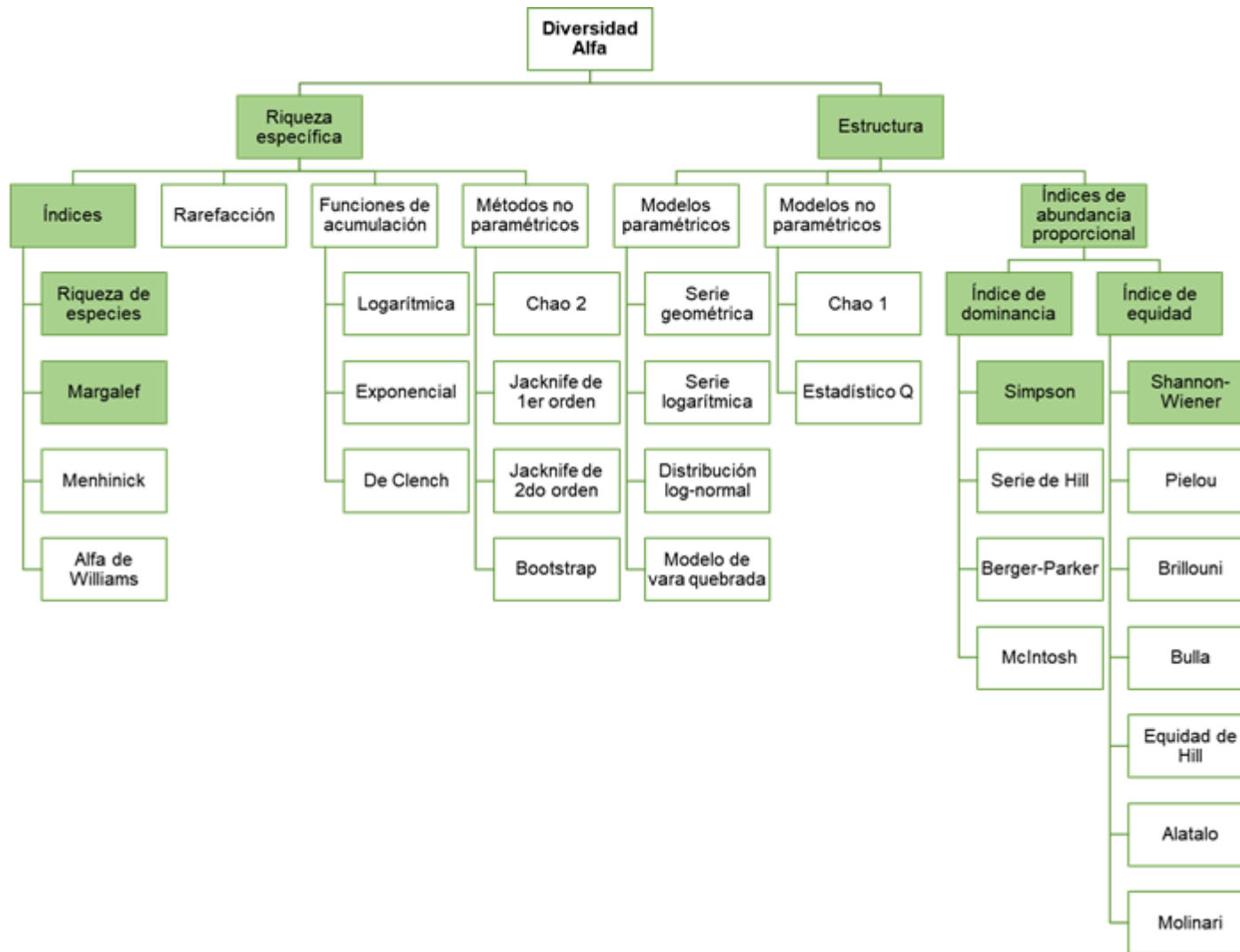
#### **1.7.3.1.1. Diversidad alfa**

La diversidad-alfa representa la diversidad de especies a lo largo de todas las subunidades (o escalas) locales relevantes, y por definición abarca dos variables importantes: 1) la riqueza de

especies y 2) la abundancia relativa de especies. Existen muchos índices para calcular diversidad-alfa, como el índice alfa de Fisher (Fisher *et al.*, 1943); el índice de Simpson (Simpson 1949), y el índice de Shannon-Weaver (Shannon 1948). La gran mayoría de estos índices de diversidad-alfa utilizan los valores de riqueza y abundancia relativa. Se cuenta con una clasificación de los métodos para medir la diversidad alfa (Moreno, 2001):

La mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades, es decir la diversidad alfa ( $\alpha$ ). De acuerdo con las variables biológicas que miden los distintos métodos, se dividen en dos grupos:

- 1) Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica)
- 2) Métodos basados en la estructura de la comunidad; la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura, productividad, etc.), estos pueden a su vez clasificarse según se basen en la dominancia o en la equidad de la comunidad (Moreno, 2001) (*Figura 3*).



**Figura 3.** Clasificación de los métodos para medir la diversidad Alfa. Mapa conceptual que muestra los distintos métodos para medir la diversidad alfa, en color verde se resalta los aplicados en este trabajo (modificado de Moreno, 2001).

De acuerdo con Moreno (2001), en su publicación titulada Métodos para medir la biodiversidad, se explica a continuación la aplicación de los distintos métodos utilizados en el procesamiento de datos obtenidos en este proyecto.

#### **1.7.3.1.1.1. Medición de la riqueza específica**

La forma más sencilla de medir la biodiversidad es mediante la Riqueza Específica (S), la cual se basa en el número de especies presentes, sin considerar el valor de importancia de estas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio. A continuación, se describen los índices más comunes para medir la riqueza de especies.

- **Riqueza específica (S)**

Número total de especies obtenido por un censo de la comunidad.

- **Índice de diversidad de Margalef**

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

Donde:

S = número de especies

N = número total de individuos

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos  $S = k\sqrt{N}$  donde k es constante (Magurran, 1998). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando S-1, en lugar de S, se tiene  $D_{MG} = 0$  cuando hay una sola especie.

De tal forma que el Índice toma los valores menores a 2 se considera que la diversidad es baja y cuando se acerca a 5 la diversidad es alta.

### 1.7.3.1.1.2. Medición de la estructura.

#### ***Índices de abundancia proporcional***

Peet (1974) clasificó estos índices de abundancia en índices de equidad, los que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, e índices de heterogeneidad, aquellos que además del valor de importancia de cada especie, consideran también el número total de especies en la comunidad. Cualquiera de estos índices enfatiza ya sea el grado de dominancia o la equidad de la comunidad, por lo que para fines prácticos resulta mejor clasificarlos en índices de dominancia e índices de equidad (Moreno, 2001).

#### ***Índices de dominancia***

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

- ***Índice de Simpson.***

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

$$D_{Sj} = \sum_{i=1}^S p_i$$

Donde:

$n_i$  = número de individuos de la especie  $i$

$N$  = número total de individuos para todas las  $S$  especies en la comunidad

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes.

Es valor de este Índice cuanto más se acerca el valor de  $D_{Si}$  a 1, mayor es la dominancia, y cuanto más se acerca el valor de  $D_{Si}$  a 0, menor es la dominancia.

Como su valor es inverso a la equidad, se llegó al consenso de restar el valor a 1, de tal manera que la diversidad puede calcularse como:

$$S_i = 1 - D_{Si}$$

Obteniéndose un valor de mejor interpretación, cuando el valor obtenido se acerca a 1, mayor es la diversidad del hábitat y cuanto más se acerca el valor a 0, menor es la diversidad del hábitat.

### Índices de equidad

Algunos de los índices más reconocidos sobre diversidad se basan principalmente en el concepto de equidad.

- **Índice de Shannon-Weaver**

$$H' = -\sum_{i=1}^{S_i} (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde:

$P_i$  = Abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra.

Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de  $S$ , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. El intervalo de valores que normalmente toma este Índice es valor menor de 2 es baja diversidad u o mayor 3 indica alta diversidad.



### **1.7.3.1.2. Diversidad beta**

La diversidad-beta ( $\beta$ ), de acuerdo con Whittaker (1972), se define como el diferencial entre la diversidad de un hábitat y la diversidad total de un paisaje de hábitats. Por ende, existen varias formas de calcular diversidad-beta, sin embargo, en términos simples, la diversidad-beta juega el papel de representar la diversidad de especies entre hábitats que no está compartida. A diferencia de las diversidades alfa y gamma que se miden en función del número de especies, la medición de la diversidad beta está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988). Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos o cuantitativos, también mediante de índices de diversidad beta propiamente dichos (Moreno, 2001).

#### ***Índices de similitud/disimilitud***

Expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 1988). A partir de un valor de similitud ( $s$ ) se puede calcular fácilmente la disimilitud ( $d$ ) entre las muestras:  $d=1-s$  (Magurran, 1988). Estos índices pueden obtenerse con base en datos cualitativos o cuantitativos, o a través de métodos de ordenación o clasificación de las comunidades (Baev y Penev, 1995, Moreno, 2001).

#### ***Índices con datos cualitativos***

- ***Coeficiente de Similitud de Jaccard***

Coeficiente de similitud de Jaccard: El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

Indica que tan similares o disimiles son dos comunidades o muestras muchas, se expresan a través de distancias, relacionando el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas, el rango de este índice va desde 0 cuando no hay especies compartidas, hasta 1 cuando todos los sitios comparten las mismas

especies, este índice mide diferencias entre presencia o ausencia de especies (Villareal *et al.*, 2004).

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A.

b = número de especies presentes en el sitio B.

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B.

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

## CAPITULO III

### JUSTIFICACIÓN

Debido a que las aves son un grupo de vertebrados terrestres que responden a los cambios en el ambiente, ya sea de tipo natural o antropogénicos, estudiar su estructura y función dentro de un humedal y zona natural protegida, permitirá encaminar esfuerzos tanto a nivel social como legal para el correcto aprovechamiento de estas zonas, con la finalidad de conservar y preservar la ornitofauna, así como especies vegetales o animales asociadas, para mantener el equilibrio ecológico. La posible inclusión del humedal dentro de la Lista Ramsar contribuirá a su aprovechamiento, reconociendo la importancia de los servicios ecosistémicos que estos brindan.

Para incluir un humedal dentro de la lista RAMSAR se debe basar en la importancia que se tiene a nivel internacional en términos ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos o hidrológicos (Ramsar, 2019).

## **CAPITULO IV**

### **PREGUNTA DE INVESTIGACION**

¿La diversidad de aves y la estructura de sus comunidades identificadas dentro del humedal de El Charco del Ingenio permitirá enlistarlo dentro del Convenio Ramsar?

### **OBJETIVOS**

#### **General**

-Analizar la diversidad de la comunidad de aves acuáticas del Charco del Ingenio para su establecimiento como un humedal de importancia internacional.

#### **Objetivos Particulares**

- Identificar las especies migratorias y residentes de aves que habitan en el humedal.
- Calcular la diversidad de aves dentro del humedal, mediante diferentes índices.
- Analizar la función que cumplen las especies de aves en el humedal.
- Determinar las características del humedal.
- Analizar los requerimientos ambientales y administrativos del Convenio Ramsar.

# CAPITULO V

## METODOLOGÍA

### 1. Área de estudio

Se seleccionó la Presa “Las Colonias”, que se encuentra ubicada dentro del Área Natural Protegida “El Charco del Ingenio”, para la realización de este trabajo.

Los trabajos de conservación de esta área se realizaron desde 1990 cuando una organización ecologista no lucrativa con el nombre de Cante A.C. adquirió un predio semi-silvestre en la parte alta de San Miguel de Allende, el cual fue abierto al público como Jardín Botánico el Charco del Ingenio en 1991 (Meagher, 2007). Desde sus inicios, se realizaron los trabajos necesarios para recuperar y proteger la zona, ya que la mayor parte de fracciones de terreno adquiridas se hallaba gravemente afectada por la actividades que se habían realizado tales como tala, extracción de suelos, cacería, sobrepastoreo, incendios, desmonte, acumulación de residuos y construcción de inmobiliaria; todo ello tuvo como consecuencia la perturbación de la biodiversidad, sobre todo en las partes altas de la cañada, expuestas a la erosión y a los efectos de un clima cada vez más árido y extremo (El Charco del Ingenio, s.f.).

A partir de 1998 el área quedó bajo la jurisdicción de El Charco del Ingenio A.C. y en 1999 se registró ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) como Unidad de Manejo Ambiental para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). Con el apoyo de comunidades rurales, en 2001 se llevó a cabo un programa local de conservación mediante la producción, distribución y plantación de ejemplares de vivero en diversas zonas del municipio. En 2002, El Charco del Ingenio se integró a la Asociación Mexicana de Jardines Botánicos y a Botanic Garden Conservation International. Al año siguiente creó un Programa de Educación Ambiental de San Miguel Allende (en conjunto con otras organizaciones civiles e instancias gubernamentales) el cual es dirigido a alumnos de primaria. Para el año 2004 el sitio fue consagrado como Zona de Paz por el Dalai Lama (Hernández y Arias, 2012).

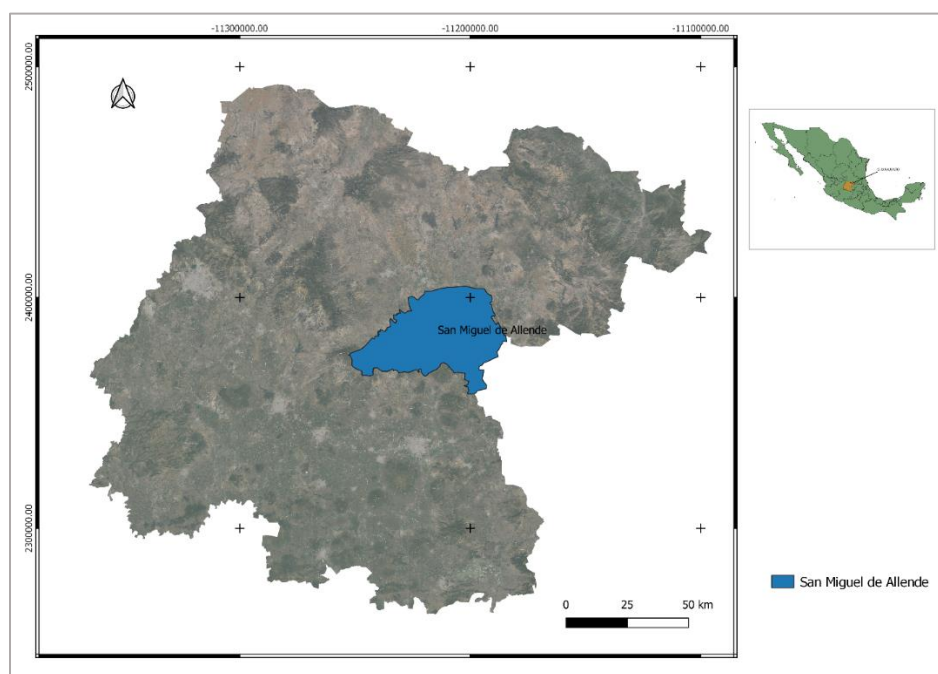
Posteriormente el 25 de enero de 2005, el Ayuntamiento de San Miguel de Allende acordó por unanimidad la Declaratoria de Zona de Preservación Ecológica (El Charco del Ingenio AC, 2019) y fue decretado como Área Natural Protegida en el mes de septiembre del año

2014, dentro de la categoría Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación; abarcando aproximadamente 66 hectáreas las cuales engloban la zona federal de humedales que comprende Las Colonias y El Obraje, así como por la cañada del Charco del Ingenio (VIMARSA, 2019).

En el área se encuentra un humedal que se distribuye tanto dentro del El Charco del Ingenio como dentro del Parque Mendieta, siendo que este estudio se realiza para incorporar a la zona en otro estatus que sería como un humedal dentro del Convenio Ramsar.

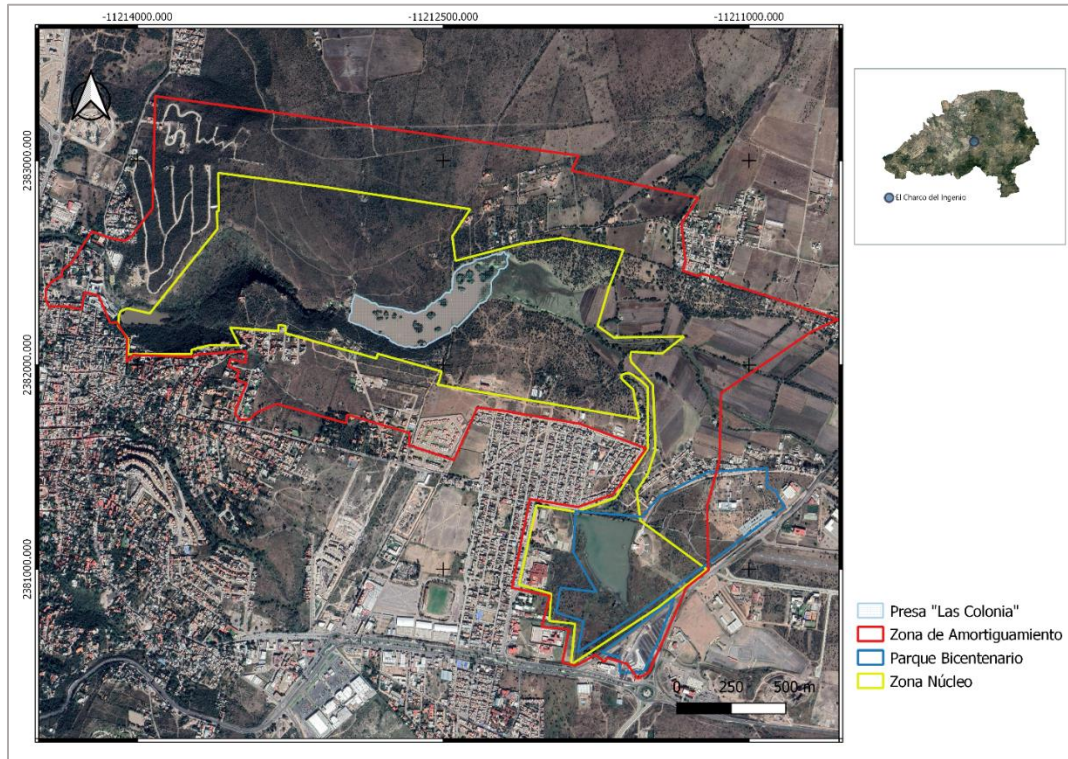
### 1.1. Ubicación y coordenadas

El Charco del Ingenio, se encuentra ubicado en el estado de Guanajuato en la zona oriente del Municipio San Miguel de Allende, éste, tiene una extensión territorial de 1558.139 Km<sup>2</sup> (INEGI,2019), ubicado entre los paralelos 20° 43' y 21° 07' norte y los meridianos 100° 28' y 101°05' oeste con una altitud entre 1700 y 2900m. (Ayuntamiento de San Miguel de Allende, 2012-2015) (Figura 4).



**Figura 4. San Miguel de Allende. Ubicación del Municipio de San Miguel de Allende en el estado de Guanajuato. Elaboración propia.**

El Charco del Ingenio se encuentra entre las coordenadas 20° 51´ Norte y 100° 49´ Oeste. (El Charco del Ingenio AC, 2019) (Figura 5).



**Figura 5.** Jardín Botánico Charco del Ingenio. Ubicación del Jardín Botánico Charco del Ingenio y delimitación administrativa como Área Natural Protegida. Elaboración propia, con base en información de El Charco del Ingenio AC, 2019.

## 2. Descripción del sitio

### 2.1. Clima

El clima del área de estudio es el mismo que en el municipio de San Miguel Allende, siendo seco (BSh de la clasificación de Köppen) con veranos moderadamente calurosos y húmedos, e inviernos relativamente frescos y secos. En la estación climatológica la pauta diurna rige por largos periodos (Meagher, 2007). La precipitación promedio anual es de 619 mm siendo julio el mes más lluvioso (Orozco, 2014).

**Tabla 11. Mediciones climatológicas mensuales y promedio anual de la estación 11011 Cinco señores en San de Miguel de Allende durante el periodo de 1951 al 2010.**

Variables	Meses												Promedio anual
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Temperatura media	13	14.6	17.5	20.	21.8	21.1	19.8	19.6	19.1	17.3	15.2	13.5	17.7
Precipitación	14.6	9.5	8.5	14.4	37.3	112.8	140.9	114.4	118.2	39.4	9.1	8.1	627.2
Evaporación total	96	125.8	197.9	215.1	215.7	173.9	148	137	116.7	108.4	96.1	88.2	1718.8
Número de días con lluvia	2.4	1.9	1.9	3.3	6.3	10.7	14.4	12.5	10.9	5.8	1.8	1.7	73.6

**Fuente: Elaborada a partir de datos climáticos diarios del CLICOM (SMN, s.f.) 4.1.4.2**

## 2.2. Hidrología

Se encuentra dentro de la subcuenca Presa Ignacio Allende, perteneciente a la cuenca Río Laja. Dentro de la Región Hidrológica Lerma-Santiago (RH12) (Orozco *et al.*, 2013). Dentro de El Charco se puede observar la cortina de la Presa Las Colonias, fechada en 1902, y a partir de ésta, los restos de un largo acueducto o tubo de hierro adosado a las paredes de la cañada, de principios del siglo XX, el cual fue utilizado para llevar agua a la fábrica textil La Aurora, esta presa recibe agua de los arroyos La Cañadita, El Atascadero, Las Cachinches y El Obraje ((El Charco del Ingenio AC, 2019), así como de lluvias de temporal.

El afluente principal que cruza el ANP, es el Arroyo La Longaniza. Este cuerpo de agua alimenta de manera superficial y temporal a la presa Las Colonias, sigue su curso al oeste donde se encuentra el cañón y se alimenta nuevamente de agua subterránea a través del manantial denominado “El Charco”; sigue el curso alimentando a su vez a la presa del Obraje y de ahí introduciéndose a la zona urbana de la Cabecera Municipal de San Miguel de Allende para unirse al Arroyo Las Cachinches hasta desembocar en la Presa Ignacio Allende (El Charco del Ingenio, 2019).

### Calidad del agua

Morales (2018), presenta datos de calidad del agua para la temporada de lluvia y para la temporada de sequía, asimismo los comparo con los umbrales de la bibliografía, considerando aquellos valores o intervalos que representan un riesgo a la vida acuática y en algunos casos, ecosistemas similares al área de estudio (humedales naturales, embalses).



a) Temporada de seca

Los valores de pH, temperatura, los nitratos ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) y coliformes fecales en el humedal, no se encuentran dentro de los umbrales que indican un riesgo a la vida acuática (NOM-001-SEMARNAT-1996; De la Lanza, 2002; Sánchez, *et al.*, 2007) como se observa en el cuadro 8.

Los valores que presentaron los sólidos sedimentables sobrepasaron el límite establecido por la NOM-001-SEMARNAT-1996 aplicable a descargas de aguas residuales en humedales naturales en más del doble (considerando el promedio). En cuanto a los fosfatos ( $\text{PO}_4$ ), los valores de todos los puntos de muestreo presentaron fueron por lo menos 40 veces mayores al valor considerado como normal (0.5 mg/L) para un lago o embalse (Tabla 8).

b) Temporada de lluvia

En el humedal, los valores de pH, temperatura, sólidos sedimentables,  $\text{NO}_3\text{-N}$  y coliformes fecales, de todos los puntos de muestreo, no se encontraron dentro de los umbrales que indican un riesgo a la vida acuática (NOM-001-SEMARNAT-1996; De la Lanza, 2002; Sánchez, *et al.*, 2007). Únicamente el punto 1 H, se presentó un valor que indica un riesgo para la vida acuática (Sánchez, *et al.*, 2007) (Tabla 9).

Los valores de fosfatos en esta temporada se encontraron dentro del umbral de riesgo; considerando el promedio de los cuatro puntos de muestreo del humedal (34.70 mg/L), se presentó un incremento del 23% en comparación al promedio presentado en secas (28.25mg/L).

**Tabla 12. Resultados de los análisis físico- químicos y biológicos del agua en el humedal del Jardín Botánico El Charco del Ingenio en temporada de secas. (Modificado de Morales Ríos, 2018).**

VARIABLES								
	pH	Temperatura (°C)	Solidos sedimentables (ml/L)	REDOX (mV)	REDOX (relmV <sup>1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> (mg/L)	Coliformes fecales (NMP)
<b>1H</b>	8.36	25.7	4.5	-112	-57	29.6	26.2	0
<b>2H</b>	8.29	25.8	3.5	-110	-62	35	27.7	0
<b>3H</b>	7.59	25.8	4.95	-77	-29	29	30	0
<b>4H</b>	6.93	25.7	9.38	-47	3	35	29.1	0
<b>Media</b>	7.79	25.75	5.58	-86.5	-36.25	32.15	28.25	0
<b>(±) EE</b>	0.336	0.0289	1.3016	15.4191	14.9631	1.65	0.8312	0
<b>Umbral de riesgo</b>	Valor <5 y valor >10 <sup>(2)</sup> Valor <6.5 y valor >9 <sup>(5)</sup>	40°C	2 ml/L (promedio diario) <sup>(3)</sup>			Menos de 90 <sup>(4)</sup>	Valores >0.01 a 5.0 µg-at/L <sup>(4)</sup> Valor >0.5 mg/L <sup>(5)</sup>	1 a 2 NMP <sup>(2)</sup>

NOTAS:

- (1) Milivolts relativos.
- (2) Se consideraron los límites de la NOM-001-SEMARNAT aplicable a bienes nacionales.
- (3) Se consideraron los límites de la NOM-001-SEMARNAT aplicable a humedales.
- (4) Tomado de Sánchez *et al.*, 2007.
- (5) Tomado de De la Luna, 2002; para lagos y embalses,
- (6) El análisis no se pudo realizar por causas de fuerza mayor.

**Tabla 13. Resultados de los análisis fisicoquímicos y biológicos del agua en el humedal del Jardín Botánico El Charco del Ingenio en temporada de lluvia. (Modificado de Morales Ríos, 2018).**

VARIABLES										
	pH	Temperatura (°C)	Sólidos sedimentables (ml/L)	REDOX (mV)	REDOX (relmV <sup>1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> (mg/L)	Coliformes fecales (NMP)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Saturación (%)
<b>1H</b>	6.14	21.6	( <sup>6</sup> )	-21	38	7.9	40.4	0	4.7	54.3
<b>2H</b>	6.09	22.4	0.1	-18	41	4.3	36.4	0	6	73.6
<b>3H</b>	6.39	21.2	0.2	-32	27	4.4	31	0	6.7	79.4
<b>4H</b>	6.21	19.7	0.8	-23	36	8.2	31	0	5.3	54.3
<b>Media</b>	6.21	21.22	0.27	-23.5	35.5	6.2	34.7	0	5.67	65.4
<b>(±) EE</b>	0.336	0.57	0.18	3.01	3	1.07	2.29	0	0.43	6.52
<b>Umbral de riesgo</b>	Valor <5 y valor >10 <sup>(2)</sup> Valor <6.5 y valor >9 <sup>(5)</sup>	40°C	2 ml/L (promedio diario) <sup>(3)</sup>			Menos de 90 <sup>(4)</sup>	Valores >0.01 a 5.0 µg-at/L <sup>(4)</sup> Valor >0.5 mg/L <sup>(5)</sup>	1 a 2 NMP <sup>(2)</sup>	Valor <5 mg/L - riesgo <sup>(4)</sup> 2mg/L - muerte <sup>(4)</sup>	

NOTAS:

- (1) Milivolts relativos.
- (2) Se consideraron los límites de la NOM-001-SEMARNAT aplicable a bienes nacionales.
- (3) Se consideraron los límites de la NOM-001-SEMARNAT aplicable a humedales.
- (4) Tomado de Sánchez *et al.*, 2007.
- (5) Tomado de De la Luna, 2002; para lagos y embalses,
- (6) El análisis no se pudo realizar por causas de fuerza mayor.

### **2.3. Geomorfología**

Se localizan dos regiones naturales, la primera es la correspondiente a las Sierras Volcánicas y Cuencas Lacustres del Sur y la segunda que predomina en la mayor parte del municipio es la del Bajío Guanajuatense. Ambas dentro del Eje Neovolcánico (INAFED, 2019).

La principal característica del Bajío son cuencas amplias y planas, cerros ocasionales, conos volcánicos degradados, montañas de nos mas de 2500m (Orozco *et al.*, 2013); se presentan suelos profundos y oscuros propicios para la agricultura (Rzedowski y Rzedowski, 1995).

En los alrededores de la zona de estudio, la fisiografía consiste en un estrecho valle del Río Laja y una formación volcánica antigua con una elevación hasta 750 m por encima de la altitud de El Charco conocida como Los Picachos. Dentro del área natural se encuentra una cañada con una profundidad máxima de 50 m y poco menos de 1 km de largo, siendo más ancha en la parte superior. En ambos lados de la presa y la cañada de El Charco del Ingenio se extiende un reborde de mesas riolíticas con poca elevación (Meagher, 2007).

### **2.4. Geología**

La mesa sobre la cual se localiza el Jardín botánico se encuentra constituida por roca dura de origen volcánico, principalmente ignimbrita riolítica. Al sur y al este de la presa, esta ignimbrita está cubierta por brecha volcánica. En una zona estrecha cerca del borde de la cañada en el lado sur, se encuentra caolín como resultado del contacto entre la ignimbrita y la brecha volcánica causado por la actividad hidrotérmica (Meagher, 2007).

### **2.5. Suelos**

La interacción de las diferentes rocas con el clima, relieve, biota y tiempo, dan pie a que el municipio de San Miguel Allende se presenten 8 diferentes unidades edáficas, de las cuales en el Charco del Ingenio se tienen a los Vertisoles (pélico), los cuales son suelos de baja evolución de textura arcillosa, muy productivos por su alto contenido de nutrientes y minerales (14.06%del Municipio); a los Leptosoles (12.95% del Municipio), que son suelos poco evolucionados de profundidad no mayor a 15 centímetros, con alta pedregosidad; y Fluvisoles son suelos formados por materiales flúvicos.

**Tabla 14. Características del suelo en El Charco del Ingenio.**

Evolución	Unidad Suelo	Características	Estructura			Estabilidad de agregados			Consistencia			Profundidad efectiva			Textura			Humedad			Permeabilidad de infiltración			Drenaje			pH		
			Subangular	Angular	Migajón	Alta	Media	Baja	Masiva	Friable	Firme	50 Cm	100 Cm	150 Cm	Fina	Media	Gruesa	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Rápido	Moderada	Deficiente	Ácido	Neutro	Alcalino
Suelos de baja evolución condicionados por el material originario	Vertisoles	Alto contenido en arcillas (>30%). Los cambios de humedad provocan movimientos internos. Abundantes slickensides. Cuñas. Abundantes grietas. A veces con microrelieve gilgai. Con vértico. Perfil A-C.		X		X						X		X			X					X				X			
	Leptosoles	Muy delgados (espesor < 25 cm), sobre una roca dura (o capa cementada, o material > 40% CaCO <sub>3</sub> , material muy gravoso). Muy baja evolución. Sólo con: móllico, úmbrico y ócrico. Perfil A-R.			X			X		X					X			X	X				X					X	
Suelos de baja evolución condicionados por la topografía.	Fluvisoles	partir de materiales flúvicos recientes (o en ríos represados si todavía el material original no ha evolucionado). Cerca de los ríos. Perfil estratificado. Materia orgánica decrece irregularmente o es abundante en zonas muy profundas. Sólo con: móllico, úmbrico, ócrico, hístico. Muy baja evolución. Perfil típico estratificado A-C-Ab-C2-Ab2-C3-Ab3-C4.			X		X				X		X		X			X				X				X			

**Vertisoles (VR).** Los Vertisoles, poseen coloraciones gris oscuro a negro, o café rojizos, con un alto contenido en arcillas, superior al 30% de su clase textural, durante la temporada de sequía se agrietan, produciendo grietas de 3 a 5 cm de ancho y que pueden alcanzar hasta 130 cm de profundidad, este es el proceso de contracción de los materiales arcillosos altamente expandibles; como efecto adicional se deforma el volumen del suelo, provocando microondulaciones superficiales, que recibe la denominación de “microrrelieve gilgai”. Son muy adhesivos cuando están húmedos y muy masivos y duros cuando están secos.

El material original de los Vertisoles de la zona de estudio está constituido por rocas sedimentarias de diferentes periodos y tiempos geológicos, pero con la predominancia de calizas terciarias y rocas de lutitas, areniscas y margas que han sufrido diferentes tiempos de intemperismo, de esta forma estas rocas liberan los productos de su alteración que generan las arcillas, a diferencia de las rocas volcánicas o metamórficas que originaran otros suelos.

**Fluvisoles (FL).** estos suelos se desarrollan sobre depósitos aluviales, es decir a lo largo de las terrazas o deltas que forman los ríos y que periódicamente reciben aportes por el desbordamiento de las corrientes hidrológicas. El material original de los Fluvisoles son los depósitos alóctonos, predominantemente recientes, de origen fluvial y proveniente de las partes altas de las zonas montañosas.

Son suelos que presentan propiedades flúvicas y que no tienen otros horizontes de diagnóstico más que un horizonte A ócrico, mólico o úmbrico, o un horizonte B hístico o un horizonte sulfúrico, o material sulfuroso dentro de una profundidad de 125 cm.

Los Fluvisoles son altamente susceptibles y de alta inestabilidad, dado que siempre están bajo la amenaza de la crecida de las corrientes hidrológicas, por lo que cualquier proyecto de desarrollo siempre estará bajo la amenaza de ser afectado por la energía cinética de una avenida o crecida extraordinaria, provocando daños a la infraestructura urbana o de producción y las viviendas de la población local.

**Leptosoles (LP).** Son suelos someros y de escasa evolución y desarrollo. Se caracterizan como suelos naturales, minerales que están limitados por una roca continua a menos de 25 cm de la superficie, o bien por un material con más del 40% de equivalente en carbonato cálcico. También se consideran como Leptosoles a aquellos que en sus primeros 75 cm solo tienen menos de un 10% de componentes menores de 2 mm En cualquiera de sus variantes solo pueden presentar un horizonte A mólico, úmbrico u ócrico.

El material original de los Leptosoles puede ser cualquiera tanto rocas ígneas, derrames de lava, sedimentarias y metamórficas incluso como materiales no consolidados con menos del 10% de tierra fina, los Leptosoles son los únicos suelos que quedan, al desaparecer todos los horizontes de suelos originales, como Andosoles, Luvisoles o Cambisoles, dejando un horizonte superficial que descansa directamente sobre el material parental.

El principal factor limitante para el uso de estos suelos es su reducido espesor aunado a la alta pedregosidad o la presencia de una capa dura y coherente, donde siempre estarán asociados a una escasa capacidad de retención de agua, lo que les convierte en suelos que presentan una aridez edáfica, lo que se incrementa al desaparecer la cobertura vegetal.

## **2.6. Biodiversidad**

### **Flora**

La vegetación predominante es de tipo Matorral xerófilo y Pastizal, con especies abundantes de las familias *Fabaceae*, *Cactaceae*, *Poaceae*, *Portulacaceae*. Dentro de la Presa “Las Colonias”, una serie de islas artificiales con vegetación introducida (Orozco *et al.*, 2013).

El matorral xerófilo está constituido por gramíneas, arbustos, árboles, cactáceas arborescentes, herbáceas; en el pastizal predomina el zacate, suculentas, arbustos y árboles (Meagher, 2007).

Se estima que aproximadamente el 18.1% de las malezas son introducidas, dentro de las cuales se puede mencionar *Rhynchelytrum repens*, *Schinus molle*, *Nicotiana glauca* y *Asphodelus fistulosus* (Carranza, 2005)

### **Fauna**

Para el adecuado manejo de El Charco del Ingenio, este se encuentra seccionado en cuatro microhábitats: Ladera norte, Ladera sur, Presa Las Colonias y la Cañada, al tener diferentes condiciones ambientales y por lo tanto vegetación adaptada a esta, se pueden encontrar una gran diversidad de anfibios, reptiles, aves y mamíferos los cuales aprovechan los microhábitats que estas zonas les proporcionan (El Charco del Ingenio AC, 2019).

En “El Charco del Ingenio” se tienen registrados 32 mamíferos entre los cuales destaca el tlacuache *Didelphis virginiana*, el coyote *Canis latrans cagottis*, la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus*, el cacomixtle *Bassariscus astutus*, murciélagos como *Lasiurus cinereus*, y *Myotis californicus*; la liebre cola negra *Lepus californicus* a los conejos *Sylvilagus audubonii* y *Sylvilagus floridanus*; ardillas como *Spermophilus mexicanus*, y ratones como *Peromyscus maniculatus*. Se reportan también dos especies de anfibios *Hyla arenicolor* e *Hyla eximia*; y 16 reptiles, entre los que se tiene al escoripión *Gerrhonotus liocephalus*, a la tortuga *Kinosternon integrum*, lagartija como *Sceloporus dugesi* y culebras y serpientes como *Pituophis deppei*, *Thamnophis melanogaster canescens* *Micrurus fulvius* *Crotalus molossus*. Se reportan 156 artrópodos de los cuales 25 son del orden Odonata y 131 del orden Lepidoptera, (Charco del Ingenio, s/f)

En particular en la zona se tienen registradas 161 especies de aves, de las cuales 54 utilizan al humedal para diferentes funciones, entre las cuales se incluyen 45 especies con hábitos estrictamente acuáticos, en la *Tabla 15* se muestran estas especies:

**Tabla 15. Especies de aves presentes en el humedal.**

Espece	Nombre común	Espece	Nombre común
<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo Sargento	<i>Gallinago delicata</i>	Agachona Común
<i>Anas acuta</i>	Pato Golondrino Norteño	<i>Gallinula galeata</i>	Gallineta Común
<i>Anas americana</i>	Pato Chalcuán	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita Común
<i>Anas clypeata</i>	Pato Cucharón Norteño	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelerero Americano
<i>Anas crecca</i>	Cerceta Aliverde	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Ranchera
<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta castaña	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana Mesoamericana
<i>Anas discors</i>	Cerceta Aliazul	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota Reidora
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Pato Mexicano	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Costurero Piquilargo
<i>Anas strepera</i>	Pato Pinto	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña Americana
<i>Anthus rubescens</i>	Bisbita Americana	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza Nocturna Coroninegra
<i>Ardea alba</i>	Garza Grande	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato Tepalcate
<i>Ardea herodias</i>	Garzón Cenizo	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano Blanco Americano
<i>Aythya affinis</i>	Pato Boludo Menor	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina Risquera



<i>Aythya americana</i>	Pato Cabecirrojo	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Neotropical
<i>Aythya collaris</i>	Pato Piquianillado	<i>Phalaropus tricolor</i>	Falarope de Wilson
<i>Aythya valisineria</i>	Pato Coacoxtle	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis Cariblanco
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera	<i>Podiceps nigricollis californicus</i>	Zambullidor Orejudo
<i>Butorides virescens</i>	Garza Verde	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor Piquipinto
<i>Calidris himantopus</i>	Playero Zancudo	<i>Porzana carolina</i>	Polluela Sora
<i>Calidris mauri</i>	Playerito Occidental	<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta Americana
<i>Calidris minutilla</i>	Playerito Mínimo	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina Ribereña
<i>Ceryle alcyon</i>	Martín Pescador Norteño	<i>Sayornis nigricans</i>	Mosquero Negro
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito Tildio	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina Aliserrada Nortena
<i>Chloroceryle americana</i>	Martín Pescador Verde	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor Menor
<i>Cistothorus palustris</i>	Saltapared Pantanero	<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla Menor
<i>Egretta thula</i>	Garza Nívea	<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla Mayor
<i>Fulica americana</i>	Gallareta Americana	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Tordo Cabeciamarillo

Fuente: [https://www.elcharco.org.mx/listado\\_aves.html](https://www.elcharco.org.mx/listado_aves.html)

## 2.7. Paisaje

El valor del paisaje lo podemos entender como aquel que es asignado a una unidad de paisaje por diferentes razones como una relación ambiental, social o cultura. Para cada unidad de paisaje determinada se establece un valor, el cual depende de la calidad que este posee y que es posible observar.

En el caso de El Charco del Ingenio, existen un enorme mosaico de paisajes de diferentes características, de tal manera que hay una variedad de escenarios singulares por sus características ambientales, raras o hasta representativas de la zona lo que lleva a que, entendamos el valor del paisaje como una manera de mantener el interés y la conservación en la zona, no sólo por la cantidad de especies representativas, sino por su belleza escénica.

De acuerdo con Kato (2016) El Área Natural Protegida El Charco del Ingenio presenta cuatro unidades paisajísticas:

1. La zona de la Reserva ubicada al Norte.

2. El cañón en la parte Oeste; Este punto, como veremos en breve, tiene la mayor valoración del paisaje debido a sus impresionantes vistas y por incluir elementos como las ruinas del Batán, los miradores al poniente, y el sendero inferior con vista a impresionantes acantilados.
3. La presa Las Colonias y el humedal ubicado en la zona este del Charco, en el corazón del Jardín Botánico; importante elemento que atrae aves migratorias y se caracteriza por ser de vegetación ribereña no nativa.
4. Circuito turístico en la zona sur de la Reserva y a un lado del cañón y la Presa las Colonias; incluye zonas de visita como la Plaza de los Cuatro Vientos, el sendero superior e inferior, áreas de plantas rescatadas, el jardín de los sentidos y el conservatorio de plantas mexicanas.

Cada una de las unidades presenta características que se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 16. Características del paisaje.**

Unidad Paisajística	Subunidad	Vegetación	Valoración estética o calidad visual	Valoración ecosistémica
<b>Cuesta Norte: La Reserva</b>	Lomerío medio	Matorral Xerófilo	A	Conservado
	Planicie Simple	Pastizal	C	Degradado-Progresivo
		Vegetación secundaria	C	Deteriorado-progresivo
	Planicie Ondulada	Pastizal	B	Deteriorado-Progresivo
<b>Presa Las Colonias</b>	Humedal Artificial	Vegetación Ribereña	A	Conservado
		Vegetación Primaria	A	Conservado
<b>El Cañón-La Cañada</b>	Sistema de manantiales, arroyos y lagunas	Vegetación primaria	A	Conservado
		Plantas acuáticas	A	Conservado
		Plantas trepadores	A	Conservado
		Árboles típicos de bosque tropical caducifolio.	A	Conservado
		Matorral Xerófilo	A	Conservado
<b>Circuito Turístico</b>	Lomerío Suave	Vegetación Primaria	A	Conservado
	Lomerío Fuerte	Vegetación Primaria	A	Conservado

Unidad Paisajística	Subunidad	Vegetación	Valoración estética o calidad visual	Valoración ecosistémica
	Planicie Simple	Pastizal	B	Deteriorado
	Planicie Ondulada	Matorral xerófilo	A	Conservado

Fuente: Kato, 2016.

Como se puede observar, el grado de perturbación es relativamente bajo, siendo predominante el grado de sensibilidad de tipo *conservado*, lo cual, según los grados de perturbación manejados por Mateo y Ortiz (2001), representa un ecosistema con la capacidad de mantener sus procesos ecosistémicos y grados de resiliencia. Lo anterior es sensiblemente más evidente en la zona de El Cañón y de la Presa Las Colonias. Por el contrario, y siguiendo la misma metodología, la zona de la Reserva se encuentra visiblemente más deteriorada ya que aquí existen sistemas que han sufrido importantes perturbaciones.

### 3. Monitoreo de Aves acuáticas

El monitoreo biológico consiste en la realización de una serie de muestreos enfocados a algún grupo de seres vivos para determinar la variación de sus poblaciones a lo largo del tiempo. (CONABIO, 2012)

Las aves son un grupo que ha sido monitoreado ampliamente en diferentes partes del mundo. Esto se debe a que son animales fáciles de ver y escuchar, se encuentran en prácticamente todos los ambientes y su monitoreo suele ser económicamente viable. Algunas especies de aves son útiles como indicadoras de la salud del ambiente ya que responden ante los cambios que ocurren en sus hábitats. De esta manera, el monitoreo enfocado en la conservación y el conocimiento de las aves es fundamental para el buen funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar social de la población humana. (CONABIO, 2012)

Un programa de monitoreo debe proporcionar tres tipos de datos: debe aportar información que permita estimar índices de abundancia de varias especies; podría estimar parámetros demográficos de al menos algunas de las poblaciones de esas especies y debe proporcionar información sobre el hábitat, de manera que sea posible relacionar la densidad y los parámetros demográficos de las poblaciones de aves con las características de su

entorno. En principio, el programa debe tener como objetivo el estudio de la comunidad de aves en su totalidad y por lo tanto debe intentar monitorear todas las especies de la zona (USDA,2016).

De acuerdo con Acosta Cruz *et al.* (2013) en su publicación titulada: Protocolo para el Monitoreo de aves acuáticas y marinas es de suma importancia tomar en cuenta los siguientes aspectos para realizar el monitoreo de aves acuáticas.

### **3.1. Descripción y selección del método**

En el caso de las aves, debido a que poseen una gran capacidad de movimiento y manifiestan múltiples cambios anuales en sus poblaciones, producidos por la temporada reproductiva o por el proceso de migración, es primordial identificar qué áreas son más utilizadas por cada una de las especies durante su ciclo anual y en qué momento del año ocurre esta ocupación.

Otro punto importante a consideras es el tipo de hábitat que se va a muestrear ya que es determinante si se trata de un hábitat heterogéneo u homogéneo ya que esto influye en donde se deberá realizar el muestreo. tener en cuenta la historia natural de las especies, cómo se comportan, cuándo lo hacen, para determinar los momentos más adecuados para muestrear. Las poblaciones de aves son muy dinámicas las aves que se pueden observar en determinado momento del año, e incluso hora del día no es igual a lo que se verá en otro momento, se debe tomar en cuenta historia de vida de las especies, etología, hábitos entre otros factores, para determinar los momentos más adecuados para muestrear.

La selección del método que vamos a utilizar dependerá de las características del área, especies o grupos de especies a monitorear.

### **3.2. Parámetros para evaluar**

Se contabilizó el número de individuos por especie presentes en toda el área de muestreo, para así poder determinar:

- a) Riqueza de específica
- b) Total de individuos
- c) Abundancia

- d) Dominancia
- e) Índices de diversidad
- f) Coeficiente de Similitud de Jaccard
- g) Presencia de especies amenazadas.

### **3.3. Estratificación de la comunidad vegetal**

La estratificación consiste en delimitar los estratos del hábitat en función de sus características fisonómicas, los cuales están relacionados con la composición y abundancia de la comunidad de aves, debido a la disponibilidad de recursos que pueden ofrecer, por lo que las aves seleccionaran aquellas secciones del ecosistema en las que la obtención de los recursos requiera un menor gasto energético. Estas áreas con diferente disponibilidad de recursos pueden presentarse en zonas contiguas del ecosistema, o en una misma zona, pero a diferentes alturas, dando como resultado (Acosta Cruz, 2013):

*Estratos horizontales.* Los humedales presentan diferentes características en cuanto a salinidad, pH, profundidad, presencia de afloramientos de rocas, entre otras, permitiendo la formación de estratos diferentes que condicionan la presencia de unas u otras especies de aves.

La presencia de vegetación subacuática, influyen en qué tipo de especies pueden encontrarse dentro del humedal, ya que proporciona refugio, o interfieren en el proceso de forrajeo.

*Estratos verticales.* En los humedales también puede presentarse una estratificación de los recursos que utilizan las aves; aunque no es muy común utilizar este tipo de estratificación en el momento de realizar un monitoreo, porque es complejo en su realización. Se debe tener en cuenta que las capacidades para bucear de las aves son limitadas y varían en correspondencia con sus especializaciones morfológicas.

### **3.4. Monitoreo de Aves acuáticas**

En la zona de trabajo se tienen poblaciones de aves que son tanto de carácter local como especies migratorias, por lo que se seleccionaran fechas que cubran ambas temporadas.

Con la información obtenida en estudios previos se tiene la distribución temporal de las aves de acuerdo con la estación del año:

- Octubre y noviembre (migración otoñal y reclutamiento producido por la reproducción de los residentes permanentes).
- Febrero y marzo (retorno de la migración primaveral y residentes permanentes y de invierno).
- Mayo y junio (residentes permanentes y migratorias de verano).

Se realizaron siete salidas a campo con una duración de tres días, estas salidas fueron distribuidas una por mes, se efectuaron procurando ser en fechas similares de cada mes para homogenizar y obtener información comparable (*Tabla 17*).

**Tabla 17. Cronograma de monitoreo.**

MONITOREO	MES	AÑO	FECHA	COMUNIDADES
0	Octubre	2018	5-7	Salida prospectiva
1º	Diciembre	2018	17-19	Migratorias y residentes
2º	Enero	2019	17-19	Migratorias y residentes
3º	Febrero	2019	21-23	Retorno de la migración primaveral y residentes permanentes
4º	Marzo	2019	21-23	Residentes permanentes
5º	Junio	2019	20-22	Presa vacía
6º	Septiembre	2019	21-23	Residentes permanentes
7º	Octubre	2019	20-22	Migratorias y residentes

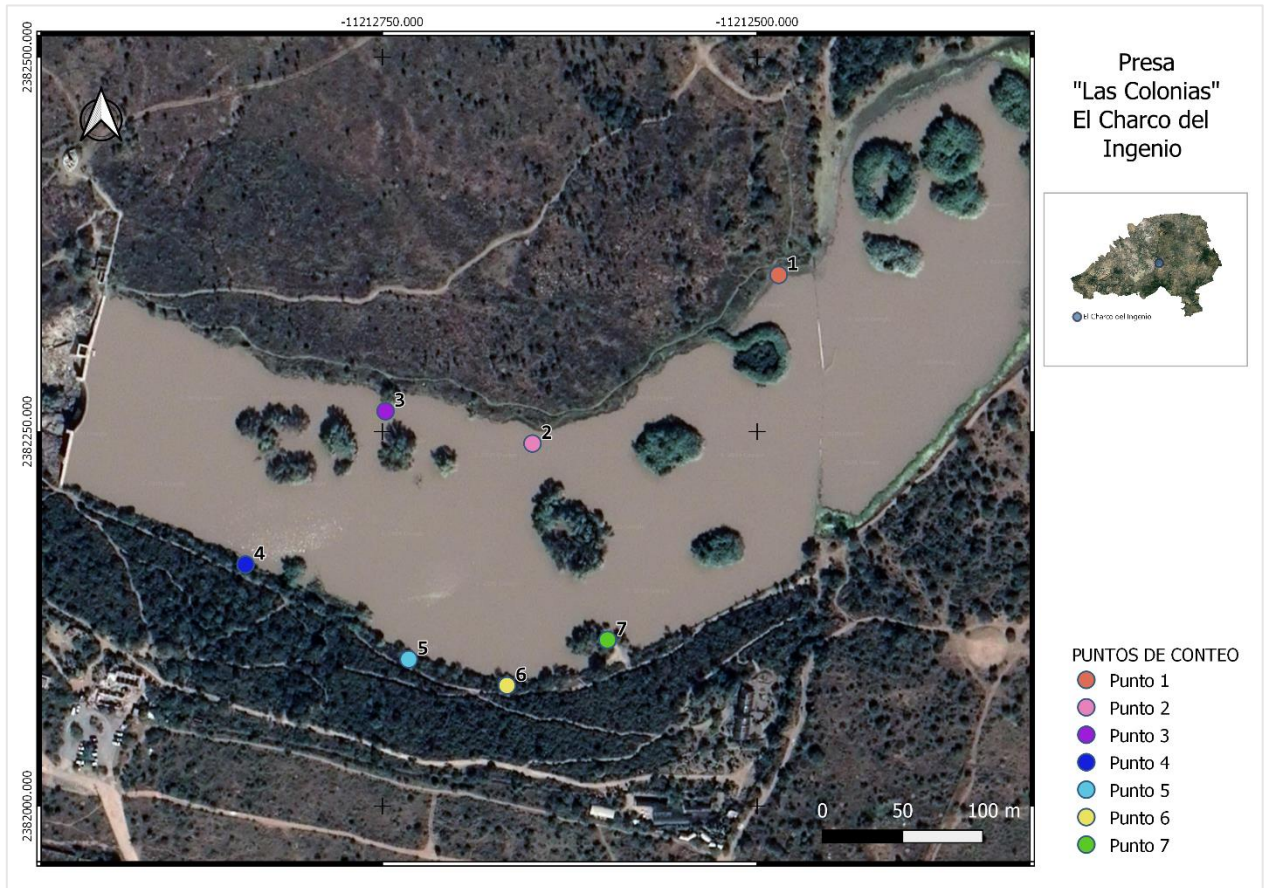
En la quinta salida realizada en el mes de junio, se encontró el humedal completamente seco por lo que no se pudo llevar a cabo el monitoreo de aves y no se cuenta con datos que puedan ser procesados estadísticamente.

