



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA
CONSERVACIÓN DE 25 ESPECIES DE
CACTÁCEAS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA
DE TEHUACÁN-CUICATLÁN

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

PRESENTA:



EDITH ANABEL ANDRES CRUZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. MIGUEL MURGUÍA ROMERO

Agradecimientos

Gracias a Dios y a la vida por permitirme concluir mis estudios y por permitirme compartir esto con ustedes.

Mi Familia

A mi madre Isabel Cruz López por su apoyo incondicional durante toda mi vida, te agradezco la confianza, el cariño, la paciencia, los cuidados, regaños y los desvelos sin ti no lo hubiera logrado Te amo y te admiro mami.

A mi padre Bulmaro Andres López por motivarme a seguir adelante, por los valores inculcados y por estar al pendiente de mí, eres un ejemplo Te amo papi.

A mis hermanos Erika, Eduardo, Luis y Javier gracias por todo su apoyo durante todo este tiempo, por estar a mi lado, por los buenos y malos momentos los quiero.

A mis sobrinas Daniela Naomi y Erandi Yunnuen espero que esto les sirva de ejemplo para que sigan estudiando y ser personas de bien, las quiero mucho.

A mi abuela Agustina, te extraño mucho y me hubiera gustado que vieras mis logros, siempre te admire por ser una mujer muy fuerte, se que donde quieras que estés te sentirás orgullosa de mí. A mi abuelo Isidro eres muy lindo y te quiero mucho, gracias por siempre estar al pendiente de mí los Amo.

A toda la familia pero especialmente a mis tíos Miguel, Margarita, Maribel, Virginia, Lidia, Yolanda gracias por apoyarme.

A mi nueva familia

Gracias Pablo Misael Ordaz Prado por llegar a mi vida y quedarte en ella, estos años a tu lado han logrado hacer de mí una mejor persona, gracias por todo ese amor, cariño, apoyo y comprensión, por demostrarme que si hacemos las cosas juntos y con amor todo estará bien, pero principalmente por darme un motivo más para ser una mejor persona cada día a nuestro hijo, Te Amo.

A Leonardo Nathaniel Ordaz Andres quien llegó para iluminar mi vida, eres mi inspiración, gracias por demostrarme que pase lo que pase siempre debemos de ser fuertes y tener siempre una sonrisa, nunca dejes de sonreír mi niño hermoso y gracias por esa palabrita que me hace feliz escucharla todos los días... Te Amo.

A Mechas quien en tan solo unos meses logró ser alguien muy especial, te voy a extrañar mucho.

Los Amo son lo mejor que me pudo pasar.

A mis amigos

Especialmente a Clara, Laura, Gerzon, Alejandra que los llegué a considerar más que amigos hermanos, a mis compañeros Víctor, Bladimir, Guadalupe, Luis Uriel, Armando, Paquito, Fernando, Paris, Edmundo y a los que conocí durante mi paso por la universidad, gracias por haber hecho de este tiempo uno de los mejores.

A todos quienes cuya compañía, amistad, cercanía durante mi paso por la universidad y en mi vida personal han hecho de ella una etapa muy enriquecedora.

Marcela Pérez, Thomas Ordaz, Alejandra Ordaz, Patricia Ordaz, Cintia González Ordaz, Helia González Ordaz, Paola González Ordaz, Lorena Alicia Prado, Irma Bernal, María Rodríguez León, Aurora, Santos, Orquídea, Emma Granados por todo el apoyo brindado durante el tiempo que los conozco, tanto emocional como profesional para la realización de mi trabajo y por el apoyo en mi vida personal.

A mi director de tesis

Dr. Miguel Murguía Romero que sin él esto jamás se hubiera logrado, gracias por todo el apoyo y por guiarme en todo este proceso en el cual nunca me dejó sola, gracias por esperarme y aguantar tanto tiempo para concluir la tesis.

A mis sinodales

Dr. Oswaldo Téllez Valdés por su apoyo y asesoría en la realización de los modelos bioclimáticos y por tomarse el tiempo para revisar mi trabajo.

Dr. Héctor Octavio Godínez Álvarez por su apoyo y comentarios que me ayudaron a mejorar mi trabajo.

Dr. Salvador Arias Montes que a pesar de tener diferentes ocupaciones se tomó el tiempo para revisar mi trabajo y por los comentarios los cuales me ayudaron a mejorar.

Dra. Patricia Koleff Osorio por haberme ayudado en mi tesis, por mostrarme mis errores, por motivarme a hacer las cosas bien, por haberse preocupado de que yo aprendiera y de que mi trabajo fuera de mejor calidad.

A los profesores

Que siempre me guiaron a lo largo de la carrera, por brindarme sus conocimientos, por preocuparse de que aprendiera, por mostrarme mis errores y corregirlos, por motivarme a hacer las cosas bien, gracias.

Pero principalmente a la M. en C. María Eugenia Garin Aguilar y al Biól. Marcial García Pineda gracias.

A la UNAM

Por haberme permitido pertenecer a la máxima casa de estudios, por hacerme sentir orgullosa por el simple hecho de haber estudiado en ella.

A la Facultad de Estudios Superiores Iztacala por haberme brindado los conocimientos y herramientas necesarias para lograr hacer de mí una profesionalista.

"Por mi Raza hablará el espíritu"

Universidad Nacional Autónoma de México

CONTENIDO

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	6
Biología de la conservación.....	6
El Valle de Tehuacán-Cuicatlán.....	7
La Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán.....	8
Las cactáceas	8
Modelos bioclimáticos.....	8
Análisis de complementariedad.....	9
OBJETIVOS	11
Objetivo general	11
Objetivos particulares	11
MÉTODO	12
Investigación bibliográfica y web.....	12
Especies de cactáceas incluidas en el análisis	14
Base de datos geográfica	15
Modelos de distribución	15
Mapas de superposición de los modelos de distribución.....	16
Análisis de complementariedad.....	17
Perfiles de población humana.....	17
RESULTADOS	18
Modelos de distribución	18
Superposición de mapas de distribución de especies	25
Análisis de complementariedad continuo.....	27
DISCUSIÓN.....	32
CONCLUSIONES.....	34
REFERENCIAS	35
ANEXO 1. Lista de localidades que se encuentran dentro de las áreas del análisis de complementariedad.....	39
ANEXO 2. Imágenes de especies encontradas en la RBTC (23/Septiembre/2012).	43

RESUMEN

Antecedentes. La región del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, que se reconoce también como provincia fitogeográfica, es un sitio de amplia diversidad biológica y en 1998 parte de su territorio fue decretado Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán (RBTC). Es considerada como una de las más importantes reservas de México. Muchas cactáceas son elementos dominantes en la fisonomía de la RBTC, la cual es representada con 62 especies. Se ha desarrollado una gran variedad de métodos computacionales para modelar las preferencias ambientales de las especies, entre estos se encuentra el método MaxEnt que es valioso para la planeación de la conservación y el análisis de complementariedad, que es un método que permite establecer qué sitios difieren en composición de especies y elegir aquellos que juntos incluyan el número mayor de especies posibles y así poder identificar las áreas con mayor representación de diversidad, para permitir el diseño de estrategias. La reducción del hábitat por contaminación, urbanización, introducción de especies exóticas y sobre-explotación de los recursos naturales, entre otros fenómenos, han ocasionado la pérdida de la biodiversidad de zonas declaradas como Reservas de la Biosfera, por lo que la revaloración de estas áreas es necesario para la creación de nuevos tipos de zonas de conservación. **Objetivo.** El presente trabajo tuvo como objetivo Identificar áreas de importancia para la conservación de 25 especies e identificar aquellas cuya área de distribución no cubre el territorio de la actual RBTC. **Método.** Se realizaron modelos de distribución potencial mediante MaxEnt. Para identificar las áreas de importancia para la conservación, se realizó un análisis de complementariedad. Se identificaron áreas más densamente pobladas en la RBTC usando las variables demográficas de la base de datos del INEGI. **Resultados.** Se obtuvieron 25 modelos de distribución potencial para las 25 especies de cactáceas. Se Identificaron tres zonas para la conservación de las especies de cactáceas dentro de la RBTC. La densidad poblacional humana es menor en la primera y segunda área para la conservación de las especies de cactáceas, en la tercera área se encontró una mayor densidad poblacional, esto se debe a que se extiende en la mayor parte de la RBTC.

Palabras clave: Conservación, Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán (RBTC), Cactáceas, Modelos de Distribución Potencial, Análisis de Complementariedad.

INTRODUCCIÓN

Biología de la conservación

En los últimos años el interés por promover y llevar a cabo trabajos de índole florístico ha resurgido. Esto se debe a la importancia que hoy en día tiene el conocimiento de la biodiversidad del mundo como un elemento básico necesario para llevar a cabo actividades relacionadas con el manejo y la conservación de los recursos naturales, lo que ha producido diferentes criterios para evaluar y proponer las decisiones oportunas para permitir su uso, protección y conservación. Uno de estos criterios es la identificación de los centros de diversidad y endemismo en el mundo. Con este criterio, la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) ha identificado 12 regiones en el mundo, cada una de las cuales posee diferentes centros de diversidad que merecen una atención especial para el desarrollo de la investigación y actividades para su protección (UICN, 2010).

En casi todas las regiones del mundo hay un legado de áreas para la conservación las cuales se fueron acumulando de forma oportunista y por lo tanto no representan adecuadamente la biodiversidad regional. Por lo común, las áreas para la conservación existentes se han establecido en territorios que tienen (o tenían, cuando fueron establecidas) un valor económico reducido. Su identificación es sólo una etapa de aprender a manejar regiones completas para que los procesos ecosistémicos y la biodiversidad puedan mantenerse junto con la provisión de formas de subsistencia (Margules-Sarkar, 2009).

En México el instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Protegidas. Estas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados (CONANP, 2011). Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, LGEEPA (LGEEPA, 2010).

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra actualmente 175 áreas naturales de carácter federal que representan más de 25,372,182 hectáreas. Estas áreas se clasifican en las siguientes categorías: Reservas de la Biosfera, Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna, y Santuarios (CONANP, 2011).

El Valle de Tehuacán-Cuicatlán

La región del Valle de Tehuacán-Cuicatlán se reconoce también como provincia fitogeográfica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (VTC), perteneciente a la región Xerofítica Mexicana y se encuentra localizada entre los 17°48' y los 18°58' de latitud norte y los 97°03' y 97°43' de longitud oeste. En la provincia existen pequeños valles de origen tectónico, entre los que destacan los de Cuicatlán, Huajuapán, Tehuacán, Tepelmeme y Zapotitlán (Valiente *et al.*, 2009). Reconocido por Rzedowski (1978) como una provincia Florística, el VTC es un sitio de amplia diversidad biológica, en 1998 parte de su territorio se decretó como Área Natural Protegida (Diario Oficial de la Federación, 1997).

El clima de la región está determinado por la predominancia de los vientos del este (alisios) con lluvias de tipo monzónico durante el verano y por vientos del oeste durante el invierno. En ocasiones, durante la época invernal los vientos polares (nortes) provocan lluvias y heladas en las partes más altas de las montañas. La aridez de la región en gran parte se debe al fenómeno de sombra orográfica provocado por la Sierra Madre Oriental, que en esta porción del país se conoce como Sierra de Zongolica. De acuerdo con Valiente (1991), los tipos climáticos del Valle de Tehuacán-Cuicatlán incluyen los cálidos, semicálidos y templados. En lo que respecta a la vegetación, en el valle hay selva baja caducifolia (bosque tropical caducifolio), mientras que en las partes más altas existe bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña; al norte se presenta una gran diversidad de vegetación, predominando la del matorral desértico rosetófilo rodeado de fragmentos de agricultura de riego y de temporal y algunas porciones de matorral crasicaule (Arriaga *et al.*, 2000).

La Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán

El territorio dentro del VTC decretado Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán (RBTC) está situado en el Sureste del estado de Puebla y el Noroeste del estado de Oaxaca y es considerada como una de las más importantes reservas de México a causa de su alta diversidad biológica (Dávila *et al.*, 2002). La reserva contiene aproximadamente 2630 especies de plantas vasculares, 11% de las cuales son endémicas de la zona (Méndez-Larios *et al.*, 2004). Muchas cactáceas son elementos dominantes en las zonas áridas de México y en la fisonomía de la RBTC la cual es representada con 62 especies (Méndez *et al.*, 2004).

Las cactáceas

Las cactáceas presentan hábitos y estructuras anatómicas de adaptación altamente especializados que les imparten una fisonomía particular. La especialización de sus estructuras se debe al medio árido en el que se desarrollan; entre estas características se observa la ausencia de hojas, un tallo que permite almacenar y conservar el agua en sus tejidos, la formación de escamas, espinas y glóquidas y el engrosamiento de la cutícula entre otras (Bravo-Hollis, 1978).

En el territorio de México se han identificado 699 especies de cactáceas pertenecientes a 63 géneros, de las cuales 518 especies y 24 géneros son endémicos para México (Guzmán *et al.*, 2003).

Modelos bioclimáticos

Varias disciplinas como la ecología del paisaje, geografía cuantitativa, y tele-observación se han aplicado al estudio de la diversidad biológica y su conservación, en particular, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten que la información espacial se organice y analice en un contexto geográfico (Peterson *et al.*, 1999). Una de las aplicaciones de los SIG es la construcción de modelos para estimar la distribución potencial actual y futura de una amplia variedad de taxones. Esos modelos se construyen mediante la generación de perfiles bioclimáticos (utilizando parámetros bioclimáticos que

se derivan de las estimaciones promedio mensual del clima), como por ejemplo BIOCLIM (Beaumont *et al.*, 2005).

En años más recientes se ha desarrollado una gran variedad de métodos computacionales para modelar las preferencias ambientales de las especies a partir de una serie de puntos de incidencia geográfica (latitud, longitud). El método MaxEnt (una técnica de máxima entropía como su nombre lo indica) se ha utilizado con mayor éxito predictivo que los otros modelos de competencia, es similar a los métodos estadísticos estándar, es valioso para la planeación de la conservación, ya que cientos de especies pueden ser modeladas de manera simultánea utilizando un software de acceso libre (Margules-Sarkar, 2009).

Análisis de complementariedad

Muchos de los problemas en biología de la conservación se enfocan básicamente a cuestiones de la ordenación del territorio y su distribución. Existe otro tipo de técnicas que permiten visiones adicionales con el objetivo principal de proteger a las especies que se encuentran dentro de un área. El análisis de complementariedad es un método para identificar la configuración geográfica óptima de las reservas dedicadas a la conservación (Rebelo & Siegfried, 1992).

En la actualidad, la complementariedad se utiliza en la mayor parte de los procedimientos algorítmicos para seleccionar sistemas de áreas para la conservación. La complementariedad entre áreas es útil porque permite establecer qué sitios difieren en composición de especies y elegir aquellos que en conjunto incluyan el número mayor de especies posibles y así poder identificar las áreas con mayor representación de diversidad, lo que permite el diseño de estrategias de conservación (Méndez *et al.*, 2005).

La reducción del hábitat por contaminación, urbanización, introducción de especies exóticas invasoras y sobre-explotación de los recursos naturales, entre otros fenómenos ocasionado la pérdida de la biodiversidad de zonas declaradas como Reservas de la Biosfera, si bien en México, existen leyes como LGEEPA (LGEEPA, 2010), las cuales indican un programa de manejo y de ordenamiento ecológico para su protección, conservación, restauración y desarrollo dentro de las áreas, esto no es suficiente por lo

que la revaloración de áreas naturales protegidas es necesaria para la creación de nuevos tipos de zonas de conservación. En el caso de las cactáceas, su importancia fisonómica y de conservación, no requiere de más argumentos que justifiquen su inclusión como grupo crucial para proponer áreas de conservación.

OBJETIVOS

Objetivo general

Identificar áreas de importancia para la conservación de 25 especies de cactáceas en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán mediante análisis de complementariedad e identificar aquellas cuya área de distribución no cubre el territorio de la actual RBTC.

Objetivos particulares

- Construir modelos de distribución potencial de 25 especies de cactáceas.
- Realizar un análisis de complementariedad para 25 especies de cactáceas dentro de la RBTC.
- Identificar cuáles son las áreas más importantes para la conservación de la mayoría de las especies.
- Describir la densidad poblacional humana dentro de la RBTC, y las áreas propuestas para conservación.

MÉTODO

Investigación bibliográfica y web

Se realizó investigación bibliográfica para obtener una descripción de la RBTC. La cartografía utilizada fue el polígono de la RBTC (DOF, 1998, tomado de la CONABIO, 2008). En la figura 1 se muestra un mapa donde se indican los límites estatales y de la RBTC.

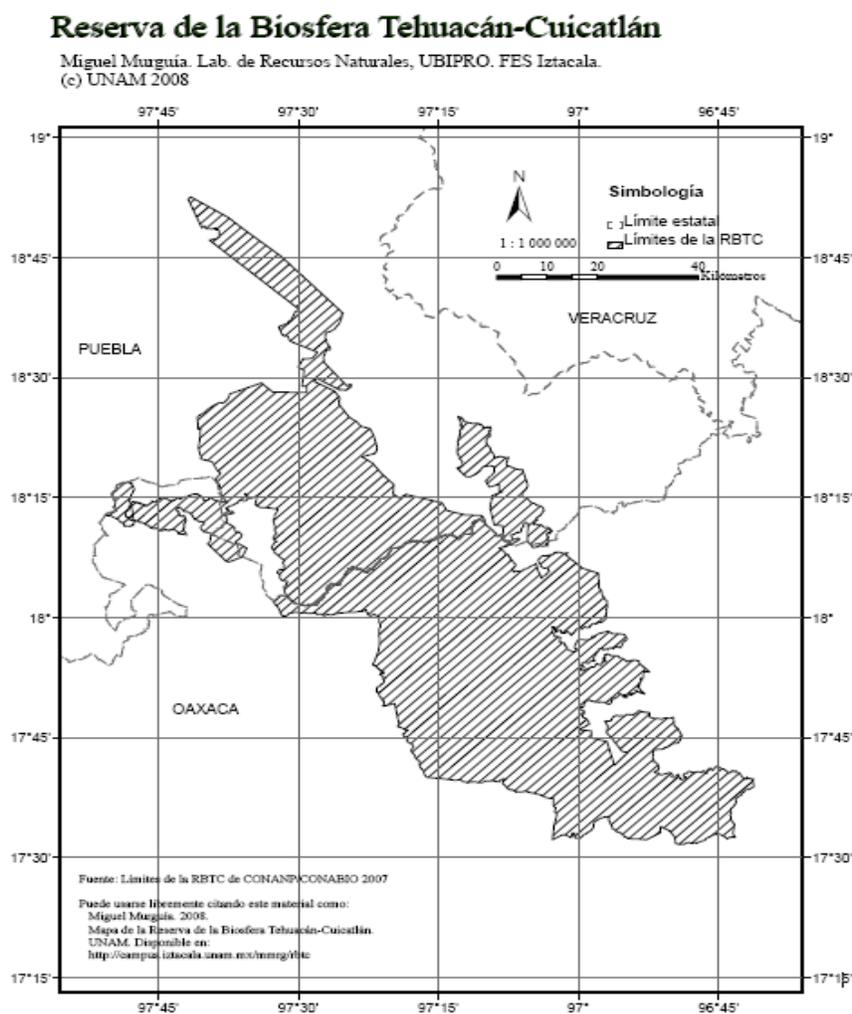


Figura 1: Mapa de la localización de la RBTC.