### **3.5. Método de Puntos de conteo**

Se utilizó la técnica de muestreo por puntos de conteo fijos, de forma intensiva, ya que el método permite estudiar los cambios anuales en las poblaciones de aves en puntos fijos,

las diferentes composiciones específicas según el tipo de hábitat, y los patrones de abundancia de cada especie (Ralph *et al.*, 1996).

Este método es de suma utilidad en aquellas áreas de acceso difícil, pero con buena visibilidad, como sucede en muchas lagunas costeras (Acosta, 2013). La Presa Las Colonias presenta características físicas homogéneas por ser un humedal artificial, con algunas características particulares que permiten distribuir los puntos de observación, asimismo se distribuyeron los puntos de conteo de acuerdo con la posibilidad de acceso durante todo el año, tratando de cubrir la mayor parte del área, además los puntos de contero se ubicaron en sitios donde la vegetación facilitara un cierto camuflaje en el momento de realizar los monitoreos (*Figura 6*).



**Figura 6.** Puntos de conteo. Mapa de la Presa Las Colonias que muestra los puntos de conteos establecidos para el trabajo de campo desarrollado. Elaboración propia, 2020.

Posterior a la selección del método de muestreo por puntos de conteo, se tomó en cuenta los siguientes aspectos, durante todos los meses que se realizó en monitoreo para poder aplicarlo de manera correcta:

- a) Los muestreos se realizaron en los mismos días de los meses seleccionados.
- b) Se mantuvo el mismo esfuerzo de muestreo, durante toda la investigación, ya que resultados obtenidos con diferentes esfuerzos de muestreo no son comparables.
- c) Las unidades y la frecuencia de muestreo se mantuvieron durante todos los monitoreos.

Las coordenadas para cada punto de conteo se establecieron previamente con la herramienta Google Earth y posteriormente en la salida prospectiva se rectificaron en campo con la ayuda de un GPS GARMIN eTrex (*Tabla 18*).

**Tabla 18. Coordenadas de los puntos de conteo establecidos.**

Punto de Conteo	Latitud N	Longitud W
Primer	20.91960	100.72297
Segundo	20.91873	100.72467
Tercero	20.91881	100.72540
Cuarto	20.91793	100.72662
Quinto	20.91760	100.72585
Sexto	20.91725	100.72498
Séptimo	20.91749	100.72414

Los puntos elegidos se distribuyen en toda la Presa y tienen las siguientes características:



**Tabla 19. Características de los Puntos de conteo.**

Punto	Ladera	Características
1	Norte	Es el punto más alejado, posee playas de arcilla y vegetación arbustiva y herbácea. Se tiene vegetación de carrizos bien desarrollada.
2	Norte	En este punto se localiza una pequeña ensenada, con vegetación arbustiva y vegetación herbácea anual, se tiene vegetación de es el punto más cercano a los islotes que poseen vegetación arbórea bien desarrollada y vegetación de carrizos.
3	Norte	Es el punto más accesible a los visitantes, posee playas de arcilla y vegetación herbácea.
4	Sur	Es el punto más accesible a los visitantes en esta ladera, con vegetación arbustiva y herbácea.
5	Sur	Es un punto poco accesible, con vegetación arbustiva y herbácea, que en época de lluvia es cubierta por el agua, proporcionado un ambiente adecuado para el desarrollo de microorganismos
6	Sur	Es un punto poco accesible, con vegetación arbustiva y herbácea, que en época de lluvia es cubierta por el agua, proporcionado un ambiente adecuado para el desarrollo de microorganismos
7	Sur	Es un punto con vegetación bien desarrollada, prevaleciendo la vegetación de carrizos. Es un sitio cercano a los islotes centrales, que poseen vegetación arbórea bien desarrollada.

Notas: La vegetación de carrizos está conformada principalmente con especies de *Typha* sp., *Phragmites* sp., varias especies de *Cyperus*

En la parte central de la presa se tienen varios islotes, que son los sitios preferidos por las aves, pero son fácilmente monitoreados desde los puntos elegidos en ambas laderas.

### 3.5.1. Periodos de observación

Se establecieron dos periodos de observación por punto, el primero de 7:00 hrs. a 10:30 hrs. y el segundo de las 16:00 hrs. a las 18:20 hrs. Debido a que la actividad de la mayoría de las aves se presenta durante las primeras horas de la mañana y al atardecer, aunque en menor proporción (Kaufman, 2005). Aunado a lo anterior, las condiciones presentes en campo, dadas por la ubicación geográfica de San Miguel de allende y por lo tanto de la Presa las Colonias, el amanecer y la puesta de sol ocurría en las horas antes mencionadas, por lo tanto, el factor iluminación fue de suma importancias para el establecimiento de la hora en la que se realizó el monitoreo. En total se efectuaron cuatro monitoreos de aves durante la estadía en campo, dos monitoreos matutinos y dos monitoreos vespertinos

### ***Tiempo de observación***

Ya establecidos los puntos de conteo se accedió a ellos. De acuerdo con Ralph *et al.* (1996) se debe causar el mínimo de perturbación a las aves y comenzar a contar tan pronto como se llegue al punto. El tiempo de observación y registro dedicado a cada punto debe representar el tiempo mínimo necesario para tomar una muestra de por lo menos el 80 por ciento de las especies presentes en el punto (González-García F. en Gallina S. y C. López, 2011); por lo tanto, para estandarizar el tiempo de observación, se registró y comparó el número de especies observadas cada cinco minutos; estableciendo para los monitoreos matutinos una permanencia de 30 minutos por punto de conteo y para los vespertinos de 20 minutos.

#### **3.5.2. Identificación de las especies**

Para la aplicación del método de conteo por puntos, es de suma importancia que la persona que realiza los conteos siempre sea la misma, para evitar un sesgo en los datos obtenidos y que se tenga conocimiento taxonómico suficiente para la identificación en campo.

Se realizó una búsqueda bibliográfica y en bases de datos para conocer cuáles eran las especies que posiblemente se encontrarían en “El Charco del Ingenio”. Se utilizó la guía de campo publicada en el año 2014 de las aves reportadas para “El Charco del Ingenio”; se estudió todas las familias de aves acuáticas incluidas en esta guía y se consideraron las características distintivas en campo de dichas especies, para poder identificarlas a simple vista en campo y realizar los conteos.

Aunado a lo anterior se tomaron fotografías de las aves identificadas en campo para tener un registro de las especies y en caso de que algún ave no se pudiera identificar en campo las fotografías fueron utilizadas para identificar las especies con el apoyo de diferentes guías de campo como: Aves de México. Guía de Campo de Roger (Tory Peterson y Edward I. Chalif), Guía de Aves del Charco del Ingenio (Orozco *et al.*, 2013), Aves Comunes de la Ciudad de México (Gerardo del Olmo y Emilio Roldán) y A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. (Steve N. G. Howell y Sophie Webb).

Los datos obtenidos durante las observaciones se registraron en un formato previamente diseñado (*Figura 7*).

<b>ITINERARIO DE CENSO Y PUNTOS DE CONTEO</b>					
Estado. _____		Municipio. _____		Localidad. _____	
Área (Punto de conteo). _____			Fecha. _____		
Coordenadas. _____					
Condiciones ambientales. _____					
Monitor. _____					
<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>No. Individuos</b>	<b>De</b>	<b>Actividad o comportamiento</b>	<b>Observaciones</b>

**Figura 7. Formato prediseñado para la captura de datos en campo.**

### **3.5.3. Conteo del número de individuos por especie**

Para la observación de las distintas especies de aves, se utilizó un par de binoculares Asahi Pentax 8X30 Field 75° No. 5002945 y la cámara fotográfica Canon EOS Rebel T5, equipada con los lentes EF-S 18-55mm II y el 75-300mm zoom Teleobjetivo. Se realizó el conteo de aves de acuerdo con el procedimiento mencionado en el punto anterior.

Cuando las aves se encontraron agrupadas en bandadas muy numerosas, el número total se estimó utilizando el método de bloques (Howes y Bakewell, 1989), el cual consiste en contar el número de individuos de una parte de la parvada, para usarla como medida estandarizada en la contabilidad del resto.

Se registró el número de individuos, y el mes de muestreo, así como: la actividad que realizaban las aves (alimentación, descanso u otra actividad), forma de alimentación (por acecho desde la orilla, una percha o desde el aire, captura por buceo, u otro tipo de forrajeo) y porción particular del hábitat o microhábitat (aguas profundas o someras, vegetación acuática, pastizal o arbolado ribereño).

### **3.6. Trabajo de gabinete**

Posterior a cada salida de campo, se vació la información contenida en los formatos prediseñados (*Figura 6*) en hojas de cálculo de Excel.

#### **Captura de datos**

Se realizaron dos matrices de datos por cada mes de estudio, una matriz contenía los datos obtenidos en los monitoreos matutinos y la otra matriz, los datos de los monitores vespertinos; en cada una de ellas se capturaron los siguientes datos:

- Información Taxonómica actualizada al 2020 (Familia, Género y Especie)
- Número de individuos de cada especie por punto de conteo.

#### **Procesamiento de datos**

Las matrices elaboradas se tomaron como referencia para el cálculo de los distintos parámetros analizados, tales como: Abundancia relativa, Riqueza Especifica, Número total de Individuos, Dominancia de Simpson, Índice de Simpson, Índice de Shannon-Weaver, Índice de Margalef, Coeficiente de Similitud de Jaccard.

El Coeficiente de Similitud de Jaccard se utilizó en este trabajo para dar una aproximación de la similitud o disimilitud que pudiera existir entre los puntos de conteo seleccionados alrededor de la Presa Las Colonias, durante los meses que se realizó el monitoreo de aves.

#### **Elaboración de mapas**

Se realizaron mapas con el software QGIS para visualizar, de forma geoespacial, los valores obtenidos de riqueza específica y número de individuos para los siete puntos de conteo establecidos en cada uno de los meses de monitoreo.

#### **Registro fotográfico de especies y estatus de conservación**

En cada una de las salidas a campo se fotografió una gran cantidad de aves acuáticas, estas fotografías fueron clasificadas por especies y posteriormente se seleccionaron aquellas fotografías en las cuales se pudieran apreciar las características distintivas de la especie. Para determinar si alguna de las especies identificadas en el humedal de El Charco

del Ingenio se encontraba bajo alguna categoría de riesgo se revisó la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, así como el estado de conservación disponible en IUCN Red List of Threatened Species.

## CAPITULO VI

### RESULTADOS

Mediante el monitoreo realizado por el método de puntos de conteo durante todo el trabajo de campo, se registró un total de diez familias, y treinta y tres especies de aves acuáticas, entre las que se encuentran especies migratorias y especies residentes (*Tabla 20*),

Respecto a las aves migratorias que se observaron dentro del humedal de El Charco del Ingenio se registró un veinte por ciento del total de aves que se reportan para México y un cuarenta y cuatro por ciento del total de aves reportadas para el estado de Guanajuato (CONABIO, 2020).

**Tabla 20. Total de familias, especies, número de individuos contabilizado por especies, así como estatus migratorio.**

Familia	Especie (actualización taxonómica 2020)	Estatus migratorio	Individuos por especie	Individuos por familia
Podicipedidae Zambullidores	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Residente	425	616
	<i>Podilymbus podiceps</i>	Migratorio y Residente	170	
	<i>Podiceps nigricollis</i>	Migratorio Residente	21	
Anatidae Cisnes, Gansos, Patos y Cercetas	<i>Mareca americana</i>	Migratorio	138	9657
	<i>Anas diazi</i>	Residente	4328	
	<i>Spatula discors</i>	Migratorio	245	
	<i>Spatula cyanoptera</i>	Migratorio Residente	1	
	<i>Spatula clypeata</i>	Migratorio	1653	
	<i>Anas acuta</i>	Migratorio	467	
	<i>Anas crecca</i>	Migratorio	587	
	<i>Mareca strepera</i>	Migratorio	306	
	<i>Aythya affinis</i>	Migratorio	29	
	<i>Aythya collaris</i>	Migratorio	882	
	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Migratoria y Residente	1021	
Anhingidae Anhingas	<i>Anhinga anhinga</i> *	Residente	2	2



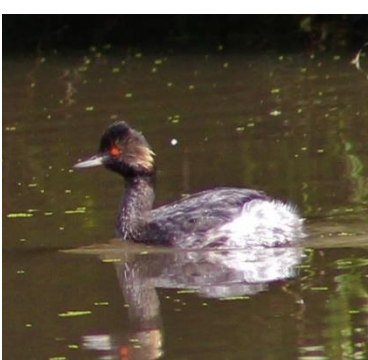



Familia	Especie (actualización taxonómica 2020)	Estatus migratorio	Individuos por especie	Individuos por familia
Phalacrocoracidae Cormoranes y Patos Buzo	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Residente	8	8
Ardeidae Garzas	<i>Ardea herodias</i>	Migratoria y Residente	11	1729
	<i>Ardea alba</i>	Migratoria y Residente	31	
	<i>Egretta thula</i>	Migratoria y Residente	8	
	<i>Bubulcus ibis</i>	Migratoria y Residente	1637	
	<i>Butorides virescens</i>	Migratoria y Residente	5	
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Migratoria y Residente	37	
Threskiornithidae Ibis y Espátulas	<i>Plegadis chihi</i>	Migratoria y Residente	632	632
Rallidae Gallaretas, Polluelas y Pollas de Agua	<i>Porzana carolina</i>	Migratoria y Residente	7	1531
	<i>Gallinula galeata</i>	Migratoria y Residente	66	
	<i>Fulica americana</i>	Migratoria y Residente	1458	
Charadriidae Chorlos	<i>Charadrius vociferus</i>	Migratoria y Residente	20	20
Recurvirostridae Avocetas	<i>Recurvirostra americana</i>	Migratoria y Residente	145	556
	<i>Himantopus mexicanus</i>	Migratoria y Residente	420	
Scolopacidae Playeros, Zarapitos, Picopandos, Vuelvepiedras, Costureros y Falarpos	<i>Actitis macularius</i>	Migratoria	19	587
	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Migratoria	561	
	<i>Tringa flavipes</i>	Migratoria	6	
	<i>Gallinago delicata</i>	Migratoria	1	

\*Registro nuevo

El total de individuos que se observaron fue de 15,347, de los cuales la mayoría estuvo representada por especies de la familia Anatidae con un porcentaje del 63%, siendo *Anas diazi* la especie que más se observó dentro de este grupo con un 45%. Por otra parte, la familia Anhingidae fue la que se registró en menor escala con un porcentaje del 0.01% con dos individuos de la especie *Anhinga anhinga*.

Respecto al estatus de protección de las especies observadas, se identificaron de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y

especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio; y con la Lista de especies en riesgo y en con The IUCN (International Union for Conservation of Nature) Red List of Threatened Species 2019, también se identificó a las especies que son prioritarias para la conservación, de acuerdo con un listado publicado en por la SEMARNAT en el año 2014. En la *Figura 8* se muestra una imagen de la especie y la categoría a la que pertenecen.

 <p><i>Tachybaptus dominicus</i> NOM-059. Pr IUCN. LC</p>	 <p><i>Podilymbus podiceps</i> NOM-059. N/C IUCN. LC</p>	 <p><i>Podiceps nigricollis</i> NOM-059. N/C IUCN. LC</p>
 <p><i>Anas americana</i> NOM-059. N/C IUCN. LC EPC</p>	 <p><i>Anas diazi</i> NOM-059. A IUCN. N/C EPC</p>	 <p><i>Spatula discors</i> NOM-059. N/C IUCN. LC EPC</p>





*Spatula cyanoptera*

NOM-059. N/C

IUCN. LC

EPC



*Spatula clypeata*

NOM-059. N/C

IUCN. LC

EPC



*Anas acuta*

NOM-059. N/C

IUCN. LC

EPC



*Anas crecca*

NOM-059. N/C

IUCN. LC

EPC



*Mareca strepera*

NOM-059. N/C

IUCN. LC

EPC

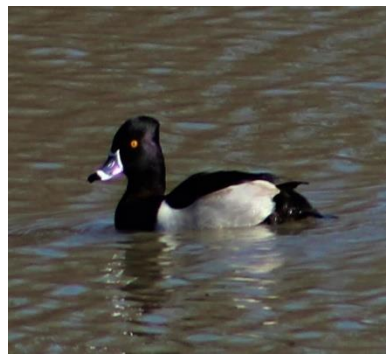


*Aythya affinis*

NOM-059. N/C

IUCN. LC

EPC



*Aythya collaris*

NOM-059. N/C

IUCN. LC



*Oxyura jamaicensis*

NOM-059. N/C

IUCN. LC












*Anhinga anhinga*

NOM-059. N/C

IUCN. LC

EPC	EPC	
 <p data-bbox="235 636 613 804"> <i>Phalacrocorax brasilianus</i>            NOM-059. N/C            IUCN. LC         </p>	 <p data-bbox="628 636 1006 804"> <i>Ardea herodias</i>            NOM-059. N/C            IUCN. LC         </p>	 <p data-bbox="1018 636 1396 804"> <i>Ardea alba</i>            NOM-059. N/C            IUCN. LC         </p>
 <p data-bbox="235 1178 613 1346"> <i>Egretta thula</i>            NOM-059. N/C            IUCN. LC         </p>	 <p data-bbox="628 1178 1006 1346"> <i>Bubulcus ibis</i>            NOM-059. N/C            IUCN. LC         </p>	 <p data-bbox="1018 1178 1396 1346"> <i>Butorides virescens</i>            NOM-059. N/C            IUCN. LC         </p>
 <p data-bbox="235 1717 613 1879"> <i>Nycticorax nycticorax</i>            NOM-059. N/C            IUCN. LC         </p>	 <p data-bbox="628 1717 1006 1879"> <i>Plegadis chihi</i>            NOM-059. N/C            IUCN. LC         </p>	 <p data-bbox="1018 1717 1396 1879"> <i>Porzana carolina</i>            NOM-059. N/C            IUCN. LC         </p>

		
<p><i>Gallinula galeata</i> NOM-059. N/C IUCN. LC</p>	<p><i>Fulica americana</i> NOM-059. N/C IUCN. LC</p>	<p><i>Charadrius vociferus</i> NOM-059. NC IUCN. LC</p>
		
<p><i>Recurvirostra americana</i> NOM-059. N/C IUCN. LC</p>	<p><i>Himantopus mexicanus</i> NOM-059. NC IUCN. LC</p>	<p><i>Actitis macularius</i> NOM-059. N/C IUCN. LC</p>
		
<p><i>Limnodromus scolopaceus</i> NOM-059. N/C IUCN. LC</p>	<p><i>Tringa flavipes</i> NOM-059. N/C IUCN. LC © Luis Mauricio Mena Páramo.</p>	<p><i>Gallinago delicata</i> NOM-059. N/C IUCN. LC EPC</p>

Fuente: Las fotos son de autoría propia, excepto *Tringa flavipes* (Naturalista)

**Figura 8. Aves registradas en El Charco del ingenio. Fotografías y estatus de protección de las especies presentes en El Charco del Ingenio, NOM-059-2010: A = Amenazadas, P = En peligro de extinción, Pr = Sujetas a protección especial. N/C= No categorizada. IUCN: LC = Least concern, NT= Near threatened, VU= Vulnerable, EN= Endangered, CR= Critically endangered, EW= Extinct in the wild, EX= Extinct. EPC: Especies Prioritarias para la Conservación.**

De las especies que se observaron, dos se encuentran en categoría de riesgo: *Tachybaptus dominicus* con estatus de “Sujeta a Protección” y *Anas diazi* con estatus de “Amenazada”. Con Respecto a la Lista de Roja de IUCN todas son de Preocupación menor (LC, Least concern) y una no está categorizada.

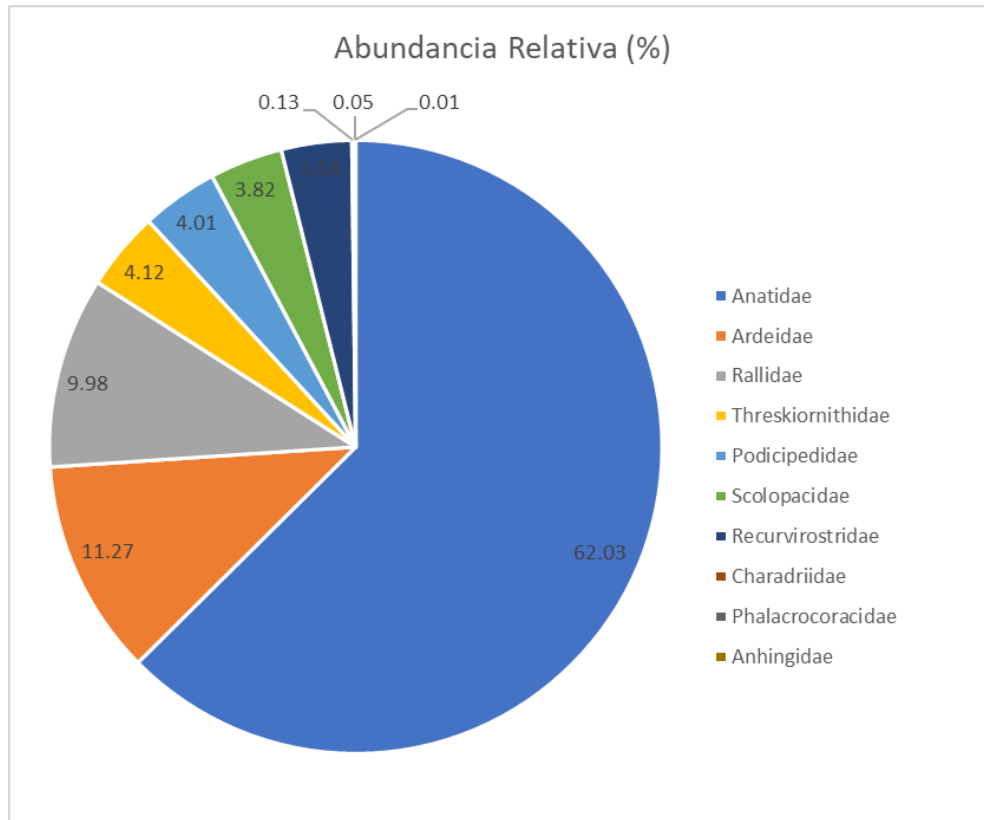
Se incluyen 12 especies dentro de la Lista de Especies Prioritarias para la Conservación (SEMARNAT, 2014): *Aythya collaris*, *Oxyura jamaicensis*, *Anas crecca*, *Mareca strepera*, *Aythya affinis*, *Spatula cyanoptera*, *Spatula clypeata*, *Anas acuta*, *Anas americana*, *Anas diazi*, *Spatula discors*, *Gallinago delicata*, con estas especies, se promueve la conservación de otras especies y la protección de distintos habitats, y áreas naturales tal como es el caso del humedal que se estudió.

Con la información anterior, se logró aportar información para el llenado de la FIR, del Charco del Ingenio en los criterios 2, 4, 5 y 6. El documento completo se presenta en el Anexo 1.

## **A. Abundancia relativa**

### **Abundancia relativa por familia**

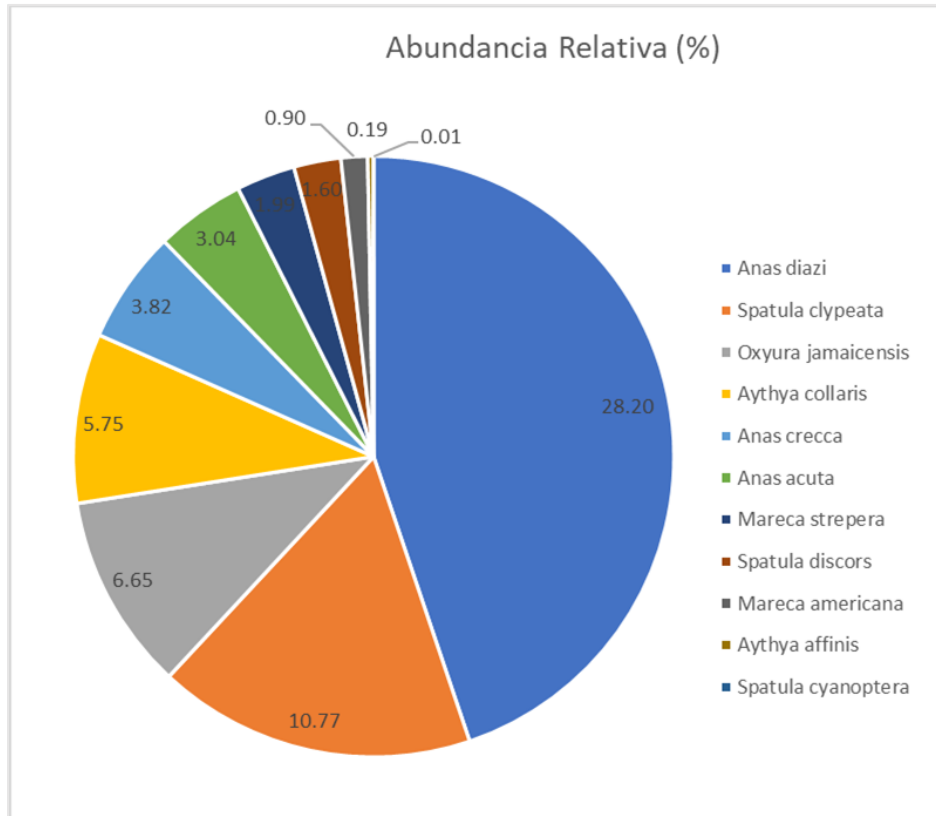
En un primer análisis se calculó la Abundancia Relativa, con lo cual se obtuvo que la familia más abundante fue la Anatidae, con un 62% en donde se encuentran ubicados, cisnes, gansos, patos y cercetas; Ardeidae con 11.27%, las familias menos abundantes fueron Phalacrocoracidae con 0.05% representada por cormoranes y los patos buzos y la familia Anhingidae 0.013% donde se encuentran las anhingas o patos aguja (*Figura 9*).



**Figura 9. Abundancia relativa por familias.** Gráfica que muestra la abundancia relativa en porcentaje de las familias de aves acuáticas registradas en El Charco del Ingenio.

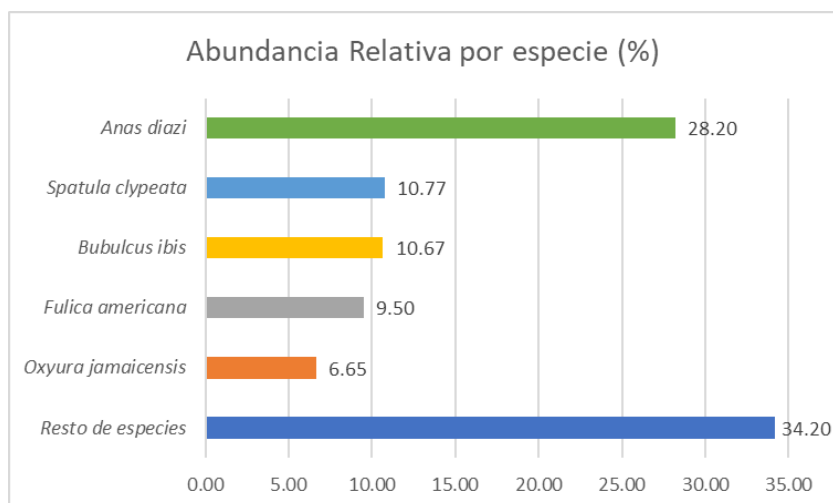
#### Abundancia relativa de especies de la familia Anatidae

A continuación, se presenta una gráfica con la abundancia que se obtuvo de las especies incluidas en la familia Anatidae que fue la mayormente observada en la presa, durante todo el monitoreo (Figura 10). En la gráfica se puede observar que el anátido con mayor abundancia fue *Anas diazi* con un 28.20%, seguido de *Spatula clypeata*, *Oxyura jamaicensis* y *Aythya collaris* con abundancia >5%; las especies con abundancia menor al 1% fueron *Spatula cyanoptera*, *Aythya affinis* y *Mareca americana*.



**Figura 10. Abundancia relativa de anátidos. Gráfica que muestra la abundancia relativa en porcentaje de las especies pertenecientes a la familia Anatidae registradas en El Charco del Ingenio.**

Al calcular la abundancia relativa por especies para los datos obtenidos durante todo el monitoreo, se obtuvo que la especie más abundante en el humedal fue *Anas diazi* (28.20%), seguido de *Spatula clypeata* (10.77%), *Bubulcus ibis* (10.67%), *Fulica americana* (9.50%) y *Oxyura jamaicensis* (6.65%) (Figura 11).



**Figura 11. Especies más abundantes. Se muestran las cinco especies más abundantes durante todo el periodo en que se realizó el proyecto.**

Asimismo, se obtuvieron especies raras, con una abundancia relativa menor al 0.1% tales como *Anhinga anhinga* (que generalmente está en zonas tropicales), *Spatula cyanoptera* y *Gallinago delicata*.

Posteriormente se determinaron las cinco especies más abundantes para cada uno de los meses de monitoreo (marcadas con \*). Para el mes de diciembre la especie más abundantes fue *Spatula clypeata* que es un ave migratoria y que podría indicar el máximo de la migración de la especie, para los meses de enero, febrero, marzo y septiembre fue *Anas diazi* que es una especie residente y en el mes de octubre fue *Bubulcus ibis*. (Tabla 21; Figura 12).

**Tabla 21. Cinco especies más abundantes por mes.**

Especie	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Septiembre	Octubre
<i>Tachybaptus dominicus</i>					11.18	
* <i>Anas diazi</i>	12.69	23.82	42.7	38.7	34.18	18.26
* <i>Spatula clypeata</i>	32.48		7.99	13.9		
<i>Anas acuta</i>	5.31	18.23				
<i>Anas crecca</i>			11.68	6.76		
<i>Aythya collaris</i>	18.4	13.59				4.96
* <i>Oxyura jamaicensis</i>	13.68	9.02	6.09		11.18	6.68

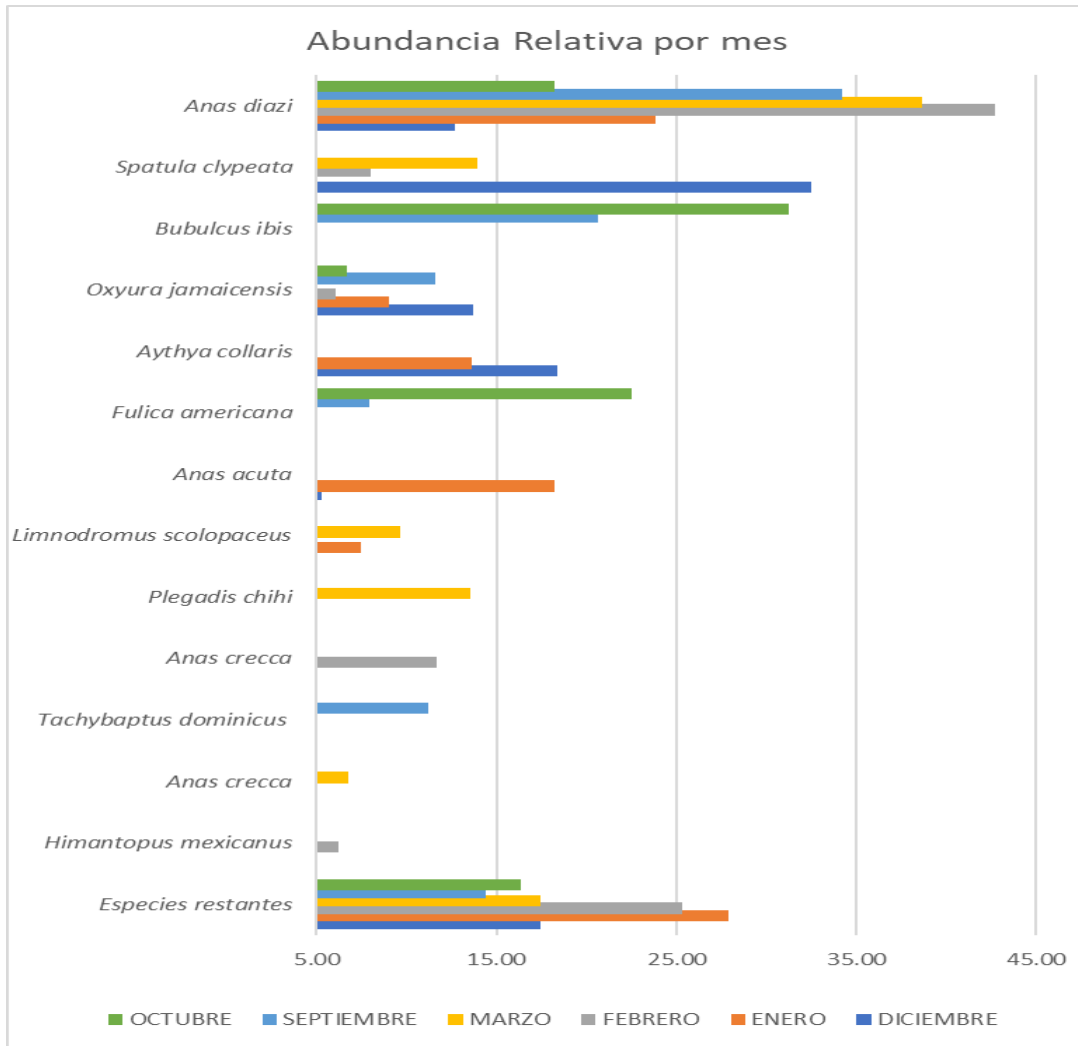
Espece	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Septiembre	Octubre
<i>*Bubulcus ibis</i>					20.66	31.25
<i>Plegadis chihi</i>				13.58		
<i>*Fulica americana</i>					7.92	22.51
<i>Himantopus mexicanus</i>			6.19			
<i>Limnodromus scolopaceus</i>		7.43		9.62		
<i>Especies restantes</i>	17.42	27.89	25.32	17.42	14.43	16.32

Del análisis de esta tabla se puede derivar que:

- Para el mes de diciembre se tienen dos especies residentes y tres migratorias, *Anas diazi*, *Oxyura jamaicensis*, *Spatula clypeata*. *Anas acuta*, *Aythya collaris*, respectivamente.
- Para enero se encontraron dos residentes y tres migratorias, *Anas diazi*, *Oxyura jamaicensis*, *Limnodromus scolopaceus*, *Anas acuta*, *Aythya collaris*.
- El mes de febrero tres residentes y dos migratorias *Anas diazi*, *Oxyura jamaicensis*, *Himantopus mexicanus*, *Spatula clypeata*, *Anas crecca*
- Para marzo tres residentes y dos migratorias *Anas diazi*, *Plegadis chihi*, *Spatula clypeata*, *Anas crecca*, *Limnodromus scolopaceus*
- En septiembre cuatro residentes y una migratoria *Anas diazi*, *Oxyura jamaicensis*, *Bubulcus ibis*, *Tachybaptus dominicus*, *Fulica americana*
- Finalmente en octubre tres residentes y dos migratorias *Anas diazi*, *Oxyura jamaicensis*, *Bubulcus ibis*, *Aythya collaris*, *Fulica americana*

En la *Figura 11* se observa la gráfica correspondiente a los datos de la *Tabla 17* donde se muestran las cinco especies más abundantes en cada uno de los meses.





**Figura 12. Especies más abundantes por mes. En la gráfica se muestran las cinco especies más abundantes durante cada uno de los meses de monitoreo.**

Como se observó en la tabla 17, y que se marcó con un asterisco a las cinco especies más abundantes de todo el monitoreo, pero estas no son necesariamente las especies más abundantes por mes. Por lo cual se determinó su abundancia relativa en cada uno de los meses, para así poder observar cómo fue su comportamiento a lo largo del monitoreo (Tabla 18).

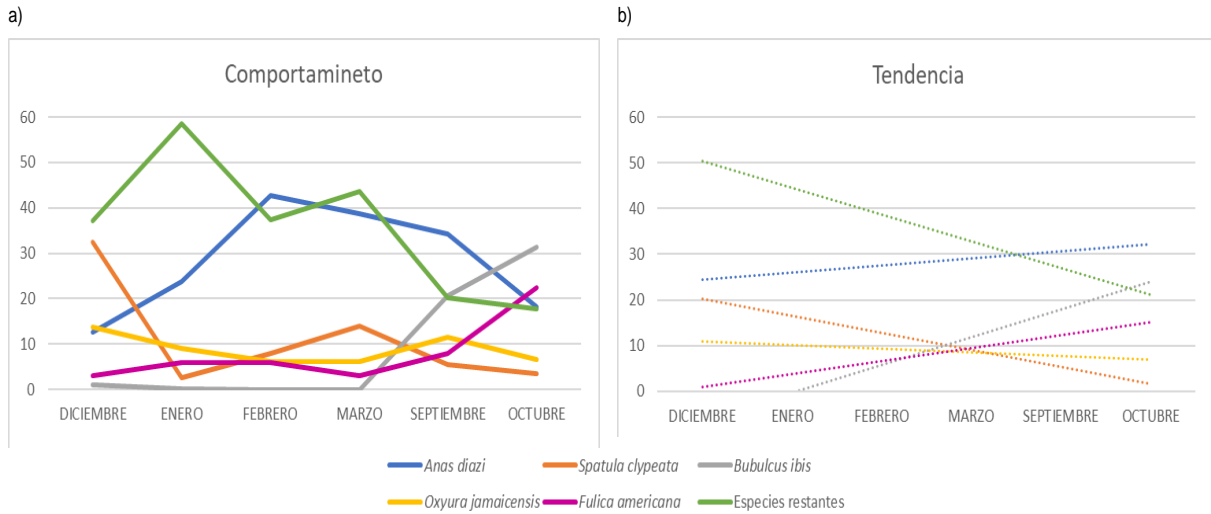
Las especies más abundantes en todo el monitoreo se observaron en todos los meses a excepción de *Bubulcus ibis*, la cual no se observó en febrero y marzo. Como se puede observar en la tabla 18, la mayor abundancia de cada especie se presentó en: febrero para

*Anas diazi*, en diciembre para *Spatula clypeata* y *Oxyura jamaicensis* y en octubre para *Bubulcus ibis* y *Fulica americana* (Tabla 22).

**Tabla 22. Abundancia relativa por mes, de las cinco especies más abundantes a lo largo de todo el monitoreo. (N/O, especie no observada durante el mes).**

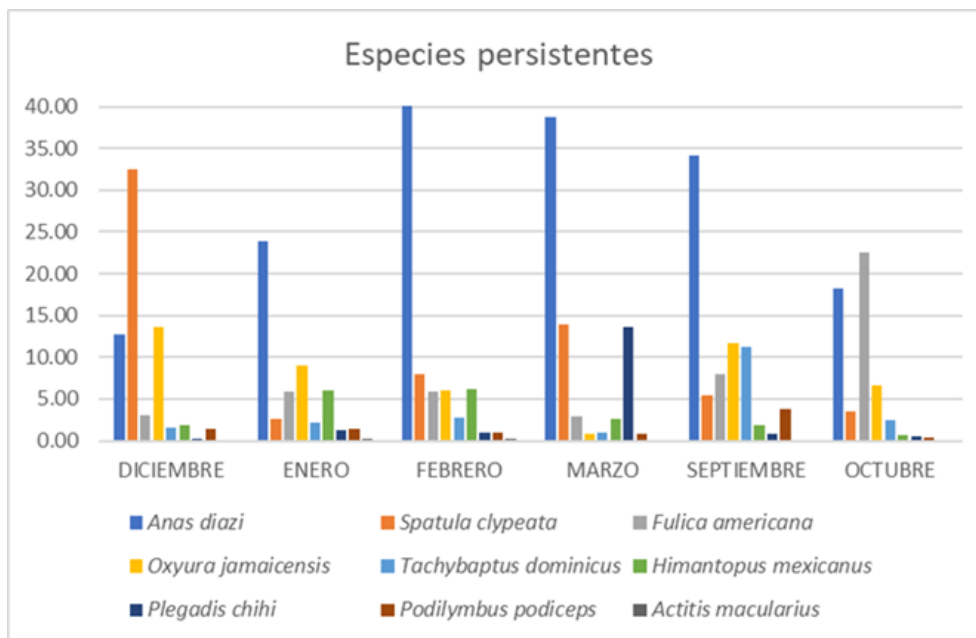
<b>Especie</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>
<i>Anas diazi</i>	12.69	23.82	42.7	38.7	34.18	18.26
<i>Spatula clypeata</i>	32.48	2.60	7.99	13.9	5.37	3.47
<i>Oxyura jamaicensis</i>	13.68	9.02	6.09	0.78	11.18	6.68
<i>Bubulcus ibis</i>	0.98	0.12	N/O	N/O	20.66	31.25
<i>Fulica americana</i>	3.10	5.84	5.89	2.93	7.92	22.51
Especies restantes	37.05	58.57	37.31	43.68	20.24	17.81

De acuerdo con la dinámica observada, las especies *Anas diazi*, *Fulica americana* y *Bubulcus ibis*, presentaron una tendencia positiva de diciembre a octubre, respecto a su abundancia; por el contrario *Oxyura jamaicensis* y *Spatula clypeata* tienden a disminuir en su abundancia (Figura 13).



**Figura 13. Comportamiento y Tendencia de las cinco especies más abundantes. a) se representa el comportamiento de las especies a lo largo del monitoreo; b) se representa la tendencia de las especies de acuerdo con lo observado durante los seis meses de monitoreo.**

De todas las especies observadas dentro del humedal, se identificaron nueve especies que estuvieron siempre presentes durante los meses de monitoreo, aunque con diferentes abundancias, las cuales fueron *Actitis macularius*, *Spatula clypeata*, *Anas diazi*, *Fulica americana*, *Himantopus mexicanus*, *Oxyura jamaicensis*, *Plegadis chihi*, *Podilymbus podiceps*, *Tachybaptus dominicus* (Figura 14).



**Figura 14. Especies persistentes. Se muestra la abundancia relativa de las nueve especies que persistieron en los seis meses de monitoreo.**

Con los análisis de abundancia relativa, en términos generales se puede decir que, en el humedal de El Charco del Ingenio, la familia de aves acuáticas más abundante fue la Anatidae a la cual pertenece *Anas diazi*, el pato que fue mayormente contabilizado en este trabajo. Las siguientes especies: *Spatula clypeata*, *Oxyura jamaicensis*, *Bubulcus ibis* y *Fulica americana* también tuvieron abundancia alta a lo largo del estudio. El humedal ofrece condiciones adecuadas para la reproducción de *Anas diazi*, *Tachybaptus dominicus*, *Podilymbus podiceps* y *Fulica americana*, además de ser un sitio de llegada para un gran número de aves acuáticas migratorias. Dentro del humedal también se registraron especies con menor abundancia, sin embargo entre ellas se observaron individuos de la especie *Anhinga anhinga*, la cual es un nuevo registro para el estado de Guanajuato.

## B. Parámetros para los meses muestreados

Con los datos obtenidos, se procedió a determinar los parámetros poblacionales para el muestreo efectuado.

Como un primer cálculo se determinó la riqueza específica y el número total de individuos para todos los meses en los cuales se realizó el monitoreo, obteniendo como resultado que

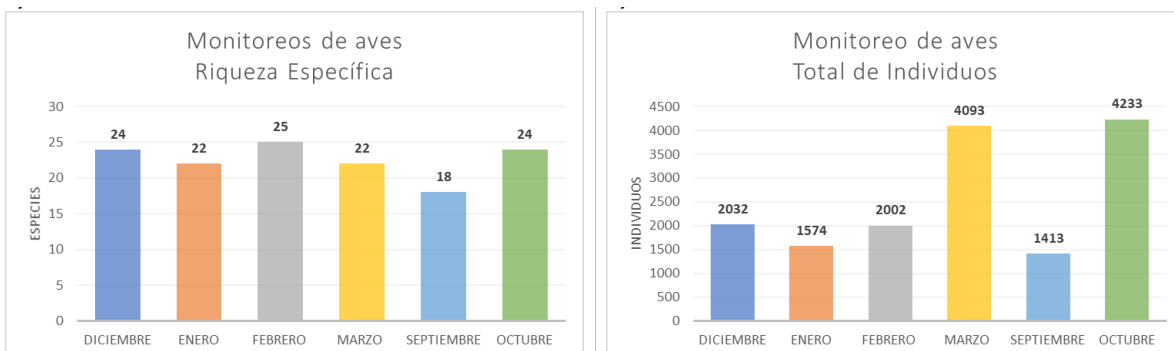
el mes de febrero fue en el que se contabilizó un mayor número de especies, 25 en total, seguido de diciembre y octubre con 24 especies. El mes de septiembre fue el más bajo en riqueza específica con un total de 18 especies, este mes puede considerarse como el último mes en donde encontramos únicamente a las especies residentes ya que para el mes de octubre se inicia el arribo de las especies migratorias.

Respecto al número total de individuos los meses con mayor cantidad de individuos presentes en la presa fueron marzo y octubre con un total de 4,093 y 4,233 individuos respectivamente, el resto de los meses se mantuvo entre los 1,500 y 2,000 individuos (*Tabla 23*). Durante el mes de marzo, dentro de este número de individuos se encuentra una gran cantidad de juveniles y en octubre como se mencionó hay un gran arribo de los individuos de especies migratorias.

**Tabla 23. Riqueza específica y número total de individuos en los seis meses de muestreo.**

	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Septiembre	Octubre
<b>Riqueza Específica</b>	24	22	25	22	18	24
<b>Individuos</b>	2,032	1,574	2,002	4,093	1,413	4,233

Los datos obtenidos se graficaron para una mejor visualización de la información. A continuación se muestran las gráficas obtenidas (*Figura 15*).



**Figura 15. Riqueza específica y Total de Individuos. Gráficas de barras correspondientes a los valores obtenidos de número de especies y número de individuos para cada uno de los meses monitoreados.**

Se analizaron estadísticamente los valores obtenidos en la riqueza específica en cada uno de los meses de monitoreo. Aplicando un análisis de varianza, se obtuvo una  $F=3.107$  y una  $p=0.01308$ , valores que indicaron que hubo una diferencia significativa entre los meses, es decir que el número de especies que se encuentran dentro del humedal cambian de acuerdo con el mes de monitoreo (*Tabla 24*). De acuerdo con el estadístico aplicado, las medias obtenidas para el número de especies entre meses muestreados son similares a excepción de la comparación entre los meses de febrero y septiembre entre los cuales las medias se alejan.

**Tabla 24. Análisis de varianza para Riqueza Específica.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	93.3929	5	18.6786	3.107	0.01308	2.33
Dentro de los grupos	468.929	78	6.0119			
Total	562.321	83				

Para determinar si la cantidad de individuos contabilizados estuvo influenciado por el mes de monitoreo, se aplicó un análisis de varianza, obteniendo una  $F= 8.634$  y  $p < 0.01$ , siendo una diferencia estadística significativa (*Tabla 25*). De acuerdo con lo anterior los meses que son diferentes en el número de individuos contabilizados fueron marzo y octubre, en ambos meses se presentó un mayor número de individuos.

**Tabla 25. Análisis de varianza para Número de Individuos.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	575844	5	115169	8.634	1.512E-06	2.33
Dentro de los grupos	1.04E+06	78	13339			
Total	1.04E+06	83				

A medida que la riqueza y la equitatividad de las especies aumentan, la diversidad aumenta. Esto se puede medir a través del índice de diversidad de Simpson. En la *Tabla 26* se presentan los datos obtenidos para este índice y para la dominancia de las especies:

**Tabla 26. Dominancia e Índice de Simpson, para los seis meses de muestreo.**

	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Septiembre	Octubre
<b>Dominancia Simpson <math>D_{Si}</math></b>	0.1797	0.1321	0.2177	0.2055	0.1967	0.1926
<b>Diversidad Simpson 1- <math>D_{Si}</math></b>	0.8203	0.8679	0.7823	0.7945	0.8033	0.8074

Con respecto al índice de Simpson se observó que en el mes de enero se obtuvieron los valores más altos, lo que representa la mayor diversidad, y en el mes de febrero, más bajos, representando la menor diversidad. El resultado obtenido para todos los meses indica que el humedal de El Charco del Ingenio posee una diversidad alta de especies, es decir, si en un monitoreo aleatorio se seleccionara una especie al azar, ésta sería siempre de una especie diferente, por lo tanto, la dominancia es baja tal como se muestra en la *Tabla 26*.

El resultado promedio de la dominancia para los meses muestreados fue de 0.1872 por lo que de acuerdo con el intervalo de valores, 0 a 1, que establece el índice de dominancia de Simpson, donde valores cercanos a 1 indican la dominancia de una especie sobre las demás y valores por debajo de 1 son indicativos de ecosistemas más homogéneos, en el humedal El Charco del Ingenio no hay especies dominantes. El valor promedio de los valores obtenidos en la Diversidad de Simpson para todos los meses fue de 0.8126, lo cual demuestra que es una comunidad de aves acuáticas muy diversa.

A los valores obtenidos, en Dominancia e índice de Simpson, se les aplicó un análisis de varianza de manera independiente obteniendo valores de  $F=0.8922$  y  $F$  crítica de 2.33 y  $p=0.4906$  en ambos casos; esto es consistente, ya que como se explicó anteriormente estas pruebas son inversas (*Tabla 27*). Estadísticamente los valores no son significativos, es decir que durante el monitoreo la dominancia y/o diversidad no se vieron afectadas por la temporalidad.