(<http://sites.google.com/site/biodiversidadinformatica>)

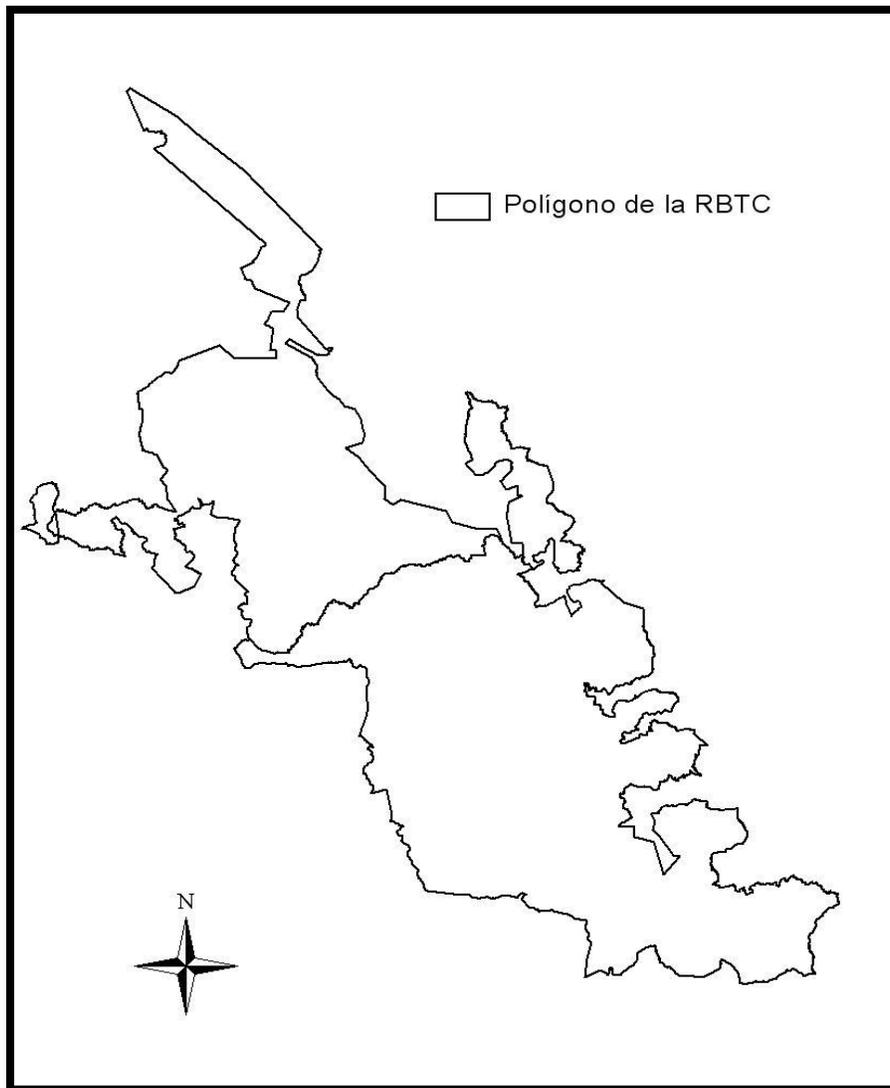


Figura 2: Polígono de la RBTC (fuente: CONABIO, 2008).

Especies de cactáceas incluidas en el análisis

Debido a la existencia en la literatura de un gran número de nombres no aceptados, sinónimos y que existen géneros muy diversos, tales como *Opuntia* o *Mammillaria*, que presentan varias decenas de especies, el presente trabajo solo abarca un grupo de géneros representativos en la RBTC y que incluye a los géneros *Coryphantha* y *Ferocactus* y los géneros considerados como columnares. A partir de los registros de recolecta públicos (Ezcurra, 1997; Dávila *et al.*, 2000; Méndez *et al.*, 2004 y 2006; Téllez, 2008) en la REMIB (Red Mundial de Información sobre Biodiversidad), se elaboró una lista de las especies en la zona de estudio.

Tabla 1. Lista de las 25 especies de cactáceas incluidas en el análisis.

Especie	Autor	Referencia	Distribución por entidad federativa	Endémica de México
<i>Cephalocereus columna-trajani</i>	(Karw. Ex Pfeiff.) K. Schum.	In Engl. & Prantl, Nat. Pflanzenfam. 3(6a): 182. 1894	OAX, PUE.	SI
<i>Coryphantha pallida</i>	Britton & Rose	Cact. 4: 40. 1923.	OAX, PUE.	SI
<i>Coryphantha pycnacantha</i>	(Mart) Lem.	Cactée 35. 1868.	D.F, HGO, MEX, PUE, QRO, VER.	NO
<i>Coryphantha reduncispina</i>	Boed.	Kakteenkunde 1933: 153. 1933	OAX, PUE.	NO
<i>Coryphantha retusa</i>	(Pfeiff.) Britton & Rose	Cact. 4: 38. 1923	OAX.	SI
<i>Escontria chiotilla</i>	(F.A.C. Weber ex K.Schum.) Rose	Contr. U.S. Natl. Herb. 10: 126. 1906	GRO, MICH, OAX, PUE	NO
<i>Ferocactus flavovirens</i>	(Scheidw.) Britton & Rose	Cact. 3: 138. 1922.	PUE, OAX.	SI
<i>Ferocactus haematacanthus</i>	(Salm-Dyck) Bravo	Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México 1: 116. 1930..	PUE, VER	NO
<i>Ferocactus macrodiscus</i>	(Mart) Britton & Rose	Cact. 3: 139. 1922.	GTO, OAX, QRO, SLP.	NO
<i>Ferocactus recurvus</i>	(Mill.)Y .lto ex G.E.Linds.	Cact. Succ. J (Los Angeles) 27: 173. 1955	OAX, PUE, VER.	NO
<i>Ferocactus robustus</i>	(Pfeiff.) Britton & Rose	Cact. 3: 135. 1922.	PUE, VER.	NO
<i>Lemaireocereus hollianus</i>	(F.A.C. Weber ex J.M. Coult.) Britton & Rose	Contr. U.S. Natl. Herb. 12: 425. 1909.	OAX, PUE.	SI
<i>Marginatocereus marginatus</i>	(DC.) Backeb	Cactaceae (Berlin) 1942: 77. 1942	AGS, COL, DGO, GTO, OAX, PUE, QRO, SLP, ZAC.	NO
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	(Mart. Ex Pfeiff.) Console, Boll	Reale Orto Bot. Palermo 1: 10. 1837	AGS, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MEX, MICH, MOR, NL, OAX, PUE, QRO, SLP.	NO
<i>Myrtillocactus schenckii</i>	(J.A.Purpus) Britton & Rose	Contr. U.S: Natl. Herb. 12: 427. 1909	OAX, PUE.	NO
<i>Neobuxbaumia macrocephala</i>	(F.A.C. Weber ex K.Schum.) E.Y.Dawson.	Cact. Succ. J. (Los Angeles) 24: 173. 1952.	PUE.	SI
<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i>	(Bravo) Backeb.	Beitr. Sukkulentenk. Sukkulentenpfl ege 1941:	GRO, JAL, MICH, MOR, OAX, PUE.	NO

<i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	(F.A.C. Weber) Backeb	3. 1941. Blätt. Kakteenf. 6. 1938	OAX, PUE.	NO
<i>Pachycereus weberi</i>	(J.M.Coult) Backeb.	Die Cactaceae 4: 2152. 1960	GRO, MICH, MOR, OAX, PUE.	NO
<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	(F.A.C. Weber ex K.Schum.) Byles & G.D.Rowley.	Cact. Succ. J. Gr. Brit. 19: 66. 1957.	GRO, OAX, PUE.	NO
<i>Polaskia chende</i>	(Gosselin) A.C.Gibson & K.E.Horak.	Ann. Missouri Bot. Gard. 65: 1006. 1979	OAX, PUE.	SI
<i>Polaskia chlchipe</i>	(Gosselin) Backeb.	Blatt. Sukkulentk. 1:4. 1949.	OAX, PUE	NO
<i>Pseudomitrocereus fulviceps</i>	(F.A.C.Weber ex K.Schum.) Brao & Buxb	In Buxb., Bot. Stud. 12: 99. 1961. Pr	OAX, PUE	SI
<i>Stenocereus pruinosus</i>	(Otto ex Pfeiff.) Buxb.	Bot. Stud. 12: 101. 1961.	CHIS, GRO, OAX, PUE, SLP, TAMPS, VER, YUC.	NO
<i>Stenocereus stellatus</i>	(Pfeiff) Riccob.	Boll. Reale Orto Bot. Palermo 8: 253. 1909	GRO, MOR, OAX, PUE.	NO

Base de datos geográfica

A partir de los registros se elaboró una base de datos de cactáceas en la RBTC en la que se incluyeron datos de la familia, género, especie y las coordenadas geográficas de la localidad de recolecta obteniéndose 1281 registros para las 25 especies de cactáceas.

Modelos de distribución

A partir de la base de datos geográfica, se realizaron modelos bioclimáticos (Busby, 1986; 1991) de la distribución de la especie con ayuda de MaxEnt, programa para el modelado de la distribución geográfica de las especies con base en la máxima entropía (Steven *et al.*, 2006). Se incorporaron 19 variables climáticas (Tabla 2) de combinaciones de valores de temperatura mínima y máxima promedio y precipitación (Télez *et al.*, 2011). Con ayuda del programa ArcView se exportaron los modelos generados en MaxEnt como mapas en formato *shape* (shp).

Tabla 2. Variables ambientales usadas para construir los modelos BIOCLIM.

Nº	PARAMETROS	ABREVIATURA
1	TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL	tpq
2	OSCILACIÓN DIURNA DE LA TEMPERATURA	odt
3	ISOTERMALIDAD	iso
4	ESTACIONALIDAD DE LA TEMPERATURA	edt
5	TEMPERATURA MÁXIMA PROMEDIO DEL PERIODO MÁS CÁLIDO	tmppc
6	TEMPERATURA MÍNIMA PROMEDIO DEL PERIODO MÁS FRÍO	tppf
7	OSCILACIÓN ANUAL DE LA TEMPERATURA	oat
8	TEMPERATURA PROMEDIO DEL CUATRIMESTRE MÁS LLUVIOSO	tpcll
9	TEMPERATURA PROMEDIO DEL CUATRIMESTRE MÁS SECO	tpcs
10	TEMPERATURA DEL CUATRIMESTRE MÁS CÁLIDO	tcc
11	TEMPERATURA PROMEDIO DEL CUATRIMESTRE MÁS FRÍO	tpcf
12	PRECIPITACIÓN ANUAL	pa
13	PRECIPITACIÓN DEL PERIODO MÁS LLUVIOSO	ppll
14	PRECIPITACIÓN DEL PERIODO MÁS SECO	pps
15	ESTACIONALIDAD DE LA PRECIPITACIÓN	cp
16	PRECIPITACIÓN DEL CUATRIMESTRE MÁS LLUVIOSO	pcll
17	PRECIPITACIÓN DEL CUATRIMESTRE MÁS SECO	pcs
18	PRECIPITACIÓN DEL CUATRIMESTRE MÁS CÁLIDO	pcc
19	PRECIPITACIÓN DEL CUATRIMESTRE MÁS FRÍO	pcf

Mapas de superposición de los modelos de distribución

Con base en los modelos de distribución de las 25 especies se generó un mapa de superposición de todas las especies (el cual no representa la riqueza de las mismas), ya que solo superpone los 25 mapas de los modelos de distribución. La técnica es superponer de la más amplia a la más restringida, de manera que el mapa resultante contiene porciones del área de distribución de todas las especies, algunas zonas quedaran ocultas por otras, pues no todas las áreas son incluyentes de áreas más restringidas.

Dado que el análisis de complementariedad se realizó con base en la distribución continua (modelos de área de distribución) y no discreta (UGO), se pretende que este mapa ayude a interpretar y explicar los resultados del análisis de complementariedad, pues de alguna forma representa una síntesis, un resumen, de las áreas de distribución de las 25 especies estimadas por los modelos.

Análisis de complementariedad

Para identificar las áreas de importancia de conservación de cactáceas en la RBTC, se realizó un análisis de complementariedad (Rebello & Siegfried, 1992) con base en los modelos de distribución de las especies. Los mapas se exportaron a formato *shape* para ser manipulados con el software Arcview 3.1 (Waters y Shockley, 2000), para generar un solo modelo por especie. Es importante señalar que el análisis de complementariedad se realizó con base en los modelos de distribución, que son mapas que representan de una manera continua, y no discreta, como pudieran ser mapas de cuadros de $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$, por lo que metodológicamente implica una forma más precisa de hacer el análisis de complementariedad que como se hace en los trabajos que se reportan en la literatura. Por lo anterior, se programó la extensión Xlee 3.1, para ArcView que automáticamente adhiere la tabla con los modelos para crear los mapas por cada género. Lo anterior fue necesario pues, cada paso del análisis implica realizar superposición de un nuevo conjunto de mapas. Este tipo de análisis de complementariedad, usando superficies continuas y no discretas (mediante unidades geográficas operativas predefinidas) se le denomina aquí “análisis de complementariedad continuo”.

Perfiles de población humana

Una vez identificadas las áreas importancia para la conservación de las 25 especies de cactáceas, se identificaron las áreas más densamente pobladas en la RBTC usando las variables demográficas de la base de datos del INEGI (2010).

RESULTADOS

Modelos de distribución

Para las 25 especies de cactáceas se realizaron los modelos de distribución, se observa que las especies *Myrtillocactus schenckii* y *Polaskia chende* tienen la distribución más amplia en el área de la RBTC, los modelos de distribución para las especies *Coryphantha pycnacantha*, *Coryphantha reduncispina*, *Escontria chiotilla*, *Pachycereus weberi*, *Stenocereus pruinosus*, *Stenocereus stellatus* son especies similares ya que se encuentran al noreste y suroeste de la RBTC, los modelos de *Cephalocereus columna-trajani*, *Coryphantha pallida*, *Ferocactus flavovirens*, *Ferocactus haematacanthus*, *Ferocactus robustus*, *Lemaireocereus hollianus*, *Neobuxbaumia macrocephala*, *Neobuxbaumia mezcalaensis*, *Polaskia chende* tienen distribución al norte de la RBTC.

Las especies *Ferocactus recurvus*, *Marginatocereus marginatus*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Neobuxbaumia tetetzo*, *Pilosocereus chrysacanthus*, y *Pseudomitrocereus fulviceps* cubren de norte a sur la RBTC pero con mayor distribución al norte de la RBTC, en el caso de *Ferocactus macrodiscus* presenta una distribución al norte y al sur pero, es poca la distribución dentro de la RBTC. En el caso de *Coryphantha retusa* se encuentra al sur y solo cubre una parte oeste de la RBTC.

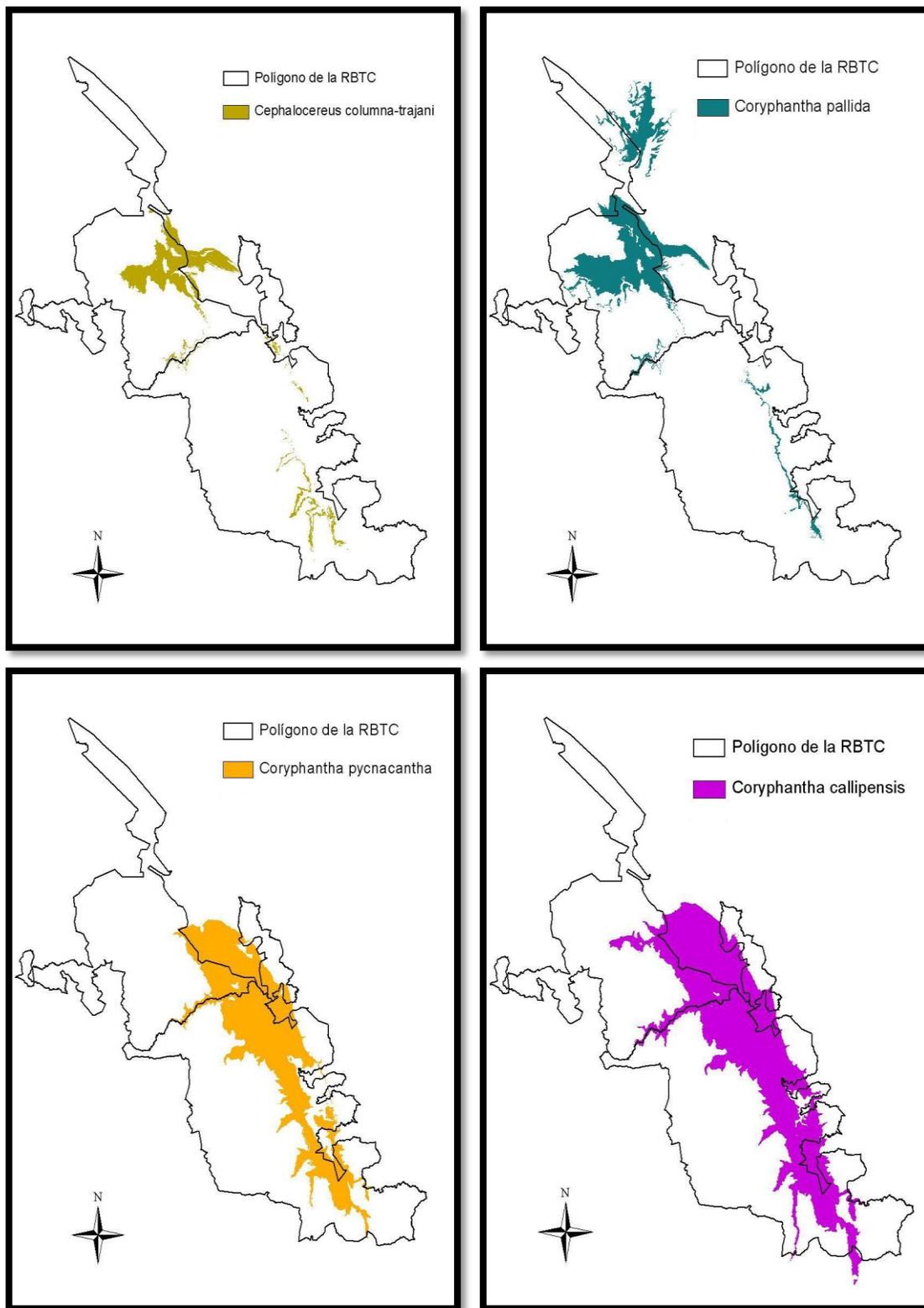


Figura 3a. Modelos de distribución de las 25 especies de cactáceas en la RBTC.