**Tabla 27. Análisis de varianza para Dominancia y el Índice de Simpson.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.04357	5	0.0087	0.8922	0.4906	2.33
Dentro de los grupos	0.7619	78	0.0097			
Total	0.8055	83				

Se continuó con el cálculo de los índices de Shannon-Weaver y de Margalef. Al calcular el índice de Shannon, se obtuvieron como resultado valores cercanos o mayores a 2, exceptuando los meses de septiembre y octubre en los cuales el valor obtenido es menor, pero no de manera considerable. Respecto al cálculo del índice de Margalef, los valores oscilaron entre 2 y 3, encontrando el valor más bajo en el mes de septiembre (*Tabla 28*).

**Tabla 28. Índice de Shannon y Margalef, para los meses muestreados.**

	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Septiembre	Octubre
<b>Shannon-Weaver</b>	2.125	2.335	2.117	2.008	1.921	1.991
<b>Margalef</b>	3.02	2.853	3.157	2.525	2.344	2.754

Con respecto a Shannon-Weaver se encontraron valores que van de medios a bajos (2.335 a 1.921). Para este índice se advirtió que el máximo corresponde al "ln" de la riqueza siendo el mínimo 0, asimismo considera la dominancia de especies, siendo una especie dominante los valores cercanos a 0, encontrando que la riqueza en la zona desde esta perspectiva no es muy variable.

Para Margalef se tuvieron valores medios (3.157 a 2.344), siendo que para este índice se considera la riqueza de especies con respecto al número total de individuos encontrados pertenecientes a todas las especies. El valor será cero, cuando solo existe una especie en la muestra, por lo tanto, los valores obtenidos indican una riqueza y diversidad media.

Se realizó un análisis de varianza para ambas pruebas, se obtuvo una  $F = 0.8674$  y una  $p = 0.507$  para el Índice de Shannon (*Tabla 29*), por lo que de manera general se puede decir que los valores obtenidos son homogéneos entre cada uno de los meses, por lo tanto, la comunidad de aves acuáticas fue equitativa, obteniendo un valor promedio de 2.082 entre



todos los meses. Si se toma en cuenta la escala de valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos en diversidad, el valor promedio obtenido se encuentra dentro un intervalo que indica diversidad media.

Para el Índice de Margalef, estadísticamente se obtuvo una  $F= 1.934$  y una  $p= 0.09808$  (Tabla 30), por lo tanto, la condición general para el humedal fue una diversidad media, al obtener un valor promedio 2.3019 ya que los valores inferiores a 2 son zonas de baja diversidad y los valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad (Margaleff, 1995).

**Tabla 29. Análisis de varianza para Índice de Shannon.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.3889	5	0.0777	0.8674	0.507	2.33
Dentro de los grupos	6.9945	78	0.08967			
Total	7.3834	83				

**Tabla 30. Análisis de varianza para Índice de Margalef.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.82866	5	0.3657	1.934	0.09808	2.33
Dentro de los grupos	14.7493	78	0.1890			
Total	16.578	83				

De acuerdo con los parámetros calculados para los datos obtenidos por meses de monitoreo, se obtuvo que el número de especies que se encontró en el humedal cambió de acuerdo con el mes de monitoreo, al igual que el número de individuos contabilizados. Respecto a la Dominancia e Índice de Simpson, la dominancia y diversidad no se vieron

afectadas por la temporalidad, en el humedal se registró una diversidad alta de especies y una dominancia baja. Finalmente para los siguientes parámetros se obtuvieron valores cercanos a media diversidad en el Índices de Shannon y Margalef, ambos parámetros fueron homogéneos entre los meses de monitoreo.

### **C. Parámetros por meses, y por muestreos matutino y vespertino**

Continuando con el análisis de los parámetros poblacionales este ejercicio se realizó para todos los meses, pero incorporando la separación en muestreos matutinos y vespertinos, esta información se presenta en la *Tabla 31*.

**Tabla 31. Parámetros calculados para los monitoreos matutinos y vespertinos.**

Parámetro	Diciembre 2018			Enero 2019			Febrero 2019			Marzo 2019			Septiembre 2019			Octubre 2019		
	M	V	Total	M	V	Total	M	V	Total	M	V	Total	M	V	Total	M	V	Total
Riqueza Específica	21	20	24	20	20	22	25	21	25	21	19	22	15	15	18	15	15	18
Individuos	1262	770	2032	618	956	1574	968	1034	2002	1758	2335	4093	643	770	1413	643	770	1413
Dominancia Simpson Dsi	0.1835	0.1819	0.1797	0.1491	0.1294	0.1321	0.1971	0.2421	0.2177	0.1925	0.2197	0.2055	0.2122	0.2148	0.1967	0.2122	0.2148	0.1967
Diversidad Simpson 1- Dsi	0.8165	0.8181	0.8203	0.8509	0.8706	0.8679	0.8029	0.7579	0.7823	0.8075	0.7803	0.7945	0.7878	0.7852	0.8033	0.7878	0.7852	0.8033
Shannon Weaver	2.036	2.196	2.125	2.232	2.307	2.335	2.171	2.012	2.117	2.086	1.918	2.008	1.874	1.849	1.921	1.874	1.849	1.921
Margalef	2.801	2.859	3.02	2.957	2.769	2.853	3.491	2.881	3.157	2.677	2.321	2.525	2.165	2.106	2.344	2.165	2.106	2.344

M= Matutino V = Vespertino

En el primer mes de monitoreo que fue diciembre, se puede observar en la *Tabla 31* que la riqueza específica tanto en la mañana como en la tarde fue similar, el número total de individuos aumentó considerablemente en el monitoreo matutino y la dominancia, así como, los índices de Simpson, Shannon-Weaver y Margalef arrojaron resultados similares para las observaciones realizadas en la mañana y en la tarde.

Para el mes de enero, se pudo observar que la riqueza específica fue la misma tanto en la mañana como en la tarde, el número de individuos aumentó por la tarde y la dominancia fue mayor por la mañana, pero se mantiene por debajo de 1.5. Respecto a los tres índices, tanto en la mañana como en la tarde, los resultados obtenidos fueron similares.

Los resultados obtenidos en el mes de febrero mostraron que la riqueza específica fue mayor durante la mañana, pero el número de individuos aumentó por la tarde. La dominancia, el índice de Simpson y Shannon presentaron valores similares en ambos horarios, pero el índice de Margalef fue mayor durante la mañana.

Durante el mes de marzo la riqueza específica fue mayor en el monitoreo matutino, el número de individuos aumentó significativamente en el conteo realizado por la tarde, el valor obtenido en la dominancia fue similar en ambos horarios y respecto a los tres índices, se obtuvieron valores muy parecidos tanto en la mañana como en la tarde.

En la *Tabla 31* de resultados correspondientes al mes de septiembre se observa claramente que la riqueza específica, la dominancia y los índices de Simpson, Shannon-Weaver y Margalef fueron considerablemente similares en ambos horarios de monitoreo, el número de individuos fue mayor en el monitoreo vespertino.

Al procesar los datos del último mes de monitoreo el cual fue octubre, se observó que la riqueza específica fue igual tanto en la mañana como en la tarde, el número total de individuos fue mayor en el monitoreo matutino al igual que para la dominancia y para los tres índices aplicados se obtuvieron valores mayores para los monitoreos vespertinos.

A los datos obtenidos (matutinos y vespertinos), para los distintos parámetros calculados, se les aplicó una prueba de *t* de Student, obteniendo valores de  $p > 0.05$ , indicando que la diferencia entre los monitoreos matutinos y vespertinos no fue estadísticamente significativa a lo largo de los meses de monitoreo. (*Tabla 32*).

**Tabla 32. Resultados obtenidos en la prueba de t, para los monitores matutinos y vespertinos, durante todo el monitoreo.**

Parámetro	Significancia
Riqueza específica	0.5574
Número de Individuos	0.69976
Dominancia de Simpson $D_{si}$	0.6306
Diversidad de Simpson $1-D_{si}$	0.6306
Índice de Shannon	0.8156
Índice de Margalef	0.4473

Para determinar si entre los monitoreos matutinos y vespertinos realizados en cada muestreo mensual existió diferencia entre los resultados obtenidos, también se aplicó una  $t$  de Student, obteniendo sólo diferencias entre los monitoreos durante el mes de diciembre para el número de individuos, el resto de los parámetros tuvieron un resultado de  $p > 0.005$ , (Tabla 33).

**Tabla 33. Resultados obtenidos en la prueba de t, para los monitores matutinos y vespertinos, en cada uno de los meses.**

Parámetro	Significancia					
	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Septiembre	Octubre
Riqueza específica	0.7946	0.4915	0.9287	0.9099	1	0.6980
Número de Individuos	<b>0.0186</b>	0.2008	0.7809	0.5024	0.6178	0.6070
Dominancia de Simpson $D_{si}$	0.6926	0.5919	0.8431	0.2187	0.3547	0.2333
Diversidad de Simpson $1-D_{si}$	0.6926	0.5919	0.8431	0.2187	0.3547	0.2333
Índice de Shannon	0.9712	0.4787	0.8385	0.3609	0.4568	0.3367
Índice de Margalef	0.6184	0.7685	0.9686	0.6698	0.9138	0.6473

En resumen, los valores más altos de riqueza específica, se obtuvieron en febrero por la tarde y los más bajos en septiembre y octubre por la mañana y la tarde; respecto al número de individuos el mayor valor se obtuvo en la tarde del mes de marzo, y el menor en enero

durante la mañana; los valores más altos para la dominancia se obtuvieron en febrero por la tarde y los más bajos en la tarde durante febrero; para la dominancia el valor más alto se registró en la tarde de febrero y el más bajo en la tarde de enero; para el índice de Simpson el mayor valor se registró en la tarde de enero y el más bajo por la mañana en febrero; los valores más bajos para el índice de Shannon y Margalef se obtuvieron durante septiembre y octubre por la tarde y los más altos en la tarde de enero para índice de Shannon y durante la mañana de febrero para Margalef.

Al analizar los parámetros entre monitoreos matutinos y vespertinos, la diferencia que hay entre estos no fue estadísticamente significativa, es decir que el número de especies y el número de individuos que se observaron en el humedal no estuvieron influenciados por la hora en la cual se realizó el monitoreo, al igual que la dominancia y la diversidad. Se obtuvieron valores de diversidad alta, para el índice de Simpson y diversidad media para Margalef y Shannon respectivamente. A excepción del número de individuos contabilizados en el mes de diciembre, tampoco hubo diferencia entre el monitoreo matutino y vespertino en cada uno de los meses, por lo tanto, los parámetros calculados no se vieron afectados por la estacionalidad y condiciones ambientales presentes durante la mañana y la tarde.

## **D. Parámetros por punto de conteo en muestreos matutinos y vespertinos**

Los puntos de conteo se ubicaron distribuidos en el perímetro de la Presa Las Colonias, lo que nos permitió conocer cómo se distribuyeron las aves en el humedal de El Charco del Ingenio. Se procesaron los datos obtenidos en los monitoreos matutinos y vespertinos por puntos de conteo para obtener un panorama más específico, de cómo se comportó la comunidad a lo largo del día.

Al procesar los datos correspondientes al mes de diciembre, por puntos de conteo en el monitoreo matutino se puede observar que la riqueza específica fue mayor en el punto de conteo número cuatro; respecto al monitoreo vespertino la riqueza específica aumentó en el punto de conteo número uno; el número de especies observadas es menor en los puntos de conteo cinco y seis para los monitoreos matutino y vespertino respectivamente. De manera general en ambos horarios de monitoreo se observó una riqueza específica similar. Respecto al número total de individuos, el punto de conteo cinco y seis del monitoreo matutino fue en el que se contabilizó un mayor número de aves y el punto de conteo cinco

durante el monitoreo vespertino fue en el que se obtuvo un menor número de individuos; de manera general el mayor número de individuos se contabilizó durante los monitoreos matutinos. El valor más alto para la dominancia se obtuvo durante los monitoreos vespertinos en los puntos de conteo dos y cinco, el valor más bajo se obtuvo en el punto de conteo cuatro, para ambos monitoreos. El índice de Simpson presentó valores por encima del 0.6 para los monitoreos matutinos y vespertinos, exceptuando los monitoreos en los puntos dos y cinco realizados por la tarde. Respecto al índice de Shannon en el punto de conteo uno fue en el que se obtuvo un mayor valor y en el punto cinco el menor valor, ambos durante los monitoreos vespertinos, sin embargo, los valores obtenidos en todos los puntos de conteo durante ambos monitoreos se encontraron por debajo del 2.5. Finalmente, para el índice de Margalef los valores más altos se obtuvieron en los puntos de conteo uno y cuatro, ambos durante el monitoreo vespertino, el valor menor se observó durante la mañana en el punto de conteo seis (*Tabla 34*).

**Tabla 34. Parámetros obtenidos en los monitoreos matutinos y vespertinos por puntos de conteo realizados en el mes de diciembre de 2018.**

	1		2		3		4		5		6		7	
	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>
Riqueza específica	10	15	10	9	8	8	12	12	12	5	5	6	11	10
Individuos	153	189	157	185	140	68	152	59	253	23	224	87	183	103
Dominancia de Simpson $D_{si}$	0.2015	0.1071	0.2493	0.4593	0.3656	0.2634	0.1358	0.1571	0.2729	0.4442	0.3061	0.3201	0.2384	0.1862
Diversidad de Simpson $1-D_{si}$	0.7985	0.8929	0.7507	0.5407	0.6344	0.7366	0.8642	0.8429	0.7271	0.5558	0.6939	0.6799	0.7616	0.8138
Shannon-Weaver	1.864	2.401	1.688	1.175	1.363	1.653	2.143	2.046	1.597	1.062	1.295	1.433	1.687	1.922
Margalef	1.789	2.671	1.78	1.532	1.417	1.659	2.19	2.698	1.988	1.276	0.7391	1.12	1.92	1.942

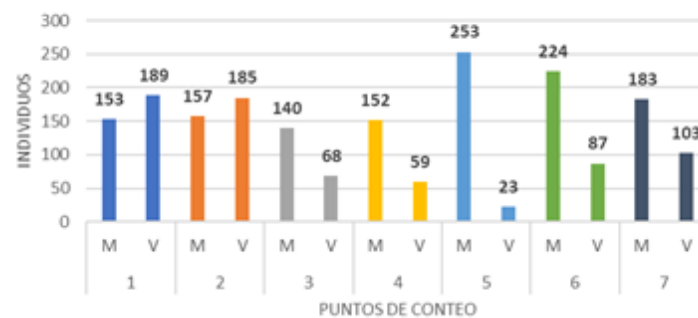
Se graficaron los datos de la tabla anterior, con ello se puede observar en las primeras graficas la comparación de la riqueza específica entre ambos monitoreos, así como, el número total de individuos. Posteriormente se muestran las gráficas de los siguientes parámetros, donde se pueden observar del lado izquierdo las correspondientes al monitoreo matutino y del lado derecho al monitoreo vespertino (*Figura 16*).



Riqueza Específica por Puntos de Conteo  
Diciembre 2018



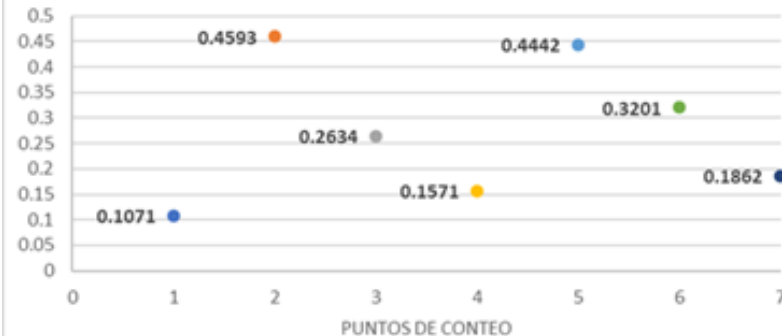
Total de Individuos por Puntos de Conteo  
Diciembre 2018



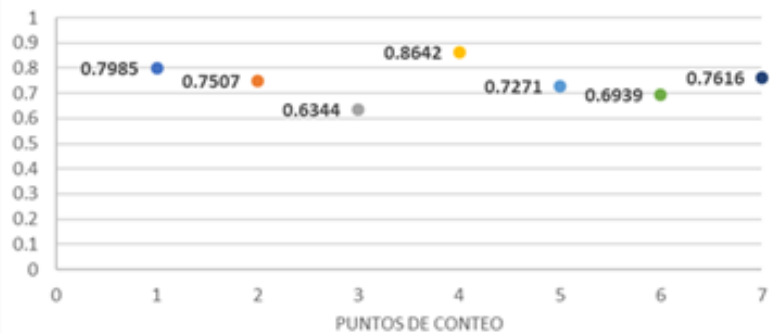
Dominancia  
Monitoreo Matutino Diciembre 2018



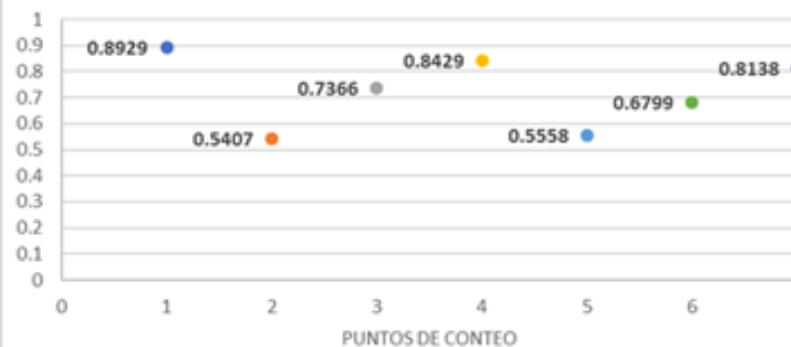
Dominancia  
Monitoreo Vespertino Diciembre 2018



Índice de Simpson  
Monitoreo Matutino Diciembre 2018



Índice de Simpson  
Monitoreo Vespertino Diciembre 2018

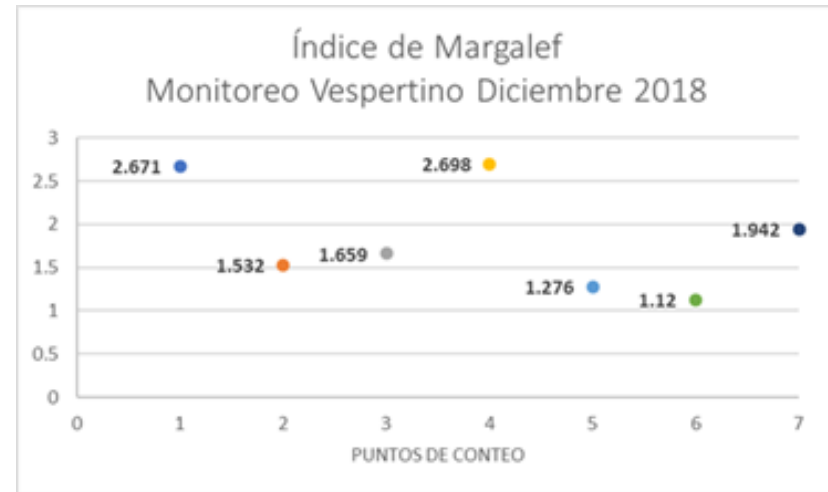
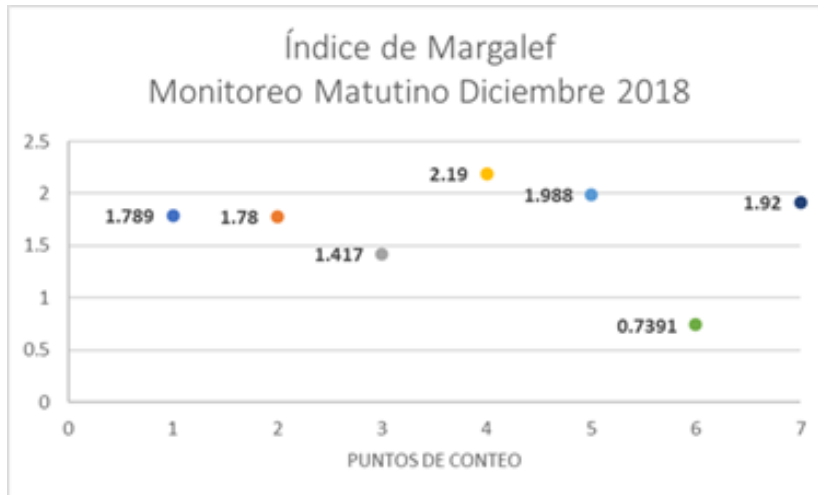


Índice de Shannon  
Monitoreo Matutino Diciembre 2018



Índice de Shannon  
Monitoreo Vespertino Diciembre 2018





**Figura 16.** Parámetros obtenidos en diciembre 2018. Gráficas con los resultados obtenidos en los siguiente parámetros: riqueza específica, número de individuos, dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef; se representa el análisis de monitoreos matutinos y vespertinos.

Aplicando un análisis de varianza a esta información se observó que las diferencias encontradas entre los puntos de conteo fueron significativas (*Tabla 35*).

**Tabla 35. Análisis de varianza para Puntos de conteo, diciembre 2018.**

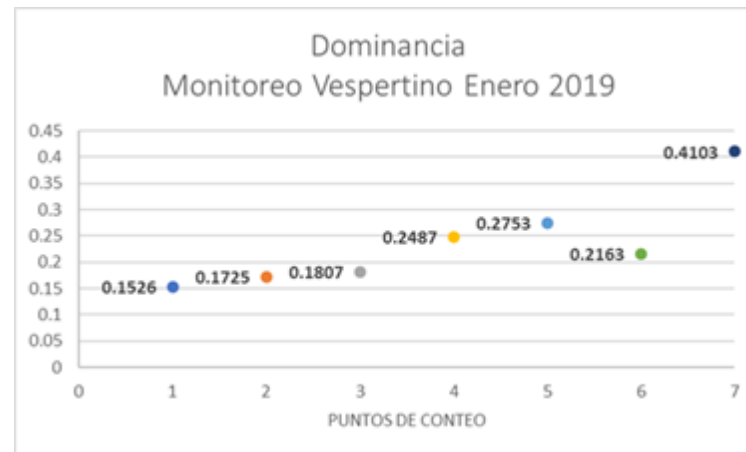
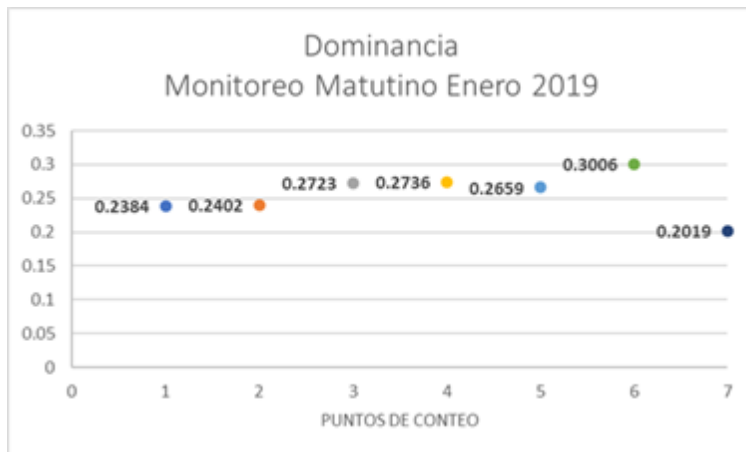
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	121308.893	1	121308.893	55.9173	6.1236E-08	4.22
Dentro de los grupos	56405.2143	26	2169.43132			
Total	177714.107	27				

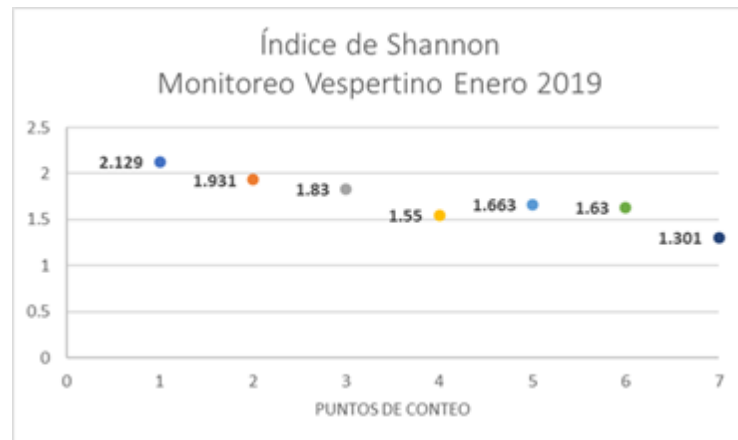
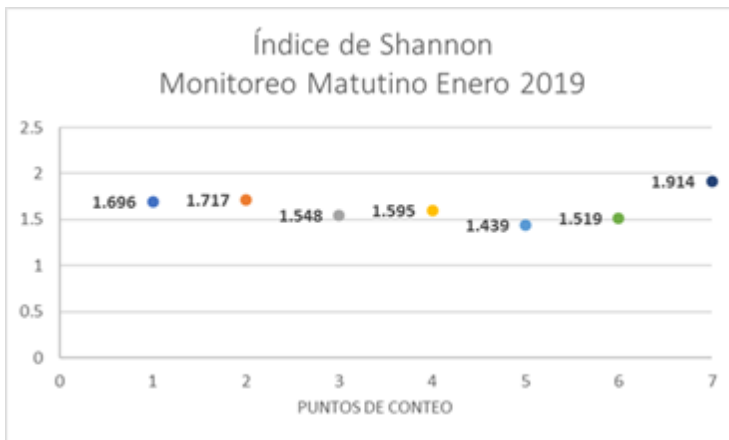
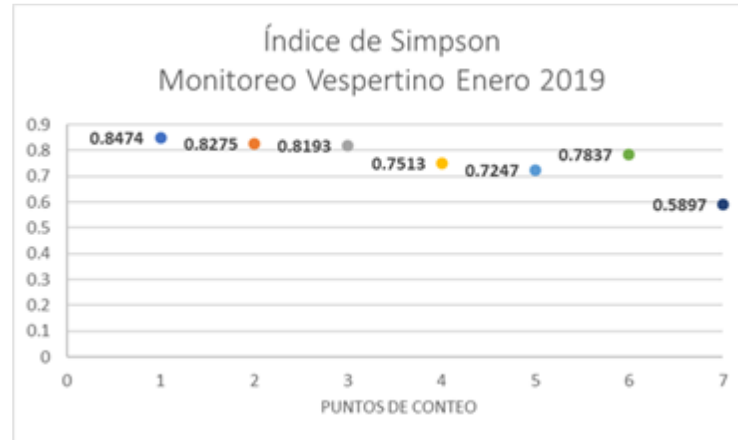
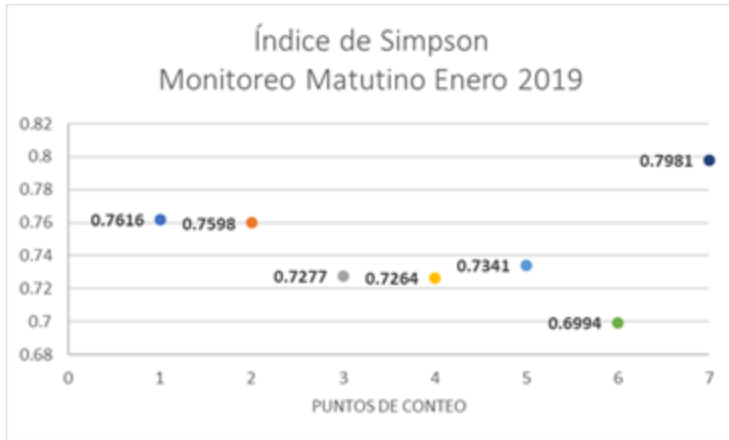
Respecto a la salida de campo realizada en el mes de enero 2019, en el punto de conteo uno durante el monitoreo vespertino fue en el que se obtuvo un mayor valor para la riqueza específica y el menor número de especies se contabilizó en el punto cinco durante el monitoreo matutino. El mayor número de individuos contabilizados durante la tarde fue en el punto de conteo dos y el menor número fue en el punto cuatro durante el mismo horario. Respecto a la dominancia, el valor más alto fue en el punto de conteo siete, durante el monitoreo vespertino, en el resto de los puntos se obtuvieron valores por debajo de 0.3. Para el índice de Simpson y Shannon el menor valor y el mayor valor se obtuvieron en el punto de conteo siete y en el punto uno, durante el monitoreo vespertino. Finalmente, para el índice de Margalef, el mayor valor fue en el punto de conteo uno durante el monitoreo vespertino y el menor resultado fue en el punto de conteo cinco en el conteo realizado por la mañana (*Tabla 36*).

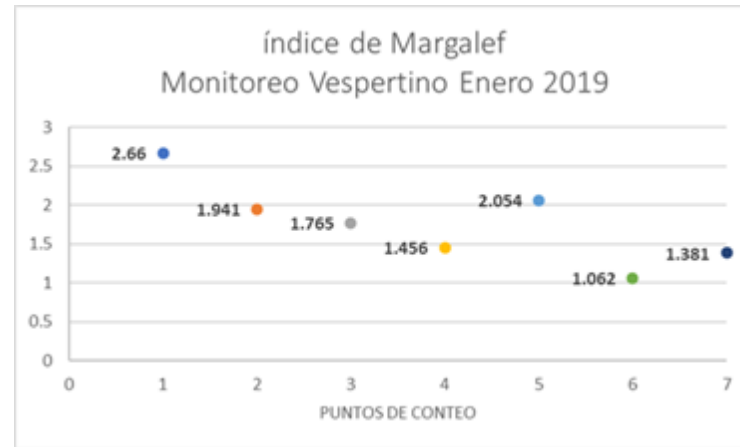
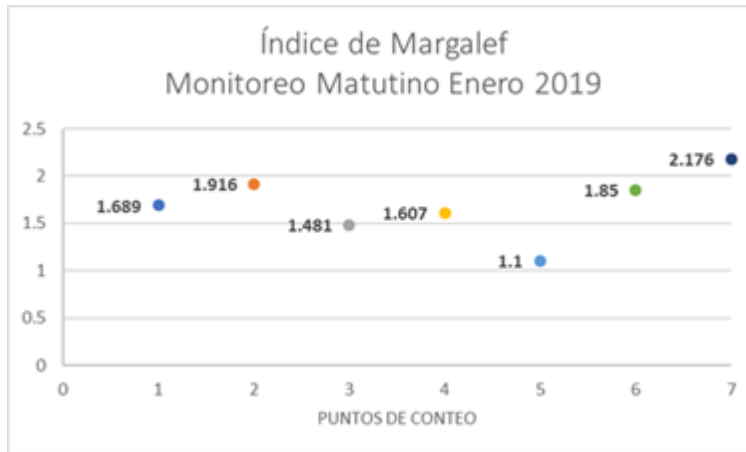
**Tabla 36. Parámetros obtenidos en los monitoreos matutinos y vespertinos por puntos de conteo realizados en el mes de enero de 2019**

	1		2		3		4		5		6		7	
	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>
Riqueza Específica	9	15	9	12	8	9	9	6	5	10	8	6	11	8
Individuos	114	193	65	289	113	93	145	31	38	80	44	111	99	159
Dominancia de Simpson $D_{si}$	0.2384	0.1526	0.2402	0.1725	0.2723	0.1807	0.2736	0.2487	0.2659	0.2753	0.3006	0.2163	0.2019	0.4103
Diversidad de Simpson1- $D_{si}$	0.7616	0.8474	0.7598	0.8275	0.7277	0.8193	0.7264	0.7513	0.7341	0.7247	0.6994	0.7837	0.7981	0.5897
Shannon-Weaver	1.696	2.129	1.717	1.931	1.548	1.83	1.595	1.55	1.439	1.663	1.519	1.63	1.914	1.301
Margalef	1.689	2.66	1.916	1.941	1.481	1.765	1.607	1.456	1.1	2.054	1.85	1.062	2.176	1.381

A continuación, se muestran las gráficas obtenidas de los datos procesados, las gráficas permiten una mejor visualización. Se muestran en el mismo nivel las gráficas para los horarios matutinos y vespertinos, para facilitar la comparación de los resultados obtenidos (*Figura 17*).







**Figura 17.** Parámetros obtenidos en enero 2019. Gráficas con los resultados obtenidos en los siguiente parámetros: riqueza específica, número de individuos, dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef; se representa el análisis de monitoreos matutinos y vespertinos.

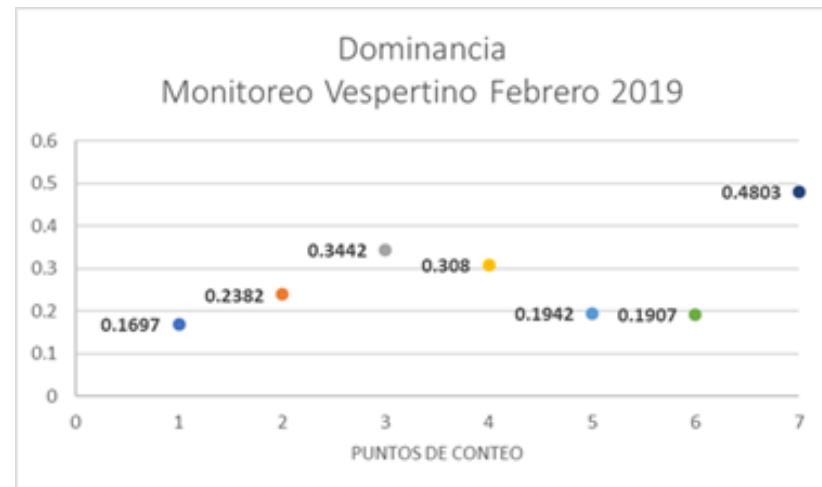
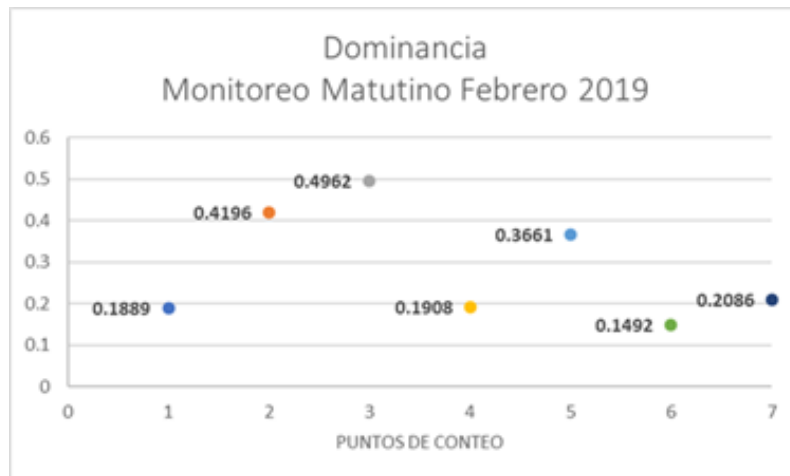
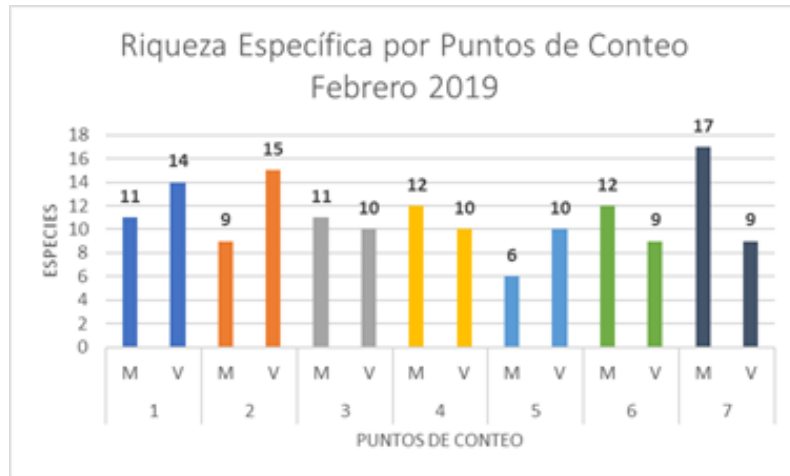


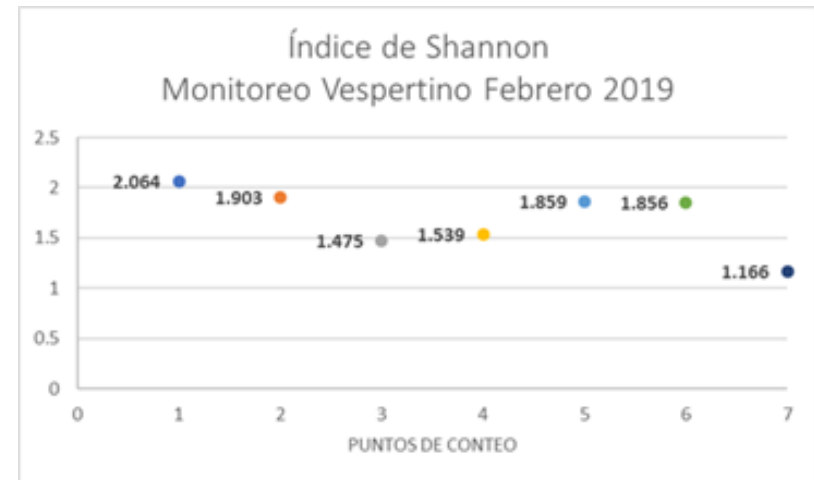
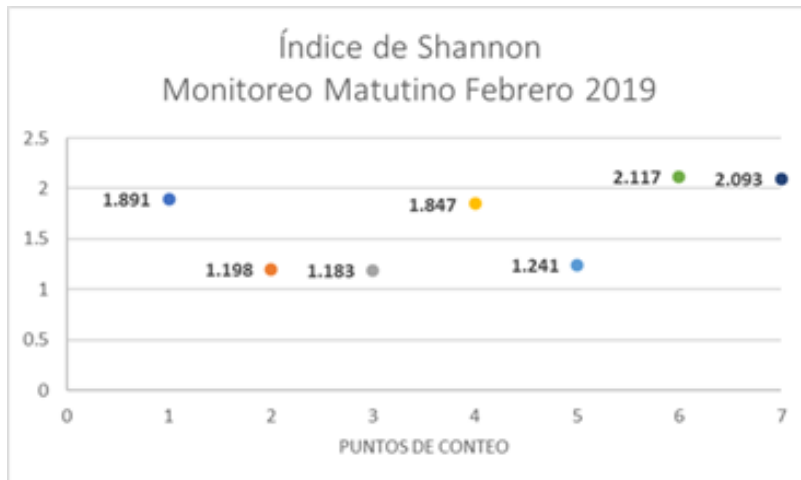
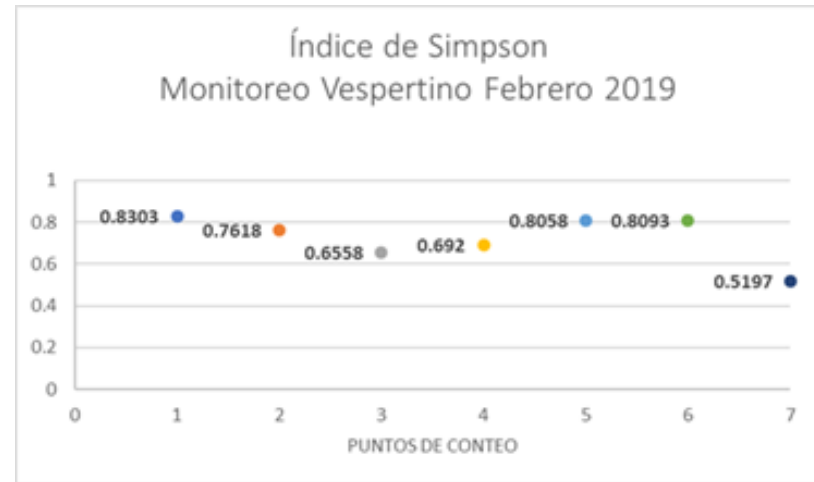
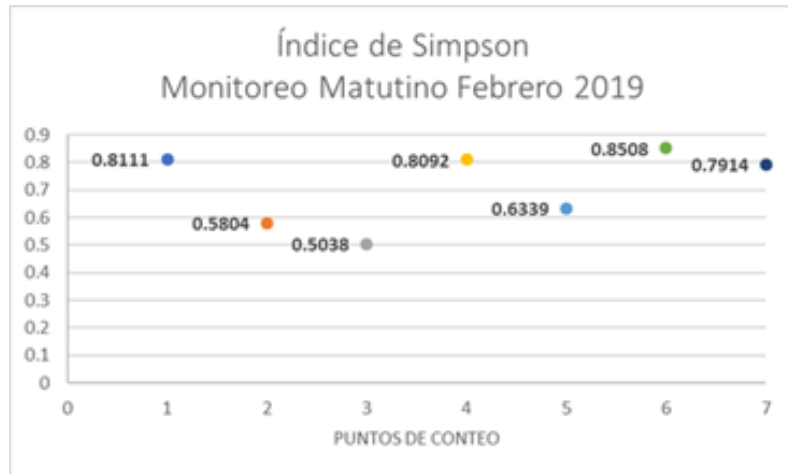
Para el mes de febrero, la riqueza específica fue mayor durante el monitoreo matutino en el punto de conteo siete y el menor número de especies se presentó durante la mañana en el punto de conteo cinco. El número total de individuos fue mayor en el punto de conteo siete en el monitoreo vespertino y se contabilizaron menos individuos en el punto de conteo cinco por la mañana. Los valores obtenidos en la dominancia fueron mayores en los puntos tres y siete, para el monitoreo matutino y vespertino respectivamente, el menor valor fue para el punto de conteo cinco por la tarde. El índice de Simpson presentó valores más altos durante la mañana en el punto de conteo seis y menores en el punto tres, en el mismo horario de monitoreo. Al igual que en el índice anterior, para el de Shannon se obtuvo el mayor valor en el punto seis en el monitoreo matutino, el menor valor fue para el punto de conteo siete durante el monitoreo vespertino. Finalmente, en el índice de Margalef, el mayor valor se obtuvo por la mañana en el punto de conteo siete y el menor en el punto cinco, también por la tarde (*Tabla 37*).

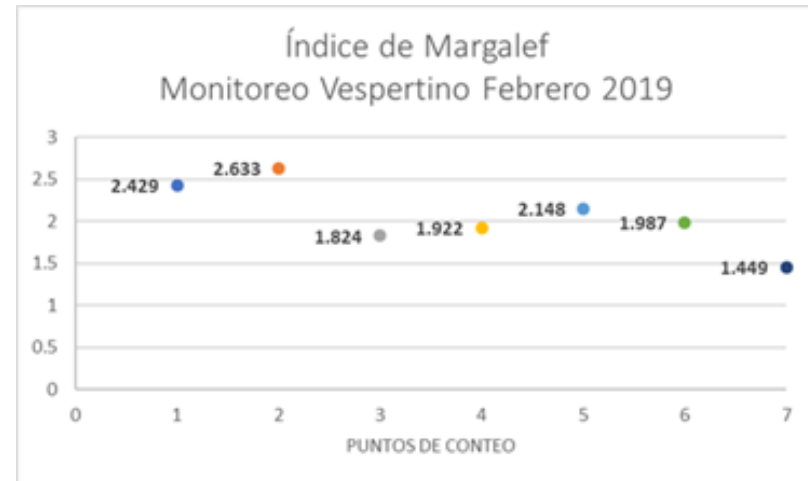
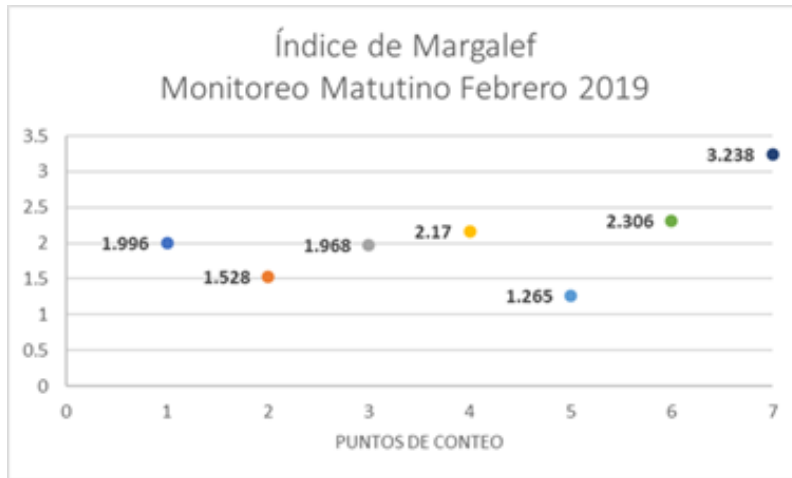
**Tabla 37. Parámetros obtenidos en los monitoreos matutinos y vespertinos por puntos de conteo realizados en el mes de febrero de 2019.**

	1		2		3		4		5		6		7	
	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>
Riqueza Específica	11	14	9	15	11	10	12	10	6	10	12	9	17	9
Individuos	150	211	188	204	161	139	159	108	52	66	118	56	140	250
Dominancia de Simpson $D_{si}$	0.1889	0.1697	0.4196	0.2382	0.4962	0.3442	0.1908	0.308	0.3661	0.1942	0.1492	0.1907	0.2086	0.4803
Diversidad de Simpson $1-D_{si}$	0.8111	0.8303	0.5804	0.7618	0.5038	0.6558	0.8092	0.692	0.6339	0.8058	0.8508	0.8093	0.7914	0.5197
Shannon-Weaver	1.891	2.064	1.198	1.903	1.183	1.475	1.847	1.539	1.241	1.859	2.117	1.856	2.093	1.166
Margalef	1.996	2.429	1.528	2.633	1.968	1.824	2.17	1.922	1.265	2.148	2.306	1.987	3.238	1.449

Se graficaron los datos de la tabla y a continuación se muestran los resultados obtenidos, se tiene la riqueza específica y el número total de Individuos obtenidos en ambos monitoreos, posteriormente se pueden observar los monitores matutinos y los vespertinos (*Figura 18*).







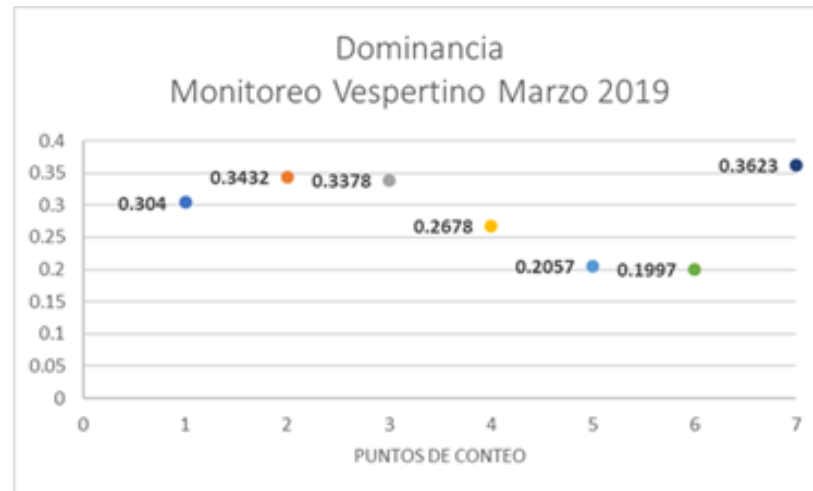
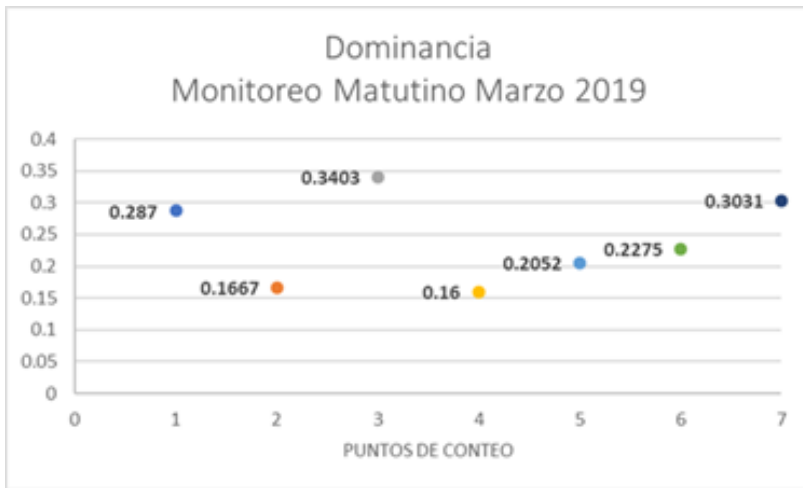
**Figura 18.** Parámetros obtenidos en febrero 2019. Gráficas con los resultados obtenidos en los siguientes parámetros: riqueza específica, número de individuos, dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef; se representa el análisis de monitoreos matutinos y vespertinos.

Los resultados obtenidos en el mes de marzo del 2019 mostraron una mayor riqueza específica en el punto de conteo dos durante ambos monitoreos, así como, en el punto número cuatro durante el monitoreo realizado por la mañana; el menor número de especies se contabilizó en el punto uno en el monitoreo matutino. Respecto al número de individuos en el punto siete por la tarde fue en el que se contabilizó un mayor número y al igual que en la dominancia se obtuvo el mayor valor; el menor número de individuos se observó durante la mañana en el punto de conteo uno. Para la dominancia, se obtuvo un menor valor en el punto de conteo cuatro, durante el monitoreo matutino. Respecto a los Índices aplicados (Simpson, Shannon y Margalef) el mayor valor se obtuvo en el punto cuatro por la tarde y por la mañana y en el punto dos por la mañana; los valores menores se obtuvieron en el punto siete por la tarde para Simpson y Shannon y en el punto tres durante el monitoreo matutino para Margalef (*Tabla 38*).

**Tabla 38. Parámetros obtenidos en los monitoreos matutinos y vespertinos por puntos de conteo realizados en el mes de marzo de 2019.**

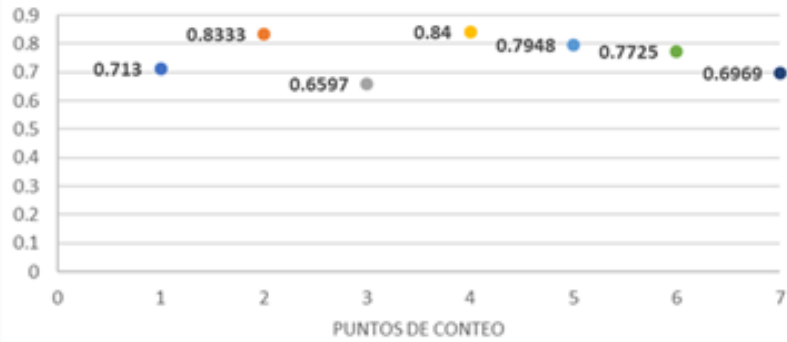
	1		2		3		4		5		6		7	
	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>
Riqueza Específica	7	9	14	14	8	9	14	10	10	12	12	11	11	10
Individuos	59	217	202	330	320	180	280	208	130	159	272	280	494	961
Dominancia de Simpson $D_{si}$	0.287	0.304	0.1667	0.3432	0.3403	0.3378	0.16	0.2678	0.2052	0.2057	0.2275	0.1997	0.3031	0.3623
Diversidad de Simpson $1-D_{si}$	0.713	0.696	0.8333	0.6568	0.6597	0.6622	0.84	0.7322	0.7948	0.7943	0.7725	0.8003	0.6969	0.6377
Shannon-Weaver	1.489	1.521	2.046	1.5	1.362	1.355	2.054	1.644	1.798	1.87	1.729	1.916	1.507	1.249
Margalef	1.471	1.487	2.449	2.242	1.214	1.541	2.307	1.686	1.849	2.17	1.962	1.775	1.612	1.31

A continuación, se muestran los resultados graficados, las primeras dos gráficas muestran la riqueza específica y el número total de individuos y posteriormente en el resto de las gráficas se puede observar del lado izquierdo las obtenidas para los datos de los monitoreos matutino y del lado derecho las de los monitoreos vespertinos (*Figura 19*).