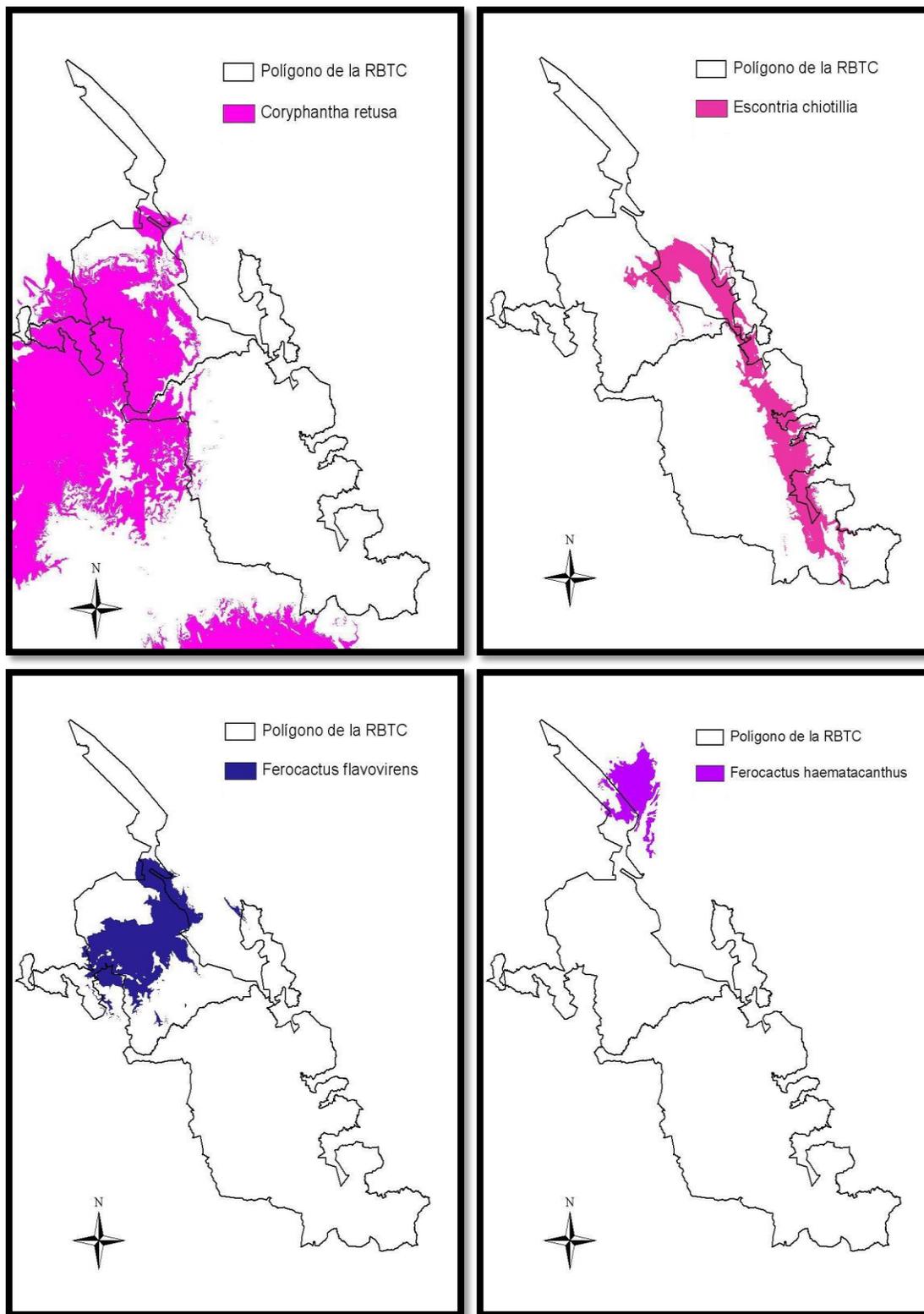


Figura 3b. Modelos de distribución de las 25 especies de cactáceas en la RBTC.

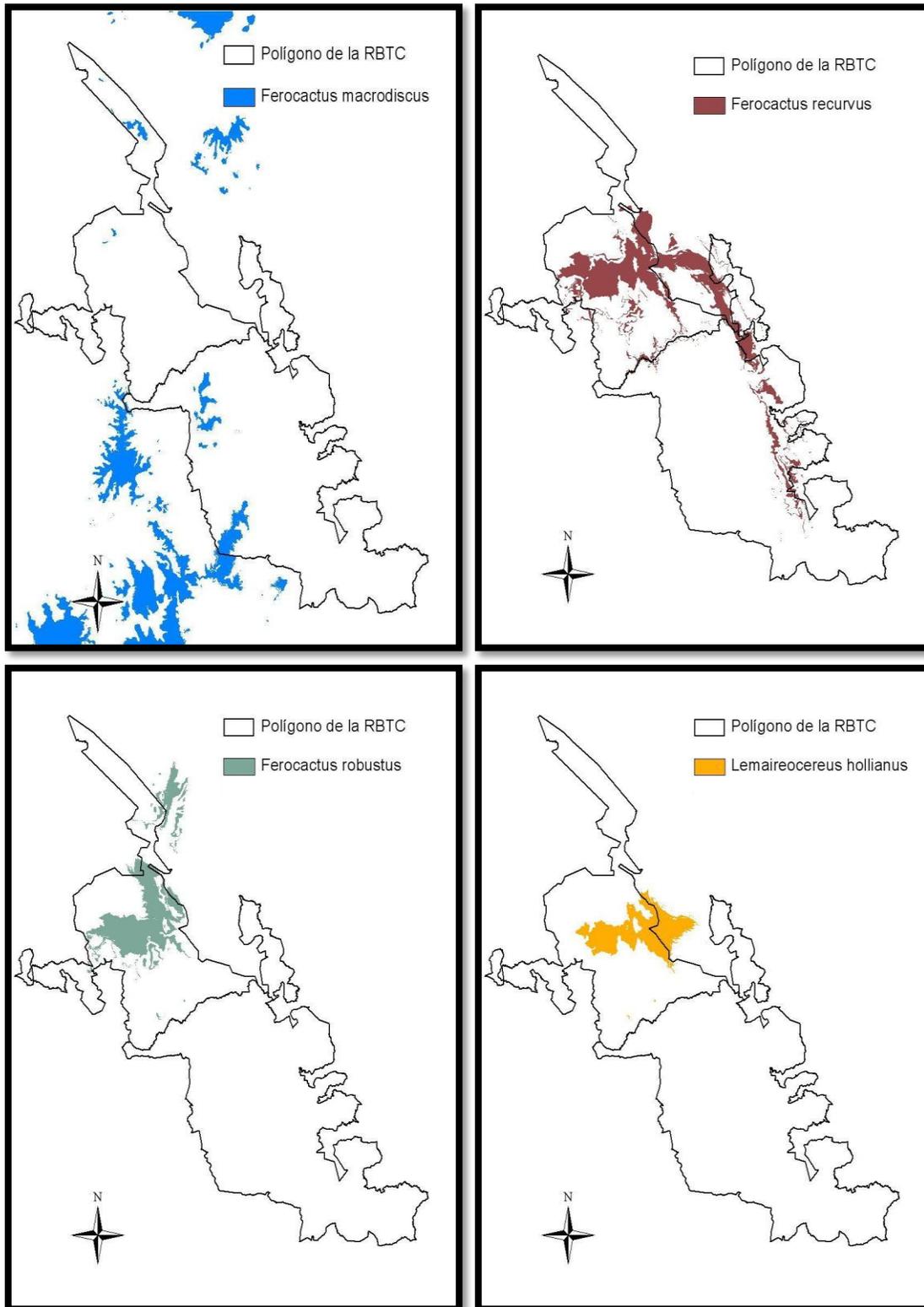


Figura 3c. Modelos de distribución de las 25 especies de cactáceas en la RBTC.

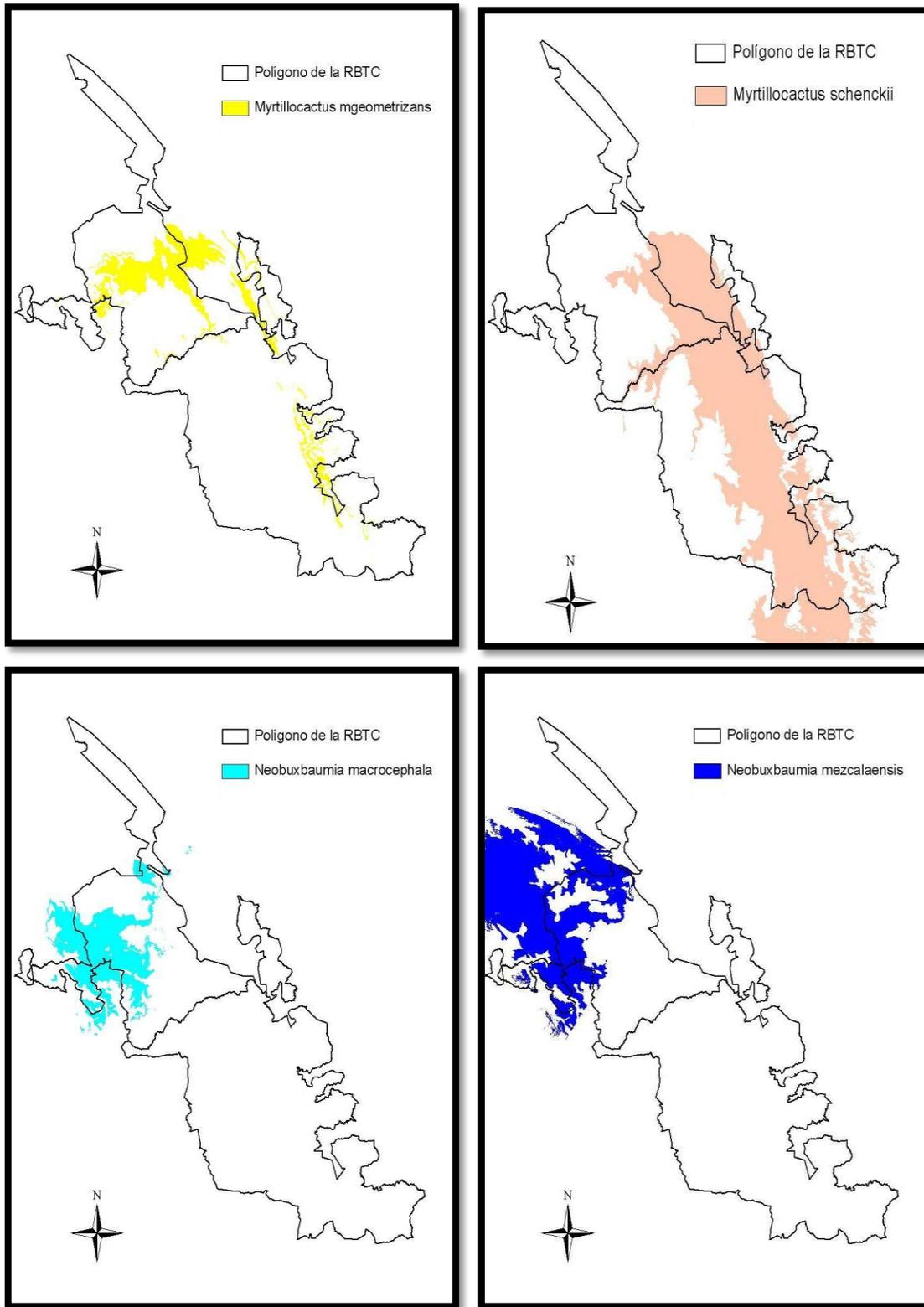


Figura 3d. Modelos de distribución de las 25 especies de cactáceas en la RBTC.