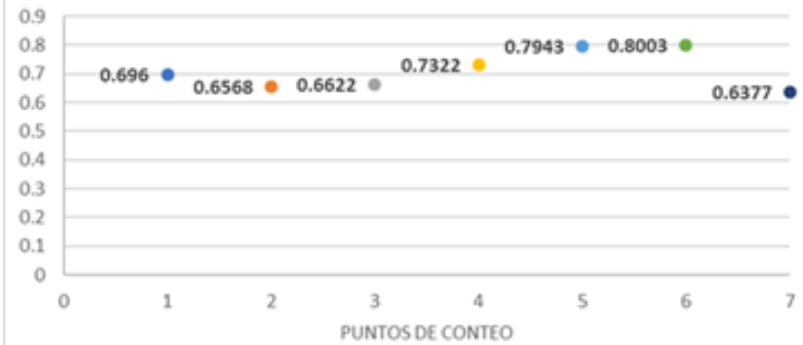




Índice de Simpson  
Monitoreo Matutino Marzo 2019



Índice de Simpson  
Monitoreo Vespertino Marzo 2019

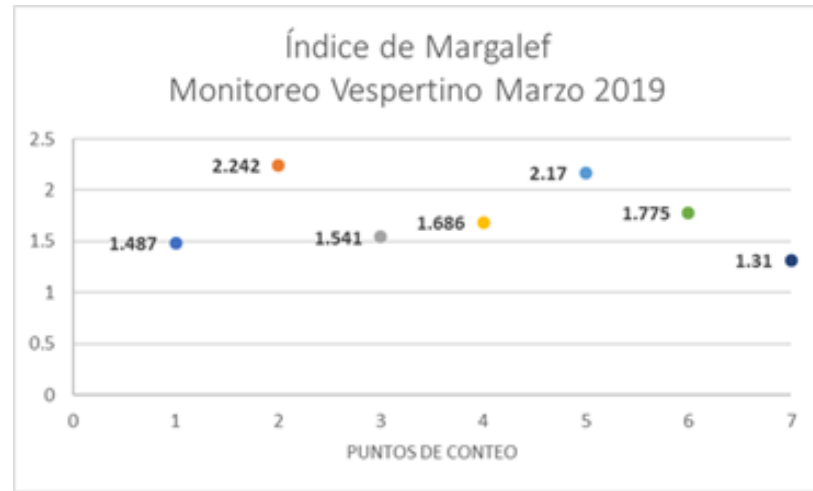
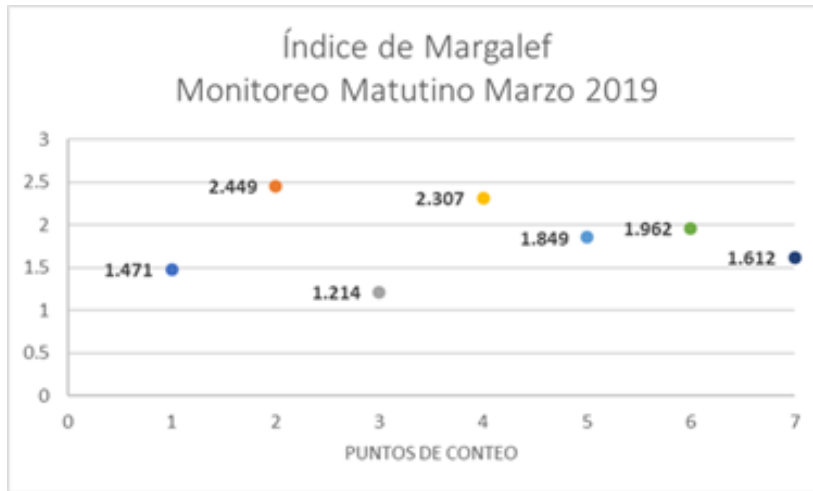


Índice de Shannon  
Monitoreo Matutino Marzo 2019



Índice de Shannon  
Monitoreo Vespertino Marzo 2019





**Figura 19.** Parámetros obtenidos en marzo 2019. Gráficas con los resultados obtenidos en los siguiente parámetros: riqueza específica, número de individuos, dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef; se representa el análisis de monitoreos matutinos y vespertinos.

En la salida de campo del mes de septiembre, se obtuvieron para la riqueza específica, el número total de individuos y la dominancia, los valores más altos en el punto de conteo uno durante los monitoreos realizados por la mañana. Respecto a los índices de Simpson, Shannon y Margalef los valores más altos se presentaron por la mañana en el punto de conteo tres para los tres Índices, también el índice de Simpson arrojó valores altos en el punto seis durante la mañana y en el punto uno por la tarde para el índice de Margalef. Los valores más bajos para las pruebas aplicadas se obtuvieron en el punto de conteo cinco por la mañana para la riqueza específica. El número total de Individuos fue menor en el monitoreo vespertino en el punto siete. La dominancia resultó más baja en los puntos de conteo tres y seis, ambos por la mañana. El índice de Simpson fue menor en el punto uno durante la tarde. Para los índices de Shannon y Margalef los valores más bajos se observaron en el punto siete durante el monitoreo matutino (*Tabla 39*).

**Tabla 39. Parámetros obtenidos en los monitoreos matutinos y vespertinos por puntos de conteo realizados en el mes de septiembre de 2019.**

	1		2		3		4		5		6		7	
	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>
Riqueza Específica	10	13	10	7	10	8	7	9	7	6	8	7	5	7
Individuos	120	314	96	75	76	90	115	91	93	87	77	70	66	43
Dominancia de Simpson $D_{si}$	0.21	0.5341	0.2322	0.2398	0.1932	0.4247	0.2795	0.2979	0.3396	0.4644	0.1928	0.2049	0.5073	0.2299
Diversidad de Simpson $1-D_{si}$	0.79	0.4659	0.7678	0.7602	0.8068	0.5753	0.7205	0.7021	0.6604	0.5356	0.8072	0.7951	0.4927	0.7701
Shannon-Weaver	1.749	1.161	1.747	1.594	1.847	1.324	1.51	1.555	1.324	1.062	1.772	1.742	0.9585	1.632
Margalef	1.88	2.087	1.972	1.39	2.078	1.556	1.265	1.773	1.324	1.12	1.611	1.412	0.9547	1.595

Las gráficas que se muestran a continuación se realizaron para una mejor visualización y comparación de los datos mostrados en la *Tabla 35*. Las primeras dos graficas son el resultado de graficar la riqueza específica y el número total de individuos para ambos monitores. Enseguida se muestran las gráficas independientes de los monitoreos realizados por la mañana y por la tarde (*Figura 20*).

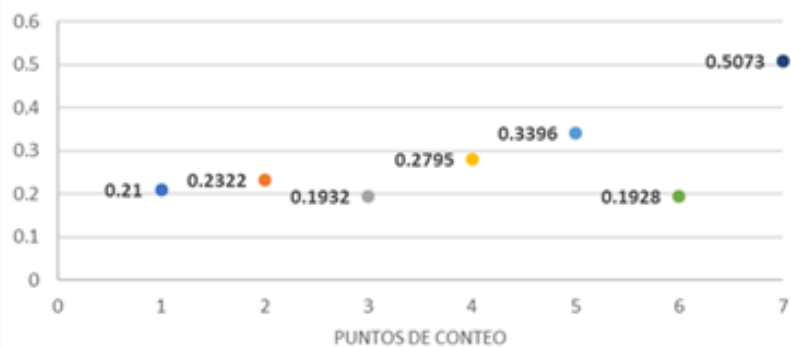
Riqueza Específica por Puntos de Conteo  
Septiembre 2019



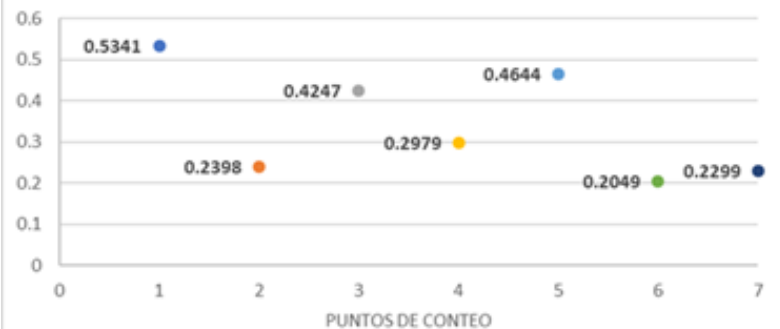
Total de Individuos por Puntos de Conteo  
Septiembre 2019



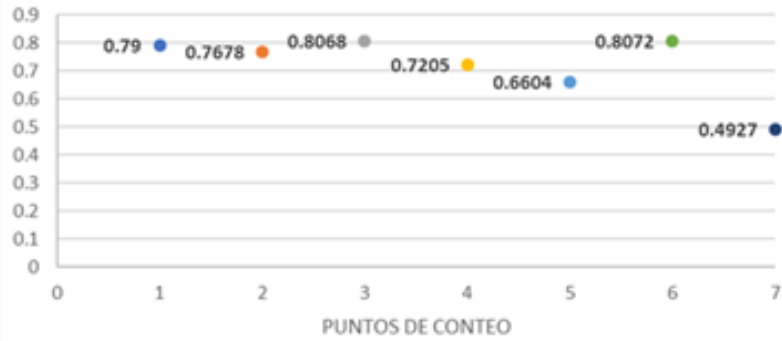
Dominancia  
Monitoreo Matutino Septiembre 2019



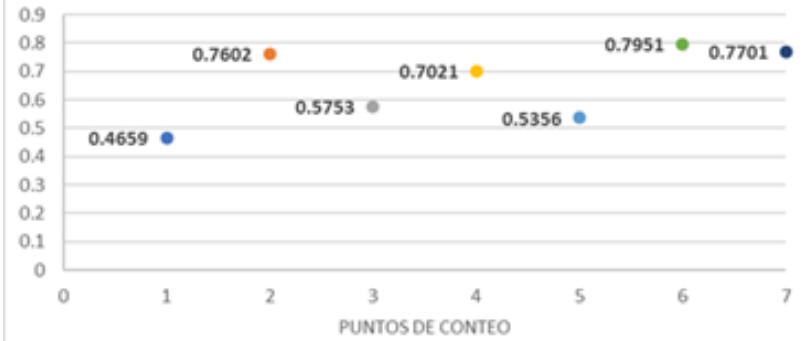
Dominancia  
Monitoreo Vespertino Septiembre 2019



Índice de Simpson  
Monitoreo Matutino Septiembre 2019



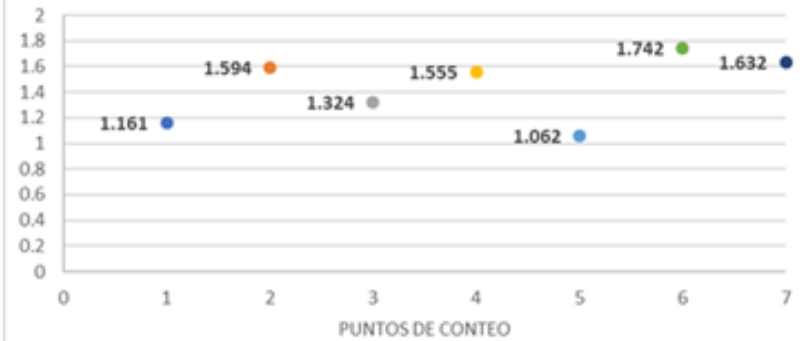
Índice de Simpson  
Monitoreo Vespertino Septiembre 2019

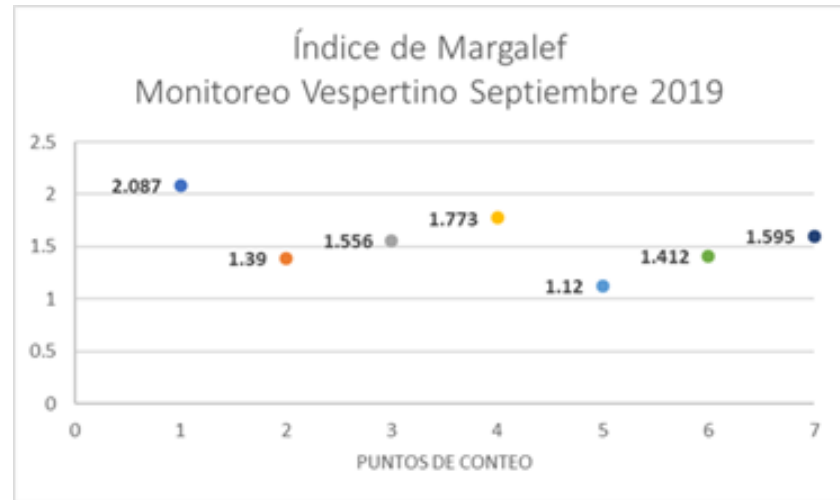
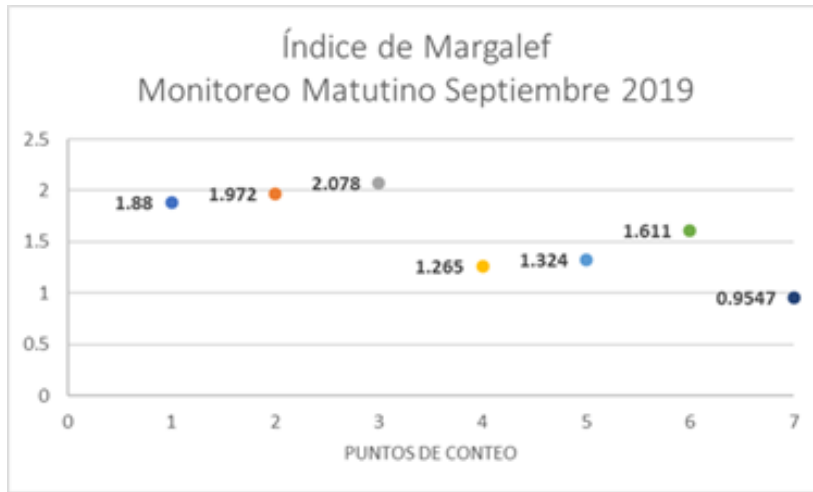


Índice de Shannon  
Monitoreo Matutino Septiembre 2019



Índice de Shannon  
Monitoreo Vespertino Septiembre 2019





**Figura 20.** Parámetros obtenidos en septiembre 2019. Gráficas con los resultados obtenidos en los siguiente parámetros: riqueza específica, número de individuos, dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef; se representa el análisis de monitoreos matutinos y vespertinos.

Finalmente, se muestran los resultados del último mes de monitoreo, correspondiente al mes de octubre. En la *Tabla 35* se puede observar que el mayor número de especies se observó en los puntos de conteo uno y dos, durante la tarde y la mañana respectivamente; los valores más bajos fueron en el monitoreo vespertino en el punto siete y en el monitoreo matutino en el punto seis. El número de individuos fue mayor en el punto siete y el menor en el punto cuatro, ambos por la mañana. La dominancia presentó un valor mayor en el punto de conteo cinco por la mañana y el valor más bajo en el punto de conteo seis por la tarde. Para los índices de Simpson y Shannon el valor mayor se obtuvo en el punto seis durante la tarde y el menor en el punto de conteo cinco durante el monitoreo de la mañana. Respecto al índice de Margalef, el valor más alto se presentó en el punto cuatro durante la mañana y el más bajo en el punto de conteo seis por la tarde (*Tabla 40*).



**Tabla 40. Parámetros obtenidos en los monitoreos matutinos y vespertinos por puntos de conteo realizados en el mes octubre de 2019.**

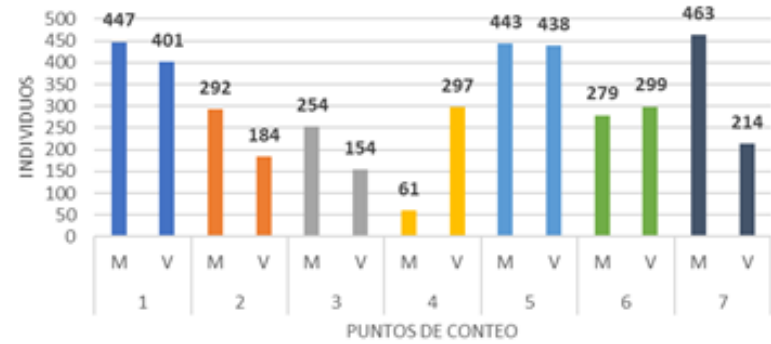
	1		2		3		4		5		6		7	
	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>V</i>
Riqueza Específica	12	13	13	10	12	10	10	12	9	10	7	10	12	7
Individuos	447	401	292	184	254	154	61	297	443	438	279	299	463	214
Dominancia de Simpson $D_{si}$	0.3092	0.2848	0.4071	0.2437	0.4173	0.2569	0.2061	0.3034	0.5058	0.2717	0.2574	0.1614	0.2428	0.3916
Diversidad de Simpson $1-D_{si}$	0.6908	0.7152	0.5929	0.7563	0.5827	0.7431	0.7939	0.6966	0.4942	0.7283	0.7426	0.8386	0.7572	0.6084
Shannon-Weaver	1.578	1.61	1.296	1.705	1.344	1.718	1.82	1.526	1.126	1.685	1.541	1.984	1.711	1.131
Margalef	1.803	2.002	2.114	1.726	1.987	1.787	2.189	1.932	1.313	1.48	1.065	1.579	1.792	1.118

Se graficaron los datos obtenidos y a continuación se muestran los resultados. Para riqueza específica y el número de individuos, se colocaron en la misma grafica los datos de los monitoreos matutino y vespertinos, para su correcta comparación. En el resto de las pruebas se graficaron de forma independiente los monitoreos realizados por la mañana de los efectuado por la tarde (*Figura 21*).

Riqueza Específica por Puntos de Conteo  
Octubre 2019



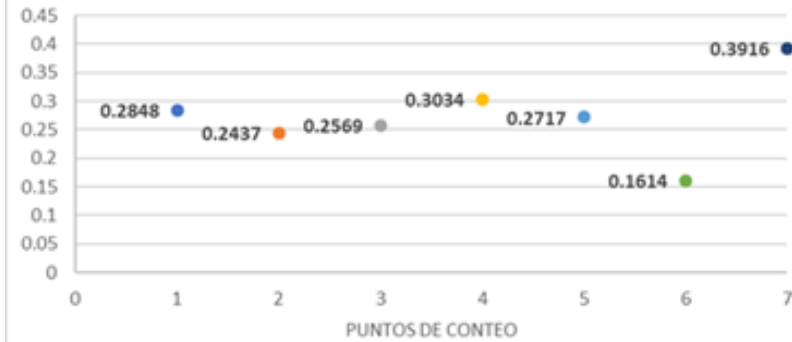
Total de Individuos por Puntos de Conteo  
Octubre 2019



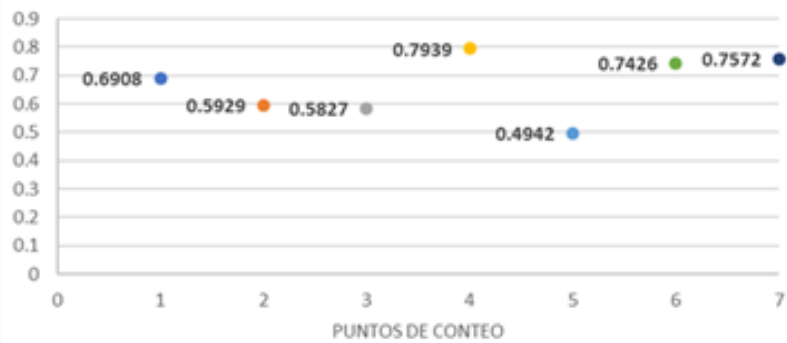
Dominancia  
Monitoreo Matutino Octubre 2019



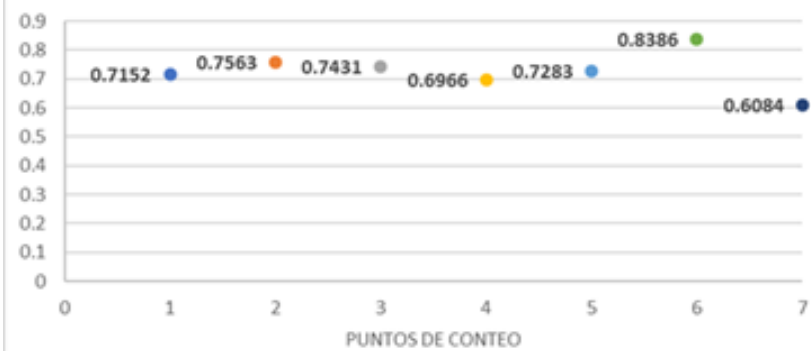
Dominancia  
Monitoreo Vespertino Octubre 2019



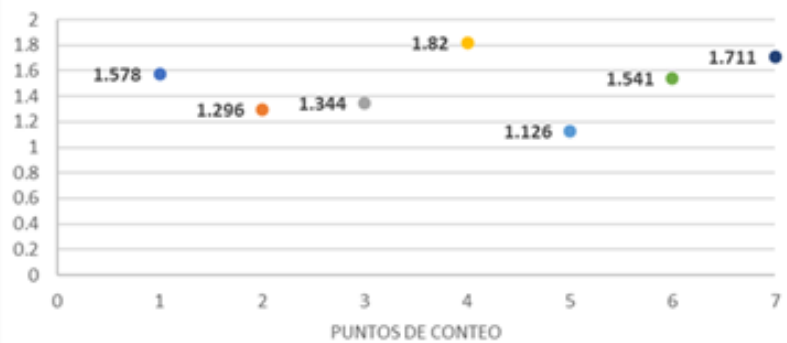
Índice de Simpson  
Monitoreo Matutino Octubre 2019



Índice de Simpson  
Monitoreo Vespertino Octubre 2019

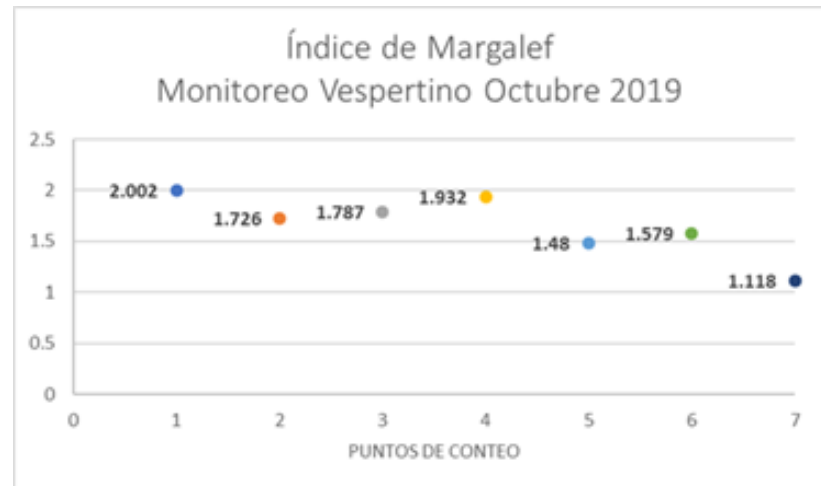
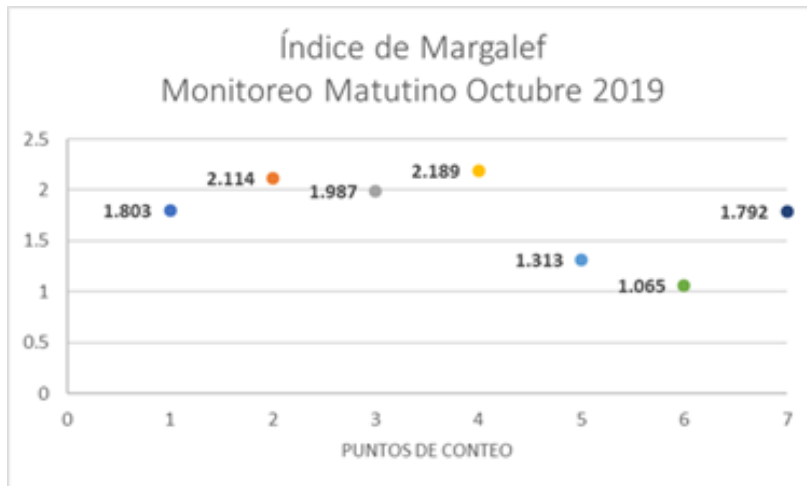


Índice de Shannon  
Monitoreo Matutino Octubre 2019



Índice de Shannon  
Monitoreo Vespertino Octubre 2019





**Figura 21.** Parámetros obtenidos en octubre 2019. Gráficas con los resultados obtenidos en los siguiente parámetros: riqueza específica, número de individuos, dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef; se representa el análisis de monitoreos matutinos y vespertinos.

A los datos obtenidos se les aplicaron tres análisis de varianza, para determinar si existe diferencia estadística entre los parámetros.

Respecto a la riqueza específica, se obtuvo una  $F = 3.1069$  y una  $P = 0.0130$ , lo cual indica que entre los monitoreos realizados durante la mañana y la tarde por puntos de conteo, existió una diferencia, es decir que el número de especies que se pueden contabilizar podría cambiar de acuerdo con el horario que se realice el monitoreo (*Tabla 41*).

**Tabla 41. Análisis de varianza para riqueza específica.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	93.3928	5	18.6785	3.1069	0.0130	2.33
Dentro de los grupos	468.9285	78	6.0119			
Total	562.3214	83				

Estadísticamente los valores obtenidos para los índices de Simpson y Shannon no son significativos, es decir que durante el monitoreo la diversidad no se vio afectada por el horario en el cual se efectuó el monitoreo, entre los puntos de conteo (*Tabla 42 y 43*).

**Tabla 42. Análisis de varianza para índice de Simpson.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0435	5	0.0087	0.8922	0.4905	2.33
Dentro de los grupos	0.7619	78	0.0097			
Total	0.8055	83				

**Tabla 43. Análisis de varianza para índice de Shannon.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.3889	5	0.0777	0.8673	0.5069	2.33
Dentro de los grupos	6.9945	78	0.0896			
Total	7.3834	83				

De manera general los valores más altos que se obtuvieron de los parámetros fueron: para riqueza específica, en el punto de conteo siete durante la mañana del mes de febrero; el número de individuos en el punto siete por la mañana en marzo; la dominancia en el punto uno durante la tarde de diciembre al igual que para el índice de Shannon; finalmente en el punto cuatro durante la tarde de diciembre para el Índice de Margalef.

Respecto a los valores más bajos se obtuvieron en: el punto cinco durante la tarde y la mañana de diciembre y enero respectivamente, en el punto seis de diciembre durante la mañana y en punto siete durante la mañana de septiembre para riqueza específica; el número de individuos en el punto cinco durante diciembre por la tarde; la dominancia fue menor en el punto uno de diciembre por la tarde; el punto uno por la tarde de septiembre para índice de Simpson; para el índice de Shannon en el punto siete por la mañana de septiembre y para el índice de Margalef en el punto seis por la mañana durante diciembre.

Sin embargo el análisis de los parámetros por monitores matutinos y vespertinos entre puntos de conteo resultó que el horario no tuvo influencia entre el número de individuos contabilizados, así como en la dominancia y los tres índices aplicados. Únicamente el número de especies fue estadísticamente diferente, es decir que el número de especies contabilizadas entre la mañana y la tarde fueron diferentes.

## **E. Parámetros por puntos de conteo**

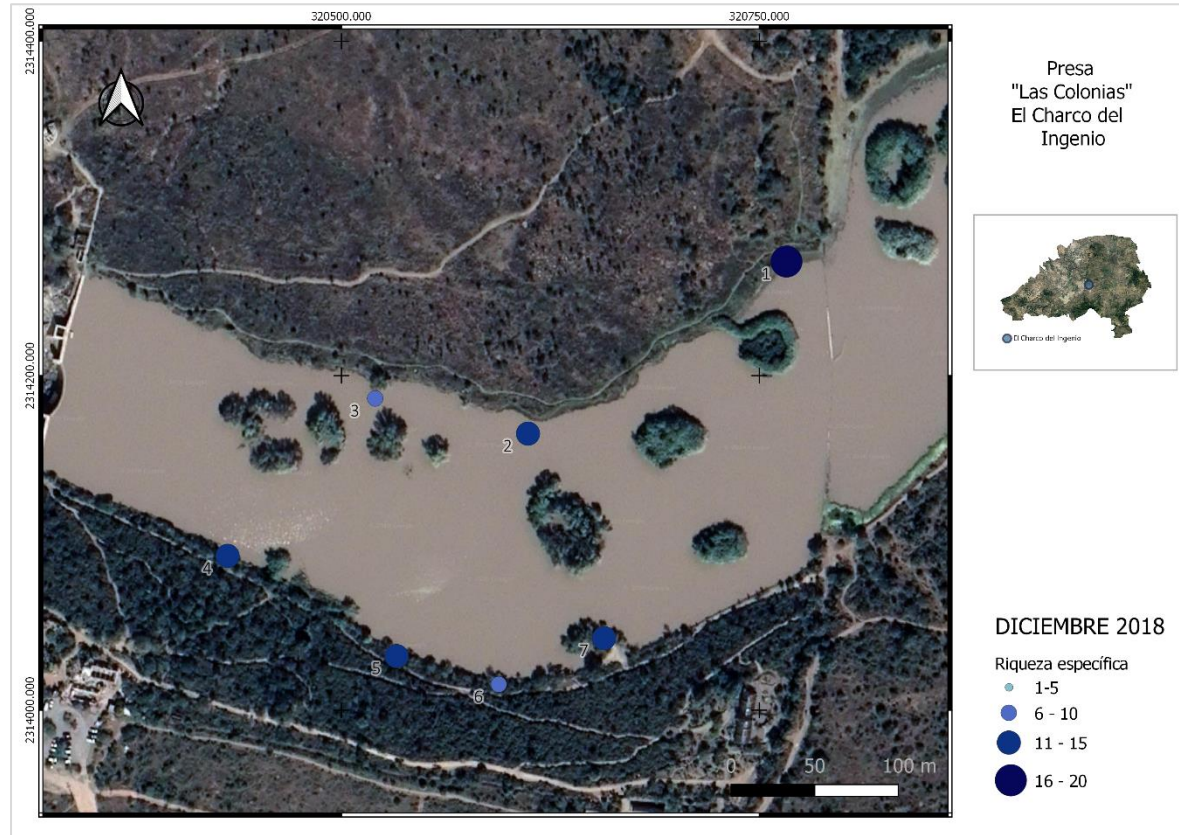
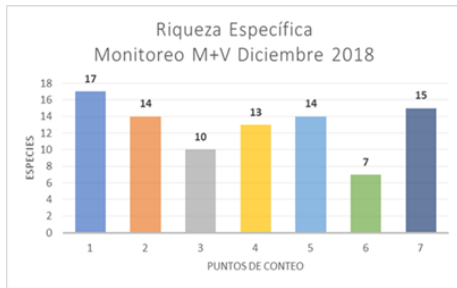
Los resultados obtenidos durante los monitoreos matutinos y vespertinos se sumaron y se procesaron por puntos de conteo. Dicho procedimiento se realizó en cada uno de los meses en los que se realizó el trabajo de campo, obteniendo los siguientes resultados.

Durante el mes de diciembre de 2018, se pudo observar claramente que la riqueza específica fue mayor en el punto de conteo número uno en comparación con los otros puntos; el menor número de especies se registró en el punto seis. El número total de individuos también fue mayor en el punto uno, pero el menor número se contabilizó en el punto tres. En cuanto a la dominancia, el mayor valor se obtuvo en el punto de conteo dos y el menor en el punto cuatro. Para los tres índices aplicados, el mayor valor se obtuvo en el punto de conteo uno y el menor valor se obtuvo en el punto dos para el Índice de Simpson y para los Índices de Shannon y Margalef se obtuvo en el punto de conteo seis (*Tabla 44*).

**Tabla 44. Parámetros por puntos de conteo en el monitoreo de diciembre 2018.**

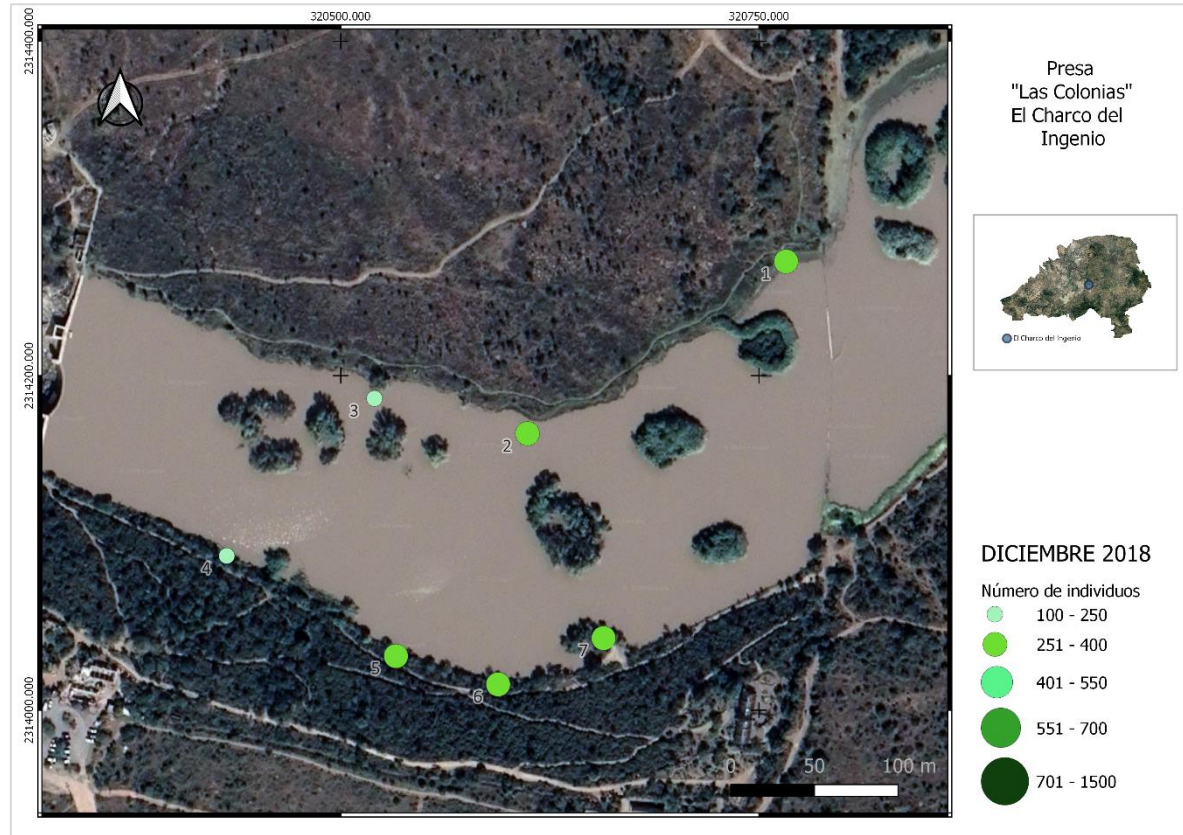
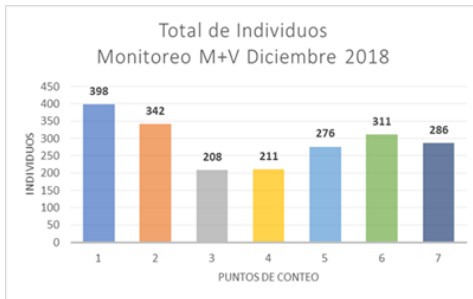
	1	2	3	4	5	6	7
Riqueza específica	17	14	10	13	14	7	15
Individuos	398	342	208	211	276	311	286
Dominancia de Simpson $D_{si}$	0.1293	0.3432	0.3232	0.136	0.2543	0.2807	0.2078
Diversidad de Simpson $1-D_{si}$	0.8707	0.6568	0.6768	0.864	0.7457	0.7193	0.7922
Shannon-Weaver	2.351	1.511	1.544	2.167	1.669	1.457	1.904
Margalef	2.673	2.228	1.686	2.242	2.313	1.045	2.475

Los datos obtenidos se graficaron para una mejor comparación. En la *Figura 22* se puede observar la gráfica correspondiente a la riqueza específica y también se elaboró un mapa en QGIS, para visualizar de forma geoespacial la distribución de las especies en el humedal en la presa. Posteriormente se muestran la gráfica y el mapa para el número total de individuos (*Figura 23*) y las gráficas del resto de los parámetros (*Figura 24*).

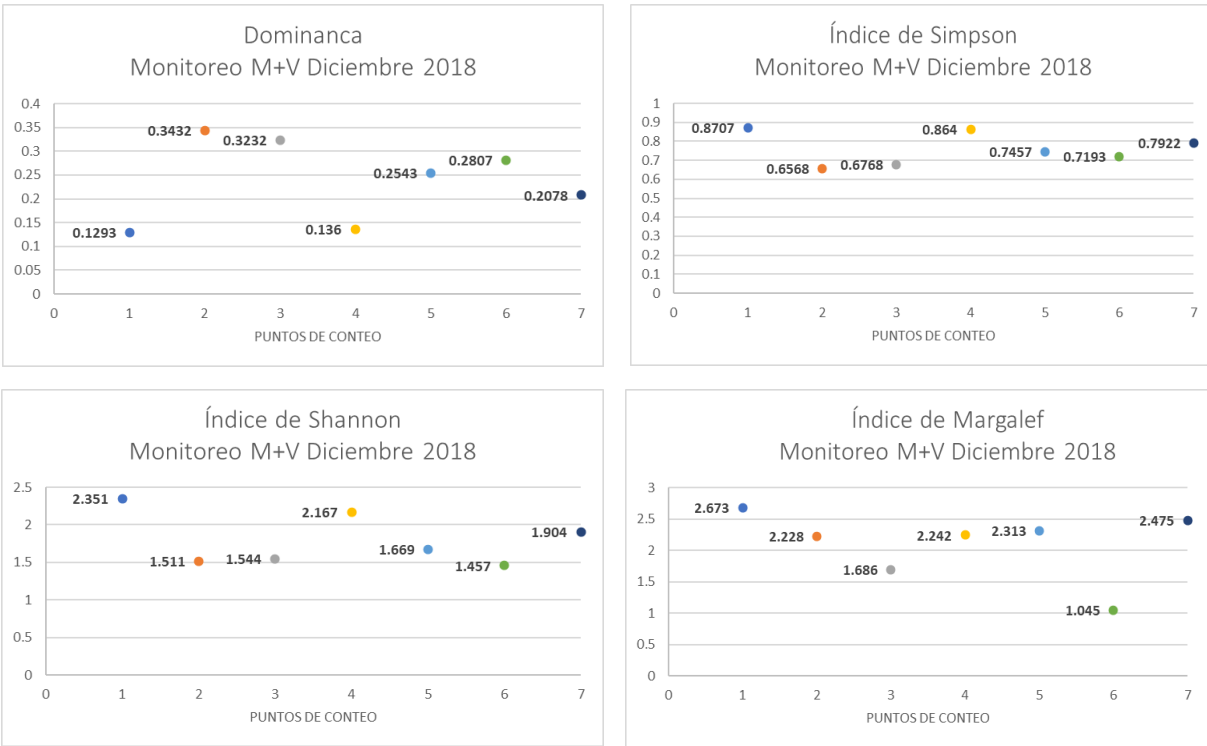


**Figura 22.** Riqueza específica en diciembre 2018 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de riqueza específica en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias.





**Figura 23.** Número de individuos en diciembre 2018 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de número de individuos en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias.



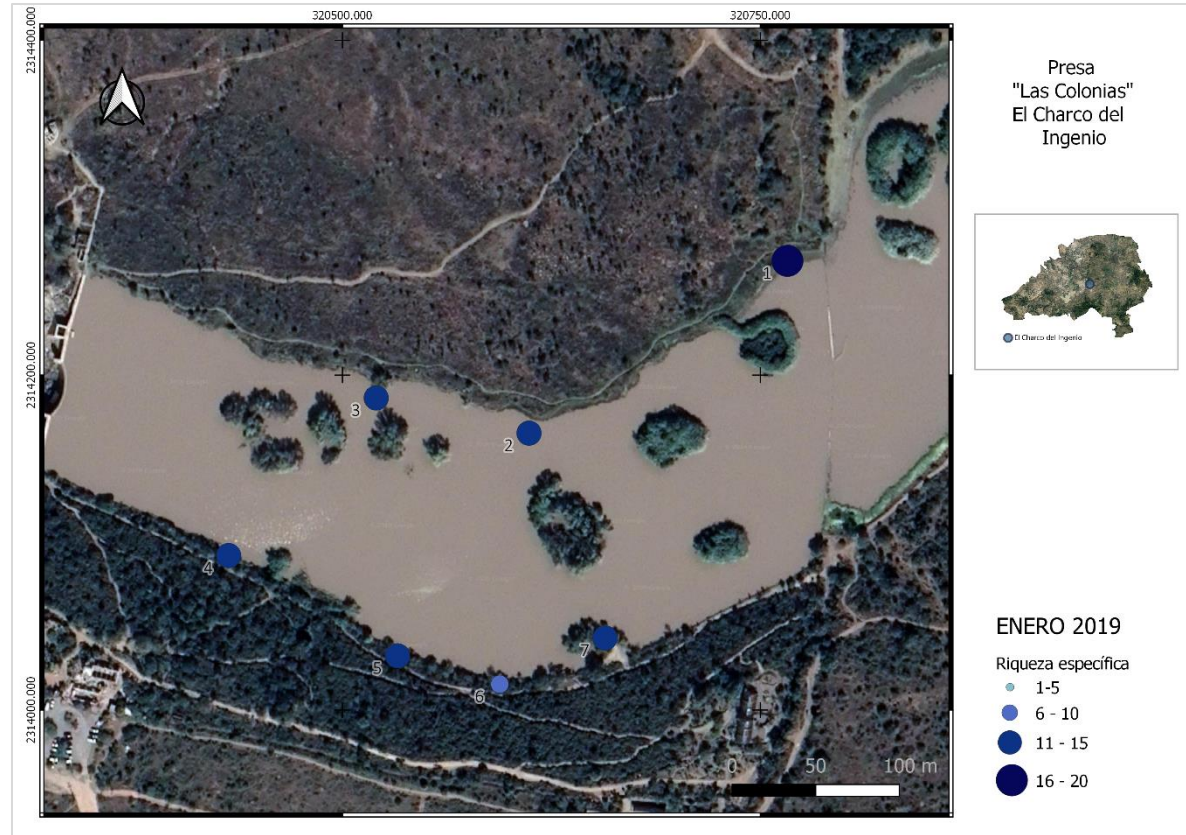
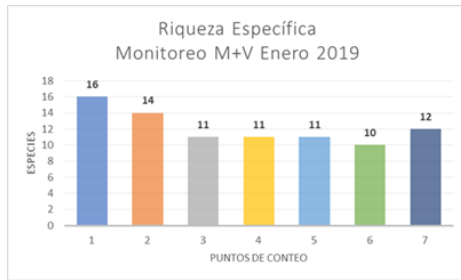
**Figura 24.** Parámetros por puntos de conteo en diciembre 2018. Se muestran las gráficas de los valores obtenidos en los siguientes parámetros: dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef para los siete puntos de conteo.

Para el mes de enero, la riqueza específica fue mayor en el punto uno y menor en el punto de conteo seis. El mayor número de individuos contabilizados fue en el punto dos y se contabilizaron menos en el cinco. La dominancia presentó un mayor valor en el punto siete y el menor valor se pudo observar en el punto de conteo dos. En lo que respecta a los índices aplicados, el índice de Simpson presentó valores más altos en el punto dos y menor valor en el punto siete, al igual que para el índice de Shannon. Este índice y el de Margalef, tuvieron el mayor valor en el punto uno; el Índice de Margalef presentó el menor valor en el punto de conteo seis (*Tabla 45*).

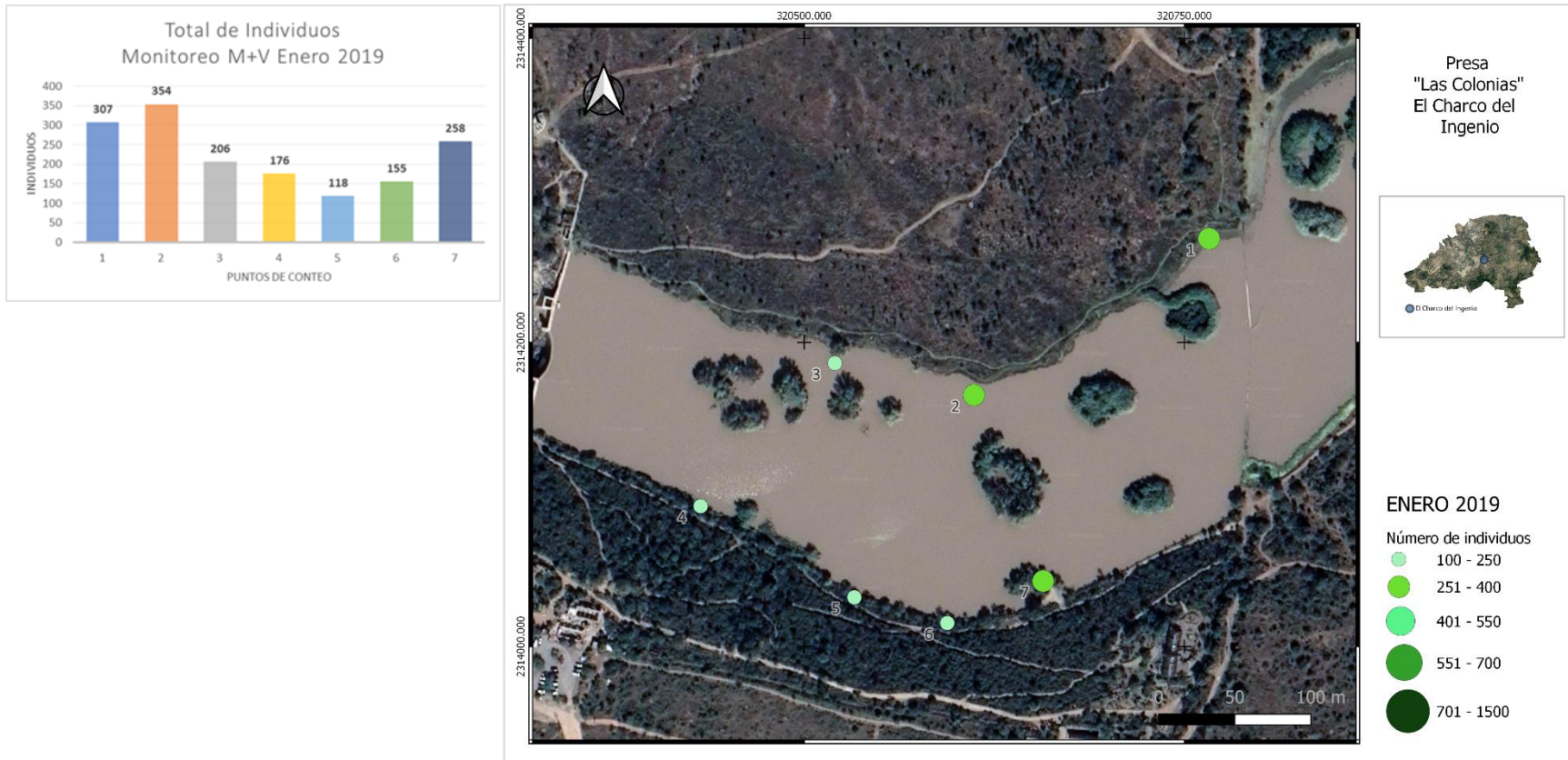
**Tabla 45. Parámetros por puntos de conteo en el monitoreo de enero 2019.**

	1	2	3	4	5	6	7
Riqueza específica	16	14	11	11	11	10	12
Individuos	307	354	206	176	118	155	258
Dominancia de Simpson $D_{si}$	0.1607	0.158	0.1852	0.2277	0.2116	0.2054	0.3122
Diversidad de Simpson $1-D_{si}$	0.8393	0.842	0.8148	0.7723	0.7884	0.7946	0.6878
Shannon-Weaver	2.129	2.067	1.894	1.801	1.828	1.785	1.618
Margalef	2.619	2.215	1.877	1.934	2.096	1.785	1.981

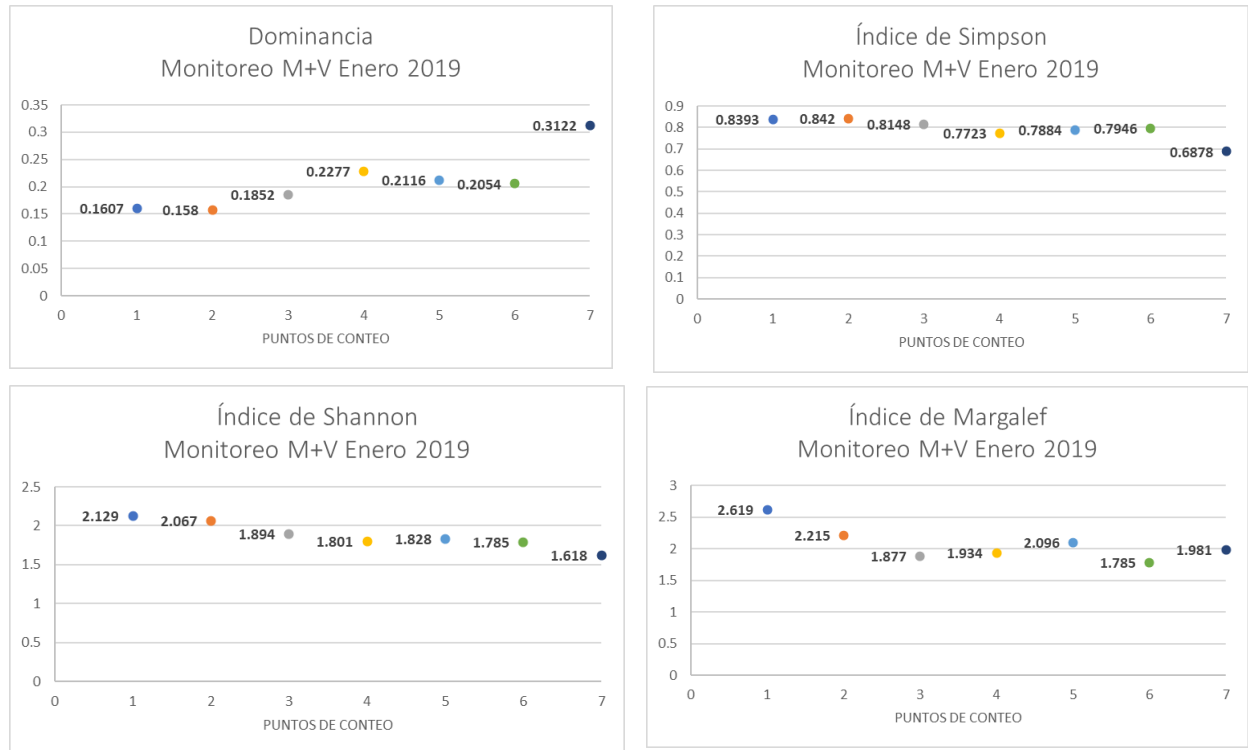
A continuación, se muestran las gráficas de la tabla anterior. Para la riqueza específica y el total de individuos, también se realizaron mapas en QGIS (*Figura 25 y 26*). Las siguientes figuras corresponde al resto de los resultados obtenidos (*Figura 27*).



**Figura 25.** Riqueza específica en enero 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de riqueza específica en los siete puntos de conteo dentro de las Presas Las Colonias.



**Figura 26. Número de individuos en enero 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de número de individuos en los siete puntos de conteo dentro de las Presas Las Colonias.**



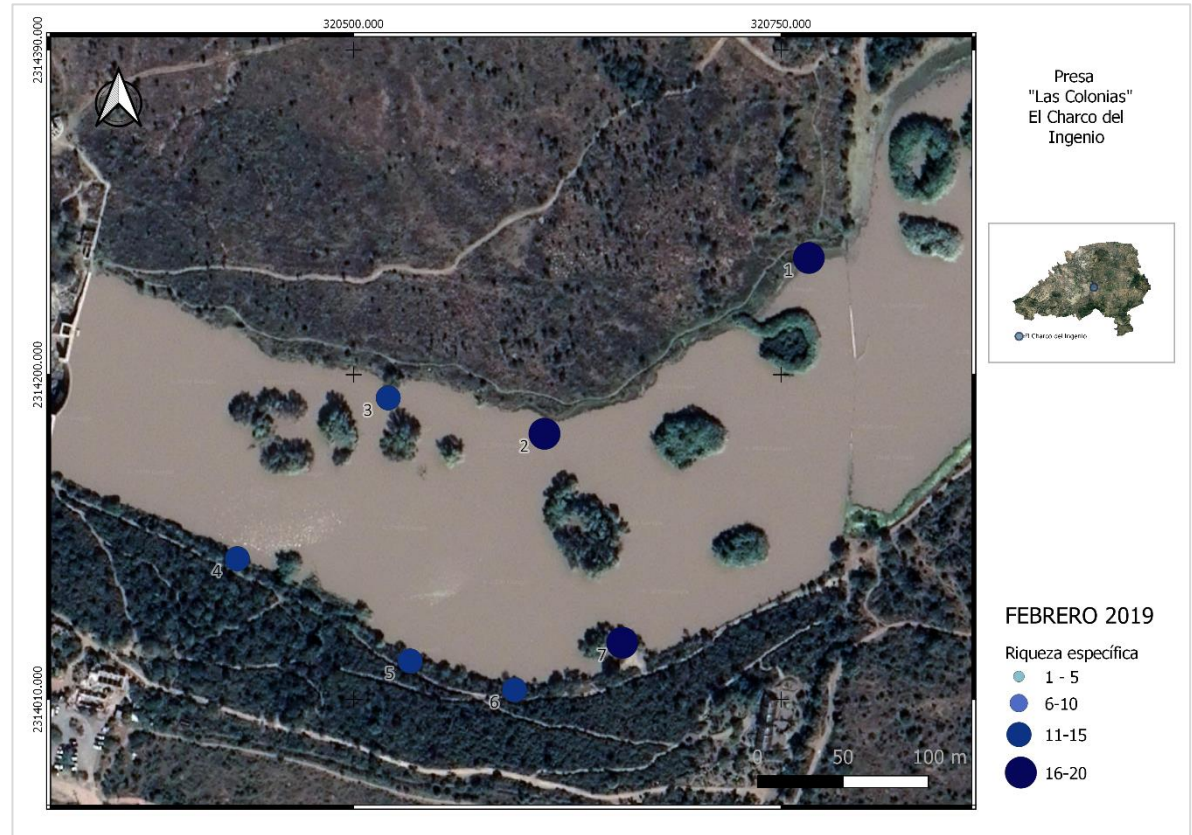
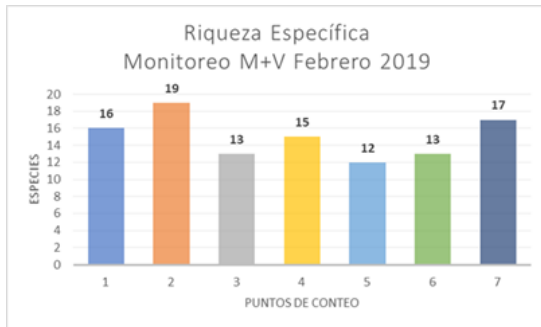
**Figura 27.** Parámetros por puntos de conteo en enero 2019. Se muestran las gráficas de los valores obtenidos en los siguientes parámetros: dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef para los siete puntos de conteo.

Con los resultados obtenidos en el mes de febrero, se puede observar en la tabla que la riqueza específica y el número total de individuos fue mayor en el punto de conteo dos y menor en el punto cinco. Para la dominancia el valor más alto se encontró en el punto tres; en este punto de conteo se obtuvieron los valores más bajos para los tres índices aplicados. La dominancia y el índice de Simpson fueron mayores en el punto seis. Respecto al índice de Shannon y Margalef los valores bajos se presentaron en los puntos uno y dos respectivamente (Tabla 46).

**Tabla 46. Parámetros por puntos de conteo en el monitoreo de febrero 2019.**

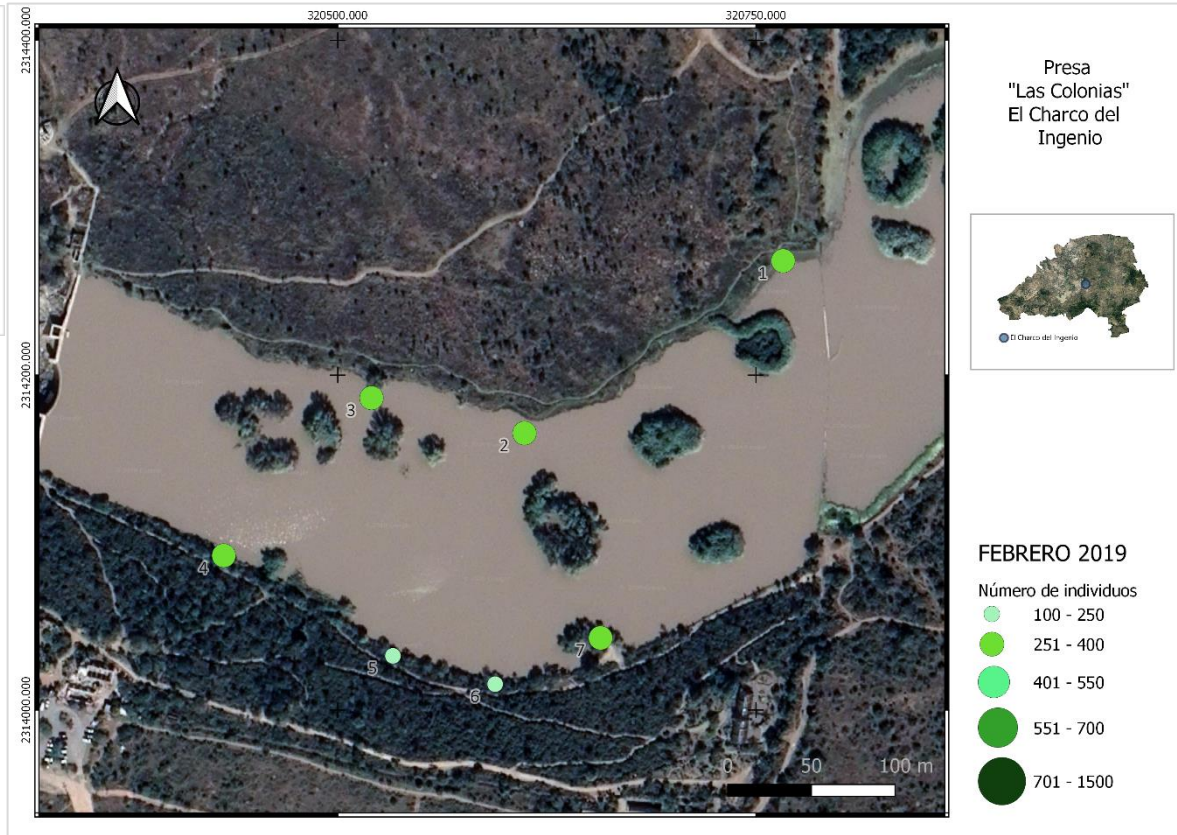
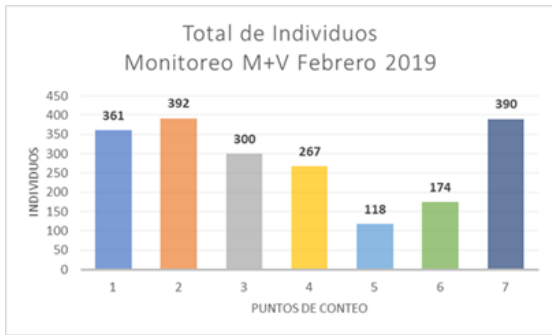
	1	2	3	4	5	6	7
Riqueza específica	16	19	13	15	12	13	17
Individuos	361	392	300	267	118	174	390
Dominancia de Simpson $D_{si}$	0.1629	0.3108	0.4155	0.2219	0.2341	0.157	0.3584
Diversidad de Simpson $1-D_{si}$	0.8371	0.6892	0.5845	0.7781	0.7659	0.843	0.6416
Shannon-Weaver	2.131	1.678	1.398	1.805	1.799	2.106	1.62
Margalef	2.547	3.014	2.104	2.506	2.306	2.326	2.682

La riqueza específica se graficó y se efectuó un mapa en QGIS el cual se puede visualizar en la Figura 28. El procedimiento anterior también se realizó para el total de individuos (Figura 29). Las siguientes gráficas corresponden al resto de los resultados (Figura 30).

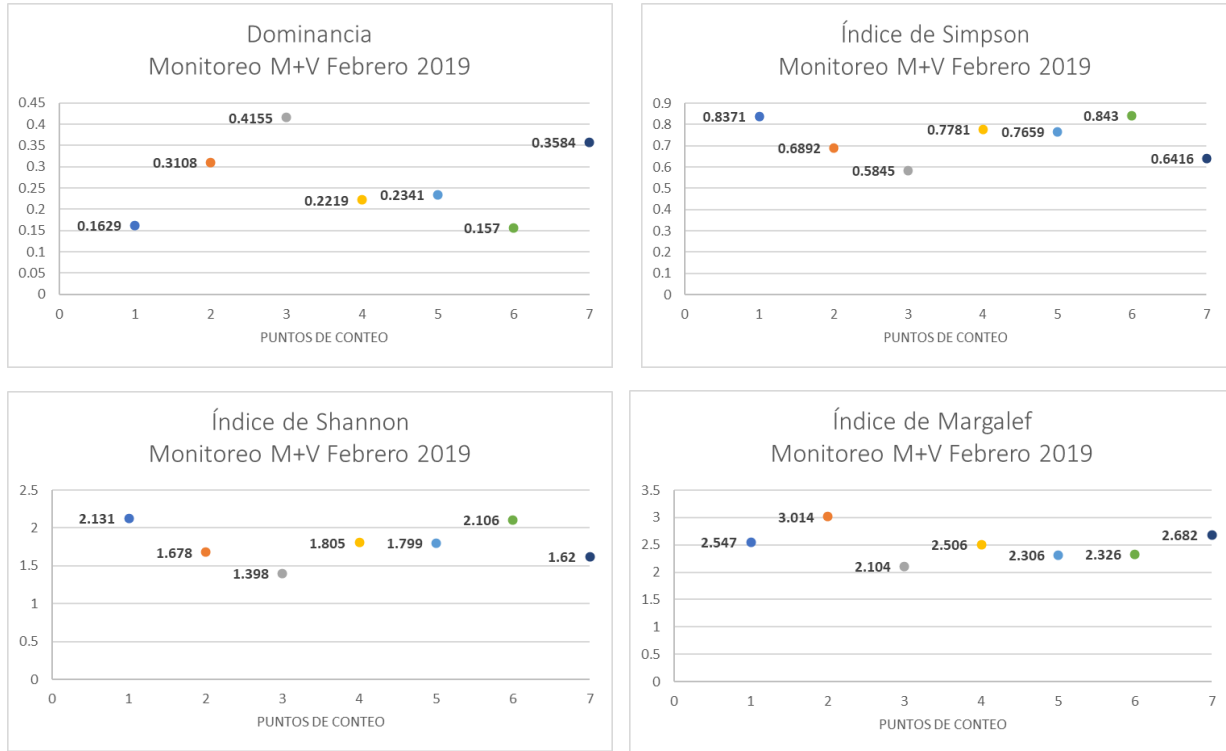


**Figura 28.** Riqueza específica en febrero 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de riqueza específica en los siete puntos de conteo dentro de las Presas Las Colonias.





**Figura 29. Número de individuos en febrero 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de número de individuos en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias.**



**Figura 30.** Parámetros por puntos de conteo en febrero 2019. Se muestran las gráficas de los valores obtenidos en los siguientes parámetros: dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef para los siete puntos de conteo.

Respecto al mes de marzo, la riqueza específica fue mayor en el punto dos y el menor número de especies observadas fue en el punto uno. En el punto siete se observó el mayor número de individuos y el menor en el punto de conteo uno. Los valores obtenidos para la dominancia fueron mayores en el punto siete y más bajos en el punto seis. El punto seis tiene el mayor valor para el índice de Simpson y el punto cinco para el de Shannon; para los índices antes mencionados el menor valor se obtuvo en el punto de conteo siete. Finalmente, para el índice de Margalef, el valor más alto se observó en el punto dos y el más bajo en el punto uno (*Tabla 47*).

**Tabla 47. Parámetros por puntos de conteo en el monitoreo de marzo 2019.**

	1	2	3	4	5	6	7
Riqueza específica	9	16	10	14	13	14	13
Individuos	276	532	500	488	289	553	1455
Dominancia de Simpson $D_{si}$	0.2899	0.245	0.3348	0.1964	0.1928	0.1897	0.3391
Diversidad de Simpson $1-D_{si}$	0.7101	0.755	0.6652	0.8036	0.8072	0.8103	0.6609
Shannon-Weaver	1.562	1.815	1.387	1.921	1.959	1.915	1.392
Margalef	1.423	2.39	1.448	2.1	2.118	2.058	1.648

Las figuras que a continuación se presentan son el resultado de graficar la riqueza específica y la realización de un mapa en QGIS (*Figura 31*). La siguiente figura corresponde a la gráfica y mapa del número de individuos contabilizados en el humedal (*Figura 32*). Posteriormente se muestran los resultados del resto de los parámetros (*Figura 33*).

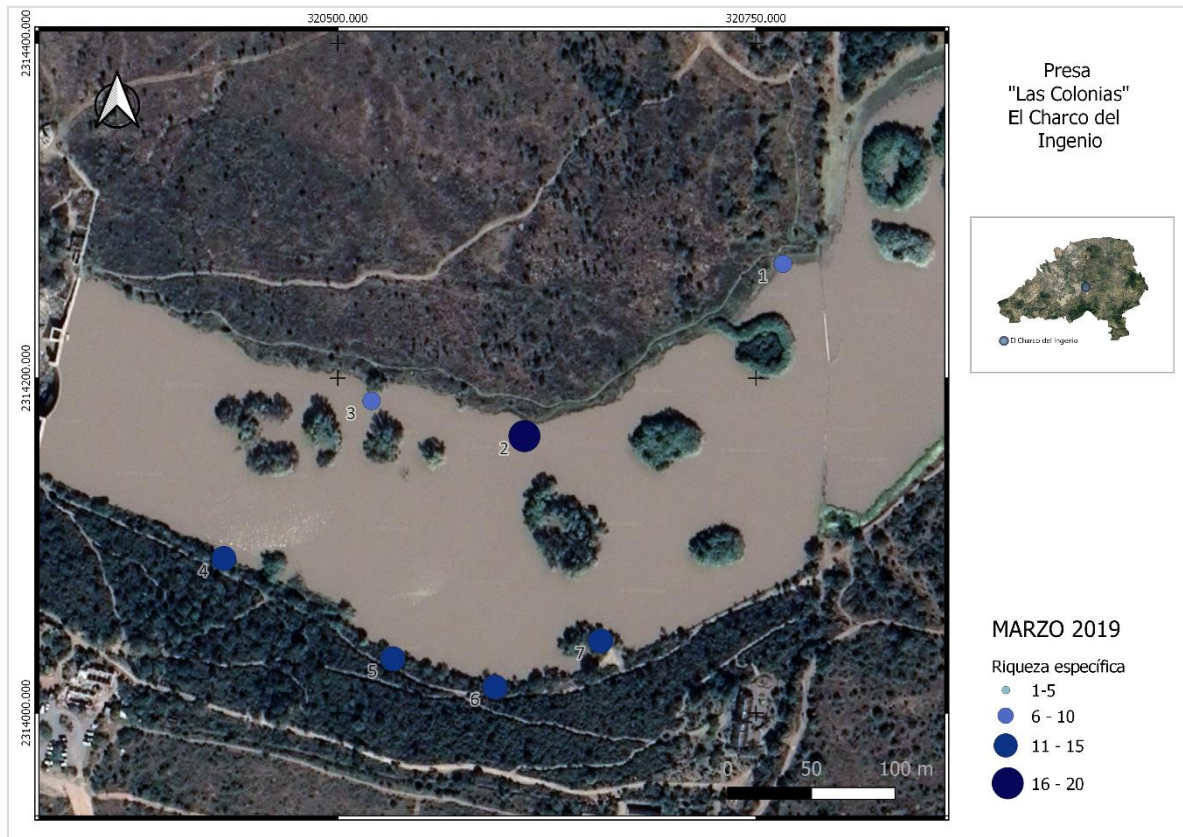
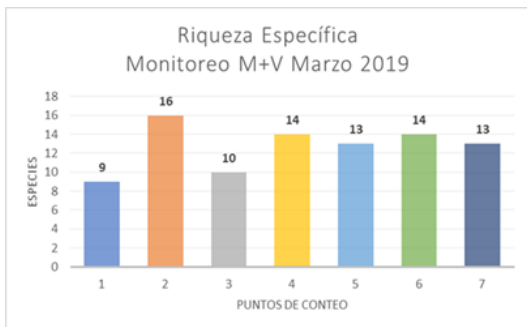
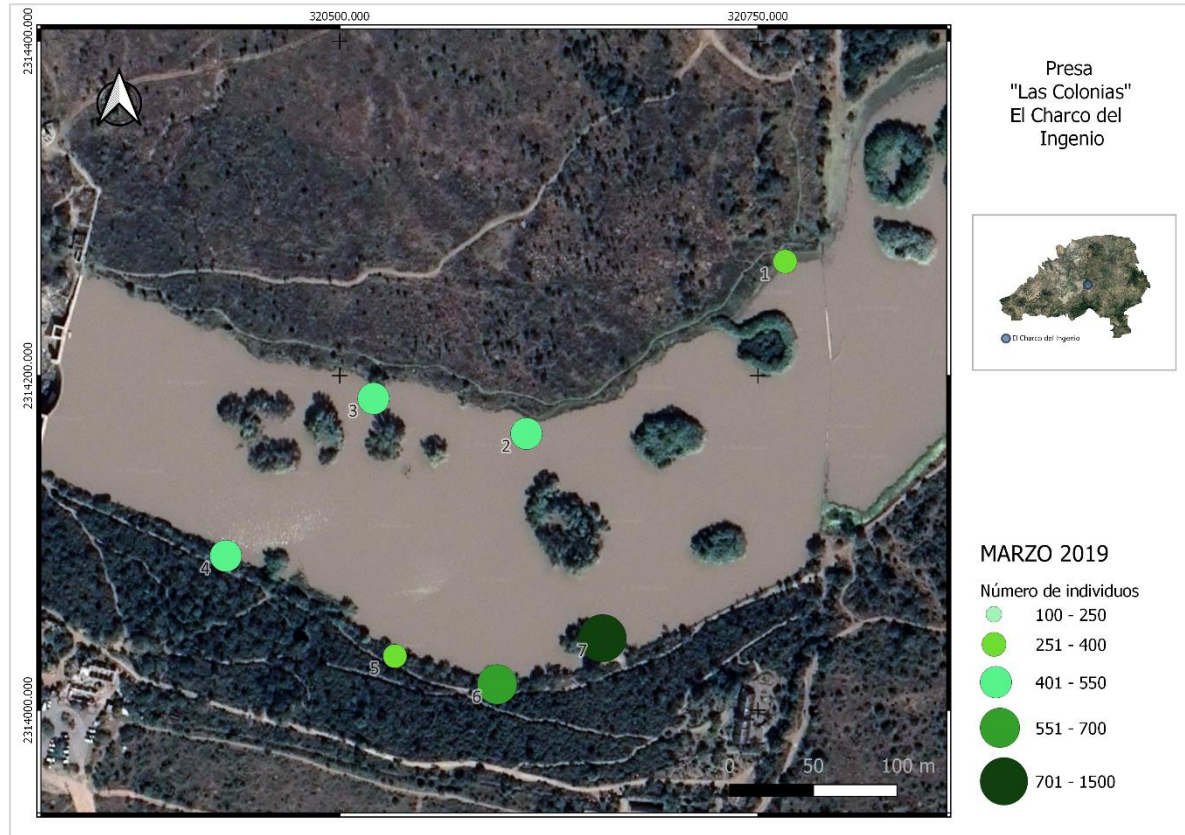
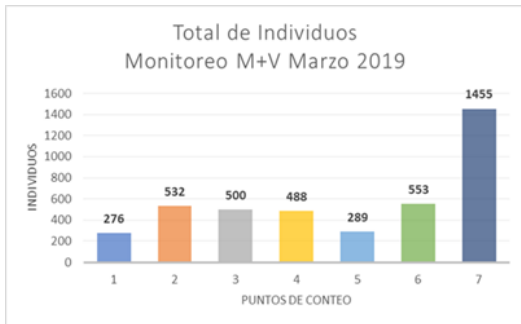
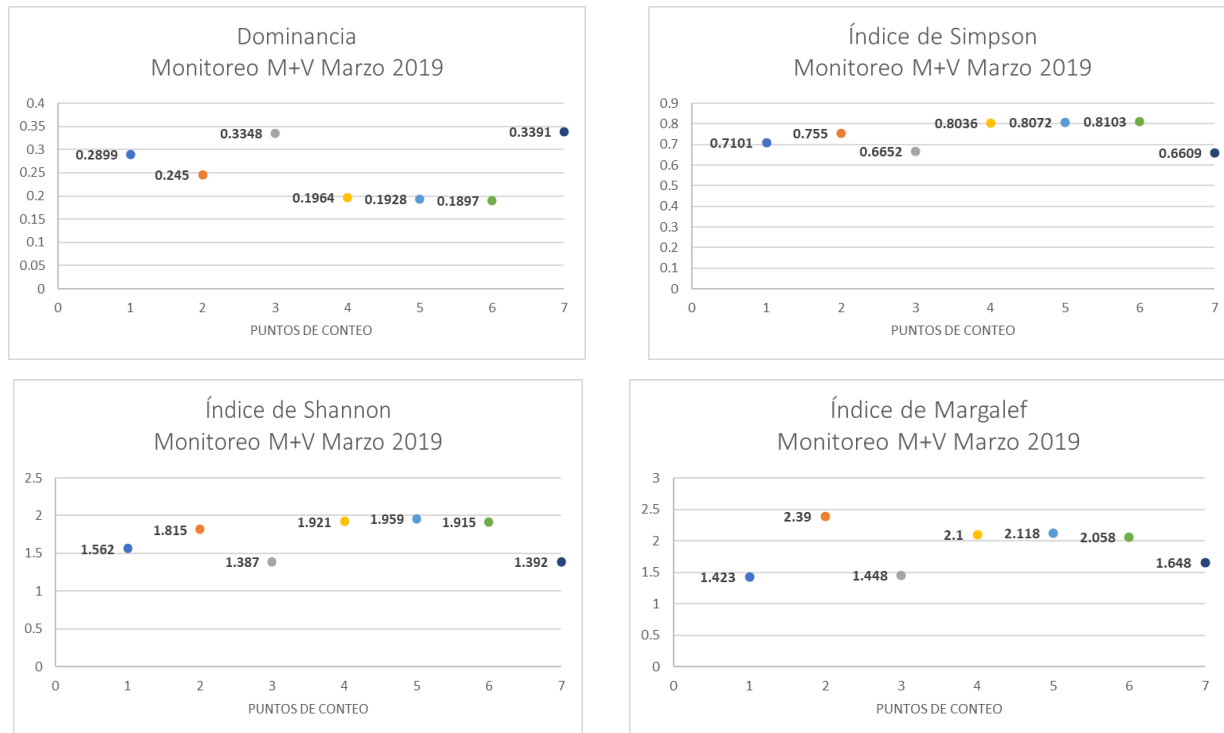


Figura 31. Riqueza específica en marzo 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de riqueza específica en los siete puntos de conteo dentro de las Presas Las Colonias.



**Figura 32. Número de individuos en marzo 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de número de individuos en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias.**



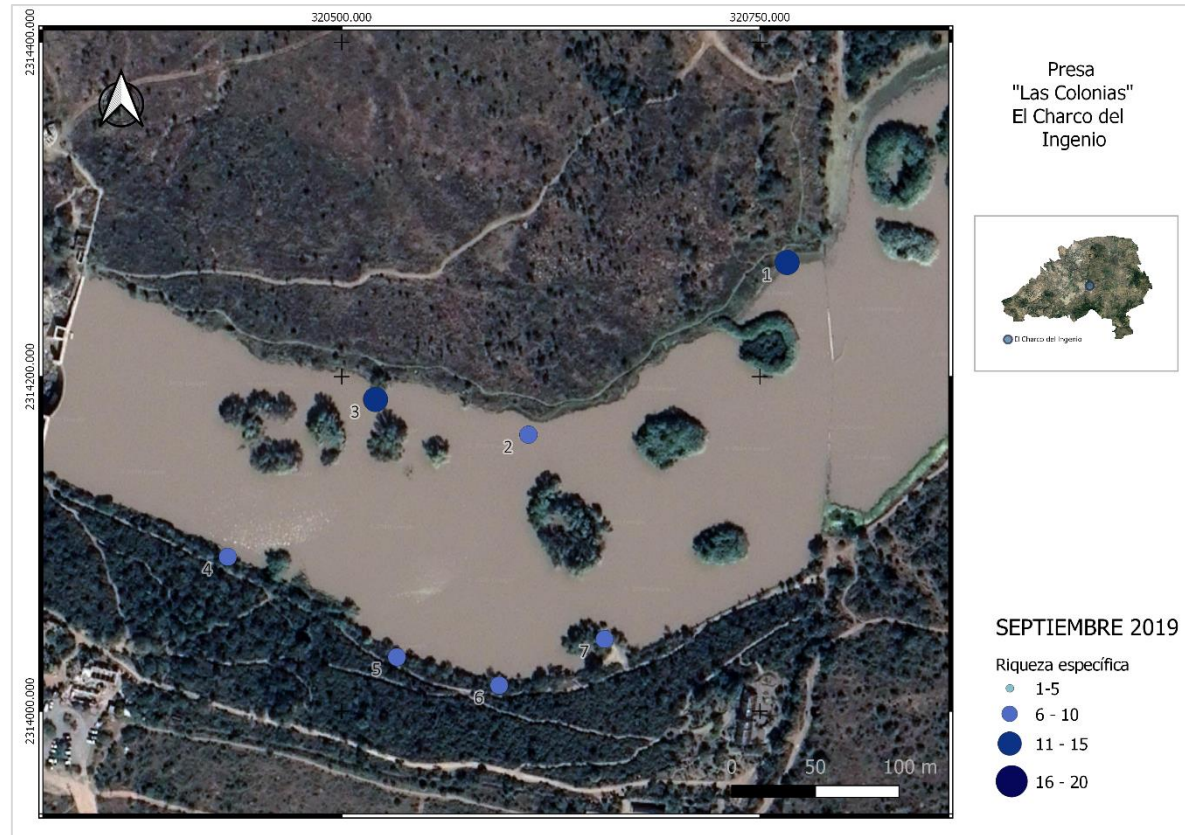
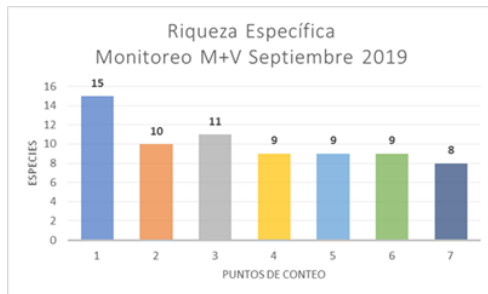
**Figura 33. Parámetros por puntos de conteo en marzo 2019. Se muestran las gráficas de los valores obtenidos en los siguientes parámetros: dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef para los siete puntos de conteo.**

En la *Tabla 48* que se presenta a continuación se puede observar que en los resultados obtenidos al procesar los datos correspondientes al mes de septiembre, los valores más altos para la riqueza específica, número total de individuos, dominancia e índice de Margalef se presentaron en el punto de conteo uno. Para los otros dos índices, Simpson y Shannon, el valor más alto se obtuvo en el punto seis. Respecto a los valores menores, se obtuvieron en el punto siete para la riqueza específica, número total de individuos e índice de Margalef. En el punto de conteo seis se pudo observar el valor más bajo para la dominancia. Los puntos cinco y seis tuvieron los valores menores para los Índices de Shannon y Margalef, respectivamente (*Tabla 48*).

**Tabla 48. Parámetros por puntos de conteo en el monitoreo de septiembre 2019.**

	1	2	3	4	5	6	7
Riqueza específica	15	10	11	9	9	9	8
Individuos	434	171	166	206	180	147	109
Dominancia de Simpson $D_{si}$	0.3907	0.2325	0.2706	0.2795	0.3849	0.1908	0.3421
Diversidad de Simpson $1-D_{si}$	0.6093	0.7675	0.7294	0.7205	0.6151	0.8092	0.6579
Shannon-Weaver	1.448	1.721	1.696	1.59	1.303	1.823	1.357
Margalef	2.305	1.75	1.956	1.502	1.541	1.603	1.492

Los datos obtenidos se graficaron y se desarrollaron mapas para procesar la información correspondiente a la riqueza específica y al número de Individuos (*Figura 34 y 35*). Posteriormente se pueden ver las gráficas de la dominancia y los tres índices aplicados (*Figura 36*).



**Figura 34.** Riqueza específica en septiembre 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de riqueza específica en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias.



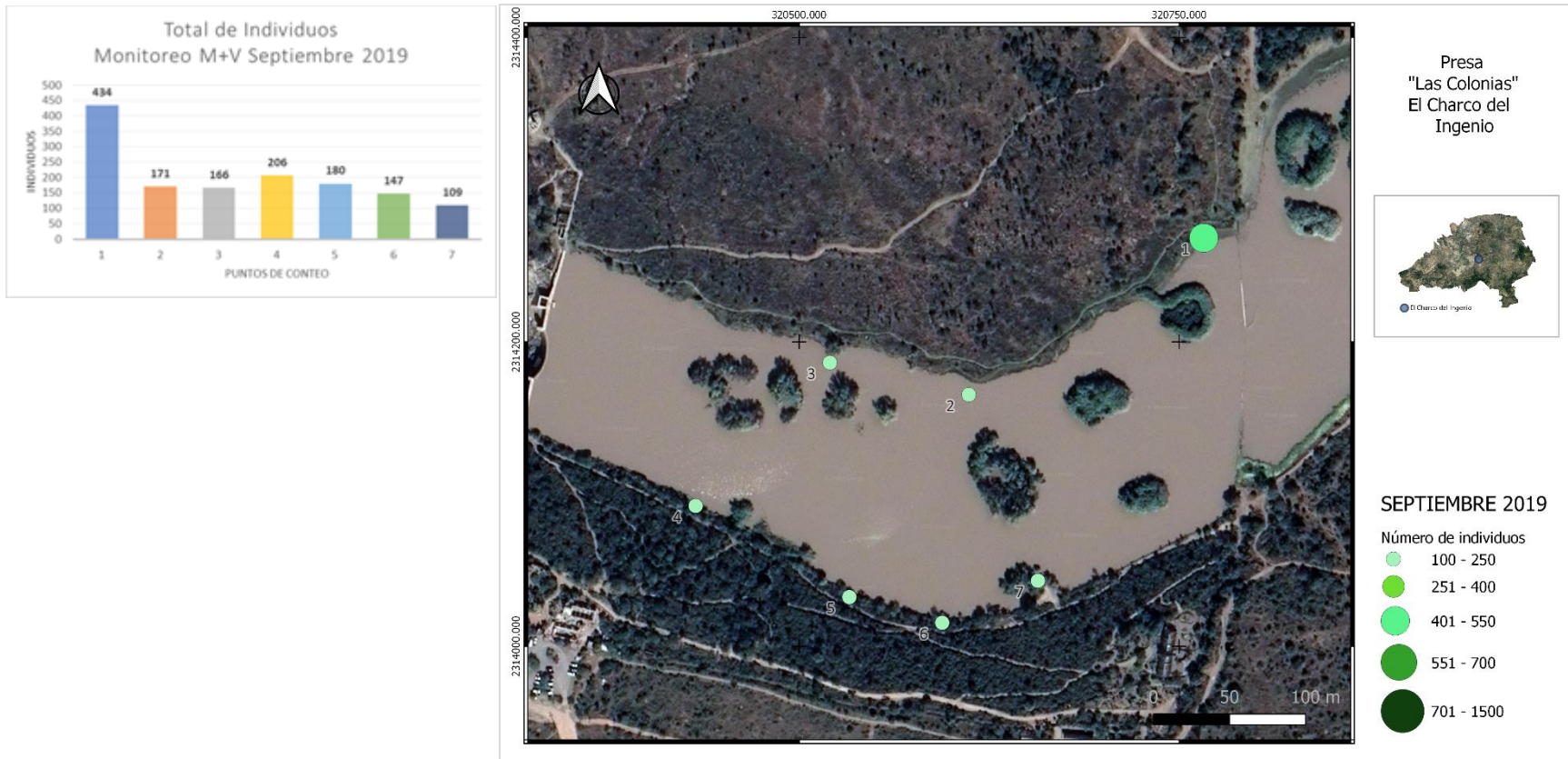
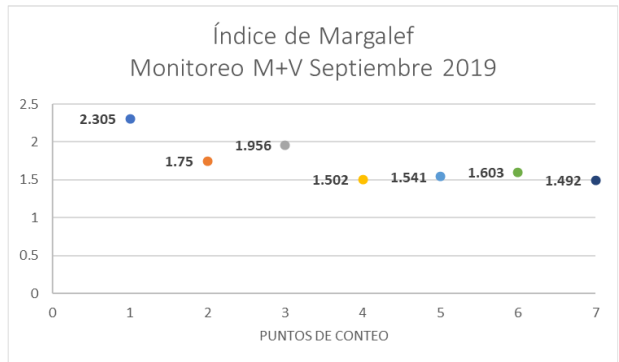
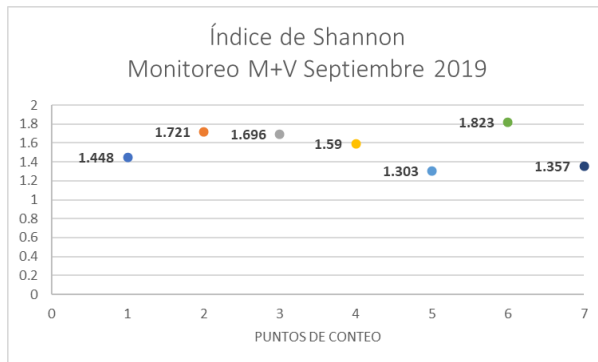
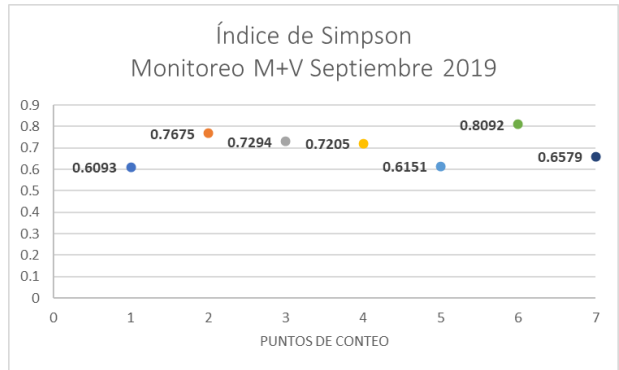
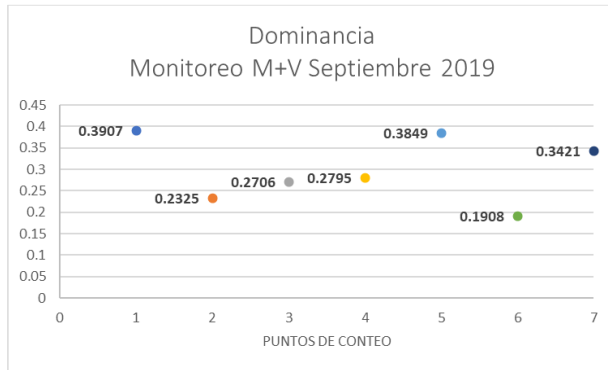


Figura 35. Número de individuos en septiembre 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de número de individuos en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias.



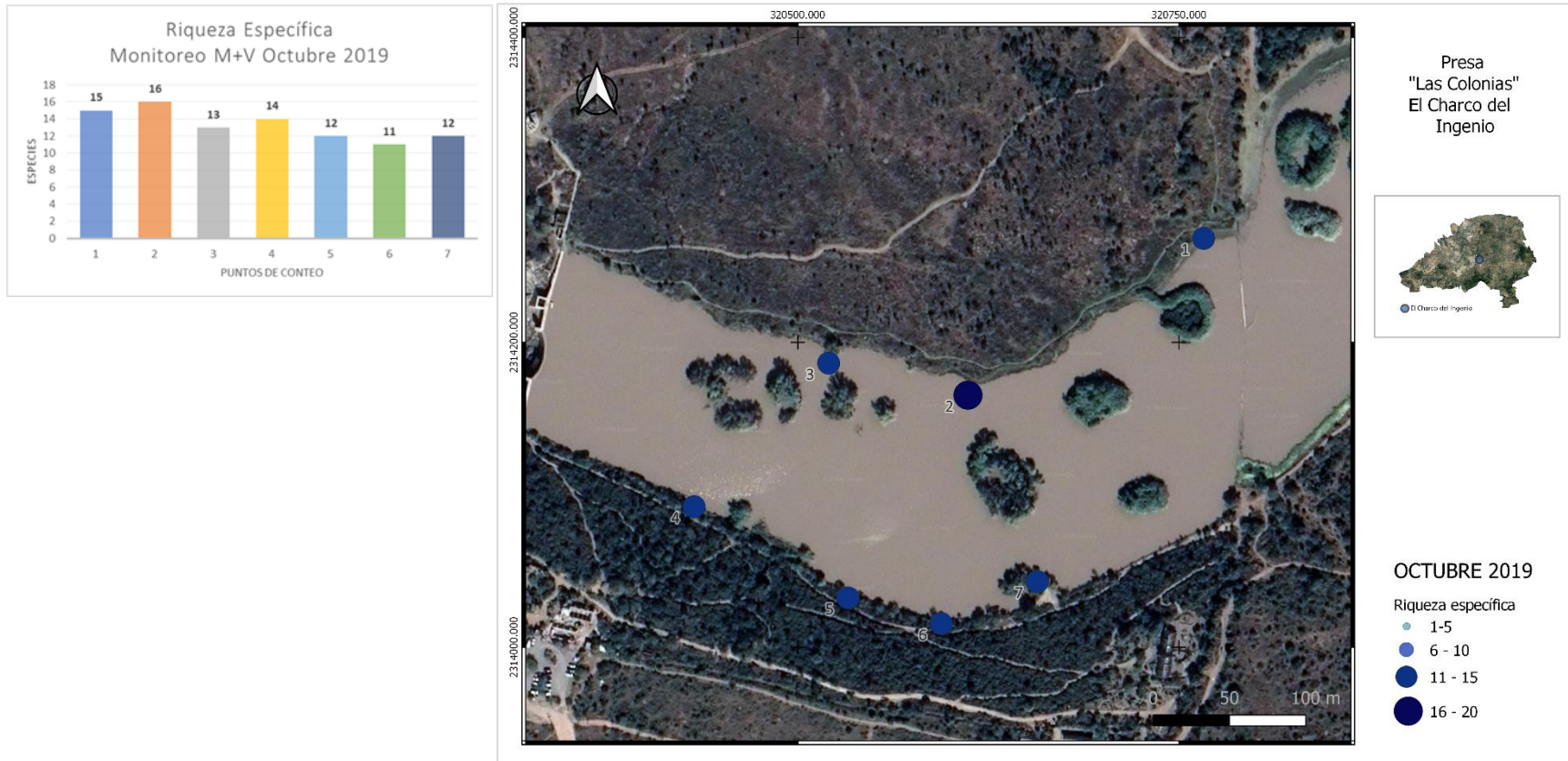
**Figura 36. Parámetros por puntos de conteo en septiembre 2019. Se muestran las gráficas de los valores obtenidos en los siguientes parámetros: Dominancia e Índices de Simpson, Shannon y Margalef para los siete puntos de conteo**

Los datos procesados para el último mes de trabajo de campo se encuentran en la siguiente tabla, en la cual se observa que la riqueza específica fue mayor en el punto de conteo dos y el menor número de especies se observó en el punto seis. El número total de individuos y la dominancia tuvieron valores más altos en el punto cinco. En el punto de conteo tres y en el seis se encontraron los valores más bajos para el número total de individuos y la dominancia, respectivamente. Para los índices aplicados, el punto de conteo seis fue el de valores mayores y el punto cinco el de valores más bajos para Simpson y Shannon. El punto de conteo dos presentó mayor valor para el índice de Margalef y el menor valor se pudo observar en el punto seis (Tabla 49).

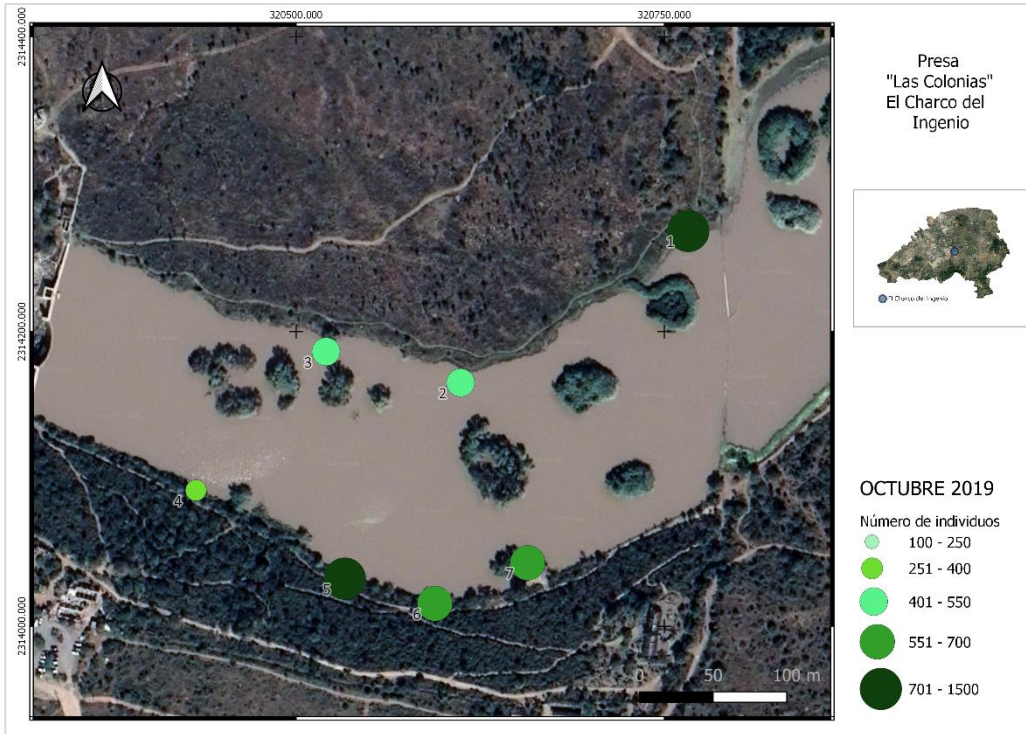
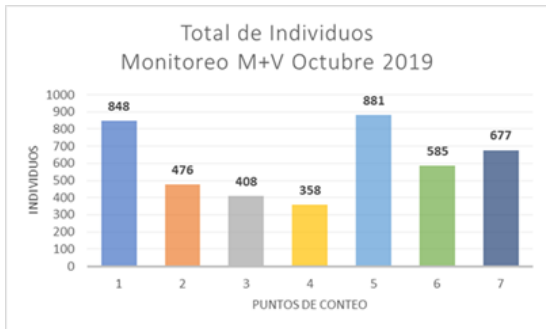
**Tabla 49. Parámetros por puntos de conteo en el monitoreo de octubre 2019.**

	1	2	3	4	5	6	7
Riqueza específica	15	16	13	14	12	11	12
Individuos	848	476	408	358	881	585	677
Dominancia de Simpson $D_{si}$	0.2666	0.2222	0.2458	0.2507	0.3712	0.1929	0.2827
Diversidad de Simpson $1-D_{si}$	0.7334	0.7778	0.7542	0.7493	0.6288	0.8071	0.7173
Shannon-Weaver	1.68	1.849	1.766	1.705	1.459	1.863	1.579
Margalef	2.076	2.433	1.996	2.211	1.622	1.569	1.688

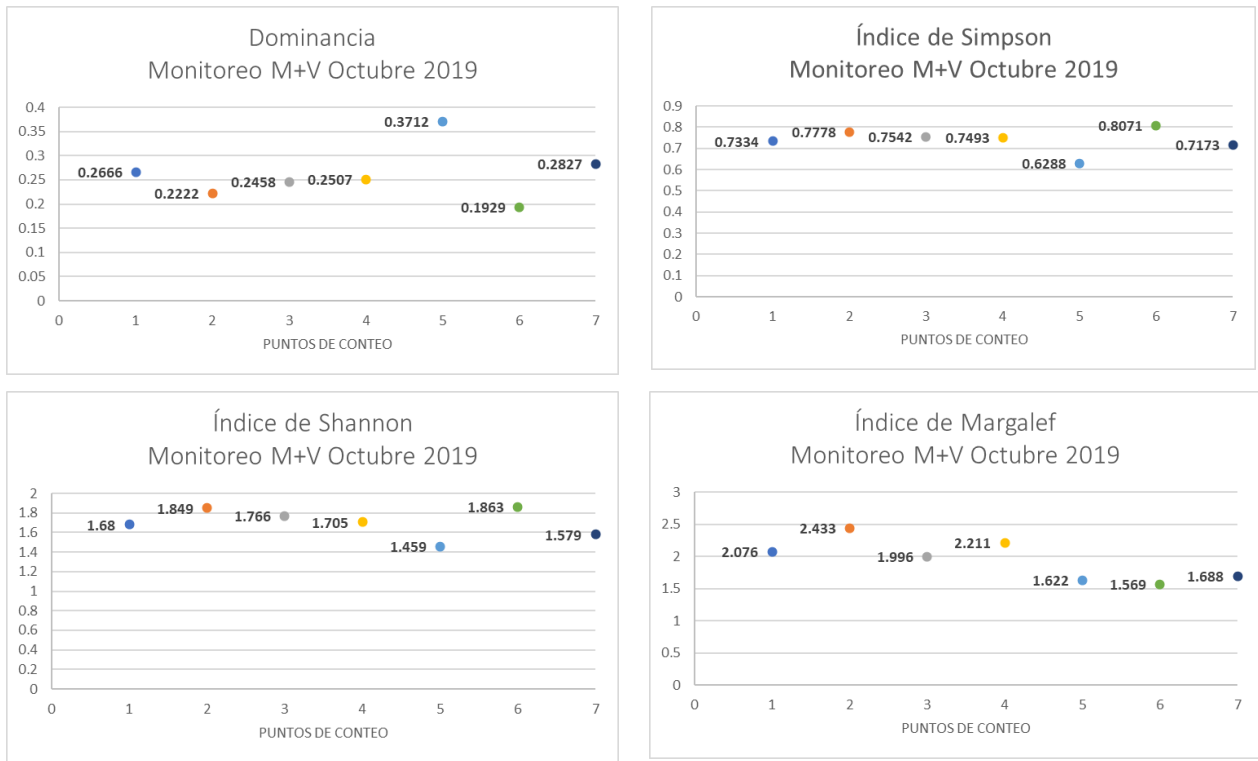
Se muestran los resultados obtenidos al graficar los datos del mes de octubre. Se tienen las Figuras que corresponden a la gráfica y al mapa georreferenciado de la Riqueza Específica (Figura 37) y los correspondientes al Total de Individuos (Figura 38). En las Figuras posteriores se puede visualizar las gráficas de los parámetros restantes (Figura 39).



**Figura 37.** Riqueza específica en octubre 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de riqueza específica en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias.



**Figura 38.** Número de individuos en octubre 2019 por puntos de conteo. Se muestra la representación gráfica y geoespacial de los valores obtenidos de número de individuos en los siete puntos de conteo dentro de las Presa Las Colonias.



**Figura 39. Parámetros por puntos de conteo en octubre de 2019. Se muestran las gráficas de los valores obtenidos en los siguientes parámetros: dominancia e índices de Simpson, Shannon y Margalef para los siete puntos de conteo.**

Se aplicó un análisis de varianza para determinar si existe diferencia estadística entre los puntos de conteo por cada una de las pruebas aplicadas. En la riqueza específica, se obtuvo un valor de  $F= 0.74$  y una  $p= 0.0430$  lo que indica que el número de especies que se pudieron observar en los puntos de conteo fueron diferentes (Tabla 50). En cuanto al número de individuos que se contabilizaron entre los siete puntos de conteo las variaciones no resultaron significativamente diferentes, en el análisis se obtuvo una  $F= 0.74$  y  $p= 0.6211$  (Tabla 51).

**Tabla 50. Análisis de varianza para riqueza específica entre puntos de conteo.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	91.1429	6	15.1905	2.463	0.0430	2.38
Dentro de los grupos	215.833	35	6.16667			
Total	306.976	41				

**Tabla 51. Análisis de varianza para número de individuos entre puntos de conteo.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	289690	6	48281.6	0.74	0.6211	2.38
Dentro de los grupos	2283550	35	65244.4			
Total	2573240	41				

Para dominancia e índice de Simpson, como se comprobó en el análisis de varianza aplicado entre meses de monitoreo, se obtuvo la misma inferencia estadística en ambas pruebas,  $p=0.1146$  y  $F= 1.86$  (Tabla 52), con valores promedio de dominancia de 0.2549 y de índice de Simpson de 0.7450, por lo que la diversidad en los puntos de conteo se mantuvo alta.