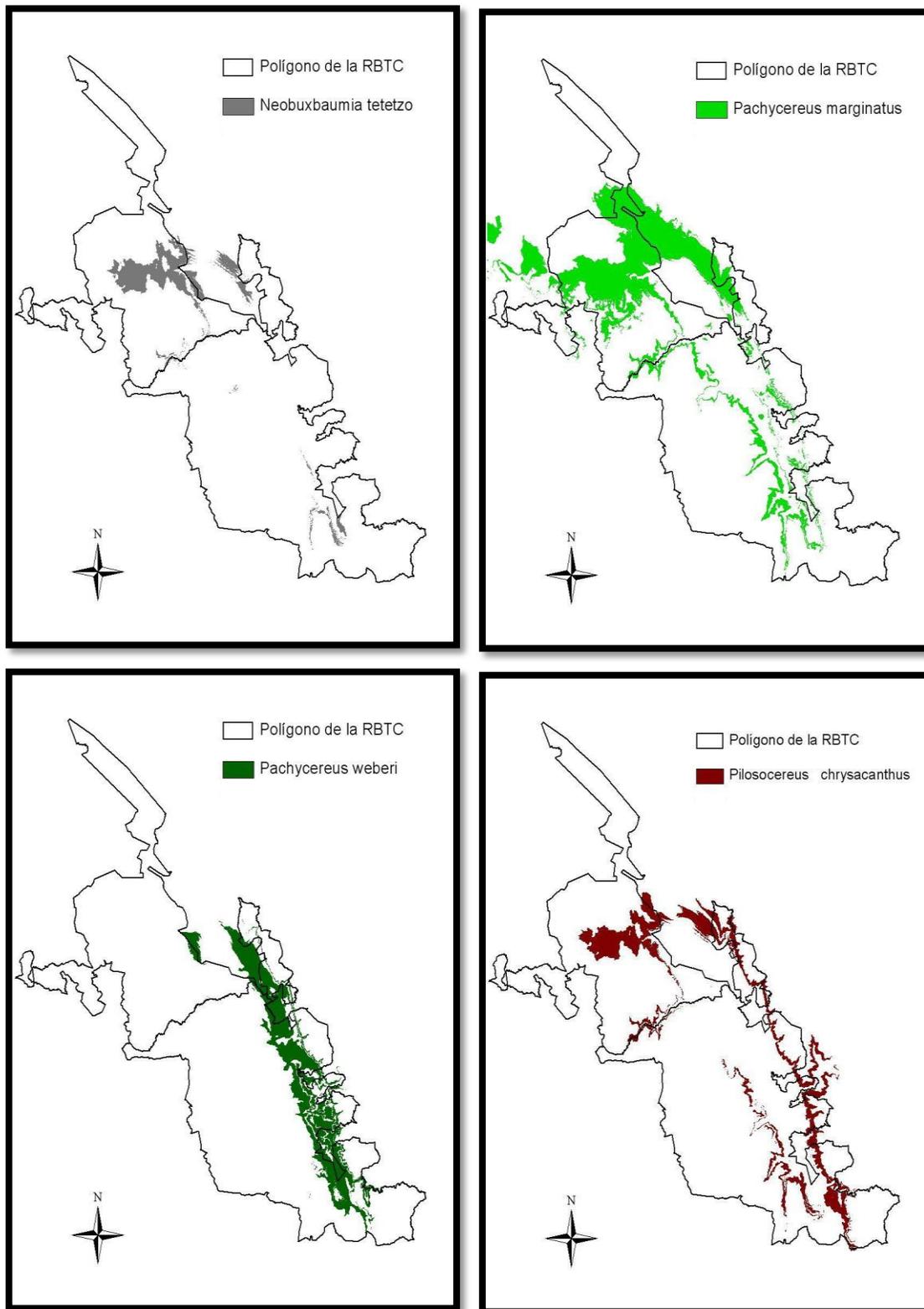


Figura 3e. Modelos de distribución de las 25 especies de cactáceas en la RBTC.

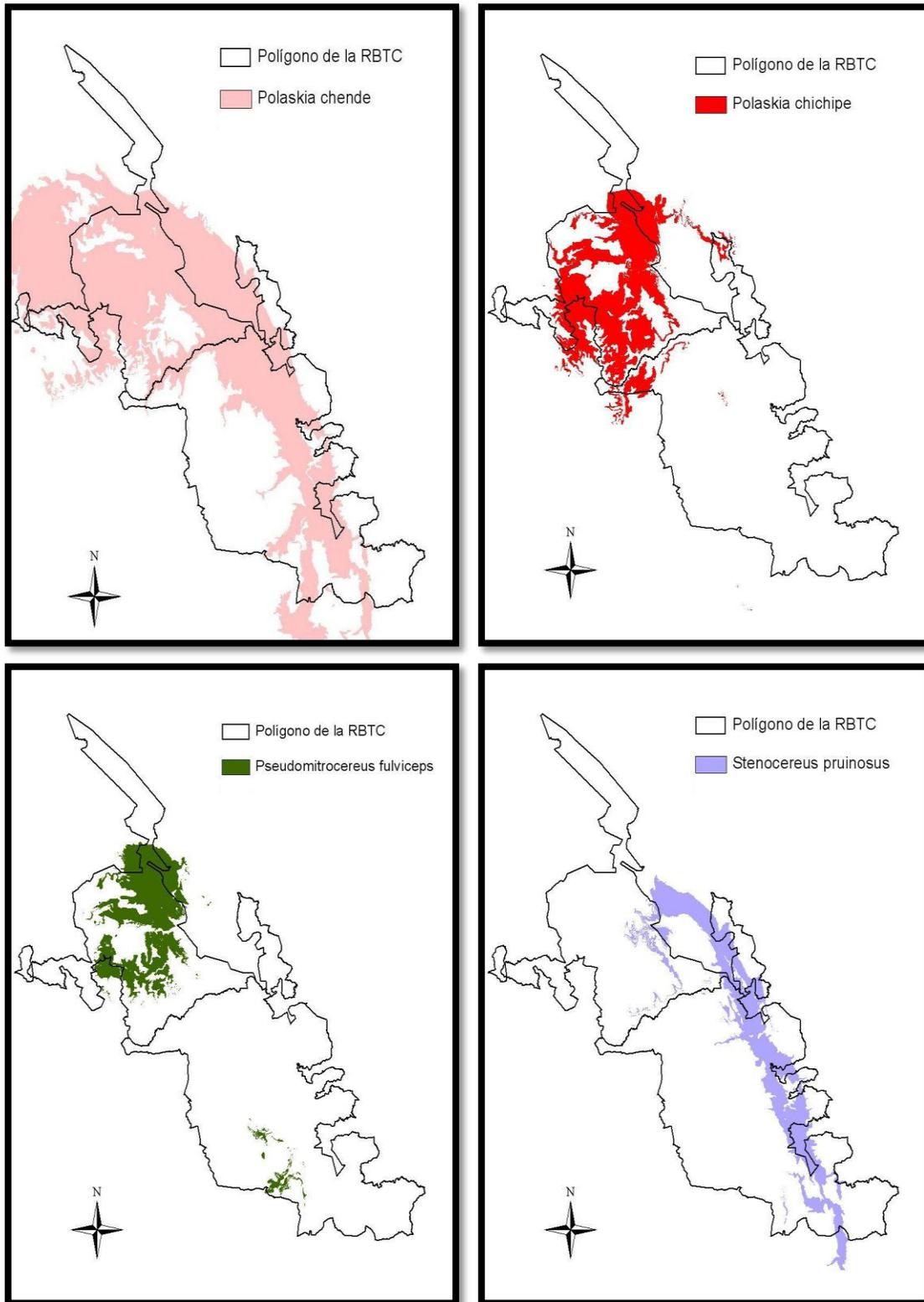


Figura 3f. Modelos de distribución de las 25 especies de cactáceas en la RBTC.

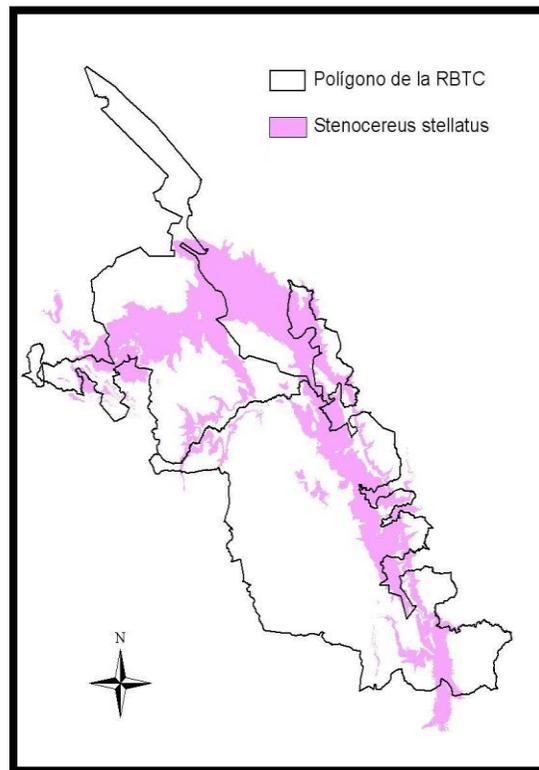


Figura 3g. Modelos de distribución de las 25 especies de cactáceas en la RBTC.