**Tabla 52. Análisis de varianza para dominancia e índice de Simpson.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0557	6	0.0092	1.86	0.1146	2.38
Dentro de los grupos	0.1743	35	0.0049			
Total	0.230111	41				

En los índices de Shannon y Margalef, se obtuvo una  $p > 0.05$ , y una  $F = 1.489$ , y  $1.787$ , respectivamente (Tabla 53 y 54). Respecto al índice de Shannon la diversidad por puntos fue baja de manera general y Margalef mantuvo una diversidad media en los puntos de conteo.

**Tabla 53. Análisis de varianza para Índice de Shannon.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.5053	6	0.0842	1.489	0.2106	2.38
Dentro de los grupos	1.9796	35	0.0565			
Total	2.4849	41				

**Tabla 54. Análisis de varianza para índice de Margalef.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.6973	6	0.2828	1.787	0.1304	2.38
Dentro de los grupos	5.5411	35	0.1583			
Total	7.2385	41				

En resumen, para los puntos de conteo y considerando los meses muestreados se tiene que:

Para el índice de Simpson el valor más alto de 0.89 se registró en el punto uno en diciembre por la tarde, y el valor más bajo de 0.46 se registró en septiembre en el punto uno por la tarde.

Para el Índice de Shannon-Weaver el valor más alto de 2.41 se registró en el punto uno en diciembre por la tarde, y el valor más bajo de 1.161 se registró en septiembre en el punto uno por la tarde.

La diversidad más alta para estos dos Índices se registró en el punto uno, que es el punto más aislado en distancia y horario de los visitantes a el Humedal y presenta las

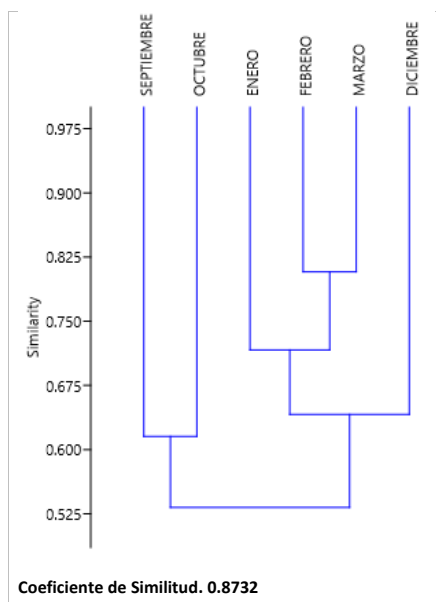


características ambientales más conservadas; el mes de diciembre es una época en la que se encuentran co-habitando las especies residentes y las migratorias. La diversidad más baja se registró en el mismo punto y es para el mes de septiembre cuando solamente se tienen especies residentes.

Para el índice de Margalef el valor más alto de 2.69 se registró en el punto cuatro en diciembre por la tarde, este es un punto de difícil acceso para los visitantes y con vegetación densa y conservada, y el valor más bajo de 1.1 se registró en enero en el punto cinco por la mañana, aunque en enero hay una gran riqueza de especies, éste es un punto con poca vegetación y no brinda protección.

## F. Índice de similitud de Jaccard entre meses de monitoreo

Para determinar la similitud entre la composición de especies observadas en cada uno de los meses en los que se realizó el trabajo de campo, se determinó el Coeficiente de Similitud de Jaccard, obteniendo un valor de 0.8732, lo que indica que entre los meses se compartió un número similar de especies, esto debido a la presencia de las especies residentes. En este análisis se pueden observar dos grupos; uno que comprende los meses de septiembre y octubre, en donde encontramos básicamente a las especies residentes; y otro grupo que incluye al resto de los meses, en donde se tiene a las especies residentes y migratorias, es relevante mencionar que se tiene a un grupo aislado constituido por febrero marzo, en donde encontramos una gran cantidad de especies migratorias y abundancia de estas, producto de la reproducción en este hábitat (*Figura 40*).



**Figura 40. Coeficiente de similitud de Jaccard entre meses de monitoreo. Se muestra el dendrograma con los resultado de similitud entre meses de monitoreo de acuerdo con la avifauna acuática presente en cada uno de ellos.**

## G. Índice de similitud de Jaccard entre Puntos de Conteo

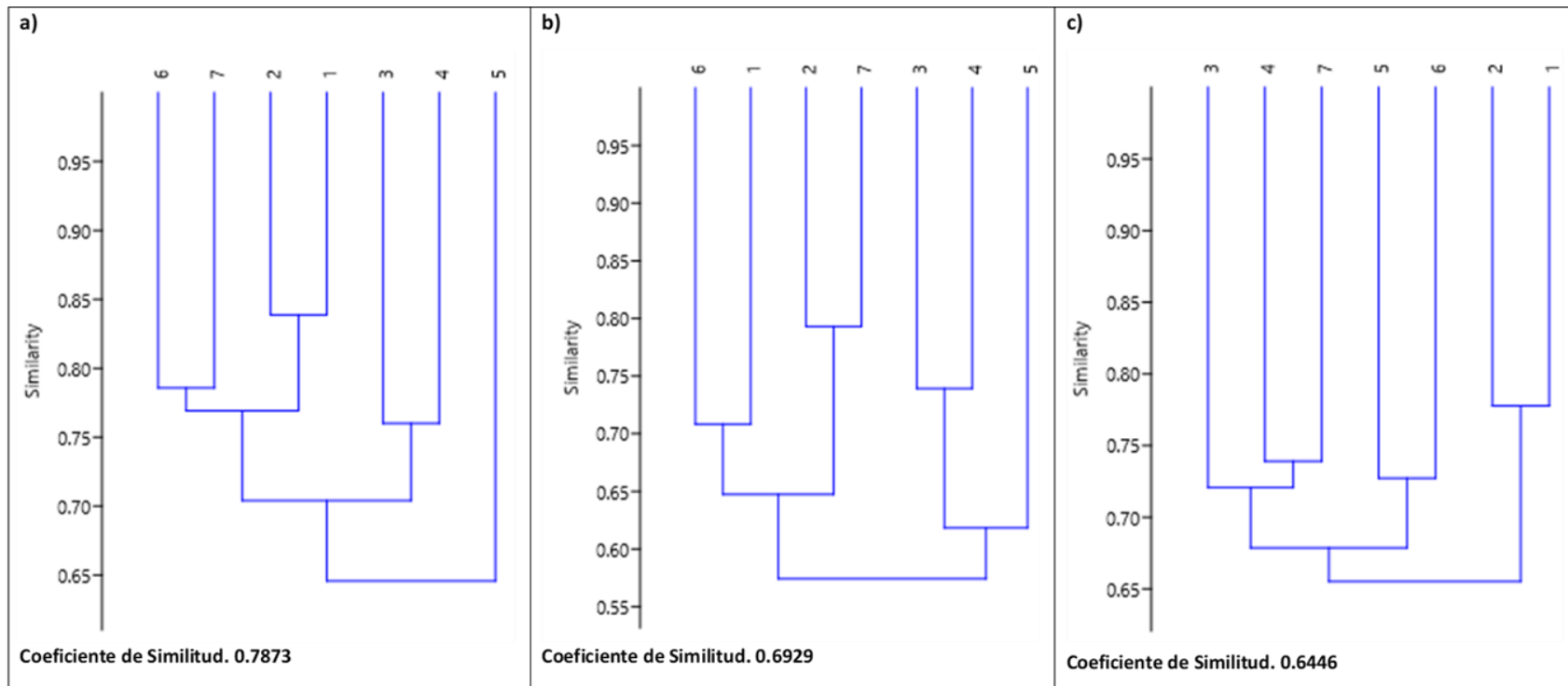
También se calculó el Coeficiente de Similitud de Jaccard para determinar cuáles son los puntos de conteo que comparten un mayor número de especies. Se obtuvo un valor de 0.7873 para el total de monitoreos realizados a lo largo del estudio, para los monitoreos

matutinos un coeficiente de 0.6929 y para los vespertinos de 0.6446. Estos valores indican que entre puntos también se compartieron especies. Para el total de monitoreos (*Figura 41a*), los puntos que tienen una mayor similitud son el punto dos y el uno, los cuales se encuentran más alejados de la afluencia de visitantes dentro de El Charco del Ingenio, además en ambos puntos se pudieron apreciar diferentes islotes que brindan protección a las aves; el punto de conteo cinco es el que comparte menos especies con el resto de los puntos, este punto tiene la característica de estar en una zona con vegetación escasa, por lo que las aves no tienen protección. Respecto al grupo conformado por los puntos de conteo tres y cuatro destaca que son los puntos más cercanos a la cortina de agua de la presa y probablemente las especies comparten la isla cercana como hábitat de resguardo.

En la *Figura 41b*, que corresponde a los monitoreos matutinos se puede observar que los puntos dos y siete son los que comparten más especies y el punto cinco es el que tiene menor similitud con el resto de los puntos, al igual que en el dendrograma obtenido para el total de monitoreos por puntos, (*Figura 41a*), pero en este caso el punto cinco tiene cierta similitud con los puntos tres y cuatro, puntos más cercanos a la cortina de la presa y vegetación más escasa, por la mañana en esa zona hay menos visitantes y las temperaturas son menores.

Finalmente para los monitoreos vespertinos (*Figura 41c*), los puntos de conteo dos y uno son los más similares, y el punto tres comparte más especies con los puntos cuatro y siete que con el resto de los puntos.

Los puntos tres y cuatro son los que se encuentran cercanos a la cortina de la presa, los cuales tienen gran afluencia de visitantes y vegetación escasa; los puntos seis y siete son los que poseen mayor abundancia de vegetación y de mayor tamaño y los puntos uno y dos que se encuentran en la ladera norte son los más aislados de los visitantes y tienen una buena cobertura de vegetación.



**Figura 41. Coeficiente de similitud de Jaccard entre puntos de conteo. Se muestran los dendrogramas con los resultado de similitud entre puntos de conteo, durante todo el estudio, de acuerdo con la avifauna acuática presente en cada uno de ellos: a) Total de monitoreos, matutinos más vespertinos; b) Monitoreos matutinos; c) Monitoreos vespertinos.**

Con respecto a los índices aplicados a los monitoreos matutinos y vespertinos, estos presentan una similitud de media a alta. Apreciamos que en la mañana se distinguen dos grupos, uno con los puntos seis, uno, dos y siete; y otro grupo con los puntos tres, cuatro y cinco.

Los puntos tres, cuatro y cinco corresponden a aquellos que están más cercanos a la cortina de la presa y la vegetación más escasa, por la mañana en esa zona hay menos visitantes y las temperaturas son menores. El resto de los puntos corresponden a sitios con más vegetación y más aislados.

En la tarde se tienen también dos grupos, pero difieren de los matutinos, estos son: el primero con los puntos uno y dos, y el segundo con los puntos tres al siete. Los puntos uno y dos corresponden a aquellos que están más aislados de los visitantes.

Muchas de las especies tienen su sitio de anidación en las zonas con mayor cobertura de vegetación por lo que pasan su tiempo mayoritariamente en estas zonas, en los meses de febrero y marzo se observó una gran cantidad de juveniles.

La distribución de las especies también podría deberse a la disponibilidad de alimento, considerando en general a los invertebrados, actualmente se está realizando un estudio para determinar la distribución de estos en la zona.

Es necesario mencionar que durante el desarrollo de este trabajo se sometió a El Charco del Ingenio para ser considerado como Sitio RAMSAR, utilizando parte de la información generada para el soporte del documento que fue desarrollado.

Del análisis de la información mencionada dentro del marco local, se desprende que existe un marco legal local suficiente para la conservación del Jardín Botánico El Charco del Ingenio, pudiendo determinarse algunas inconsistencias.

Con respecto a la UGA's se tiene que tres corresponden al área y una está dentro del área de influencia, y esta se cataloga como de aprovechamiento sustentable y crecimiento.

Cuando se hace el análisis de las políticas aplicable y las actividades compatibles e incompatibles se observa que mientras en las UGA's de El Charco del Ingenio se tiene básicamente protección y mejoramiento con actividades permitidas de turismo, acuicultura, e infraestructura condicionada; en la UGA Landeta se tiene crecimiento con muchas actividades permitidas, destacando asentamientos humanos urbanos, infraestructura diversa y agroindustria e industria ligera.

Es claro que al momento de realizar esta zonificación de ordenamiento no se consideró que los aportes de agua hacia el humedal de El Charco del Ingenio y hacia las zonas del Cañón y posteriormente hacia la Presa del Obraje, provienen precisamente de la UGA Landeta, por lo que se puede prever que si este crecimiento se hace de una forma que no se apegue al desarrollo sostenible se tendrá una gran problemática en la conservación de esta importante zona.

Las acciones reales en el ambiente son interdependientes, y las situaciones que se presentan pueden ser rivales o de incertidumbre, pudiendo causar conflictos entre los interesados. Entonces es cuando la sociedad debe decir que intereses proteger, un aspecto de esto es la coordinación de los usos, obviamente existen muchos tipos de conflictos y se tienen asimismo muchos tipos de coordinación (Vatn, 2015)

## CAPITULO VII

### DISCUSIÓN

El trabajo fue realizado en el Área Natural Protegida El Charco del Ingenio, esta zona desde su fundación ha resultado ser una zona de gran importancia para la región, debido a que desde tiempos de la colonia este sitio ha proporcionado múltiples servicios ecosistémicos a los pobladores de San Miguel de Allende, posteriormente y a partir de 1989 cuando se comenzó la rehabilitación y rescate de La Cañada, El Charco del Ingenio se ha convertido en un sitio de alto valor ecológico, en el cual se fomenta la conservación, educación investigación y la difusión de esta, siempre procurando la participación de la población local y visitantes foráneos (El Charco del Ingenio AC, 2019).

Es un área que funge como resguardo para distintas especies de aves locales y migratorias, entre ella, aves provenientes de las rutas migratorias del norte que pueden tener su origen en zonas de Alaska, Canadá y Estados Unidos, siendo muchas de ellas aves acuáticas (El Charco del Ingenio AC, 2019).

En el humedal se han identificado 54 especies que usan al humedal para diversas actividades, pero se puede considerar que únicamente para 45 son aves estrictamente acuáticas (Orozco *et al.*, 2013), de estas se han identificado como especies migratorias a 32 y al resto como especies residentes, es decir un poco más del 71%, siendo que algunas de ellas se encuentran protegidas tanto por ordenamientos nacionales (NOM-059-SEMARNAT-2010) como por organismos internacionales (IUCN Red List). Incluidas en la NOM-059, se tienen al pato triguero (*Anas diazi*), el avetoro norteño (*Botaurus lentiginosus*), el zambullidor menor (*Tachybaptus dominicus*) y la cigüeña americana (*Mycteria americana*).

Otro aspecto importante de la zona es la conectividad ecológica que brinda ya que es un eslabón que permite vincular los hábitats correspondientes a los matorrales xerófilos con las especies migrantes, tanto de las zonas terrestres como de los humedales, ya que en la zona circundante se han presentado procesos relacionados con cambios de uso del suelo, desarrollo de infraestructura viaria, procesos de deforestación, intensificación agrícola y ganadera, y la expansión urbanística. (Forman, 1995; Gerard *et al.*, 2010).

Asimismo, es relevante la ubicación de esta zona, debido a que se encuentra en la parte central de México y funge como potencial conector de tres Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), teniendo al norte 15 de estas áreas y 5 más hacia el sur. (CONABIO, 1999); y se considera también fundamental ya que se encuentra en la parte central de 13 Áreas Naturales Protegidas Estatales y/o Municipales. (CONABIO, 2015)

Los humedales continentales son áreas de reproducción esenciales para muchas aves acuáticas, principalmente porque proveen zonas de alimentación pre y post-reproducción (Gammonley y Laubhan 2002), suministran el material y soporte para la construcción de sus nidos (Mo y Waterhouse 2015) y proporcionan protección contra depredadores (Neuman *et al.*, 2004).

Las treinta y tres especies de aves registradas durante seis meses de trabajo en campo representan un setenta y tres por ciento de las aves que previamente fueron reportadas por Orozco *et al.* (2013), siendo un porcentaje de registro bastante alto. Los factores por los cuales no se registraron las especies previamente observadas por Orozco pudieron ser porque el año previo y los meses de muestreo presentaron menor cantidad de lluvias y además que los muestreos se limitaron a la zona del humedal que se encuentra dentro de El Charco del Ingenio, sin considerar la parte del humedal que se encuentra en el Parque Landeta o la zona del Cañon. Asimismo el muestreo abarco únicamente seis meses, lo posiblemente limitó el registro de algunas especies como por ejemplo *Bartramia longicauda*, *Calidris mauri*, *Calidris himantopus*, *Phalaropus tricolor*, son especies que se consideran como transeúntes o transitorias para México, es decir que solo utilizan nuestro país de paso durante su migración (CONABIO, 2020 y Berlanga *et al.*, 2015); *Pelecanus erythrorhynchos*, es probable que no se haya observado debido a que el humedal ha disminuido su profundidad y por lo tanto la disponibilidad de alimento que requieren para su mantenimiento no es suficiente, además de preferir presas de mayor tamaño (Carmona *et al.*, 2000).

### **Abundancia relativa**

La familia más abundante durante el monitoreo realizado fue la familia Anatidae, esta familia es principalmente migratoria, estas especies de aves se pueden alimentar de todo tipo de moluscos, insectos, peces pequeños, huevos de rana de lago y caracoles pequeños. Los anátidos requieren de ambientes acuáticos para reproducirse y alimentarse, por lo que la salud de estos hábitats repercute en su presencia y éxito reproductivo, de tal manera que



han llegado a ser considerados indicadores de la calidad del hábitat (PMAANA, 2012), en particular el humedal de la Presa las Colonias del Charco del Ingenio mantiene condiciones del hábitat adecuadas para la presencia de estas aves, siendo que también proporciona protección a las mismas.

De las once especies de anátidos observadas en el humedal de El Charco del Ingenio, el 73% está representado por especies con hábitos estrictamente migratorios, lo cual ubica al humedal de estudio como un sitio en el cual las aves encuentran un sitio de descanso, disponibilidad de alimento, terreno de anidación y/o reproducción, ya que para las aves migratorias es de suma importancia acceder en su migración a zonas que les brinden el mayor número de beneficios, debido a que el enfrentarse a un viaje de migración implica un gasto energético muy alto y el riesgo de un 50% de mortandad (Gill, 1995).

Las cinco especies más abundantes en El Charco del Ingenio durante el estudio fueron: *Anas diazi*, *Spatula clypeata*, *Bubulcus ibis*, *Fulica americana*, *Oxyura jamesensis*. Las características de estas especies (Medina Torres *et al.*, 2007; Naturalista, 2020; Peterson y Chalif; 1998) propician su dominancia en el sitio:

*Anas diazi* o también conocido como pato mexicano, habita generalmente como residente en lagos, lagunas y humedales de nuestro país. A este anátido no se le considera una especie migratoria, porque la mayor parte de su población es residente del Altiplano y del centro de México.

*Spatula clypeata* es un ave migratoria que se desplaza al sur de Estados Unidos para pasar los inviernos fuera de su zona de nidificación, no es tan gregaria como otros patos fuera de la época de cría y tiende a formar sólo pequeñas bandadas.

*Bubulcus ibis* está considerada como una especie exótica de esta zona, generalmente se encuentra todo el año y es principalmente porque El Charco del Ingenio está rodeado de zonas agropecuarias, siendo que esta es un ave acompañante del ganado.

*Fulica americana* es una especie de distribución desde Canadá hasta América del sur (Chile y Argentina), pueden permanecer en sus lugares de origen, aunque generalmente migran al sur. Su anidación es en lugares cubiertos por cañas altas, y la zona de estudiada brinda estas condiciones.

*Oxyura jamaicensis* es un pato que se distribuye en toda América del Norte, habita en zonas pantanosas, lagos y anidad localmente en sitios de agua dulce, con vegetación densa, migran hacia zonas cálidas.

Es interesante observar que en la mayoría de los meses se tiene como abundante a una especie considerada como residente que es *Anas diazi*, en enero se tiene a *Spatula clypeata* que es un ave migratoria y que podría indicar el máximo de la migración de la especie y en octubre a *Bubulcus ibis* que es una especie que aunque esta todo el año, se observa su abundancia en un mes en donde termina la época de tener únicamente especies residentes y se va a iniciar el arribo de las especies migratorias.

También se observaron especies con menor abundancia como *Anhinga anhinga* que a pesar de solo haber observado y contabilizado dos individuos de la especie es un aporte importante ya que es un nuevo registro de especie para la Presa las Colonias en El Charco del Ingenio y de acuerdo con la información contenida en Aves de México (CONABIO, 2020), también es un nuevo registro para el estado de Guanajuato. Las anhingas son especies residentes en México con distribución principalmente en las costas, aunque también hay registros en el interior de la Republica, dos avistamientos en la Ciudad de México y uno en Querétaro; Cifuentes Sarmiento (2016) reporta que esta ave tiene un comportamiento solitario.

Otras especies raras fueron *Spatula cyanoptera* y *Gallinago delicta* de las cuales se registró un individuo de cada una, ambas especies son migratorias de invierno en México. *Spatula cyanoptera* tiene una preferencia por hábitats abundantes en vegetación emergente, así como pantanos grandes y permanentes, durante su estadía en México son más comunes en campos húmedos agrícolas, estuario y manglares (All About Birds, 2019). Debido a la cacería, *Gallinago delicta*, disminuyó su población a partir del siglo XIX, su observación es complicada debido a que suelen ser solitarias y alimentarse en las orillas fangosas de ríos y estanques, pastizales húmedos y campos agrícolas inundados lo que permite su camuflaje (Audubon, 2020).

### ***Abundancia por mes de monitoreo***

Además de las especies más abundantes en todo el monitoreo, también se determinaron las cinco especies con mayor abundancia en cada mes de monitoreo. Durante los primeros cuatro meses del trabajo realizado en campo, se identificó que dentro de las cinco especies más abundantes en cada uno de ellos se encuentran al menos cuatro especies de la familia

Anatidae, lo cual es coincidente con lo indicado por Clemente (2010), quien menciona que dentro de las aves acuáticas las subfamilias Anatinae y Anserinae son las más dependiente de los ecosistemas constituidos por un humedal. Por otro los anátidos tienden a preferir o ser más abundantes en humedales con vegetación emergente constituida por *Cladium jamaicense* y *Typha latifolia* (Córdoba Ávalos, 2002); durante el trabajo de campo se observó *Typha sp.* como parte de la constitución vegetal de las islas ubicadas al centro del humedal.

En los últimos dos meses de monitoreo *Bubulcus ibis* fue de las especies más abundantes, coincidente con los registros de Naturalista (2020), donde las observaciones disponibles hasta el momento de esta especie en el estado de Guanajuato están registradas durante el mes de septiembre. Respecto a la mayor abundancia de *Tachybaptus dominicus* y *Fulica americana*, puede inferirse que el número de individuos aumentó ya que en estos meses se identificó a parejas de aves alimentando a sus crías en distintos puntos del humedal. Pérez-Valadez (2017), reporta que en los meses de mayo, julio, septiembre y octubre se encuentran sitios de anidación de *Tachybaptus dominicus* en cuerpos de agua artificiales, característica del humedal de El Charco del Ingenio.

Como se pudo observar en los resultados, las cinco especies más abundantes durante todo el monitoreo, no se mantuvieron como las de mayor abundancia por mes, sin embargo independientemente a su estado migratorio, se encontraron en el humedal durante la primavera, otoño e invierno, por lo que sería conveniente realizar el monitoreo en los meses correspondientes al verano, para determinar la posible residencia de estas especies en El Charco del Ingenio, poniendo especial atención en *Spatula clypeata* ya que de las cinco especies, esta es la única estrictamente migratoria de invierno en México (CONABIO, 2020). Respecto a esta especie si toda la población monitoreada en el humedal es de carácter migratorio, no debería estar presente en los meses de mayo a agosto (meses no monitoreados) y el aumento de la población se daría desde noviembre hasta marzo Castillo Guerrero *et al.* (2001), dinámica observada en este trabajo.

La presencia de *Anas diazi*, a lo largo de todos los meses de monitoreo corrobora la importancia de El Charco del Ingenio para su conservación al ser una especie protegida por ordenamientos mexicanos como ya se mencionó anteriormente, por otro lado la abundancia tan alta de esta especie en distintas temporadas del año, así como el registro de su reproducción, son aportes muy importantes para seguir fomentando la prevalencia y

conservación de este sitio, ya que de acuerdo con Pérez Arteaga (2019) Guanajuato es la principal área de distribución de esta especie.

*Oxyura jamaicensis*, es una especie con poblaciones tanto residentes como migratorias en el estado de Guanajuato (CONABIO, 2020). La presencia de esta especie durante los seis meses de monitoreo podría indicar que, una parte de la población de *Oxyura jamaicensis* que se monitoreó en El Charco del Ingenio es residente permanente y otra parte de la población es migratoria, con esto podría explicarse el aumento de su abundancia durante el mes de diciembre, por el arribo de individuos durante la migración de invierno; lo anterior es una dinámica similar a la ya observada por Rodríguez-Casanova *et al.* (2018).

Respecto a la especie *Bubulcus ibis*, su mayor abundancia se registró en el mes de septiembre y octubre cuando probablemente se lleve a cabo la época de reproducción de esta especie en El Charco del Ingenio, ya que los individuos registrados en estos meses presentaron plumaje de color canela en la corona y espalda, así como, las patas de color amarillo-naranja, características morfológicas propias de la especie en esta etapa de su ciclo de vida. A pesar de ser una especie exótica y que su adaptación ha sido exitosa en nuestro país, no compite por alimento con otras especies de garzas, aunque si se ha reportado cierta competencia por sitios de anidación y material de construcción para estos. La especie de garza con la cual se ha documentado dicha competencia es *Cochlearius cochlearius*, sin embargo, no ha sido registrada en este humedal hasta el momento (Gómez de Silva *et al.*, 2005).

Durante el mes de septiembre se observó a la especie *Fulica americana* cuidando de sus crías en estado juvenil dentro del humedal, por lo que considerando el tiempo que dura la incubación que es de entre 21 y 25 días (Audubon, 2020), se infiere que la reproducción de esta especie se llevó a cabo durante el verano, tal como lo reporta López-Islas *et al.* (2017) para México. Por las características morfológicas de los polluelos observados, es probable que durante el mes de agosto se pudieran observar a las crías aun sin emplumar, con lo anterior el aumento de la abundancia en el mes de octubre pudo deberse a que los adultos aún mantienen cuidados parentales con sus crías, pero estas ya poseen casi el plumaje de adulto y pueden ser más independientes, sin deslindarse completamente de los padres y permaneciendo en grupos más grandes conformados por individuos de la misma especies, los cuales les brindan protección mientras comienzan a alimentarse por sí mismos y con ello asegurar su supervivencia, el comportamiento anteriormente descrito fue observado en El Charco del Ingenio, durante este mes.

Castillo *et al.* (2001), observaron en un estanque de agua dulce con características climáticas y tipo de vegetación similar a las presentes en el humedal de El Charco del Ingenio, abundancia alta de tres de las cinco especies que se registraron en este trabajo como más abundantes, las cuales son *Oxyura jamaicensis*, *Fulica americana* y *Spatula clypeata*, es probable que estas especies tiendan a preferir sitios de poca corriente y profundidad, convirtiendo al humedal de estudio como una zona de predilección al brindarles descanso y condiciones adecuadas durante su migración al estar en una zona árida.

### ***Especies persistentes durante los seis meses de monitoreo.***

Al analizar los datos obtenidos, se identificó la presencia de nueve especies persistentes en todos los meses de monitoreo, las cuales son:

*Actitis macularius* fue la especie con menor abundancia, sin embargo al estar presente durante los seis meses de monitoreo es posible que las condiciones que se encuentran en El Charco del Ingenio sean propicias para su establecimiento futuro, al igual que para *Spatula clypeata*, ya que de esta especie se observaron ejemplares juveniles o con plumaje de muda (eclipse), el cual se presenta posterior a la reproducción (Boreal Songbird Initiative, 2015), lo cual es poco frecuente en México, ya que su reproducción se efectúa en Norte América, reportándose como sitios de reproducción el este de Estados Unidos, el sur de Canadá y sudoeste de Alaska (Roberts y Conover, 2015). *Anas diazi* fue la especie mayormente representada, esta especie como se mencionó anteriormente se encuentra incluida en las NOM-059-SEMARNAT-2010 en categoría de amenazada, ubicando a El Charco del Ingenio como un sitio prioritario para su conservación, debido a que la especie puede considerarse como residente de este sitio y que las condiciones que encuentra son adecuadas para su establecimiento y reproducción, ya que se avistaron patos adultos con crías.

Otra especie residente en el humedal es *Tachybaptus dominicus*, de la cual también se confirmó que se reproduce en el humedal, siendo de suma importancia ya que es una especie que se encuentra en la NOM-059 como sujeta a protección especial. *Podilymbus podiceps*, *Fulica americana*, *Himantopus mexicanus*, *Oxyura jamaicensis*, *Plegadis chihi*, están categorizadas como especies que tienen poblaciones residentes y migratorias en México, con la información obtenida en este trabajo, es posible que la comunidad que se monitoreó en el humedal sea de carácter residente por su presencia durante los seis meses

de trabajo, coincidiendo con Del Olmo *et al.*, (2013), quienes reportan para el estado de Guanajuato dichas especies como residentes, sin embargo para confirmarlo se requeriría realizar un monitoreo durante los cinco meses faltantes. *Fulica americana* y *Podilymbus podiceps* también acceden a los requerimientos necesarios dentro del humedal para reproducirse y en los meses de septiembre y octubre se pueden observar sus crías.

### **Parámetros para los meses muestreados**

#### *Riqueza específica*

De acuerdo con los resultados, el número de especies que se encuentran dentro del humedal cambian de acuerdo con el mes de monitoreo.

En el mes de septiembre se presentó el menor número de especies, lo cual pudo deberse probablemente a las condiciones atmosféricas, ya que en este mes se presentó un mayor porcentaje de nubosidad, aproximadamente el 78%, siendo el 15 de septiembre el día que se registró una mayor nubosidad con un 80% (Weather Spark, 2020); en este día se realizó uno de los monitoreos en campo y de acuerdo con Gómez (2006), el número de especies registradas en un día nublado tiende a ser menor, asimismo este mes se considera el último en el cual se registran las especies residentes únicamente, ya que en octubre inicia el arribo de las especies migratorias.

Por el contrario en febrero el número de especies fue mayor porque se registraron aproximadamente el 91% de los anátidos respecto al registro total de este estudio, y de acuerdo con Rodríguez-Casanova (2018), este es el mes en el que los patos comienzan comportamientos de cortejo y emparejamiento. Respecto a las avocetas y playeros únicamente no se registró una especie de todas las registradas en el total de monitoreos efectuados en campo, esto puede deberse a que en este mes el nivel de agua en la presa comenzó a bajar, formando zonas más bajas similares a costas o playas con una mayor cantidad de fango, en las cuales estas especies por su comportamiento alimentario tienden a permanecer debido a que encuentran una mayor disponibilidad de invertebrados (Audubon, 2020).

#### **Número de individuos**

El mayor número de individuos contabilizados se presentó en el mes de marzo. Estuvo dado por *Anas diazi*, el cual prefiere aguas someras para su establecimiento (Mercado Reyes, 2012), características que estuvieron presentes durante marzo en el humedal. En el mes

de octubre, el nivel de agua en la presa fue máximo, inclusive se pudo observar la formación de una cortina de agua, por el desbordamiento de la misma, permitiendo el avistamiento de un mayor número de individuos de especies de tamaño más grande como, los representantes de la familia Ardeidae, destacando *Bubulcus ibis*, de la cual se observó una gran cantidad de individuos, coincidiendo con lo que indican Gómez *et al.* (2015), que las garzas bueyeras en el mes de octubre forman bandadas junto a cuerpos de agua, creando dormideros masivos.

### **Diversidad**

Los resultados obtenidos en el índice de diversidad de Simpson, el humedal de El Charco del Ingenio posee una diversidad alta, es decir, que las condiciones ambientales y las características físicas del humedal son adecuadas para el establecimiento de aves acuáticas.

De acuerdo con el índice de dominancia de Simpson no hay especies dominantes en el humedal y el que se hayan observado especies que cuentan con una cantidad alta de individuos, como *Anas diazi*, no influye de manera directa sobre el cálculo de la dominancia porque también hay otras especies como *Spatula clypeata*, *Bubulcus ibis*, *Fulica americana*, *Gallinula galeata* y *Oxyura jamaicensis* que también están representadas por una gran cantidad de individuos. Respecto a los valores obtenidos en los índices de Shannon-Weaver y Margalef, se obtuvo valores que oscilan en una diversidad media.

El índice de diversidad que se aplique para el análisis de un determinado conjunto de datos dependerá del aspecto biológico que desee analizar de la comunidad (Moreno, 2001). El índice de Simpson es muy común en su uso para medir la dominancia de las especies y en muchos casos se aplica el inverso para poder estimar a su vez la diversidad (Ortega-Rivera *et al.*, 2013, Alcalá Galván *et al.*, 2016). El índice de Shannon-Weaver permite medir la equidad y la relación que mantiene con la riqueza específica, sin embargo, es un índice criticado por la dificultad en su interpretación biológica y la limitante de la transformación logarítmica (Hurlbert, 1971 en Moreno, 2001).

La principal ventaja de los índices de diversidad es que sintetizan toda la información obtenida en un solo valor, lo que hace posible la comparación en un hábitat con respecto a la dominancia, equidad y riqueza que se lleguen a determinar en un estudio, es deseable

escoger solo un parámetro de diversidad al momento de procesar datos que tienen el mismo origen, para así evitar un sesgo en la información o redundancia. (Moreno, 2001). Por lo tanto, en el caso específico de este trabajo se podría seleccionar al índice de diversidad de Simpson como el que arroje mejores resultados al obtenerse como el inverso de la dominancia, de ese modo otorga la ventaja de obtener dos parámetros de manera simultánea.

### **Parámetros por muestreos matutinos y vespertinos.**

La riqueza de especies, el número de individuos y la diversidad, no se ven influenciados por la hora en la cual se realice el monitoreo, muy probablemente el número de especies que se observen por la mañana será el mismo que el que se observe por la tarde, lo cual tiene sentido, ya que se monitorea la misma comunidad, que al estar constituida únicamente por aves acuáticas comparten algunos hábitos que están dados por su historia de vida, por ejemplo las horas del día en las que suelen alimentarse, descansar, o dormir y además según Kaufman (2005), las aves acuáticas se ven menos afectadas por la hora del día para realizar sus actividades. El hecho de que no hay variaciones en la comunidad entre los monitoreos matutinos y vespertinos, también es coincidente con lo reportado por Cursach *et al.* (2010), quien en un estudio similar, no observó diferencia entre el número de especies registradas por la mañana que por la tarde.

Los parámetros calculados tampoco se ven afectados por la estacionalidad y condiciones ambientales presentes durante la mañana y la tarde en cada uno de los meses monitoreados, a excepción del mes de diciembre, donde se presentó una diferencia entre el número de individuos observados, esto podría deberse a un error de monitoreo, ya que el primer monitoreo realizado en todo el trabajo de campo fue el de diciembre por la tarde, en este momento se aplicó la metodología por primera vez y el tiempo de observación aún no estaba estandarizado, dedicando menos tiempo al conteo de individuos. Al siguiente día, por la mañana se fijó el tiempo dedicado por monitoreo que se aplicó en todo el trabajo de campo realizado.

### **Parámetros por puntos de conteo**

#### **Riqueza Específica**

El número de especies observadas puede cambiar de acuerdo con el punto de conteo, esto puede estar influenciado por las características físicas presentes en el humedal como la



superficie inundable de cada punto, la cual varía y expone superficies con poca o nula inundación, espacios aprovechados por especies con distintos hábitos; otro factor importante podría ser la estructura de la vegetación presente en determinado punto (Bojorges-Baños, 2011).

### ***Número de Individuos***

Entre los diferentes puntos de conteo las variaciones en el número de individuos contabilizados no fue significativa, sin embargo en la mayoría de los mapas elaborados se pudo observar que en los puntos que se contabilizó menor número de individuos, son aquellos que están más expuestos, es decir con poca vegetación o también son zonas de mejor accesibilidad al tránsito humano, y debido a que las aves tienen una gran variedad de respuestas a los disturbios originados por la presencia del hombre, tendería a evitar estos sitios (Contreras Navarrete, 2016), por ejemplo algunas especies en cuanto detectan la presencia humana emprenden el vuelo, moviéndose de sitio, lo que dificulta su contabilización.

### ***Coefficiente de similitud de Jaccard***

Existe una gran cantidad de formas de estimar que tan similares o disímiles son las comunidades, pares de sitios o muestras (IIRBAH, 2006), debido particularmente a que los límites de las comunidades pueden ser o no evidentes, sin embargo, las relaciones de semejanza pueden ser expresadas numéricamente y uno puede establecer límites arbitrarios, lo que reduce la subjetividad considerablemente.

Una expresión matemática muy simple para expresar la semejanza entre comunidades es el coeficiente propuesto por Jaccard (índice de Jaccard). Este índice se basa en la relación de presencia- ausencia entre el número de especies comunes en dos áreas y en el número total de especies, relacionando el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas (Muller-Landau, 2002; MacKenzie *et al.*, 2004).

En este estudio se utilizó en Índice de Jaccard para comparar sitios dentro de un humedal, considerando un análisis de la diversidad beta a través de métodos de clasificación o de ordenación, los cuales se basan en análisis de matrices ya sea a partir de datos cualitativos o cuantitativos, en los que las muestras se ordenan según las especies encontradas en cada una de ellas, dando como resultado dendrogramas. (IIRBAH, 2006)

Asimismo, se tiene la hipótesis de la heterogeneidad ambiental que nos dice que ambientes heterogéneos permiten ser colonizados por un mayor número de especies, con lo cual aumenta la diversidad.

La vegetación tiene una estructura particular que permite distinguir distintos fragmentos a diferentes escalas espaciales (paisaje, comunidad o parche). Esta estructura de la vegetación puede ser descrita en términos de caracteres que definen su heterogeneidad vertical, horizontal, así como su fisonomía (Cava, 2013.), lo que influye fuertemente en la distribución de las especies de fauna. (Lawton 1983, Tews *et al.* 2004).

También se tienen cambios en el tiempo, particularmente en el tipo de vegetación que se encuentra en El Charco del Ingenio, ya que en tiempo de lluvias el humedal presenta una gran variedad de vegetación, mientras que en la temporada de sequía esta estructura se pierde.

“La hipótesis de la heterogeneidad del hábitat” asume que la complejidad del hábitat puede proveer de más nichos ambientales y de diversas formas de explotar los recursos del ambiente y así incrementar la diversidad de especies (Bazzaz 1975). La estructura y la heterogeneidad del hábitat pueden afectar considerablemente la composición y la diversidad de una amplia variedad de ensamblajes de especies en los sistemas terrestres (Uetz 1979, Lassau y Hochuli 2004).

### ***Similitud entre meses***

Las condiciones presentes en el humedal debido a la temporalidad, pueden ser un factor que influya en las especies que se pueden observar, durante los meses de febrero y marzo, meses considerados como el final del invierno (Medina Torres *et al.*, 2007) se observó que el humedal comenzó a disminuir el nivel de agua y se presentaron secciones en la presa completamente secas, aunado a esto la temperatura mínima promedio de ambos meses durante los días de monitoreo fue igual, 10°C y la máxima únicamente vario en un grado 27°C para febrero y 26°C en marzo. Entre estos dos meses de monitoreo únicamente no se comparten tres especies, *Anas acuta* *Gallinago delicata* y *Mareaca americana*, de las cuales, de las dos últimas se contabilizó un individuo durante febrero, entre estos meses se comparten la mayoría de anátidos los cuales tienen preferencia por aguas someras (Hernández Vázquez S. 2005, Mercado Reyes, 2012).

Respecto a septiembre y octubre meses que de acuerdo con Medina Torres (2007) marcan el inicio del otoño, el nivel de agua fue mayor, y se percibía una pequeña corriente en

dirección a la cortina de la presa, la temperatura máxima promedio para los tres días de monitoreo fue 26°C y la mínima difirió solamente por un grado 13°C y 14°C para septiembre y octubre respectivamente. Entre estos meses se comparten once especies, entre la cuales están incluidas especies de mayor tamaño como las garzas; estas requieren una mayor disponibilidad de alimento y dentro de la cadena trófica se consideran consumidores secundarios en los humedales, por lo tanto con el aumento de la profundidad de la presa podrían acceder a una mayor disponibilidad de alimento, además entre las distintas especies de esta familia se observan similitudes morfométricas y comportamentales con recurrencia a la simpatria (Lorenzón *et al.*, 2012).

### ***Similitud entre puntos***

En todos los dendrogramas, se mantuvo la constante de que los puntos de conteo 1 y 2 presentaron la mayor similitud o se encuentran dentro del mismo grupo, la similitud puede estar dada por las condiciones físicas del sitio y principalmente por lo alejado que se encuentran de la presencia humana, zonas que las aves prefieren debido a que tiende a ser vulnerables a las perturbaciones, mayormente las especies migratorias que las residentes (Hockin *et al.*, 1992 y Burger *et al.*, 1995 en Vilugrón Torres *et al.*, 2016) en dichos puntos se pueden observar 23 especies compartidas que representan el 70% de las especies observadas, pertenecientes a distintas familias con alimentación, reproducción y comportamiento completamente distinto

Respecto a los puntos 3 y 4, como se mencionó anteriormente se encuentran cerca de la cortina de agua de la presa, asimismo hay una isla central que probablemente es compartida por las especies que se observaron en estos puntos, siendo un sitio de descanso común para las aves que se pueden observar en estos sitios. Entre estos puntos se comparte el 49% de las aves registradas en todo el humedal, dentro de las cuales destaca la presencia de las tres especies de la familia Podicipedidae, esto puede deberse a que en estos puntos el agua mantiene un nivel superior y es la última zona en desecarse, siendo estas las condiciones adecuadas para los zambullidores, los cuales se sumergen en busca de alimento y nadan pequeñas distancias impulsándose con las patas (Audubon, 2020).

De manera general en los distintos puntos, las condiciones, físicas y ambientales son similares, porque se tiene un coeficiente de similitud alto, concluyendo que la presa en su

conjunto posee las condiciones adecuadas para el establecimiento de diversas familias de aves acuáticas.

Muchas de las especies tienen su sitio de anidación en las zonas con mayor cobertura de vegetación por lo que pasan su tiempo mayoritariamente en estas zonas, en los meses de febrero y marzo se observó una gran cantidad de juveniles.

La distribución de las especies también podría deberse a la disponibilidad de alimento, considerando en general a los invertebrados, actualmente se está realizando un estudio para determinar la distribución de estos en la zona.

Es necesario mencionar que durante el desarrollo de este trabajo se sometió El Charco del Ingenio para ser considerado como Sitio RAMSAR, utilizando parte de la información generada para el soporte del documento que fue desarrollado.

Bajo el concepto de gestión del medio ambiente, son indispensables los cambios en el modelo tradicional de gobernar, que es proceso unidireccional (de los gobernantes a los gobernados) a otro multi-direccional donde los actores sociales influyen en las decisiones del gobierno, y en donde la gobernanza es definida como el proceso de dirección sociopolítica que incrementa las interacciones de los actores sociales y gubernamentales debido a la adaptación del gobierno a condiciones de mayor complejidad social, económica y política (Peters y Pierre, 2005).

Aguilar-Villanueva (2010) menciona que la gobernanza es una respuesta a las nuevas tendencias en las políticas y administración públicas que buscan una relación más equilibrada entre el conocimiento académico y el político, una mayor participación de actores sociales y una revaloración de las capacidades gubernamentales y sociales.

Actualmente es indiscutible que los asuntos ambientales han ocasionado una mayor participación social en el proceso de toma de decisiones, principalmente por los problemas que afectan a la sociedad.

Nain (2015) indica que la política ambiental presenta peculiaridades frente a otras arenas de política, debiéndose considerar la complejidad de los sistemas ambientales en los que se pretende influir, donde confluyen procesos ecológicos, necesidades sociales, instituciones y relaciones culturales (Leff, 2000; Ludwig *et al.*, 2001).

Es necesario considerar los diversos intereses de los actores involucrados, para poder incluir en la gobernanza ambiental el conocimiento tradicional, los intereses políticos y la

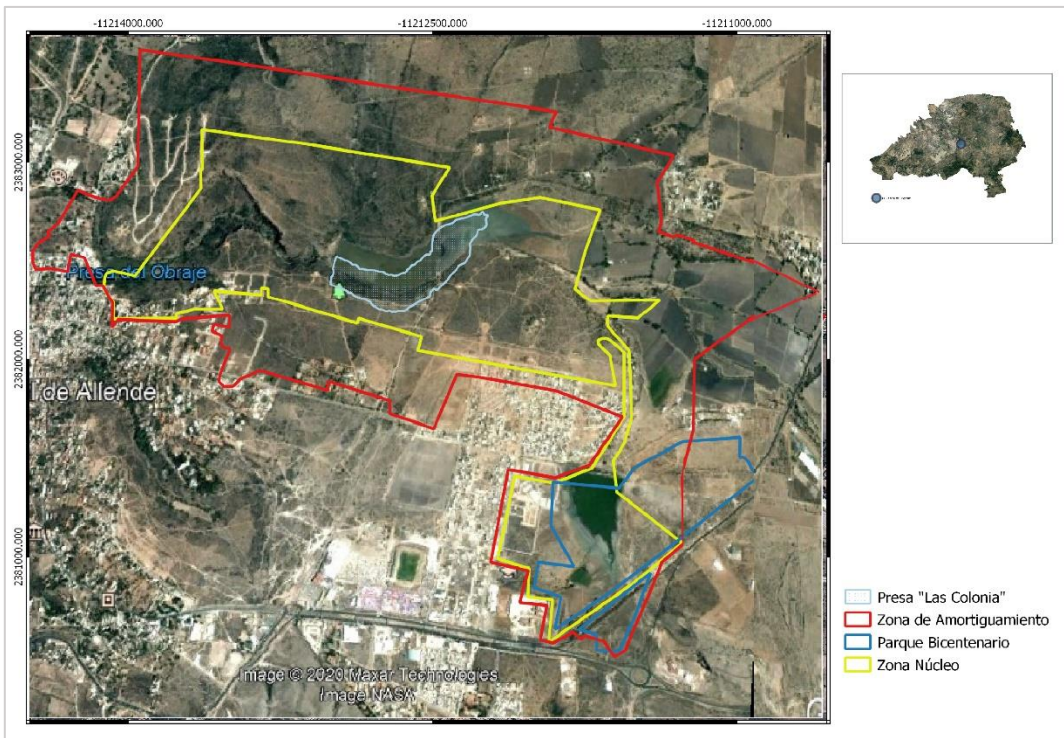
información académica. Los procesos de participación pueden aportar beneficios como aumentar la comunicación entre los actores, disminuir los conflictos, incrementar la legitimidad política y, en general, aumentar la calidad y durabilidad de las decisiones políticas (Morse *et al.*, 2007).

Bolongaro *et al.*, (2016). En un análisis de diez destinos turísticos, respecto a su vulnerabilidad al cambio climático, indican que de acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2012), San Miguel de Allende enfrenta una problemática severa que afectan los recursos naturales.

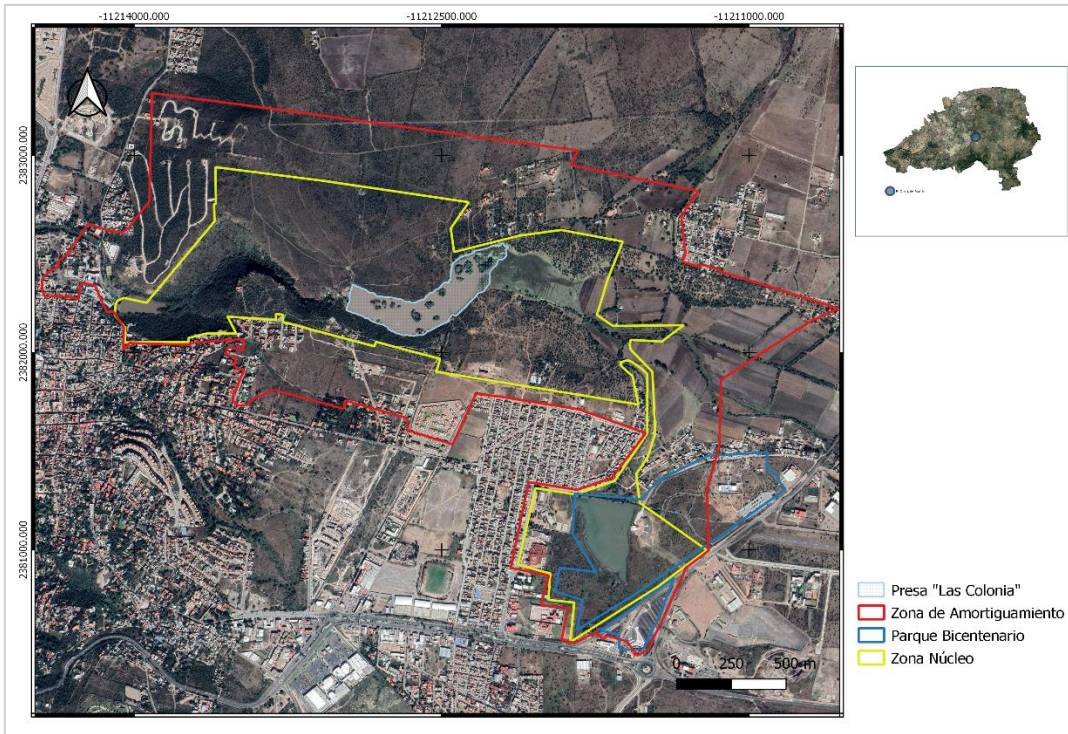
Entre los que se puede mencionar el cambio de uso de suelo, comercio ilegal de especies arbóreas, contaminación del Río la Laja y de otros cuerpos de agua por desagües urbanos directos, introducción de especies acuáticas exóticas, manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos y menciona que San Miguel de Allende no se cuenta con un ordenamiento urbano, ecológico y turístico, por lo que la expansión urbana y turística no ha proliferado de forma ordenada y sustentable.

De acuerdo con datos disponibles en SEDESOL (2013 y 2017), el crecimiento poblacional en San Miguel de Allende ha sido exponencial, en el año 2005 era de 139,297 habitantes, en el año 2010 de 160,383 habitantes y en el año 2015 de 171,857.

A continuación, se representa de manera geoespacial el incremento de la marcha urbana alrededor de El Charco del Ingenio del 2003 a la fecha (*Figura 42 y 43*).



**Figura 42. Mapa de la ADVC El Charco del ingenio 2003. Mapa de elaboración propia con información de Google Earth, empleando una capa del año 2003.**



**Figura 43. Mapa de la ADVC El Charco del ingenio 2020. Mapa de elaboración propia con información de Google Satellite, empleando una capa del año 2020.**

Como se puede apreciar en los mapas anteriores (*Figura 42 y 43*) en los últimos se ha incrementado en número de complejos habitacionales en los alrededores de El Charco del Ingenio e incluso dentro de la zona de amortiguamiento, por lo que es de vital importancia seguir fomentando la investigación científica de diferentes áreas dentro de El Charco del Ingenio, para generar información innovadora y de calidad, con la finalidad de fomentar la participación de múltiples actores, para fomentar su conservación y protección.