Superposición de mapas de distribución de especies

Se obtuvo un mapa mediante la superposición de los 25 modelos de especies de cactáceas estudiadas (Figura 4) que muestra los modelos de distribución de las especies incluidas en el análisis, se observa un mosaico, casi anidado de áreas más extensas que incluyen a otras áreas de distribución menos extensas. La porción norte de la RBTC, es en donde se aprecia un mosaico más diverso, que como se describe en la siguiente sección, es donde mediante el análisis de complementariedad se detectan las zonas complementarias, es decir, que incluyen al conjunto de especies analizadas.

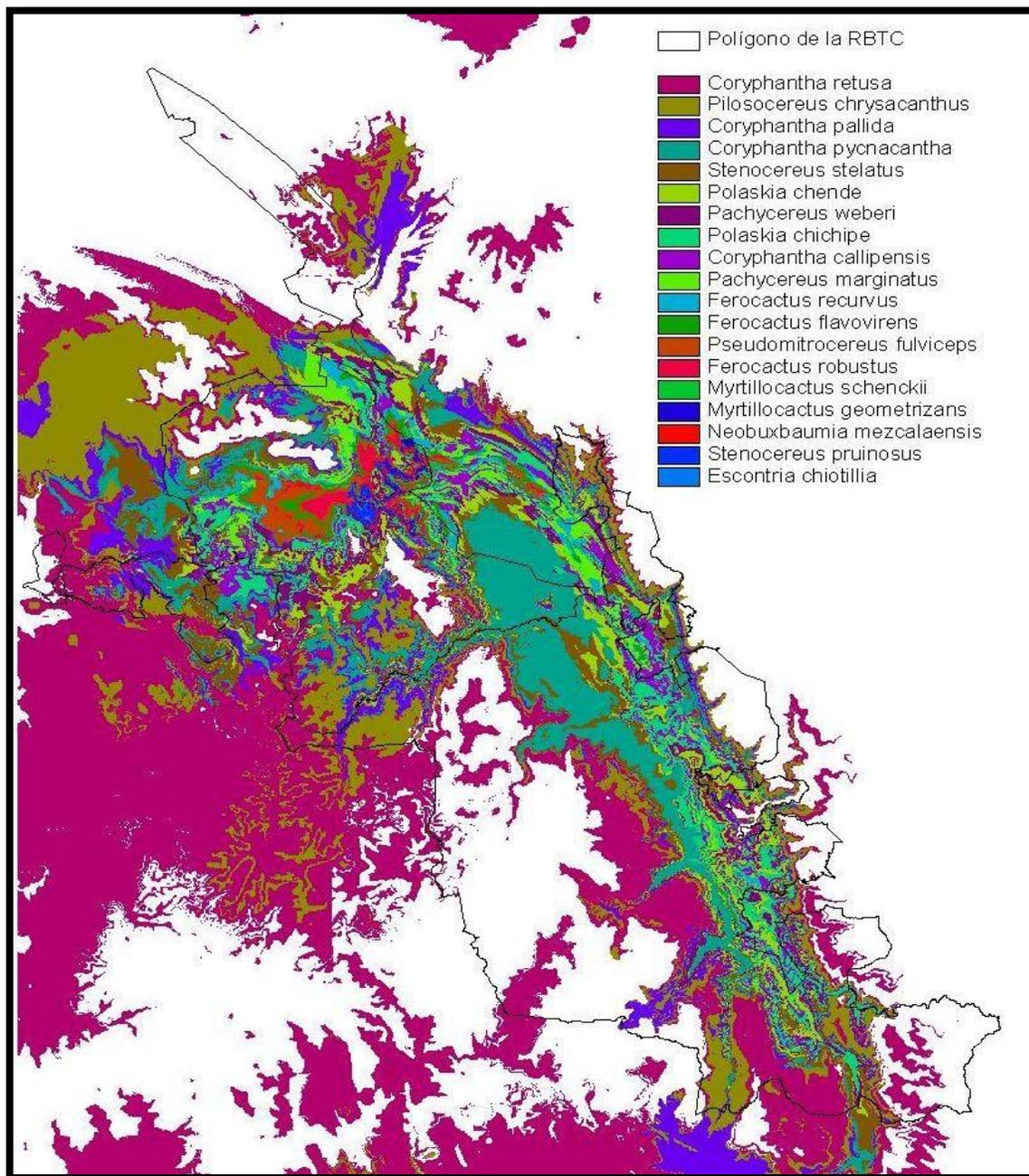


Figura 4. Superposición de mapas de distribución de las 25 especies de cactáceas en la RBTC.

Análisis de complementariedad continuo

En la figura 5 se observa el mapa de las tres áreas obtenidas mediante el análisis de complementariedad. La primer área obtenida contiene el mayor número de especies (con base en los modelos): 19 especies de las 25 (el 76%) ubicada al norte dentro de la RBTC. La segunda área contiene el mayor número de especies complementarias, es decir que no se encuentran la primer área seleccionada, incluye (con base en los modelos) tres especies de las seis restantes, (el 12%) ubicada al norte en los límites de la RBTC. El análisis se repitió hasta complementar la totalidad de especies de cactáceas obteniendo una tercera área que incluye las tres especies restantes para completar las 25 especies del estudio un (12%) siendo el área con mayor extensión en la RBTC.

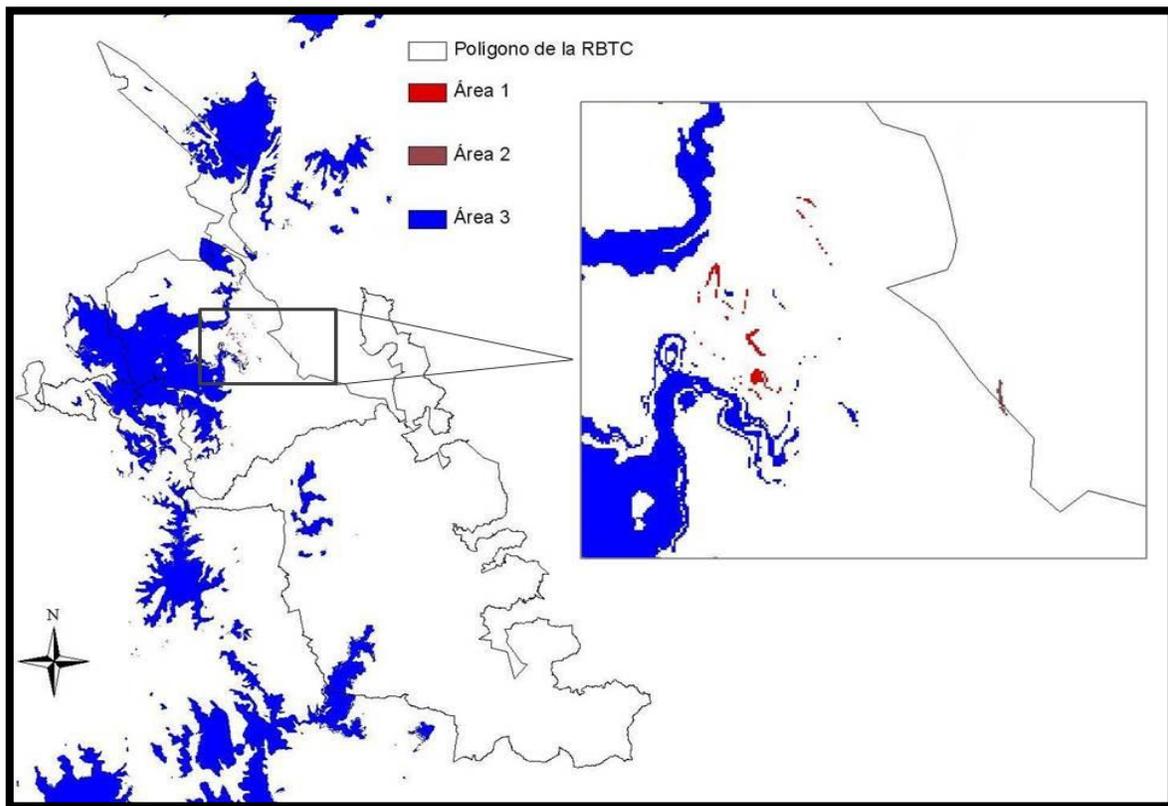


Figura 5. Áreas obtenidas mediante análisis de complementariedad.

En la tabla 3 se muestran las especies obtenidas para cada área,

Tabla 3. Lista de las 25 especies de cactáceas presentes en las tres áreas.

ESPECIE	ÁREA 1	ÁREA 2	ÁREA 3
<i>Cephalocereus columna-trajani</i>	Presente		
<i>Coryphantha pallida</i>	Presente		
<i>Coryphantha pycnantha</i>		Presente	
<i>Coryphantha callipensis</i>	Presente		
<i>Coryphantha retusa</i>	Presente		
<i>Escontria chiotillia</i>	Presente		
<i>Ferocactus flavovirens</i>	Presente		
<i>Ferocactus haematacanthus</i>			Presente
<i>Ferocactus macrodiscus</i>			Presente
<i>Ferocactus recurvus</i>	Presente		
<i>Ferocactus robustus</i>	Presente		
<i>Lemaireocereus hollianus</i>	Presente		
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Presente		
<i>Myrtillocactus schenckii</i>	Presente		
<i>Neobuxbaumia macrocephala</i>			Presente
<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i>		Presente	
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	Presente		
<i>Pachycereus weberi</i>		Presente	
<i>Pachycereus marginatus</i>	Presente		
<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	Presente		
<i>Polaskia chende</i>	Presente		
<i>Polaskia chichipe</i>	Presente		
<i>Pseudomitrocereus fulviceps</i>	Presente		
<i>Stenocereus pruinosus</i>	Presente		
<i>Stenocereus stellatus</i>	Presente		

Una vez realizado el análisis de complementariedad para obtener las áreas de importancia para conservación de las 25 especies de cactáceas, se realizaron los perfiles de la población humana tomando en cuenta los siguientes datos de la base de datos del INEGI (2010): número de localidades dentro de la zona, población total, población económicamente activa, viviendas particulares y número de automóviles.