## CAPITULO VIII

### CONCLUSIONES

- En este estudio se identificaron 33 especies habitando en el humedal, que corresponden al 72% de las especies registradas históricamente.
- Se obtuvo un nuevo registro de especie para el estado de Guanajuato: *Anhinga anhinga*
- De las 33 especies registradas 12 son migratorias, 4 residentes y 17 con hábitos tanto residentes como migratorios.
- Trece especies registradas en el Humedal están consideradas como Prioritarias para la Conservación.
- Se registraron dos especies con estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Tachybaptus dominicus* (Pr) y *Anas diazi* (A).
- La especie más abundante en el humedal es *Anas diazi*, seguido de *Spatula clypeata*, *Bubulcus ibis*, *Fulica americana* y *Oxyura jamaicensis*
- En la mayoría de los meses se tiene como dominante a una especie considerada como residente que es *Anas diazi*.
- En enero se tiene como especie dominante a *Spatula clypeata* que es un ave migratoria.
- Se identificaron nueve especies que están presentes en el humedal durante todo el año.
- La riqueza específica mayor se tiene en febrero con 25 especies y la menor es en septiembre con 18.
- El Índice de Diversidad de Simpson indica la mayor diversidad para el mes de enero y la menor diversidad en febrero.
- El Índice de Diversidad de Shannon-Weaver indica la mayor diversidad para el mes de enero y la menor diversidad en septiembre.
- El Índice de Diversidad de Margalef indica la mayor diversidad para el mes de febrero y la menor diversidad en septiembre.
- Se calcularon los Índices de Diversidad de Simpson, de Shannon-Weaver y de



Margalef para los muestreo matutinos y Vespertinos y no se encontraron diferencias significativas entre ambos.

- Se calcularon los Índices de Diversidad de Simpson, de Shannon-Weaver y de Margalef para los puntos muestreo, incorporando las variables de matutinos y Vespertinos y se encontraron diferencias significativas.
- Para el Índice de Simpson el valor más alto de 0.89 se registró en el Punto 1 en diciembre por la tarde, y el valor más bajo de 0.46 se registró en septiembre en el punto 1 por la tarde.
- Para el Índice de Shannon-Weaver el valor más alto de 2.41 se registró en el Punto 1 en diciembre por la tarde, y el valor más bajo de 1.161 se registró en septiembre en el punto 1 por la tarde.
- Para el Índice de Margalef el valor más alto de 2.69 se registró en el Punto 4 en diciembre por la tarde, y el valor más bajo de 1.1 se registró en enero en el punto 5 por la mañana.
- El Coeficiente de Similitud de Jaccard, para los meses trabajados es de 0.8732, lo que indica que entre los meses se comparte un número similar de especies, debido a la presencia de las especies residentes.
- El Coeficiente de Similitud de Jaccard para los puntos de conteo es de 0.7873, lo que indica que se comparten especies en todos los puntos.
- La Reserva Natural El Charco del Ingenio presenta cuatro unidades paisajísticas: La zona de la Reserva ubicada al Norte; El Cañón; La Presa Las Colonias y La ladera Sur.
- El Charco del Ingenio es un humedal con características y diversidad
- De acuerdo con los resultados obtenidos a lo largo de esta investigación se aportó información para el llenado de la Ficha Informativa Ramsar.
- apropiadas para ser considerado un humedal del Importancia Internacional.
- La Presa “Las Colonias”, es un humedal con una diversidad de especies alta, distribuidas en proporciones homogéneas.
- El humedal posee sitios propicios para el establecimiento y conservación de las aves acuáticas.
- Al ser la única zona protegida en el área, representa un sitio sustantivo para recibir y mantener a las especies de aves acuáticas residentes y migratorias.

- En el contexto de la gobernanza ambiental se deben tener procesos participativos para incrementar el conocimiento sobre los sistemas ambientales y mejorar la calidad de las decisiones políticas.
- En el Municipio de San Miguel de Allende, y en particular en materia ambiental, se consideren los intereses de todos los actores involucrados, para que la gestión deje de ser un proceso basado en el gobierno tradicional para efectivamente incorporar a los actores sociales y convertirse en un proceso de gobernanza.

### **Recomendaciones**

- El humedal estudiado es un humedal artificial que durante una época del año permanece seco, se requiere implementar acciones para mantener el agua de forma constante en la zona.
- Los arroyos que aportan el agua a este humedal pasan por zonas habitadas y zonas con industria, se podría coleccionar el agua producida por estas y establecer una planta de tratamiento de aguas residuales y contar con un aporte continuo de agua hacia el humedal.
- Se deben realizar más estudios para comprender la estructura y la dinámica del ecosistema y tomar en cuenta los factores ecológicos y socioeconómicos para el aprovechamiento de los recursos.
- Establecer zonas más aisladas para la observación de las aves y no causar perturbaciones.
- Retomar algunas de las estrategias presentadas por la Convención Ramsar para el periodo 2016-2024 como son:
  - ❖ Identificar y priorizar especies exóticas invasoras y sus vías de entrada y expansión, se controlan o erradican las especies exóticas invasoras prioritarias y se preparan y aplican medidas de manejo para evitar su introducción y establecimiento.
  - ❖ Mantener o restaurar las características ecológicas de los sitios Ramsar a través de una planificación eficaz y un manejo integrado.
  - ❖ Hacer frente a las amenazas de los sitios con riesgo de cambios en sus características ecológicas
  - ❖ Demostrar, documentar y divulgar ampliamente las funciones, los servicios y los beneficios de los humedales.
  - ❖ Mayor sostenibilidad de sectores clave como el agua, la energía, la minería,

la agricultura, el turismo, el desarrollo urbano, las infraestructuras, la industria, la silvicultura, la acuicultura y la pesca cuando estos afectan a los humedales, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad y a los medios de vida de las personas.

- ❖ La conservación y el uso racional de los humedales se integran a través de la comunicación, el desarrollo de capacidad, la educación, concienciación y participación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, F. J. y M. Herzig. 2002. Manual para el manejo y la conservación de los humedales de México. Tercera edición actualizada y corregida. Publicación especial bajo colaboración de la Dirección General de Vida Silvestre - SEMARNAT, Arizona Game and Fish Department, North American Wetland Conservation Act, U.S. Fish and Wildlife Service, Convencion Ramsar, U.S. State Department, Ducks Unlimited of Mexico-A.C., Pronatura Noreste, Canadian Wildlife Service y Society of Wetlands Scientists. Phoenix, Arizona.
- Acosta, M., L. Mugica y S. Aguilar. 2013. Protocolo para el monitoreo de aves acuáticas y marinas. Centro Nacional de Áreas Protegidas, La Habana, Cuba.
- Aguilar, V. 2003. Aguas continentales y diversidad biológica de México: un recuento actual. *Biodiversitas* 8(48): 1-16.
- Aguilar-Villanueva, Luis F. 2006., Fondo de Cultura Económica, México
- All About Birds. 2019. Cinnamon Teal, Life History. Cornell University. Disponible en [https://www.allaboutbirds.org/guide/Cinnamon\\_Teal/lifehistory](https://www.allaboutbirds.org/guide/Cinnamon_Teal/lifehistory). Consultado en mayo 2020.
- Alcalá Galván, C.H, J. E. Maytorena Gaytán, L. D. Colosio, R. Barraza Guardado, E. O. Rueda-Puente. 2016. Caracterización Ecológica Cuantitativa De La Vegetación En Sitios De La Costa Central Del Golfo En El Desierto Sonorense *European Scientific Journal*. vol.12, No.35 ISSN: 1857 – 7881.
- Alldredge, M.W., K.H. Pollock y T.R. Simons. 2006. Estimating detection probabilities from multiple–observer point counts. *The Auk* 123:1172–1182.
- Alldredge, M.W., K.H. Pollock, T.R. Simons, J.A. Collazo y S.A. Shriner. 2007. Time of detection method for estimating abundance from point–count surveys. *The Auk* 124:653– 664. Anderson, D.L. 2009. Ground versus canopy method for the study of birds in tropical forest canopies: implications for ecology and conservation. *The Condor* 111:226–237.
- Amezaga, J. M., L. Santamaría y A.J. Green. 2002. Biotic wetland connectivity—supporting a new approach for wetland policy. *Acta Oecologica* 23. 213–222 pp.

- Arizmendi, M. C. 2001. Multiple ecological interactions: nectar robbers and hummingbirds in a highland forest in Mexico. *Canadian Journal of Zoology* 79:997-1006.
- Arriaga Cabrera, L., Aguilar Sierra, V. y J. Alcocer Durand. 2000. Aguas continentales y diversidad biológica de México. México.
- Arriaga, L., J. Espinoza, J. Aguilar, C. Martínez, E. Gómez, L. y Loa, E. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. CDMX. 609pp.
- Audubon. 2020. Guía de Aves de América del Norte. National Audubon Society. Disponible en <https://www.audubon.org/es/guia-de-aves>. Consultado en mayo 2020.
- Ávila Baray, H. L. 2006. Introducción a la Metodología de la Investigación. Edición electrónica. Cuauhtémoc (Chihuahua), Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, Disponible en: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2006c/203/index.htm>. Consultado en abril 2020.
- Ayuntamiento de San Miguel de Allende. 2012-2015. Tercer Informe de Gobierno. Disponible en <https://sanmigueldeallende.gob.mx>. Consultado en agosto 2019.
- Baev, P. V. Y L. D. PENEV. 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, SofiaMoscow, 57 pp.
- Badii, M. H., J. Landeros., y E. Cerna. 2008. Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. *International J.G. Conscience*. 3(1): 632-660.
- Barbour, M. T., J. Gerritsen, B. D. Snyder y J. B. Striblig. 1999. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, Benthic macroinvertebrates and fish. US Environmental Protection Agency. Washington.
- Barlanga, R. C. A. y A. Ruiz L. 2004. Análisis comparativo de los sistemas clasificatorios de humedales, Instituto Nacional de Ecología/Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, México. 68 pp.
- Bazzaz, F.A. 1975. Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern Illinois. *Ecology*, 56: 485-488.
- Bautista, Z. F., Ed. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición: UNAM. 387 Pags.

- Berlanga-Robles, César Alejandro, Ruiz-Luna, Arturo, & Lanza Espino, Guadalupe de la. 2008. Esquema de clasificación de los humedales de México. *Investigaciones geográficas*, (66), 25-46. Disponible en. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46112008000200003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112008000200003&lng=es&tlng=es). Consultado en junio 2019
- Berlanga, H. y V. Rodríguez. 2010. Las aves migratorias: a prueba de muros. *Especies* 19(1): 16-24.
- Berlanga H., J. A. Kennedy, T. D. Rich, M. C. Arizmendi, J. C. Beardmore, P. J. Blancher, G. S. Butcher, A. R. Couturier, A. A. Dayer, D. W. Demarest, W. E. Easton, M. Gustafson, E. Iñigo-Elias, E. A. Krebs, A. O. Panjabi, V. Rodriguez Contreras, K. V. Rosenberg, J. M. Ruth, E. Santana Castellón, R. M. Vidal y T. Will. 2010. Conservando a nuestras aves compartidas: La visión trinacional de “Compañeros en Vuelo” para la conservación de las aves terrestres. Cornell Lab of Ornithology: Ithaca, N.Y. 49 pp.
- Berlanga-García, H., H. Gómez de Silva, V.M. Vargas-Canales, V. Rodríguez-Contreras, L.A. Sánchez-González, R. Ortega-Álvarez y R. Calderón-Parra. 2015. Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, DF. 117 pp.
- Blanco D. 2000. Los Humedales como Hábitat de aves acuáticas. *Boletín UNESCO, Uruguay*. 208-217 pp.
- Bojorges-Baños, J. C. 2010. Riqueza y diversidad de especies de aves asociadas a manglar en tres sistemas lagunares en la región costera de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 205-215.
- Bolongaro, Crevenna Recaséns A., A. Hernández M., A. Z. Márquez García , M. I. Márquez García, y S. Córdova Novion. 2016. Propuesta de programa de adaptación ante el cambio climático para el municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato. En: Bolongaro Crevenna Recaséns A. (coord.), *Estudio de vulnerabilidad al cambio climático en diez destinos turísticos seleccionados. Informe Técnico Proyecto 238980. Fondo Sectorial para la Investigación en Desarrollo y la Innovación Tecnológica en Turismo CONACYT-SECTUR*. México: Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C. 85 p.
- Brandolin P. & P. Blendinger. 2016. Effect of habitat and landscape structure on waterbird abundance in wetlands of central Argentina. *Wetlands Ecology and Management* 24(1):93-105. <http://dx.doi.org/10.1007/s11273-015-9454->

- Briceño, J., Iñiguez-Gallardo, V., Ravera, F. 2016. Factores que influyen en la percepción de servicios de los ecosistemas de los bosques secos del sur del Ecuador. *Ecosistemas* 25(2): 46-58.
- Brinson MM. 2004. Conceptos y desafíos de la clasificación de humedales. p. 26-36. En: Malvárez, AI y R Bó (Comp.). 2004. Documentos del curso-taller “Bases ecológicas para la clasificación e inventario de humedales en Argentina”. Buenos Aires, 1º edición. Ana Inés Malvárez editora. 119 pp.
- Bucher, E. H. y G. Herrera. 1981. Comunidades de aves acuáticas de la laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina). *Ecosur* 8(15): 91-120.
- Buckland, S.T., S.J. Marsden y R.E. Green. 2008. Estimating bird abundance: making method work. *Bird Conservation International* 18:S91–S108.
- Bunge, V. 2010. El Estado de Saneamiento en las Cuencas de México. En: Las Cuencas Hidrográficas de México: Diagnóstico y Priorización. H. Cotler (coordinadora). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Fundación Gonzalo Río Arronte, México, pp. 92-95.
- Calderón-Patrón, J., C. Moreno e I. Zuria, 2012. La diversidad beta: medio siglo de avances. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 879-891,
- Camacho, V., Ruiz, A. 2011. Marco Conceptual y conservación de los servicios ecosistémicos. *Revista Bio Ciencias*, 1(4). 3 -15.
- Camacho-Valdez, V. y A., Ruiz-Luna, 2012. Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Conceptual Framework and Classification of Ecosystem Services*. *Revista BioCiencias*, 1(4): 3-15.
- Carlisle, J.D., S.L. Stock, G.S. Kaltenecker y D.L. Swanson. 2004. Habitat associations, relative abundance, and species richness of autumn landbird migrants in southwestern Idaho. *The Condor* 106:549–566.
- Carmona, R. y G. Danemann. 2000. Distribución espacio-temporal de aves Pelecaniformes en la salina de Guerrero Negro, B. C. S., México. *Hidrobiológica*, 10(2), 85-90.
- Carranza, E. 2005. Conocimiento actual de la flora y la diversidad vegetal del estado de Guanajuato, México. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes XXI*: 1-17.
- Carrera, E., y G. de la Fuente. 2003. Inventario y clasificación de humedales de México, Parte I. Ducks Unlimited de México, A.C., México.

- Carretero, 2010 en *Aves y Naturaleza*, No. 1. SEO/BirdLife. Disponible en <https://www.seo.org/revdigital/AN01.pdf>. Consultado en enero 2020.
- CCA. 1999. *Áreas importantes para la conservación de aves de América del Norte*. Comisión para la Cooperación Ambiental. Canadá, Montreal. 192 pp.
- Castelán, E. 2000. *Los Consejos de Cuenca en el Desarrollo de Presas en México*, Technical Report, River Basins -Institutional Frameworks and Management Options. World Commission on Dams. Earthscan Publications Ltd, London, UK.
- Cava, M. B. 2013. *Efecto de la Heterogeneidad del Hábitat sobre las Comunidades de Artrópodos en Bosques de Chaco, Selva Paranaense y de la Isla Apipé Grande en la provincia de Corrientes, Argentina*. Tesis doctoral. Univ. Nal. De la Plata. Argentina. 108 pp.
- Castillo-Guerrero, J.A. & R. Carmona. 2001. Distribución de aves acuáticas y rapaces en un embalse dulceacuícola artificial de Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.* 49: 1131-1142.
- Canevari, M., P. Canevari, G. R. Carrizo, G. Harris, J. Rodríguez Mata y R. Straneck. 1991. *Nueva Guía de las Aves Argentinas*. Fundación Acindar. Santiago de Chile.
- Ceballos, G., y P. Rodríguez. 1993. Diversidad y conservación de los mamíferos de México. II. Patrones de endemidad. In: Medellín, R. A. and G. Ceballos, Eds.) *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Pp 87-198. Publicaciones Especiales 1. Asociación Mexicana de Mastozoología A. C., Ciudad de México.
- Ceballos-Lascuráin H., S. N. G. Howell, M. A. Ramos y B. Swift. 2000. *Aves comunes de México. Guía de campo para identificar las aves comunes en México*. Editorial DIANA. México. 103 pp.
- Ceballos G. y L. L. Márquez (coords.). 2000. *Las aves de México en peligro de extinción*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Instituto de Ecología y Fondo de Cultura Económica. México D. F. 430 pp
- Celia I. Sélem-Salas, C, M. C. MacSwiney y S. Hernández. 2011. *Aves y Mamíferos*. En: Bautista, Z. F., Ed. 2011. *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. Segunda edición: UNAM. 387 Pags.
- Cervantes, M. 1996. *Manual para el manejo y conservación de los Humedales de México*. Programa Nacional de Zonas Húmedas. Secretaria de Medio Ambiente



Recursos Naturales y Pesca. Fish and Wildlife Service. Arizona Game and Fish Department y Wetlands International the Americas-Programa CDMX.

- Cervantes, M. 2007. Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. En *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. Sánchez, O, Herzig, M., Peters, E., Márquez-Huitzil, R. y L., Zambrano (eds.) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, U.S. Fish & Wildlife Service, Unidos para la Conservación, A.C. y Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. México
- Chacón de la Cruz, J. E., M. Pompa García, E. J. Treviño Garza, J. H. Martínez Guerrero, C. A. Aguirre Salado y M. E. Pereda Solís. 2017. La abundancia de aves acuáticas (Anseriformes) en relación con la complejidad del paisaje en un sitio Ramsar del norte de México. *Acta zoológica mexicana*, 33(2), 199-210.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado, presente y futuro. Instituto de Biología, UNAM CDMX. 847pp.
- Challenger, A., R. Dirzo *et al.*, 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 37-73.
- Cifuentes-Sarmiento, Y. 2016. Anidación del Pato Aguja (*Anhinga anhinga*) en el Valle del Cauca, Colombia. *Boletín Sociedad Antioqueña de Ornitología*. Vol. 25. 5pp. Boletín SAO. Disponible en [www.sao.org.co/boletinsao.html](http://www.sao.org.co/boletinsao.html). Consultado en mayo 2020.
- Cintrón-Molero. G e Y Schaeffer-Novelli. 2004. Un sistema de clasificación de humedales propuesto para la convención de Ramsar. p. 37-51 En: Malvárez, AI y R Bó (Comp.). 2004. Documentos del curso-taller "Bases ecológicas para la clasificación e inventario de humedales en Argentina". Buenos Aires, 1º edición. Ana Inés Malvárez editora. 119 pp.
- Clemente, S. F. 2010. Potencial de uso y conservación de los humedales prioritarios del Estado de Zacatecas, Fase 2. Informe Técnico. Convenio No. IEMAZ/07/10. Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas, Zacatecas, México.
- COCHRAN, William G. 1980. Técnicas de muestreo. México: CECSA.
- Codesido, M. y D. N. Bilenca. 2004. Variación estacional de un ensamble de aves en un bosque subtropical semiárido del Chaco Argentino. *Biotropica* 36: 544–554.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. 2016. Atlas del agua en México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. CDMX. 137pp.

- CONABIO. 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País. México D.F, CONABIO.
- CONABIO. 2004. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves AICAS. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html>. Consultado en octubre 2018.
- CONABIO, Aridamérica, GECI, TNC. 2006. Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: Prioridades en México. Ciudad de México. Mayo 2006. 41 pp. + Anexos.
- CONAGUA. 2011 b. Atlas del agua en México. C. N. d. Agua. México, D.F.
- CONAGUA. 2011. Estadísticas del agua en México. S. d. M. A. y. R. N. Comisión Nacional del Agua. México D.F., SEMARNAT.
- SEMARNAT. CONAGUA. 2012. Atlas Digital del Agua México 2012. Sistema Nacional de Información del Agua <http://www.conagua.gob.mx/atlas/index.html>
- CONABIO. 2012. Iniciativa de monitoreo de aves en áreas bajo influencia de actividades productivas promovidas por el Corredor Biológico Mesoamericano-México. Manual para monitores comunitarios de aves. 35 pp.
- CONABIO. 2012. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/invasoras>. Consultado en noviembre 2019.
- CONANP. s/a. Guía de Técnicas de Campo para Monitoreo de Aves.
- CONABIO. 2017. Diversidad biológica de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en <https://www.biodiversidad.gob.mx/>. Consultado en agosto 2018.
- CONANP.2019, ADVC. Beneficios. Disponible en <https://advc.conanp.gob.mx/infografia-beneficios-de-certificar/>. Consultado en septiembre 2019.
- CONANP.2019. ¿Qué son la ADVC. <https://advc.conanp.gob.mx/infografia-que-son/>
- Convención Ramsar, (2017). Historia de la convención Ramsar. Disponible en <http://www.ramsar.org/es/humedal/México>. Consultado en septiembre 2018.
- CONABIO. 2020. Todas las aves de México. Avesmx. Disponible en <http://avesmx.conabio.gob.mx/Inicio.html>. Consultado en abril 2020.

- Córdoba Ávalos, A. 2002. Situación actual de la población de anátidos en la reserva de la biósfera Pantanos de Centla, Frontera, Tabasco. Tesis, Colegio de Postgraduados, Programa de Ganadería, Montecillo, Estado de México, México.
- Cowardin, L. M., V. Carter, F. C. Golet and E. T. LaRoe. 1979. Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States, U.S., Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.
- Cruden, R.W. y V. M. Toledo. 1977. Oriole pollination of *Erythrina breviflora* (Leguminosae): evidence for a polytypic view of ornithophily. *Plant Syst. Evol.* 126:393-403.
- Cursach, J. A, J. R. Rau y C. Tobar. 2010. Aves en un humedal marino del sur de Chile. *Revista de biología marina y oceanografía*, 45(3), 441-450.
- Del Olmo Linares, G. 2009. Manual para principiantes en la observación de las aves, "pajareando". Defenders of Wildlife, Aveoptica, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 103 pp.
- Del Olmo, G. y E. Roldán. 2013. Aves Comunes de la Ciudad de México. 2da ed. Bruja de monte, CONABIO, México, D.F. 256 pp.
- Delany S, D. Scott. 2006 Waterbird Population Estimates. 4ta Ed. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands. 248 pp.
- Derlindati, E.J. y S.M. Caziani. 2005. Using canopy and understory mist nets and point counts to study bird assemblages in Chaco forests. *Wilson Bulletin* 117:92–99.
- Dieterich, H. 1996. Nueva Guía para la Investigación Científica. Ciudad de México, Editorial Planeta Mexicana, 1996.
- Dingle H. 1996. Migration: the biology of life on the move. Oxford University Press. Oxford, UK.
- DUMAC, Ducks Unlimited de Mexico. 2020. Disponible en <http://www.dumac.org/dumac/habitat/esp/nentorno02c.htm>. Consultado en junio 2020.
- El Charco del Ingenio AC, 2019. Disponible en <http://elcharco.org.mx/zona.html>. Consultado en julio, 2019.
- Emlen, J.T. 1977. Estimating breeding season bird densities from transect count. *The Auk* 94:455–468.

- Escalante, P., Navarro, A. G., y A. T. Peterson. 1993. A geographic, ecological and historical analysis of land bird diversity in Mexico. In: Ramamoorthy, T. P. Bye, R.m Lot, A., and J. Fa (Eds.). Biological diversity of Mexico: origins and distributions. Pp 281-307. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Estados, C.F., M.A.H. Escobar, J.A. Tomasevic, M.A. Vukasovic y M. Páez. 2006. Mist–nest versus point counts in the estimation of forest birds abundances in South–Central Chile. *Ornitología Neotropical* 17:203–212.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005. Los Ecosistemas y el Bienestar Humano: Humedales y Agua. Informe de Síntesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- Foley, A. J. *et al.* 2005. Global consequences of Land Use. *Science*. 309:570574
- Flores, O. y Gerez, P. 1994. Biodiversidad y conservación en México vertebrados, vegetación y uso del suelo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Revista de cultura científica. Facultad de ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México UNAM. CDMX. 61 pp.
- Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna of Mexico: distribution and endemism. En: Ramamoorthy, T. P. Bye, R.m Lot, A., and J. Fa (Eds.). Biological diversity of Mexico: origins and distributions. Pp. 53-280. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Formato FIR, 2015. Disponible en [https://www.ramsar.org/es/search?search\\_api\\_views\\_fulltext=FIR](https://www.ramsar.org/es/search?search_api_views_fulltext=FIR). Consultado en 2018. Consultado en abril 2019.
- Gallina S. y C. López, 2011. Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna. Vol. 1. Capítulo 4. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, 377 pp.
- Gammonley, J.H., M.K. Laubhan. 2002. Patterns of food abundance for breeding waterbirds in the San Luis Valley of Colorado. *Wetlands* 22(3):499-508.
- García, E. 2004. Modificación a la Clasificación Climática de Köppen, quinta edición corregida y aumentada. Instituto de Geografía. UNAM. Hecho en México. CDMX. 91 pp.
- García, J. M. 2006. Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Gelambi, M. 2019. Ecología de poblaciones: parámetros, metodología, ejemplos. Disponible en <https://www.lifeder.com/demoecologia/>. Consultado en julio 2019.

- Germer, D. 2011. Aves y Humedales. Hondubirding Roots. La Percha para el Conocimiento de Avifauna Hondureña. Disponible en <https://hondubirding.wordpress.com/2011/02/13/aves-y-humedales/>. Consultado en enero 2020.
- Gill, F. 1995. Ornithology. Second Edition. W. H. Freeman and Company. New York, United States of America.
- Ginzburg, R., J. Adámoli, P. Herrera y S. Torrella. 2005. Los humedales del chaco: clasificación, inventario y mapeo a escala regional. Pp. 122-138 en: Aceñolaza, F.G. (coord.). Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino II. INSUGEO; Miscelánea, vol. 14. Tucumán, ISSN 1514-4836 - ISSN On-Line 1668-3242.
- Gómez, V. E. 2006. Aves del parque general San Martín (Mendoza). Distribución y características. *Multequina*, (15),81-95.
- Gómez J. E., M S. Calle. 2015. Calendario Natural: La agenda de la biodiversidad. *Waste Magazine*. 163 pp.
- Gómez de Silva H, A. Oliveras de Ita y R. A. Medellín Legorreta. Ficha *Bubulcus ibis ibis*, Linnaeus, 1758. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Bubulcusibisibis00.pdf>. Consultado en julio 2020.
- Gómez–Montes, C. y N.J. Bayly. 2010. Habitat use, abundance, and persistence of Neotropical migrant birds in a hábitat matrix in northeast Belize. *Journal of Field Ornithology* 81:237–251.
- González–García, F. 2011. Métodos para contar aves terrestres. *Manual de técnicas para el estudio de la fauna* 1, 128-147.
- González, S. 1987. *Botánica I*. Ed. Pueblo y Educación. 137 pp.
- González-Olvera L. A., E. Cortés-Romero, P. Ramírez-Bastida y D. E. Varona-Graniel. 2000. AICA 1. Lago de Texcoco. p. 97. En: M del C. Arizmendi y L. Márquez-Valdelama
- Greenberg R, Marra P. 2005. *Birds of two worlds: The Ecology and Evolution of Migration*. The Johns Hopkins University Press. Smithsonian Institution. Baltimore, E.E.U.U.
- Hannan, M. T., & Freeman, J. 1977. The population ecology of organizations. *American journal of sociology*, 82(5), 929—964.

- Hassan, R., Scholes, R. & Ash, N. (eds). 2005. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends: Findings of the Condition and Trends Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, USA.
- Hernández Sampieri, R.; Fernández-Collado, C. & Baptista Lucio, P. Metodología de la Investigación. 4 ed. Ciudad de México, McGraw-Hill, 2006.
- Hernández Vázquez, 2005. Aves acuáticas de la Laguna de Agua Dulce y el Estero El Ermitaño, Jalisco, México. Revista de biología tropical 53(3-4).
- Herzog, S.K., M. Kessler, y T. M. Cahill. 2002. Estimating species richness of tropical bird communities from rapid assessment data. The Auk 119 (3):749–769.
- Heikkinen, R. K. *et al.* 2004. Effects of habitat cover, landscape structure and spatial variables on the abundance of birds in an agricultural-forest mosaic. Journal of Applied Ecology. 41:824-835.
- Holmes, R.T., T.W. Sherry y L.R. Reitsma. 1989. Population structure, territoriality, and overwinter survival of two migrants warbler species in Jamaica. The Condor 91:545–561.
- Howes, J. & Bakewell, D. 1989 Shorebird studies manual. Kuala Lumpur, Malaysia: Asian Wetland Bureau Publ. 55 pp.
- INAFED. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2019. Disponible en <https://www.gob.mx/inafed>. Consultado en agosto 2019.
- INEGI, 2019. Disponible en <http://www.microrregiones.gob.mx>. Consultado en agosto 2019.
- Instituto Municipal de Planeación de San Miguel De Allende, Gto. 2019. Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial de San Miguel de Allende, Gto. 179 pags.
- Kato, H. J. 2016. Implementación del Programa de Negocios y Compensación de la Biodiversidad (The Business and Biodiversity Offsets Program), BBOP, en el Área Natural Protegida El Charco del Ingenio. UAM. 33 pp.
- Kaufman, K. 2005. Guía de campo a las aves de Norteamérica. Houghton Mifflin Harcourt, 392 pp.
- Krebs, J. Ch. 1978. Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. 2nd. Ed. Harper International Ed. New York. 678 pp.

- Koleff, P., K. J. Gaston & J. J. Lennon. 2003. Measuring beta diversity for presence-absence data. *J. Anim. Ecol.*, 72: 367-382.
- Lara-Lara, J. R., Arreola Lizárraga, J.A., Calderón Aguilera, L.E., Camacho Ibar, V.F., de la Lanza, G., Escofet, A. Espejel, I., Guzmán, M, Ladah, L.B., López, M., Meling, E.A. Moreno-Casasola, P. Reyes Bonilla, H., Ríos Jara, E. y J.A. Zertuche González. 2008a. Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales. *Capital natural de México*. J. Soberón, Halffter, G. y J. Llorente-Bousquets. México, CONABIO. I: Conocimiento actual de la biodiversidad: 109-134.
- Lassau S.A., D.F. Hochuli, G. Cassis & C.A.M. Reid. 2005. Effects of habitat complexity on forest beetle diversity: do functional groups respond consistently? *Diversity and Distributions*, 11: 73-82.
- Lassau, S.A. & D.F. Hochuli. 2004. Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecography*, 27: 157-164.
- Lawton, J.H. 1983. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. *Annual Review of Entomology*, 28: 23-39. Lawton, J.H. 1999. Are there general laws in ecology? *Oikos* 84: 177-192.
- Leff, E. 2000. Pensar la complejidad ambiental. En Enrique Leff (coord.), *La complejidad ambiental*, Siglo XXI, México, pp.7-53.
- Lewis, W. M. 1995. *Wetlands: Characteristics and Boundaries*. National Research Council, National Academy Press, Washington, DC. 306 pp.
- López-Islas, M. E., I. Ibarra-Meza, E. Ortiz-Ordóñez, I. Favari, J. E. Sedeño-Díaz y E. López-López. 2016. Histopatología del hígado, lipoperoxidación e índices somáticos de *Fulica americana* en los humedales de Xochimilco (urbano) y Tecocomulco (rural), de la Cuenca de México. *Int. J. Morphol.*, 34(2):522-532.
- López-Portillo J. A, V. M. Vásquez-Reyes, L. R. Gómez-Aguilar, Á. G. Priego- Santander. 2010. Humedales, pp: 227-248. En: Florescano, E. y J. Ortiz-Escamilla (Coordinadores): *Atlas del Patrimonio Natural, Histórico y Cultural de Veracruz*. Tomo I. Patrimonio Natural. No. ISBN: 978-607-95131-6-0.
- Ludwig, D., M. Mangel y B. Haddad. 2001. Ecology, conservation, and public policy. *Annual Review of Ecology and Systematics* 3: 481-517
- MacKenzie, D. I., L. Bailey & J. D. Nichols. 2004. Investigating species co-occurrence patterns when species are detected imperfectly. *J. Anim. Ecol.*, 73: 546-555.

- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Mandujano, S. 1994. Conceptos generales del método de conteo de animales en transectos. *Ciencia* 45:203–211.
- Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán,1971), 4a. edición. Gland (Suiza): Secretaría de la Convención de Ramsar,2006.
- Margalef R. 1998. Ecología. 8va.Edición. Ed. Omega. Barcelona. 968 pp.
- Marín Muñiz, J. L., Hernández Alarcón, M. E., y Moreno-Casasola Barceló, P. 2011. Secuestro de Carbono en Suelos de Humedales Costeros. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13(3), 365 – 372.
- Mata, M. 1994 Cómo conocer la audiencia de una emisora, los sondeos de audiencia. Cuadernos de investigación No. 3. ALER, Quito.
- Mata, M. y S. Macassi.1997 Cómo elaborar muestras para los sondeos de audiencias. Cuadernos de investigación No 5. ALER, Quito.
- Matiru, V. 2001. Conflictos y manejo de recursos naturales. FAO. Italia. 22 pags.
- Meagher, W. 2007. Revisión y actualización del inventario de la flora espontánea del Jardín Botánico “El Charco del Ingenio”, San Miguel de Allende, Guanajuato, México. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. Fascículo Complementario XXII.
- Medellín, R., A. Abreu-Grobois, M. del C. Arizmendi, E. Mellink, E. Ruelas, E. Santana, y J. Urbán. 2009. Conservación de las especies migratorias y poblaciones transfronterizas. 485-490 pp. In: CONABIO (ed.). Capital Natural de México, Vol. II: Estado de Conservación y Tendencias de cambio. CONABIO, México.
- Medina Torres, S., M. Márquez Olivas y E. García Moya. 2007. Uso y selección de embalses por el pato mexicano (*Anas diazi*) en la región del Llano, Aguascalientes-Jalisco, México. *Acta zoológica mexicana*, 23(2), 163-181.
- Mercado Reyes, M. 2012. Ecología y genética de la conservación del pato triguero *Anas latyrhynchos diazi* en el altiplano zacatecano. (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Biológicas. México.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & Fondo Mundial para la Naturaleza-WWF Colombia. 2009. Plan Nacional de las especies migratorias: Diagnóstico



e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Naranjo, L.G. & J.D. Amaya-Espinel (Editores). Bogotá, Colombia. 214 pp.

- Morales, R. B. E. 2018. Desarrollo de Estrategias de Manejo Mediante la Evaluación Integral de “El Charco del Ingenio”, Guanajuato. Tesis Maestría. UAM 174 pags.
- Mo, M., D.R. Waterhouse. 2015. Aspects of the breeding biology of the Australian Grebe (*Thachybaptus novaehollandiae*) in urban wetlands. *Waterbirds* 38(3):296-30
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 86 pp.
- Morse, W. C. *et al.* 2007. Bridges and barriers to developing and conducting interdisciplinary graduate-student team research. *Ecology and Society* 12 (2): 1-14
- Morrison, R.I.G. 1984. Migration systems of some new world shorebirds, en J. Burger y B.L. Olla (eds.), *Behavior of marine animals*, Vol. 6. Plenum Press, Nueva York, pp. 125-202.
- Muller-Landau. 2002. Sampling the species composition of a landscape. *Ecology*, 83: 3344-3356.
- Nain, M. e I. Espejel. 2015. La investigación de la gobernanza en México y su aplicabilidad ambiental. *Econ. Soc. Territ.* Vol.15 (47): 153-183.
- Naturalista. 2020. Disponible en <https://www.naturalista.mx/>. Consultado en julio 2020.
- Navarro, A. G. 1994. La sistemática ornitológica en México: posibilidades y limitaciones. En *Taxonomía Biológica*, J. Llorente e I. Luna (comps.). Ediciones Científicas Universitarias, UNAM-Fondo de Cultura Económica, México. pp. 471-483.
- Navarro, A., H. Benítez. 2014. Diario del proyecto Aves Presa Constitución 1917, San Juan del Río, Querétaro. Disponible en <https://www.naturalista.mx/projects/aves-presa-constitucion-1917-san-juan-del-rio-queretaro/journal>. Consultado en enero 2020.
- Navarro-Sigüenza, Adolfo G., Rebón-Gallardo, Ma. Fanny, Gordillo-Martínez, Alejandro, Townsend Peterson, A., Berlanga-García, Humberto, & Sánchez-González, Luis A. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(Supl. ene), S476-S495.

- Nekola, J. C. y P. S. White. 1999. The distance decay of similarity in biogeography and ecology. *Journal of Biogeography* 26:867-878.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. DOF. 30 DICIEMBRE 2010.
- Neuman, K.K., G.W. Page, L.E. Stenzel, J.C. Warriner, J.S. Warriner. 2004. Effect of mammalian predator management on Snowy Plover breeding success. *Waterbirds* 27(3):257-263.
- Ocampo-Peñuela, N. 2010. El fenómeno de la migración en aves: una mirada desde la Orinoquia. *ORINOQUIA*, 14(2), 188-200.
- Orozco *et al.*, L. 2013. Guía de aves de El Charco del Ingenio. Jardín Botánico El Charco del Ingenio e Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. México.
- Ortega-Álvarez, R. *et al.* 2012. Iniciativa de Monitoreo de aves bajo influencia de actividades productivas por el corredor biológico mesoamericano. Manual para monitores comunitarios, CONABIO, 28 pp.
- Ortega-Rivera, M., y B. Vílchez-Alvarado. 2013. Ecología del paisaje y caracterización de la cobertura forestal de la microcuenca del Río La Balsa, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 10, 13-25.
- Palomino, D. y Molina, B. (Eds.) 2009. Aves acuáticas reproductoras en España. Población en 2007 y método de censo. SEO/BirdLife. Madrid.
- Paracuellos, M., Fernández Cardenete, J.R. & Robledano, F. 2007. Los humedales y sus aves: aspectos relacionados con la ecología, estatus y conservación en el Sudeste Ibérico. 483-541. In: Barea-Azcón, J.M., Moleón, M., Travesí, R., Ballesteros-Duperón, D., Luzón-Ortega, J.M. & Tierno de Figuerueroa, J.M. (eds.), Biodiversidad y Conservación de Fauna y Flora en Ambientes Mediterráneos. Sociedad Granatense de Historia Natural, Ediciones Al Sur. Granad.
- Pérez Arteaga, Alejandro, Monterrubio Rico, Tiberio, Huacuz Elías, Dolores del Carmen, & Herrerías Diego, Yvonne. 2019. Nidos y nidadas de pato mexicano (*Anas diazi*) en Pénjamo, Guanajuato, México. *Acta universitaria*, 29, e1910. Disponible en <https://dx.doi.org/10.15174/au.2019.1910>. Consultado en julio 2020.
- Pérez-Valadez, Noé. (2017). Records and breeding sites of the Least Grebe (*Tachybaptus dominicus*) in Zacatecas. *Huitzil*, 18(2), 250-255

- Perrins, C. 2006. La gran enciclopedia de las aves. LIBSA. Traducción de S. Madroño y A. Córcoles. Alcobendas, Madrid. 420 pp.
- Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5: 285-307.
- Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 1998. Aves de México, Guía de campo de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y el Salvador. World Wildlife Fund. Diana. CDMX. 473pp.
- Pineda, B. *et al.*, 1994 Metodología de la investigación, manual para el desarrollo de personal de salud, Segunda edición. Organización Panamericana de la Salud. Washington.
- PMAANA (Plan de Manejo de las Aves Acuáticas de Norte América). 2012. La conservación de las aves acuáticas y los humedales, en manos de la población. Fish and Wildlife Service, Washington. D.C., E.U.A.
- Podulka, S., R. Rohrbaugh, y R. Bonney, (Eds.). 2004. The Cornell Lab of Ornithology handbook of bird biology. 2nd Ed. Ithaca, NY: Cornell Lab of Ornithology. Princeton University Press. 1272 pp.
- Porras, V. A. 2015. Tipos de Muestreo. En: Diplomado en Análisis de Información Geoespacial. CONACyT. México. 14 pp.
- Ralph, J., Geupel, G. Pyle, P. Martin, T. DeSante, D., Milá, B. 1996. Manual de métodos decampo para el monitoreo de aves terrestres. Forest Service, U.S. Department of Agriculture. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station. 44 pp.
- Ramos Serpa, G. y A. López Falcón. 2015. La formación de conceptos: una comparación entre los enfoques cognitivista y histórico-cultural. *Educ. Pesqui*, 3, 615-628.
- Ramírez-Bastida, A.G. Navarro-Sigüenza, A.T. Peterson. 2008. Aquatic bird distributions in Mexico: designing conservation approaches quantitatively *Biodiversity and Conservation*, 17(10):2525-2558.
- RAMSAR. 2010. Designación de sitios Ramsar. Marco estratégico y lineamientos para el desarrollo futuro de la Lista de Humedales de Importancia Internacional. Manual 17 - 130 pp.
- Ramsar, 2015. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas – la “Convención de Ramsar”. Cuarto Plan Estratégico para 2016 – 2024.

- Ramsar, 2019. Disponible en <https://www.ramsar.org/es>. Consultado en abril 2019.
- Ramsar 2020. Manuales Ramsar. Disponible en <https://www.ramsar.org/es/recursos/manuales-ramsar>. Consultado en enero 2020.
- Rebón G., F. 1991. Métodos de Estudio y Estado Actual del Conocimiento de las Migraciones de Aves en Ambientes Acuáticos. Memorias del I Curso sobre las Migraciones de Aves y Mamíferos. Memorias del I Curso Sobre las Migraciones de Aves y Mamíferos. Veracruz, Ver. y Tuxtepec, Oax. México. 1-21 pp.
- Reglamento de la Ley General De Vida Silvestre. DOF. publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006. Disponible en [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LGVS.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf). Consultado en octubre 2019.
- Resnatur, Asociación para el Estudio y la Conservación de las Aves Acuáticas en Colombia – Calidris & WWF Colombia. 2004. Manual para el Monitoreo de Aves Migratorias. Convenio de cooperación entre la Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, Asociación para el Estudio y la Conservación de las Aves Acuáticas en Colombia – Calidris. Cali, Colombia.
- Ricklefs, E. 2011. A biogeographical perspective on ecological systems: some Universidad de Sat Louis personal reflections. *Journal of Biogeography*, 38, 2045 –2056 pp.
- Roberts, A. J. y M. R. Conover. 2015. Breeding origins of northern shovelers (*Anas clypeata*) wintering on the Great Salt Lake, Utah. *Wilson Journal of Ornithology* 127:233-238.
- Rodríguez-Casanova, Araceli Janette, & Zuria, Iriana. 2018. Biología reproductiva de anátidos (Familia Anatidae) en la Laguna de Zumpango, Estado de México. *Huitzil*, 19(1), 1-13.
- Rose, P. M. y D. A. Scott. 1997. Waterfowl population estimates. Wetlands International Publication 44. Wetlands International, Wagenigen, The Netherlands. 106 pp.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Limusa. *Bol. Soc. Bot-Mex.* 28: Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. CDMX. 29-179 pp.
- Rzedowski, J. y Calderón de Rzedowski. 1995. Los pastizales calcífilos del estado de Guanajuato. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Fasc. complementario IX.19 pp.

- Sachs J.D y W. V. Reid. 2006. Environment-investments toward sustainable development. *Science* 312: 1002
- Sala, O. Chapin, S. Armesto, J. Berlow, E. Bloomfield, J. Dirzo, R. y Huber, E. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2010. *Science* Vol. 287, Washington, DC, USA. 1770 – 1774 pp.
- Saldaña M., S. 2002. Estudio avifaunístico en la Laguna de Zumpango, Estado de México. Tesis de Licenciatura, Biología. FES Iztacala UNAM.
- Sánchez O., Herzig, M. Peters, E. Márquez, R. y Zambrano, L. 2007. *Perspectiva sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. S y G editores S.A. de C. V. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, U.S. Fish & Wildlife Service, Unidos para la Conservación, A.C. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. CDMX. 287 pp.
- Schmitter-Soto, J. J., E. Escobar-Briones, J. Alcocer, E. Suárez- Morales, M. Elías - Gutiérrez & L. E. Marín. 2002. Los cenotes de la Península de Yucatán. In: De la LanzaEspino, G. & J. L. García- Calderón (Comps.). *Lagos y Presas de México*. AGT. México. 337-381 pp.
- Schröter, M., Barton, D., Remme, R.P., Hein, L. 2014. Accounting for capacity and flow of ecosystem services: A conceptual model and a case study for Telemark, Norway. *Ecological Indicators* 36, 539-551.
- Sarrias, A. M., D. E. Blanco y J. López de Casenave. 1996. Estructura en gremios en un ensamble de aves acuáticas durante la estación reproductiva. *Ecología Austral* 6(2): 106-114.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. 2010. Manejo de humedales: Marcos para manejar Humedales de Importancia Internacional y otros humedales. *Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 18*. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (Directrices del CDB). 2004. Enfoque por ecosistemas, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) Montreal, Canada. 50 pp.
- Secretariado de la Convención de Ramsar. 2010. Políticas Nacionales de Humedales Elaboración y aplicación de Políticas Nacionales de Humedales. *Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 2*. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

- Secretariado de la Convención Ramsar. 2010. Servicios de los ecosistemas de humedales. Serie de 10 fichas informativas. Disponible en: [http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-pubs-info-ecosystemservices/main/ramsar/1-30-103%5E24258\\_4000\\_2\\_](http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-pubs-info-ecosystemservices/main/ramsar/1-30-103%5E24258_4000_2_). Consultado en junio 2019.
- Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013. Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 6ª ed., Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- SEDESOL. 2013. Unidad de Microrregiones Dirección General Adjunta de Planeación Microrregional. <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=nacion&ent=11&mun=003> Disponible en Consultado en julio 2020.
- SEDESOL. 2017. Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2017. Guanajuato San Miguel de allende. Disponible en [http://diariooficial.gob.mx/SEDESOL/2017/Guanajuato\\_003.pdf](http://diariooficial.gob.mx/SEDESOL/2017/Guanajuato_003.pdf). Consultado en julio 2020.
- SEMARNAT.2005. Informe de la Situación del Medio Ambiente de México, SEMARNAT.
- SEMARNAT. 2010. Atlas Geográfico del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Edición décima, México. 105 pp.
- SEMARNAT. 2011. BIODIVERSIDAD Conocer para conservar. México, D.F.
- SEMARNAT. 2011b. Informe del Programa de Educación Ambiental para la Sustentabilidad, Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU). 38 pp.
- SEMARNAT, 2019. Disponible en [http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_12/compendio/archivos](http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/compendio/archivos). Consultado en abril 2019.
- SEMARNAT, INEGI, CONABIO, CONANP. INE, CONAGUA. 2008. Documento Estratégico Rector del Inventario Nacional de Humedales. México, D.F. 57 pp.
- SEMARNAT. 2014. Política Nacional de Humedales. 253 pp.
- SEMARNAT-Conabio, 2014. Quinto Informe Nacional de México ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Disponible en <https://bpo.sep.gob.mx/#/recurso/500/document/15>. Consultado en septiembre 2019.

- SEMARNAT, 2019. Disponible en [http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_12/compendio/archivos](http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/compendio/archivos). Consultado en abril 2019.
- Sills, E., Arriagada, R., Ferraro, E., Subhrendu, K., Cordero, S. 2012. Do Payments for Environmental Services Affect Forest Cover? *Land Economics* 88 (2): 382–399.
- Soberón, J. y J.Llorente.1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation biology*. 7: 480-488.
- Smith-Ramírez C. y J. Armesto. 1998. Nectarivoría y polinización por aves en *Embothrium coccineum* (Proteaceae) en el bosque templado del Sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71:51-63.
- Tamara Otzen, T. y C. Manterola. 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol.*, 35(1):227-232.
- Tews, J., *et al.* 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography*, 31: 79–92.
- Torres B. C.1997. Orientaciones básicas de metodología de investigación científica, edición San Marcos. Lima, Perú.
- Torres M., Z. Quinteros & F. Takano. 2006. Variación temporal de la abundancia y diversidad de aves limícolas en el Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa, Lima-Perú. *Ecología Aplicada*, 5: 119-125.
- Travieso-Bello A. 2009. La legislación aplicable a los sitios Ramsar en México. *Letras jurídicas* 20:1–14.
- Uetz, G.W. 1979. The influence of variation in litter habitats on spider communities. *Oecologia*, 40: 29–42
- UEB. 2013. Humedales. Hoja Técnica No. 3. UACJ4 pags.. Ciudad Juárez México.
- U.S. Environmental Protection Agency. Ecological benefits assessment strategic plan. Washington. DC: SAB Review Draft, 2004.
- Valverde, T, J. A. Meave, J. Carabias y Z. Cano-Santana. 2005. *Ecología y Medio Ambiente*. 1<sup>er</sup> ed. Pearson Education.. México. 240 pp.
- Vatn, A. 2015. *environmental Governance: Institutions, Policies and Actions*. Edward Wlgar Pub. England. Cap 3: 49-73: Cap 6: 133-159

- Velarde-González, M.E., R. Sanay-González, H. Perales-Valdivia, M. Rojas-Espinoza, F. D. Ruz-Rosado y O. Gutiérrez-Benítez. 2015. Distribución y abundancia de aves marinas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. p. 231-247. En: A. Granados-Barba, L. Ortiz-Lozano, D. Salas-Monreal y C. González-Gándara (eds.). Aportes al conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruzano: hacia el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. 346 p. (ISBN 978-607-8444-11-3).
- Villamagua, V. G. 2017. Percepción social de los servicios ecosistémicos en la microcuenca El Padmi, Ecuador. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica Vol. 27: 102-114.
- Vilugrón Torres, J. C., J. Rau Acuña, M. E. Encabo. 2016. Comportamiento de Aves y Visitantes Humedal de Caulín Isla Grande de Chiloé - Chile. Serie Turismo y Conservación. 1a ed. Neuquén: EDUCO-Universidad Nacional del Comahue. Libro digital PDF. Disponible en: [http://www.turismoenconservacion.org/pdf/publicaciones/53f0de\\_Aves\\_Visitantes\\_Caulin\\_Chile\\_Vilugr%C3%B3n%20Torresyotros\\_2017.pdf](http://www.turismoenconservacion.org/pdf/publicaciones/53f0de_Aves_Visitantes_Caulin_Chile_Vilugr%C3%B3n%20Torresyotros_2017.pdf). Consultado en mayo 2020
- Villareal H., Álvarez, M. Córdoba, S. Escobar, F. Fagua, G. Mendoza, Gast F. Mendoza, H. Ospina, M y Umaña, A. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de investigaciones de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá Colombia. 236 pp.
- Villegas, M. y A. Garitano-Zavala. 2008. Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia. Ecología en Bolivia 43:146-153
- VIMARSA, 2019. Disponible en <https://periodicocorreo.com.mx/el-charco-del-ingenio-ya-es-anp/>. Consultado en julio 2019.
- Weather Spark. 2020. Disponible en <https://es.weatherspark.com/m/4978/9/Tiempo-promedio-en-septiembre-en-San-Miguel-de-Allende-M%C3%A9xico>. Consultado en mayo 2020.
- Whiteda, D., S. Galatowitscha, J. R. Testerb, K. Schikb, R. Lehtinenb, J. Husveth. 2000. The importance of local and Regional Factors in Predicting Effective Conservation Planning Strategies for Wetland Bird Communities in Agricultural and Urban Landscapes. Elsevier. Landscape and urban planning 49: 49-65.
- Wien's, J.J. Ackerly, Allen A. P., Anacker B. L., Buckley L. B., Cornell H. V., Damschen E. I., Davies T. J., Grytnes J-A., Harrison S. P., Hawkins B. A., Holt R. D., McCain C. M.,



Stephens P. R. 2010. Niche conservatism as an emerging principle in ecology and conservation biology. *Ecol. Lett.* 10:1310-24.

- Wilson, R.G. y L.H. Ceballos-Lascuráin. 1993. *The birds of Mexico City: an annotated checklist and bird- $\square$ nding guide to the Federal District.* 2<sup>a</sup> Ed. BBC Print.& Graph. LTD Ontario, Canada. 100 pp.
- Wunderle, J.M., Jr. 1985. An ecological comparison of the avifauna of Grenada and Tobago, West Indies. *The Wilson Bulletin* 97:356–365.
- Wunderle, J.M., Jr. 1992. Sexual habitat segregation in wintering black-throated blue warblers in Puerto Rico. Pp. 299–307. En: Hagan, J. y D.P. Johnston (Eds.). *Ecology and conservation of Neotropical migrant landbirds.* Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- Wunderle, J.M., Jr. 1994. *Métodos para contar aves terrestres del Caribe.* General Technical Report SO–100. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana.
- WWF. 2018. *Informe Planeta Vivo - 2018: Apuntando más alto.* Grooten, M. y Almond, R.E.A.(Eds). WWF, Gland, Suiza.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3): 213-251.

## ANEXO 1

### FICHA RAMSAR



# País

## Nombre oficial

### Formato de la FIR sin conexión a internet

La finalidad de este formulario es facilitar la compilación de datos sobre un sitio Ramsar con miras a completar una Ficha Informativa Ramsar (FIR) en el sitio web <https://rsis.ramsar.org>. El formato se puede distribuir entre el Coordinador Nacional, los compiladores de la FIR y otras personas encargadas de obtener datos a escala nacional. No obstante, no es posible presentar este formato a la Secretaría de Ramsar para actualizar un sitio o designar un sitio nuevo. Para ello, el Coordinador Nacional o un compilador autorizado que trabaje en línea debe transferir los datos obtenidos mediante este formulario al formulario en línea para que sea enviado a la Secretaría.

Todos los campos marcados con un asterisco (\*) son obligatorios.

Para obtener más información sobre cómo utilizar este formulario, se ruega consultar el documento [Cómo utilizar el formulario de la FIR en Word sin conexión a Internet](#)

## Resumen

---

### 1.1 Descripción resumida

*Incluya un breve texto en el que se resuman las principales características y los aspectos que otorgan importancia internacional al sitio. Se recomienda completar las cuatro secciones siguientes antes de redactar dicho resumen.*

Resumen *(Este campo está limitado a 2500 caracteres)*

## Datos y ubicación

---

### 2.1 Datos oficiales

#### 2.1.1 Nombre y dirección del compilador de esta FIR

##### Compilador 1

Nombre

Institución/organismo

Dirección postal *(Este campo está limitado a 254 caracteres)*

Correo electrónico *(La FIR en línea sólo acepta direcciones de correo electrónico válidas, p. ej., ejemplo@mail.com)*

Teléfono *(La FIR en línea sólo acepta números de teléfono válidos, p. ej., +1 41 123 45 67)*

Fax *(La FIR en línea sólo acepta números de teléfono válidos, p. ej., +1 41 123 45 67)*

##### Compilador 2

Nombre

Institución/organismo

Dirección postal *(Este campo está limitado a 254 caracteres)*

Correo electrónico *(La FIR en línea sólo acepta direcciones de correo electrónico válidas, p. ej., ejemplo@mail.com)*

Teléfono *(La FIR en línea sólo acepta números de teléfono válidos, p. ej., +1 41 123 45 67)*

Fax *(La FIR en línea sólo acepta números de teléfono válidos, p. ej., +1 41 123 45 67)*

## 2.1.2 Período de compilación de datos e información utilizados para compilar la FIR

Desde el año (La FIR en línea sólo acepta valores numéricos)

Hasta el año (La FIR en línea sólo acepta valores numéricos)

## 2.1.3 Nombre del sitio Ramsar

Nombre oficial (en español, francés o inglés) \* (Este campo es obligatorio)

Nombre no oficial (opcional)

## 2.2 Ubicación del sitio

### 2.2.1 Definición de los límites del sitio

Los límites del sitio deben estar claramente delimitados en ambos: a) un archivo shapefile de SIG y b) un mapa o una imagen digital:

-> Para definir los límites del sitio por favor complete los campos 2.2.1 a1), 2.2.1 a2) y 2.2.1 b) en el formato en línea.

**-CARGAR a través del formato en línea-**

Descripción de los límites (Este campo está limitado a 2500 caracteres)

### 2.2.2 Ubicación general

a) ¿En qué gran región administrativa se halla el sitio?

b) ¿Cuál es la ciudad o el centro poblacional más cercano?

### 2.2.3 Sólo para humedales dentro de los límites nacionales

a) ¿Se extiende el humedal en el territorio de uno o más países?

Sí /  No

b) ¿Es el sitio adyacente a otro sitio Ramsar que se encuentra en el territorio de otra Parte Contratante?

Sí /  No

c) ¿Es el sitio parte de una designación transfronteriza formal con otra Parte Contratante?

Sí /  No

d) Nombre del sitio Ramsar transfronterizo:

### 2.2.4 Área del sitio Ramsar

Si no ha establecido un área oficial utilizando otros medios, puede copiar el área calculada a partir de los límites del SIG en la casilla del "área oficial"

Área oficial, en hectáreas (ha): (La FIR en línea sólo acepta valores numéricos)

Área, en hectáreas (ha) calculada a partir de los límites del SIG

## 2.2.5 Biogeografía

Indique la región o regiones biogeográficas donde se halla el sitio Ramsar y el sistema de regionalización biogeográfica que se ha utilizado:

Regiones biogeográficas

Sistema(s) de regionalización <sup>1</sup>	Región biogeográfica

Otro sistema de regionalización biogeográfica (Este campo está limitado a 2500 caracteres)

## ¿Por qué es importante el sitio?

### 3.1 Criterios de Ramsar y su justificación

Marque la casilla correspondiente a cada criterio aplicado para la designación del sitio Ramsar. Se deberían señalar todos los criterios que sean de aplicación. Explique por qué ha seleccionado un criterio rellenando los campos relevantes en esta página, en las otras tres páginas de esta sección ('Criterios y justificación') y en la página sobre 'Tipos de humedales' de la sección '¿Cómo es el sitio?'.

#### Criterio 1: Tipos de humedales representativos, raros o únicos naturales o casi naturales

Para justificar este criterio, por favor seleccione al menos un tipo de humedal representativo, raro o único en la sección '¿Cómo es el sitio?' > Tipos de humedales y proporcione detalles adicionales en al menos una de las tres casillas abajo.

Servicios hidrológicos prestados (Este campo está limitado a 3000 caracteres)

Otros servicios de los ecosistemas prestados (Este campo está limitado a 3000 caracteres)

Otros motivos (Este campo está limitado a 3000 caracteres)

#### Criterio 2: Especies raras y comunidades ecológicas amenazadas

Para justificar este criterio, por favor proporcione detalles abajo sobre:

- especies vegetales relevantes en la sección '¿Por qué es importante el sitio?' > Especies vegetales (3.2)
- especies animales relevantes en la sección '¿Por qué es importante el sitio?' > Especies animales (3.3)
- comunidades ecológicas relevantes en la sección '¿Por qué es importante el sitio?' > Comunidades ecológicas (3.4)

Casilla de texto opcional para incluir información adicional (Este campo está limitado a 3000 caracteres)

#### Criterio 3: Diversidad biológica

<sup>1</sup> Ecoregiones Marinas del Mundo (MEOW) | Provincias biogeográficas de Udvardy | Ecorregiones de Bailey | Ecorregiones terrestres de WWF | Sistema de regionalización biogeográfica de la UE | Ecoregiones de Agua Dulce del Mundo (FEOW) | Otro sistema (proporcione el nombre abajo)

Para justificar este Criterio por favor proporcione detalles en la casilla que aparece abajo. Si quiere mencionar especies determinadas, por favor proporcione detalles sobre :

- especies vegetales relevantes en la sección ¿Por qué es importante el sitio? > Especies vegetales (3.2)
- especies animales relevantes en la sección ¿Por qué es importante el sitio? > Especies animales (3.3)

Justificación (Este campo está limitado a 3000 caracteres)

#### Criterio 4: Apoyo durante una etapa crítica del ciclo biológico o en condiciones adversas

Para justificar este criterio, por favor proporcione detalles abajo sobre:

- especies vegetales relevantes en la sección ¿Por qué es importante el sitio? > Especies vegetales (3.2)
  - especies animales relevantes en la sección ¿Por qué es importante el sitio? > Especies animales (3.3)
- y explique la etapa del ciclo biológico o el tipo de condiciones adversas en la casilla 'justificación'.

Casilla de texto opcional para incluir información adicional (Este campo está limitado a 3000 caracteres)

#### Criterio 5: >20.000 aves acuáticas

Para justificar este criterio, por favor proporcione detalles abajo sobre:- el número total de aves acuáticas y el periodo de recolección de datos - especies de aves acuáticas relevantes, y si posible el tamaño de su población, en la sección ¿Por qué es importante el sitio? > Especies animales (3.3)

Números totales de ejemplares de aves acuáticas\* (Este campo es obligatorio)

Primer año\* (Este campo es obligatorio)

Último año\* (Este campo es obligatorio)

Fuente de los datos:

Casilla de texto opcional para incluir información adicional (Este campo está limitado a 3000 caracteres)

#### Criterio 6: >1 % de la población de aves acuáticas

Para justificar este Criterio, aporte información adicional sobre las especies de aves acuáticas relevantes y el tamaño de su población en la sección ¿Por qué es importante el sitio? > Especies animales (3.3)

Casilla de texto opcional para incluir información adicional (Este campo está limitado a 3000 caracteres)

#### Criterio 7: Peces importantes y representativos

Para justificar este Criterio, aporte información en la casilla que aparece más abajo y proporcione información adicional sobre las especies de peces relevantes en la sección ¿Por qué es importante el sitio? > Especies animales (3.3)

Justificación (Este campo está limitado a 3000 caracteres)

#### Criterio 8: Zonas de desove de peces, etc.

Para justificar este Criterio, aporte información en la casilla que aparece más abajo. Puede aportar información adicional sobre las especies de peces relevantes en la sección ¿Por qué es importante el sitio? > Especies animales (3.3) .

Justificación *(Este campo está limitado a 3000 caracteres)*

**Criterio 9: >1 % de la población de especies animales no aviaries**

*Para justificar este Criterio, aporte información adicional sobre especies no aviaries relevantes y el tamaño de su población en la sección ¿Por qué es importante el sitio? > Especies animales (3.3)*

Casilla de texto opcional para incluir información adicional *(Este campo está limitado a 3000 caracteres)*

### 3.2 Especies vegetales cuya presencia está relacionada con la importancia internacional del sitio

Nombre científico*	Nombre común	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Lista Roja de la UICN <sup>2</sup>	Apéndice I de la CITES	Otro estado	Justificación
		[ ]	[ ]	[ ]		[ ]		

*Casilla de texto opcional para incluir información adicional sobre las especies vegetales de importancia internacional*

*(Este campo está limitado a 3000 caracteres)*

---

<sup>2</sup> | LC | NT | VU | EN | CR | EW | EX



### 3.3 Especies animales cuya presencia está relacionada con la importancia internacional del sitio

Phylum	Nombre científico*	Nombre común	Especie califica bajo el criterio				Especie contribuye bajo el criterio				Tamaño de la población <sup>3</sup>	Período de <sup>3</sup> la estimación poblacional <sup>3</sup>	% de presencia <sup>3</sup>	Lista Roja de la UICN <sup>4</sup>	Apéndice I de la CITES	Apéndice I de la CEM	Otro estado	Justificación
			2	4	6	9	3	5	7	8								
			[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]					[ ]	[ ]		

<sup>3</sup> Porcentaje de la población biogeográfica total que se encuentra en el sitio. Estos campos son obligatorios solamente para justificar los criterios 6 y 9

<sup>4</sup> | LC | NT | VU | EN | CR | EW | EX

Casilla de texto opcional para incluir información adicional sobre las especies animales de importancia internacional:

(Este campo está limitado a 3000 caracteres)

### 3.4 Comunidades ecológicas cuya presencia está relacionada con la importancia internacional del sitio

Nombre de la comunidad ecológica	¿La comunidad cumple el Criterio 2?	Descripción	Justificación
	[]		

Casilla de texto opcional para incluir información adicional (Este campo está limitado a 3000 caracteres)

## ¿Cómo es el sitio?

---

### 4.1 Características ecológicas

Resuma los componentes, procesos y servicios ecológicos fundamentales para determinar las características ecológicas del sitio. Resuma también cualquier variabilidad natural conocida pasada o actual en las características ecológicas del sitio

(Este campo está limitado a 4000 caracteres)

### 4.2 ¿Qué tipo(s) de humedales se encuentran en el sitio?

Enumere todos los tipos de humedales que se encuentran en el sitio y para cada uno de ellos haga lo siguiente: - clasifique los cuatro tipos más abundantes según su extensión de 1 (mayor extensión) a 4 (menor extensión) en la tercera columna, - si se dispone de información, indique su área (en ha) en la cuarta columna- si se utiliza ese tipo de humedal para justificar el cumplimiento del Criterio 1, indique si es representativo, raro o único en la última columna- puede indicar el nombre local del tipo de humedal en la segunda columna si difiere del sistema de clasificación de Ramsar.

Humedales marinos o costeros

<b>Tipos de humedales (código y nombre)<sup>5</sup></b>	<b>Nombre local</b>	<b>Clasificación de la extensión (1: mayor - 4: menor)</b>	<b>Área (ha) del tipo de humedal</b>	<b>Justificación del Criterio 1<sup>6</sup></b>

#### Humedales continentales

<b>Tipos de humedales (código y nombre)<sup>7</sup></b>	<b>Nombre local</b>	<b>Clasificación de la extensión (1: mayor - 4: menor)</b>	<b>Área (ha) del tipo de humedal</b>	<b>Justificación del Criterio 1<sup>6</sup></b>

#### Humedales artificiales

<b>Tipos de humedales (código y nombre)<sup>8</sup></b>	<b>Nombre local</b>	<b>Clasificación de la extensión (1: mayor - 4: menor)</b>	<b>Área (ha) del tipo de humedal</b>	<b>Justificación del Criterio 1<sup>6</sup></b>

*¿Qué hábitats que no sean de humedal están presentes en el sitio?*

Otros hábitats que no sean de humedal

<b>Otros hábitats que no sean de humedal dentro del sitio</b>	<b>Área (ha) si se conoce</b>

#### Conectividad de los hábitats (ECD)

<sup>5</sup> A: Aguas marinas someras permanentes | B: Lechos marinos submareales (vegetación subacuática) | C: Arrecifes de coral | D: Costas marinas rocosas | E: Playas de arena o de guijarros | G: Bajos intermareales de lodo, arena o con suelos salinos | Ga: Arrecifes de bivalvos (mariscos) | H: Pantanos y esteros intermareales | I: Humedales intermareales arbolados | J: Lagunas costeras salobres/ saladas | F: Estuarios | Zk(a): Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos | K: Lagunas costeras de agua dulce

<sup>6</sup> | Representativo | Raro | Único

<sup>7</sup> M: Ríos/ arroyos permanentes | L: Deltas interiores permanentes | Y: Manantiales permanentes de agua dulce, oasis | N: Ríos/ arroyos estacionales/ intermitentes/ irregulares | O: Lagos permanentes de agua dulce | Tp: Pantanos/ charcas permanentes de agua dulce | P: Lagos estacionales/ intermitentes de agua dulce | Ts: Pantanos/ esteros/ charcas estacionales/ intermitentes de agua dulce en suelos inorgánicos | Tp: Pantanos/ esteros/ charcas permanentes de agua dulce | W: Pantanos con vegetación arbustiva | Xf: Humedales boscosos de agua dulce | Ts: Pantanos/ esteros/ charcas estacionales/ intermitentes de agua dulce en suelos inorgánicos | U: Turberas permanentes no arboladas | Xp: Turberas arboladas permanentes | Va: Humedales de montaña | Vt: Humedales de la tundra | Q: Lagos permanentes salinos/ salobres/ alcalinos | R: Lagos y zonas inundadas estacionales/ intermitentes salinos/ salobres/ alcalinos | Sp: Pantanos/ esteros/ charcas permanentes salinas/ salobres/ alcalinos | Ss: Pantanos/ esteros/ charcas estacionales/ intermitentes salinos/ salobres/ alcalinos | Zg: Humedales geotérmicos | Zk(b): Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos

<sup>8</sup> 1: Estanques de acuicultura | 2: Estanques artificiales | 3: Tierras de regadío | 4: Tierras agrícolas inundadas estacionalmente | 5: Zonas de explotación de sal | 6: Áreas de almacenamiento de agua | 7: Excavaciones | 8: Áreas de tratamiento de áreas residuales | 9: Canales de transportación y de drenaje o zanjas | Zk(c): Sistemas hídricos subterráneos artificiales



## 4.3 Componentes biológicos

### 4.3.1 Especies vegetales

Otras especies vegetales destacables

Nombre científico	Nombre común (opcional)	Posición en el área de distribución / endemismo / otros (opcional)

Especies vegetales exóticas invasoras

Nombre científico	Nombre común	Impactos <sup>9</sup>

Casilla de texto opcional para incluir información adicional *(Este campo está limitado a 2500 caracteres)*

### 4.3.2 Especies animales

Otras especies animales destacables

Phylum	Nombre científico	Nombre común	Tamaño de la población (opcional)	Período de la estimación poblacional (opcional)	% de presencia (opcional)	Posición en el área de distribución /endemismo/otros (opcional)

Especies animales exóticas invasoras

Phylum	Nombre científico	Nombre común	Impactos <sup>9</sup>

Casilla de texto opcional para incluir información adicional *(Este campo está limitado a 2500 caracteres)*

<sup>9</sup> No hay impactos | Potencialmente | Actualmente (impactos menores) | Actualmente (impactos mayores)

## 4.4 Componentes físicos

### 4.4.1 Clima

Indique el tipo o los tipos de clima predominantes seleccionando la región o regiones y subregión o subregiones climáticas según el sistema de clasificación climática de Köppen-Gieger

Región <sup>10</sup>	Subregión climática <sup>11</sup>

Si el sitio está afectado por condiciones climáticas cambiantes, indique la naturaleza de esos cambios

(Este campo está limitado a 1000 caracteres)

### 4.4.2 Situación geomorfológica

a) Altitud mínima sobre el nivel del mar (en metros) (La FIR en línea sólo acepta valores numéricos)

a) Altitud máxima sobre el nivel del mar (en metros) (La FIR en línea sólo acepta valores numéricos)

b) Posición en el paisaje o la cuenca hidrográfica:

- Toda la cuenca hidrográfica
- Parte superior de la cuenca hidrográfica
- Parte media de la cuenca hidrográfica
- Parte baja de la cuenca hidrográfica
- Más de una cuenca hidrográfica
- No se encuentra en una cuenca hidrográfica
- Costero

Indique la(s) cuenca(s) hidrográfica(s). Si el sitio se encuentra en una subcuenca, indique también el nombre de la cuenca hidrográfica principal. En el caso de los sitios costeros o marinos, indique el nombre del mar o el océano.

(Este campo está limitado a 1000 caracteres)

<sup>10</sup> A. Clima tropical húmedo | B. Clima seco | C. Clima húmedo de latitudes medias con inviernos templados | D. Clima húmedo de latitudes medias con inviernos fríos | E. Clima polar con inviernos y veranos extremadamente fríos | H. Alta montaña

<sup>11</sup> Af: Húmedo tropical (Sin estación seca) | Am: Monzónico tropical (Estación seca corta, fuertes lluvias monzónicas en otros meses) | Aw: Sabana tropical (Estación seca invernal) | BWh: Desierto subtropical (Desierto, latitudes bajas) | BSh: Estepa subtropical (Seco, latitudes bajas) | BWk: Desierto de latitudes medias (Desierto, latitudes medias) | BSk: Estepa de latitudes medias (Seco, latitudes medias) | Csa: Mediterráneo (Templado, verano seco y cálido) | Csb: Mediterráneo (Templado, verano seco y moderado) | Cfa: Subtropical húmedo (Templado, sin estación seca, verano cálido) | Cwa: Subtropical húmedo (Templado, invierno seco, verano cálido) | Cfb: Costa occidental oceánico (Templado, sin estación seca, verano moderado) | Cfc: Costa occidental oceánico (Templado, sin estación seca, verano fresco) | Dfa: Continental húmedo (Húmedo, invierno severo, sin estación seca, verano cálido) | Dfb: Continental húmedo (Húmedo, invierno severo, sin estación seca, verano moderado) | Dwa: Continental húmedo (Húmedo, invierno severo y seco, verano cálido) | Dwb: Continental húmedo (Húmedo, invierno severo y seco, verano moderado) | Dfc: Subártico (Invierno severo, sin estación seca, verano fresco) | Dfd: Subártico (Severo, invierno muy frío, sin estación seca, verano fresco) | Dwc: Subártico (Severo, invierno seco, verano fresco) | Dwd: Subártico (Severo, invierno muy frío y seco, verano fresco) | ET: Tundra (Tundra polar, sin verdadero verano) | EF: Casquete de hielo (Hielos perennes) | H: Alta montaña (-)

#### 4.4.3 Suelo

- Mineral
- Orgánicos
- No se dispone de información

¿Han experimentado los tipos de suelos alguna modificación debido a cambios en las condiciones hidrológicas (p.ej., mayor salinidad o acidificación)?

Sí /  No

Aporte más información sobre el suelo (opcional) *(Este campo está limitado a 1000 caracteres)*

#### 4.4.4 Régimen hídrico

Permanencia del agua

¿Presencia? <sup>12</sup>

Origen de agua que mantiene las características del sitio

¿Presencia? <sup>13</sup>	Origen predominante del agua
	<input type="checkbox"/>

Destino del agua

¿Presencia? <sup>14</sup>

Estabilidad del régimen hídrico

¿Presencia? <sup>15</sup>

Incluya comentarios sobre el régimen hídrico y sus determinantes (si procede). Utilice esta casilla para explicar sitios con hidrología compleja: *(Este campo está limitado a 2000 caracteres)*

<sup>12</sup> Normalmente suele haber aguas permanentes | Normalmente suele haber agua estacional, efímera o intermitente | Desconocido

<sup>13</sup> Aportación de agua de las precipitaciones | Aportación de agua de las aguas superficiales | Aportación de agua del acuífero | Agua marina | Desconocido

<sup>14</sup> Alimenta al acuífero | A la cuenca hidrográfica aguas abajo | Marina | Desconocido

<sup>15</sup> Niveles del agua estables en gran medida | Niveles del agua que fluctúan (incluyendo las mareas) | Desconocido

Conectividad de las aguas superficiales y las aguas subterráneas (ECD)

Estratificación y régimen de mezcla (ECD)

#### 4.4.5 Régimen de sedimentación

- Se produce una erosión importante de sedimentos en el sitio
- Se produce una acumulación o deposición importante de sedimentos en el sitio
- Se produce un transporte importante de sedimentos en el sitio o a través de él
- El régimen de sedimentos es muy variable de una estación a otra o de un año a otro
- Régimen de sedimentos desconocido

Aporte información adicional sobre los sedimentos (opcional): *(Este campo está limitado a 1000 caracteres)*

Turbidez y color del agua (ECD)

Luz que llega al humedal (ECD)

Temperatura del agua (ECD)

#### 4.4.6 pH del agua

- Ácido (pH<5,5)
- Circunneutro (pH: 5,5-7,4)
- Alcalino (pH>7,4)
- Desconocido

Aporte información adicional sobre el pH (opcional): *(Este campo está limitado a 1000 caracteres)*

#### 4.4.7 Salinidad del agua

- Dulce (<0,5 g/l)
- Mixohalina (salobre)/Mixosalina (0,5-30 g/l)
- Euhalina/Eusalina (30-40 g/l)
- Hiperhalina/Hipersalina (>40 g/l)
- Desconocido

Aporte información adicional sobre la salinidad (opcional): *(Este campo está limitado a 1000 caracteres)*

Gases disueltos en el agua (ECD)

#### 4.4.8 Nutrientes disueltos o en suspensión en el agua

- Eutróficas
- Mesotróficas
- Oligotróficas
- Distróficas



Desconocido

Aporte información adicional sobre los nutrientes disueltos o en suspensión (opcional): *(Este campo está limitado a 1000 caracteres)*

Carbono orgánico disuelto (ECD)

Potencial de oxidación-reducción del agua y los sedimentos (ECD)

Conductividad del agua (ECD)

#### 4.4.9 Rasgos de la zona circundante que podrían afectar al sitio

Indique si el paisaje y las características ecológicas de la zona circundante al sitio Ramsar difieren de los del sitio en sí y, en caso afirmativo, explique las diferencias:

i) en gran medida similares /  ii) notablemente diferentes

*En caso de que la zona circundante sea diferente a la zona del sitio Ramsar, indique en qué sentido: (marque todas las categorías que correspondan)*

- La zona circundante está más urbanizada o desarrollada
- La zona circundante tiene una mayor densidad de población humana
- La zona circundante tiene un uso agrícola más intensivo
- La zona circundante tiene una cubierta terrestre o tipos de hábitat significativamente diferentes

Describa en qué otras formas difiere la zona circundante: *(Este campo está limitado a 2000 caracteres)*

## 4.5 Servicios de los ecosistemas

### 4.5.1 Servicios o beneficios de los ecosistemas

*Seleccione más abajo todos los servicios o beneficios de los ecosistemas que proporciona actualmente el sitio e indique su importancia relativa en la columna de la derecha.*

Servicios de aprovisionamiento

Servicio del ecosistema <sup>16</sup>	Ejemplos <sup>17</sup>	Importancia/Extensión/Trascendencia <sup>18</sup>

Servicios de regulación

<sup>16</sup> Alimento para las personas | Agua dulce | Productos no alimenticios de los humedales | Productos bioquímicos | Materiales genéticos

<sup>17</sup> Sustento para las personas (p.ej., pescado, moluscos, grano) | Agua potable para las personas y el ganado | Agua para la agricultura de regadío | Agua para la industria | Agua para la producción de energía (hidroelectricidad) | Madera | Leña/fibra | Turba | Forraje | Juncos y fibra | Otros | Extracción de materiales de la biota | Productos medicinales | Genes de tolerancia a determinadas condiciones (p.ej., salinidad) | Genes de resistencia a los patógenos de las plantas | Especies ornamentales (vivas y muertas)

<sup>18</sup> No relevante para el sitio | Bajo | Moderado | Elevado

Servicio del ecosistema <sup>19</sup>	Ejemplos <sup>20</sup>	Importancia/Extensión/Trascendencia <sup>18</sup>

Servicios culturales

Servicio del ecosistema <sup>21</sup>	Ejemplos <sup>22</sup>	Importancia/Extensión/Trascendencia <sup>18</sup>

Servicios de apoyo

Servicio del ecosistema <sup>23</sup>	Ejemplos <sup>24</sup>	Importancia/Extensión/Trascendencia <sup>18</sup>

Otro(s) servicio(s) de los ecosistemas no incluidos más arriba: *(Este campo está limitado a 2000 caracteres)*

Realice un cálculo aproximado del número de personas que se benefician directamente de los servicios ecológicos prestados por el sitio (una estimación al menos en órdenes de magnitud: decenas, centenas, miles, decenas de miles, etc.):

En el interior del sitio:

Fuera del sitio:

¿Se han realizado estudios o evaluaciones de la valoración económica de los servicios de los ecosistemas prestados por este sitio Ramsar?

Si /  No /  Desconocido

<sup>19</sup> Mantenimiento de los regímenes hidrológicos | Protección contra la erosión | Control de la contaminación y descontaminación | Regulación del clima | Control biológico de plagas y enfermedades | Reducción de las amenazas

<sup>20</sup> Recarga y descarga de los acuíferos | Almacenamiento y distribución de agua como parte de los sistemas de suministro de agua para la agricultura y la industria | Retención de suelo, sedimentos y nutrientes | Depuración del agua/tratamiento o dilución de los residuos | Regulación del clima a escala local/amortiguación del cambio | Regulación de los gases de efecto invernadero, temperatura, precipitaciones y otros procesos climáticos | Mantenimiento de predadores de plagas agrícolas (p.ej., aves que se alimentan de langostas) | Control de las inundaciones, almacenamiento de agua | Estabilización del litoral y las riberas de ríos y protección frente a las tormentas

<sup>21</sup> Recreio y turismo | Espiritual e inspirador | Científico y educativo

<sup>22</sup> Caza y pesca recreativas | Deportes y actividades acuáticos | Excursiones, salidas, visitas | Observación de la naturaleza y turismo de naturaleza | Inspiración | Patrimonio cultural (histórico y arqueológico) | Importancia cultural actual, inclusive para las artes y la inspiración creadora y incluyendo el valor de existencia | Valores espirituales y religiosos | Valores estéticos y sentido de pertenencia | Actividades y oportunidades educativas | Importantes sistemas de conocimiento, importancia para la investigación (área o sitio de referencia científica) | Sitio de seguimiento a largo plazo | Sitio importante para el estudio científico | Localización tipo para un taxón

<sup>23</sup> Biodiversidad | Formación del suelo | Ciclo de los nutrientes | Polinización

<sup>24</sup> Mantiene una variedad de todas las formas de vida, incluyendo plantas, animales y microorganismos | Retención de sedimentos | Acumulación de materia orgánica | Almacenamiento, reciclaje, procesado y adquisición de nutrientes | Almacenamiento/secuestro de carbono | Soporte para los polinizadores

Cuando se hayan realizado estudios o evaluaciones de valoración económica en el sitio, sería útil aportar información sobre dónde encontrar dichos resultados (p.ej., enlaces a sitios web, referencias de publicaciones):  
(Este campo está limitado a 2500 caracteres)

#### 4.5.2 Valores sociales y culturales

¿Se considera el sitio de importancia internacional por contener, aparte de los pertinentes valores ecológicos, ejemplos de importantes valores culturales, materiales o de otro tipo, vinculados con su origen, conservación y/o funcionamiento ecológico? De ser así, describa su importancia respecto de una o más de las cuatro categorías siguientes. No describa aquí ningún valor derivado de una explotación no sostenible o que de lugar a cambios ecológicos perjudiciales.

i) el sitio proporciona un modelo de uso racional de los humedales que demuestra la aplicación de conocimientos y métodos tradicionales de manejo y uso que mantienen las características ecológicas del humedal  
Descripción si procede (Este campo está limitado a 2500 caracteres)

ii) el sitio posee tradiciones o registros culturales excepcionales de antiguas civilizaciones que han influido sobre las características ecológicas del humedal

Descripción si procede (Este campo está limitado a 2500 caracteres)

iii) las características ecológicas del humedal dependen de su interacción con las comunidades locales o los pueblos indígenas

Descripción si procede (Este campo está limitado a 2500 caracteres)

iv) están presentes valores inmateriales relevantes tales como sitios sagrados y su existencia está estrechamente vinculada al mantenimiento de las características ecológicas del humedal

Descripción si procede (Este campo está limitado a 2500 caracteres)

#### 4.6 Procesos ecológicos

No está previsto que esta sección se complete como parte de una FIR estándar sino que se utilice para completar la información como parte del modelo de descripción "complete" de las características ecológicas aprobado en la Resolución X.15

Producción primaria (ECD)

Ciclado de nutrientes (ECD)

Ciclado del carbono (ECD)

Productividad de la reproducción animal (ECD)

Productividad vegetal, polinización, procesos de regeneración, sucesión, función del fuego, etc. (ECD)

Interacciones destacadas entre las especies, incluido el pastoreo, la depredación, la competencia, las enfermedades y los patógenos (ECD)

Aspectos destacados relativos a la dispersión de fauna y flora (ECD)

Aspectos destacados relativos a la migración (ECD)

Presiones y tendencias relativas a cualquiera de los aspectos anteriores y/o relativas a la integridad del ecosistema (ECD)

## ¿Cómo se maneja el sitio?

### 5.1 Tenencia de la tierra y responsabilidades (manejadores)

#### 5.1.1 Tenencia o propiedad de la tierra

Por favor, especifique si esta categoría es aplicable al sitio Ramsar, a la zona circundante o a ambas marcando la opción o las opciones pertinentes.

Propiedad pública

Categoría <sup>25</sup>	En el interior del sitio Ramsar	En la zona circundante
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Propiedad privada

Categoría <sup>26</sup>	En el interior del sitio Ramsar	En la zona circundante
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Otros

Categoría <sup>27</sup>	En el interior del sitio Ramsar	En la zona circundante
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Aporte información adicional sobre el régimen de tenencia de la tierra o propiedad (opcional) (Este campo está limitado a 1000 caracteres)

<sup>25</sup> Terrenos públicos (sin especificar) | Gobierno nacional o federal | Gobierno provincial/regional/estatal | Administración local, municipio, (sub)distrito, etc. | Otro tipo de propiedad pública

<sup>26</sup> Cooperativa/colectiva (p.ej., cooperativa de agricultores) | Comercial (empresa) | Fundación/organización no gubernamental/trust | Organismo/organización religiosa | Otros tipos de propietario(s) privado(s)/individual(es)

<sup>27</sup> Propiedad mixta no especificada | No se dispone de información | Comuneros/derechos consuetudinarios

### 5.1.2 Autoridad de manejo

Indique la oficina u oficinas del organismo o la organización responsable del manejo del sitio: *(Este campo está limitado a 1000 caracteres)*

Indique el nombre y el título de la persona o las personas con responsabilidad sobre el humedal

Dirección postal: *(Este campo está limitado a 1000 caracteres)*

Dirección de correo electrónico: *(La FIR en línea sólo acepta direcciones de correo electrónico válidas, p. ej., ejemplo@mail.com)*

## 5.2 Amenazas a las características ecológicas y respuestas a las mismas (Manejo)

### 5.2.1 Factores (reales o probables) con un impacto adverso sobre las características ecológicas del sitio

Por favor, especifique si esta categoría es aplicable al sitio Ramsar, a la zona circundante o a ambas marcando la opción o las opciones pertinentes.

Asentamientos humanos (no agrícolas)

Factores que afectan adversamente al sitio <sup>28</sup>	Amenaza real <sup>29</sup>	Amenaza potencial <sup>29</sup>	En el interior del sitio	En la zona circundante
			[]	[]

Regulación del agua

Factores que afectan adversamente al sitio <sup>30</sup>	Amenaza real <sup>29</sup>	Amenaza potencial <sup>29</sup>	En el interior del sitio	En la zona circundante
			[]	[]

Agricultura y acuicultura

Factores que afectan	Amenaza real <sup>29</sup>	Amenaza potencial <sup>29</sup>	En el interior del sitio	En la zona circundante

<sup>28</sup> Viviendas y zonas urbanas | Zonas comerciales e industriales | Zonas turísticas y recreativas | Desarrollo sin especificar

<sup>29</sup> Impacto bajo | Impacto moderado | Impacto elevado | impacto desconocido |

<sup>30</sup> Drenaje | Extracción de agua | Dragado | Salinización | Evacuación de agua | Canalización y regulación de ríos

<b>adversamente al sitio<sup>31</sup></b>				
			[ ]	[ ]

Producción de energía y minería

<b>Factores que afectan adversamente al sitio<sup>32</sup></b>	<b>Amenaza real<sup>29</sup></b>	<b>Amenaza potencial<sup>29</sup></b>	<b>En el interior del sitio</b>	<b>En la zona circundante</b>
			[ ]	[ ]

Corredores de transporte y servicios

<b>Factores que afectan adversamente al sitio<sup>33</sup></b>	<b>Amenaza real<sup>29</sup></b>	<b>Amenaza potencial<sup>29</sup></b>	<b>En el interior del sitio</b>	<b>En la zona circundante</b>
			[ ]	[ ]

Aprovechamiento de recursos biológicos

<b>Factores que afectan adversamente al sitio<sup>34</sup></b>	<b>Amenaza real<sup>29</sup></b>	<b>Amenaza potencial<sup>29</sup></b>	<b>En el interior del sitio</b>	<b>En la zona circundante</b>
			[ ]	[ ]

Intrusiones y perturbaciones de origen humano

<b>Factores que afectan adversamente al sitio<sup>35</sup></b>	<b>Amenaza real<sup>29</sup></b>	<b>Amenaza potencial<sup>29</sup></b>	<b>En el interior del sitio</b>	<b>En la zona circundante</b>
			[ ]	[ ]

Modificaciones del sistema natural

<sup>31</sup> Cultivos anuales y perennes no maderables | Plantaciones para madera y pulpa | Ganadería y pastoreo | Acuicultura marina y de agua dulce | Sin especificar

<sup>32</sup> Prospección de petróleo y gas | Minería y explotación de canteras | Energías renovables | Sin especificar

<sup>33</sup> Carreteras y ferrocarriles | Líneas y cables de servicios públicos (p.ej., canalizaciones) | Rutas de transporte | Rutas de navegación aérea | Sin especificar

<sup>34</sup> Caza y extracción de animales terrestres | Recolección de plantas terrestres | Tala y extracción de madera | Pesca y extracción de recursos acuáticos | Sin especificar

<sup>35</sup> Actividades turísticas y recreativas | Actividades (para)militares | Sin especificar/otras

<b>Factores que afectan adversamente al sitio<sup>36</sup></b>	<b>Amenaza real<sup>29</sup></b>	<b>Amenaza potencial<sup>29</sup></b>	<b>En el interior del sitio</b>	<b>En la zona circundante</b>
			[]	[]

Especies y genes invasores y otras especies y genes problemáticos

<b>Factores que afectan adversamente al sitio<sup>37</sup></b>	<b>Amenaza real<sup>29</sup></b>	<b>Amenaza potencial<sup>29</sup></b>	<b>En el interior del sitio</b>	<b>En la zona circundante</b>
			[]	[]

Contaminación

<b>Factores que afectan adversamente al sitio<sup>38</sup></b>	<b>Amenaza real<sup>29</sup></b>	<b>Amenaza potencial<sup>29</sup></b>	<b>En el interior del sitio</b>	<b>En la zona circundante</b>
			[]	[]

Fenómenos geológicos

<b>Factores que afectan adversamente al sitio<sup>39</sup></b>	<b>Amenaza real<sup>29</sup></b>	<b>Amenaza potencial<sup>29</sup></b>	<b>En el interior del sitio</b>	<b>En la zona circundante</b>
			[]	[]

Cambio climático y meteorología extrema

<b>Factores que afectan adversamente al sitio<sup>40</sup></b>	<b>Amenaza real<sup>29</sup></b>	<b>Amenaza potencial<sup>29</sup></b>	<b>En el interior del sitio</b>	<b>En la zona circundante</b>
			[]	[]

<sup>36</sup> Incendios y extinción de los mismos | Presas y manejo/uso del agua | Desbroce del terreno/conversión de la tierra | Sin especificar/otras

<sup>37</sup> Especies no autóctonas/exóticas | Especies autóctonas problemáticas | Material genético introducido | Sin especificar

<sup>38</sup> Aguas residuales domésticas o urbanas | Efluentes industriales y militares | Efluentes agrícolas y forestales | Basura y desechos sólidos | Contaminantes aéreos /volátiles | Exceso de calor, ruido, luz | Sin especificar

<sup>39</sup> Volcanes | Terremotos/maremotos | Avalanchas/corrimientos de tierras | Sin especificar

<sup>40</sup> Modificación y alteración del hábitat | Sequías | Temperaturas extremas | Tormentas e inundaciones | Sin especificar

Describe cualquier otra amenaza (opcional): (Este campo está limitado a 3000 caracteres)

--

### 5.2.2 Estado de conservación oficial

Enumere cualquier otro estado de conservación relevante a escala mundial, regional o nacional y especifique las relaciones de los límites con el sitio Ramsar:

Designaciones jurídicas mundiales

Tipo de designación <sup>41</sup>	Nombre del área	URL (dirección) de la información en línea	Solapamiento con el sitio Ramsar <sup>42</sup>

Designaciones jurídicas regionales (internacionales)

Tipo de designación <sup>43</sup>	Nombre del área	URL (dirección) de la información en línea	Solapamiento con el sitio Ramsar <sup>42</sup>

Designaciones jurídicas nacionales

Tipo de designación	Nombre del área	URL (dirección) de la información en línea	Solapamiento con el sitio Ramsar <sup>42</sup>

Designaciones sin carácter legal

Tipo de designación <sup>44</sup>	Nombre del área	URL (dirección) de la información en línea	Solapamiento con el sitio Ramsar <sup>42</sup>

### 5.2.3 Categorías de áreas protegidas de la UICN (2008)

- Ia Reserva natural estricta
- Ib Área natural silvestre: área protegida manejada principalmente con fines de protección de la naturaleza
- II Parque nacional: área protegida manejada principalmente para la protección de los ecosistemas y con fines recreativos

<sup>41</sup> Sitio del Patrimonio Mundial | Reserva de la Biosfera de la UNESCO | Otra designación mundial

<sup>42</sup> total | parcial

<sup>43</sup> Natura 2000 (Unión Europea) | Otra designación internacional

<sup>44</sup> Zona de Especial Protección para las Aves | Área de vegetación importante | Otras (carácter no reglamentario)



III Monumento natural: área protegida manejada principalmente para la conservación de características naturales específicas

IV Área de gestión de hábitats o especies: área protegida manejada principalmente para la conservación a través de intervenciones de manejo

V Paisaje terrestre o marino protegido: área protegida manejada principalmente para la conservación de paisajes terrestres o marinos y con fines recreativos

VI Área protegida con gestión de los recursos: área protegida manejada principalmente para la utilización sostenible de los ecosistemas naturales

## 5.2.4 Principales medidas de conservación

Protección jurídica

Medidas <sup>45</sup>	Estado <sup>46</sup>

Hábitat

Medidas <sup>47</sup>	Estado <sup>46</sup>

Especies

Medidas <sup>48</sup>	Estado <sup>46</sup>

Actividades humanas

Medidas <sup>49</sup>	Estado <sup>46</sup>

Otros: *(Este campo está limitado a 3000 caracteres)*

--

---

<sup>45</sup> Protección jurídica

<sup>46</sup> Propuesta | Aplicada en parte | Aplicada

<sup>47</sup> Iniciativas/controles de manejo de la cuenca hidrográfica | Mejora de la calidad del agua | Manipulación/mejora del hábitat | Manejo/restauración del régimen hidrológico | Reforestación | Manejo del suelo | Controles de la conversión de la tierra | Corredores/pasajes para la fauna

<sup>48</sup> Programas de manejo de especies amenazadas/raras | Reintroducciones | Control de las plantas exóticas invasoras | Control de animales exóticos invasores

<sup>49</sup> Manejo de la extracción de agua | Regulación/manejo de los residuos | Manejo/exclusión del ganado (excluyendo las pesquerías) | Manejo/regulación de las pesquerías | Control de la extracción/aplicación de la ley respecto de la caza furtiva | Reglamentación/manejo de actividades recreativas | Actividades de comunicación, educación, participación y concienciación | Investigación

### 5.2.5 Planificación del manejo

¿Existe un plan de manejo específico para este sitio concreto?

50

¿Se aplica el plan o la planificación del manejo?

Sí /  No

El plan de manejo abarca

51

¿El plan de manejo es actualmente objeto de examen y actualizaciones?

Sí /  No

¿Se ha realizado una evaluación de la efectividad del manejo del sitio?

Sí /  No

Incluya un enlace al plan de manejo del sitio u otro plan de manejo relevante si está disponible a través de Internet o cárguelo en la sección "Materiales adicionales" (*Este campo está limitado a 500 caracteres*)

Si el sitio es un sitio transfronterizo oficial según se indica en la sección "Administración y límites" > "Ubicación del sitio", ¿existen procesos de planificación del manejo compartidos con otra Parte Contratante?

Sí /  No

Indique si existe algún centro Ramsar, otras instalaciones educativas o de visitantes o un programa educativo o de visitantes asociado al sitio: (*Este campo está limitado a 1000 caracteres*)

Dirección URL de la página web relacionada con el sitio (si procede):

### 5.2.6 Planificación para la restauración

¿Existe un plan de restauración para este sitio concreto?

52

¿Se ha aplicado el plan?

Sí /  No

El plan de restauración abarca:

53

¿Se está revisando y actualizando el plan en este momento?

Sí /  No

Si se está llevando a cabo la restauración para mitigar o responder a una amenaza o amenazas identificadas en esta FIR, indique de cuáles se trata: (*Este campo está limitado a 1000 caracteres*)

Información adicional (*Este campo está limitado a 2500 caracteres*)

<sup>50</sup> No | Sí | En preparación

<sup>51</sup> Todo el sitio Ramsar | Parte del sitio Ramsar

<sup>52</sup> No se ha identificado la necesidad | No; el sitio ya se ha restaurado | No; pero la restauración es necesaria | No; pero se está preparando un plan | Sí; existe un plan

<sup>53</sup> Todo el sitio Ramsar | Parte del sitio Ramsar

### 5.2.7 Seguimiento aplicado o propuesto

Monitoreo <sup>54</sup>	Estado <sup>55</sup>

Indique otras actividades de monitoreo:

(Este campo está limitado a 3000 caracteres)

## Materiales adicionales

---

### 6.1 Informes y documentos adicionales

#### 6.1.1 Referencias bibliográficas

(Este campo está limitado a 3000 caracteres)

#### 6.1.2 Informes y documentos adicionales

i. listas taxonómicas de especies vegetales y animales presentes en el sitio (véase la sección 4.3)

**-CARGAR a través del formato en línea-**

ii. una descripción detallada de las características ecológicas (en un formato nacional)

**-CARGAR a través del formato en línea-**

iii. una descripción del sitio en un inventario nacional o regional de los humedales

**-CARGAR a través del formato en línea-**

iv. Informes pertinentes relativos al Artículo 3.2

**-CARGAR a través del formato en línea-**

v. plan de manejo del sitio

**-CARGAR a través del formato en línea-**

vi. otras referencias publicadas

**-CARGAR a través del formato en línea-**

*Observe que cualquier documento que se cargue aquí se hará disponible públicamente*

#### 6.1.3 Fotografía(s) del sitio

---

<sup>54</sup> Seguimiento del régimen hídrico | Calidad del agua | Calidad del suelo | Comunidad vegetal | Especies vegetales | Comunidad animal | Especies animales (especificar cuáles) | Aves

<sup>55</sup> Aplicado | Propuesto

Incluya al menos una fotografía del sitio:

Archivo	Titular de los derechos de autor	Fecha en la que se realizó la fotografía	Leyenda

[ ] Al presentar esta(s) fotografía(s), certifico que soy el fotógrafo, el titular de los derechos de la(s) fotografía(s) o un representante autorizado de la organización que es titular de los derechos de la(s) misma(s) y por la presente asigno un derecho irrevocable, perpetuo y libre de regalías a la Secretaría de la Convención de Ramsar así como sus afiliados y asociados para utilizar, reproducir, modificar, exhibir, transmitir, derivar obras, publicar, adjuntar logotipos y realizar cualquier otro uso de la(s) fotografías presentadas para fines no comerciales en conjunción con la misión de la Convención de Ramsar. Dicho uso incluye, sin limitarse a ello, publicaciones y materiales internos y externos, la presentación en los sitios web de la Convención de Ramsar o de cualquier organismo afiliado y cualesquiera y todos los canales de comunicación, atribuyendo los derechos de autor al titular en todas las formas publicadas. La exactitud de todos los datos presentados es responsabilidad de la persona u organización que presenta la(s) fotografía(s). Al presentar el material, declaro mi conformidad con las condiciones enunciadas más arriba a título personal o en nombre de la organización de la que soy un funcionario autorizado, certificando que ni la Secretaría de la Convención de Ramsar ni sus afiliados o asociados serán responsables de coste, gasto, daño o perjuicio alguno derivado de la utilización de la(s) fotografía(s) presentadas o de cualquier información adicional proporcionada.

#### 6.1.4 Carta de designación y datos conexos

Carta de designación\*

**-CARGAR a través del formato en línea-**

Incluya una carta de designación de la Autoridad Administrativa Ramsar. En la carta se debe indicar claramente que se está designando el humedal para su inclusión en la Lista de Ramsar y especificar la fecha de designación formal que se solicita.

La carta se puede cargar en dos formatos:

- documento de Word (doc);
- pdf

Carta de designación transfronteriza

**-CARGAR a través del formato en línea-**

Fecha de designación

Número de certificados deseados (*La FIR en línea sólo acepta valores numéricos*)





Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

# ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 0069

Matrícula: 2181800431

IMPORTANCIA DEL HUMEDAL EL CHARCO DEL INGENIO Y SU RELEVANCIA COMO SITIO RAMSAR PARA EL ESTABLECIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE AVES ACUÁTICAS



CLAUDIA YEYETZI SALAS RODRIGUEZ  
ALUMNA

REVISÓ

MTRA. ROSALIA SEPIRANO DE LA PAZ  
DIRECTORA DE SISTEMAS ESCOLARES

Con base en la Legislación de la Universidad Autónoma Metropolitana, en la Ciudad de México se presentaron a las 15:00 horas del día 21 del mes de septiembre del año 2020 POR VÍA REMOTA ELECTRÓNICA, los suscritos miembros del jurado designado por la Comisión del Posgrado:

DR. JUAN GABRIEL RIVERA MARTINEZ  
M. EN C. MARIO ARTURO HERNANDEZ PEÑA  
M. EN C. MINERVA LEONOR GONZALEZ IBARRA

Bajo la Presidencia del primero y con carácter de Secretaría la última, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS (ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE)

DE: CLAUDIA YEYETZI SALAS RODRIGUEZ

y de acuerdo con el artículo 78 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

aprobar

Acto continuo, el presidente del jurado comunicó a la interesada el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CBI

  
DR. JESUS ALBERTO OCHOA TAPIA

PRESIDENTE

  
DR. JUAN GABRIEL RIVERA MARTINEZ

VOCAL

  
M. EN C. MARIO ARTURO HERNANDEZ PEÑA

SECRETARIA

  
M EN C MINERVA LEONOR GONZALEZ IBARRA

El presente documento cuenta con la firma -autógrafa, escaneada o digital, según corresponda- del funcionario universitario competente, que certifica que las firmas que aparecen en esta acta - Temporal, digital o dictamen- son auténticas y las mismas que usan los c.c. profesores mencionados en ella