La figura 6 muestra las localidades de los estados de Puebla y Oaxaca ubicadas dentro de la RBTC de 1-1000 y de 1000-248716 habitantes. La primer área solo incluye a la localidad de Pie de Tocona, Puebla (Anexo 1).

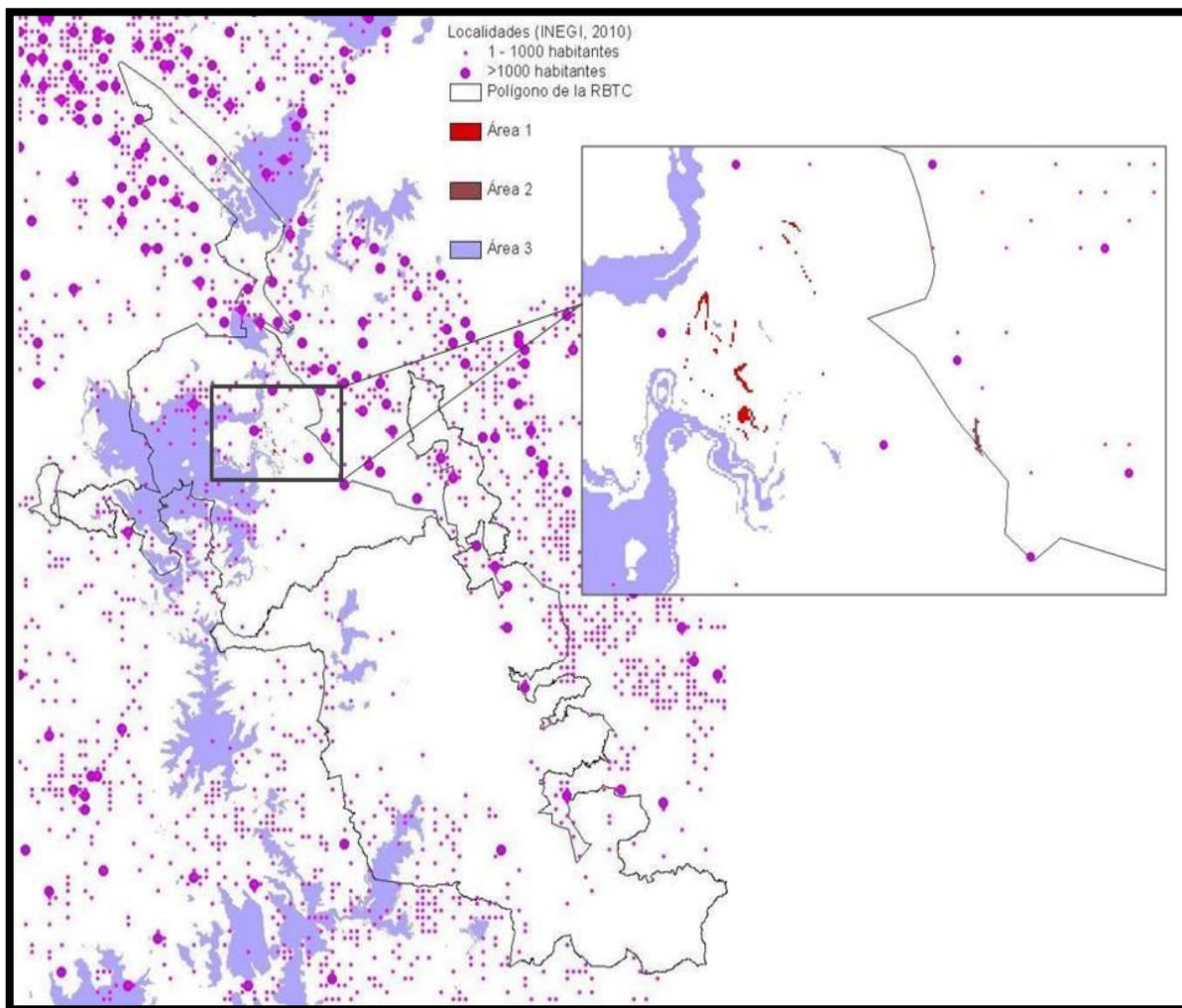


Figura 6. Localidades registradas en el censo de población y vivienda (2010) dentro de la RBTC.

Tabla 4. Perfil 1: Localidades, población total (Pob. Total), población económicamente activa (PEA), total de viviendas particulares (VIV) y número de automóviles (AUT) en las diferentes áreas (la segunda área obtenida mediante el análisis de complementariedad no incluye ninguna localidad).

Área	Localidades	Pob. Total	PEA	VIV	AUT
RBTC	281	54,194	18,045	18,121	1,970
Área 1	1	22	4	13	1
Área 3	158	37,047	11,596	12,483	1,781

El área que cubre la RBTC incluye un total de 282 localidades, la primera área obtenida mediante el análisis de complementariedad incluye a una localidad. La tercera área incluye a 158 localidades.

Tabla 5. Perfil 2. Parámetros de la población humana en las localidades agrupadas de 1-1,000 a >1,000 habitantes

Tamaño de la localidad (Número de habitantes)	Áreas	Localidades	Pob. total	PEA	VIV	AUT
>1,000 hab.	RBTC	12	27,619	9,629	8,047	1,415
	Área 1	0	0	0	0	0
	Área 3	8	18,659	5,948	5,303	1,017
1-1,000 hab.	RBTC	269	26,575	8,416	10,074	555
	Área 1	1	22	4	13	1
	Área 3	150	18,388	5,648	7,180	764

En el Perfil 2 (Tabla 8) se incluyen los totales de la población por grupo de localidades de 1-1000 a > 1000, según lo registrado en el censo de población y vivienda del INEGI (2010).

Las localidades de “1 a 1,000 habitantes” son más abundantes en la RBTC, en comparación con las > 1,000 habitantes.

La primer área solo incluye una localidad con una población total de 22, población económicamente activa de 4 personas, 13 viviendas y un solo auto, sin registro de localidades > 1,000 habitantes.

La tercera área incluye 150 localidades de 1-1,000 habitantes y solo 8 localidades > 1,000 habitantes, se observa que es mínima la diferencia de la población total entre las áreas de 1-1,000 y > 1,000 al igual que en la PEA, el número de viviendas es mayor en las localidades de 1-1,000. El número de automóviles es mayor en poblaciones >1,000. La segunda área no incluye ninguna localidad.

DISCUSIÓN

El principal objetivo de declarar a una zona como Reserva de la Biosfera es la conservación de la diversidad biológica que existe en ella, incluir actividades tales como la participación de los habitantes locales y la investigación científica para el desarrollo y conservación con el fin de proteger completamente a los recursos biológicos que se encuentran en ella.

Muchas de las especies de cactáceas son elementos dominantes de la fisonomía del VTC, en particular en zonas áridas. Méndez *et al.*, (2004) indican que un poco más del 50% de la RBTC está ubicada dentro de la porción árida y semiárida de la región. Las 25 especies de cactáceas se pueden encontrar en vegetación como matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio y bosque de *Quercus* (Arias *et al.*, 2012). Mediante los modelos de distribución de las especies se observó que la mayoría tiene una distribución al norte y sureste de la RBTC, indicando que la mayoría de las especies se encuentran en vegetación como matorral xerófilo; la distribución de algunas especies también se encuentra al sureste de la RBTC en bosque caducifolio (Arriaga *et al.*, 2000). En el caso de *Coryphantha retusa* es común encontrarla en vegetación como el matorral xerófilo, pastizales y Bosque de *Quercus* (Arias *et al.*, 2012) por lo que se encuentra al sur y solo cubre una parte oeste de la RBTC.

Para el análisis de complementariedad, tres áreas son necesarias para preservar las 25 especies de cactáceas incluidas en el análisis, todas estas dentro de lo ya decretado Reserva de la Biosfera. La primer área contiene el mayor número de especies, el 76% de las 25 incluidas en el análisis, ubicada al norte dentro de la RBTC. La segunda área incluye un 12% de las especies y está ubicada al norte en los límites de la RBTC, la tercer área incluye, al igual que la segunda, un 12% de las especies, siendo el área con mayor extensión en la RBTC.

La primer área podría considerarse importante porque se concentran el 76% de las 25 especies de cactáceas, es el área que cuenta con una sola localidad y una población total de 22, en una Reserva de la Biosfera esto es importante ya que no se puede conservar de manera estricta toda el área de la reserva por diferentes circunstancias.

La segunda área que incluye un 12%, 3 especies (*Coryphantha pycnacantha*, *Neobuxbaumia mezcalaensis*, *Pachycereus weberi*) que no están presentes en la primera área, agregando que es la única área en donde no se encontraron localidades, se encuentra en los límites de la RBTC, lo que la hace un área más fácil para proteger. La tercer área que cuenta igual con un 12%, tres especies (*Ferocactus haematacanthus*, *Ferocactus macrodiscus*, *Neobuxbaumia macrocephala*), es el área con mayor extensión dentro de la RBTC, debido a que es un área grande se podría tomar cualquier parte de ella para proteger a las tres especies, pero tomando en cuenta las localidades que se encuentran en ellas (158 localidades) se podría proteger la parte centro y sur (figura 6) donde se encuentran menos localidades y son de 1-1,000 hab.

CONCLUSIONES

- Se realizaron 25 modelos de distribución potencial de 25 especies de cactáceas, donde se observa la distribución continua para cada especie dentro de la RBTC.
- Mediante análisis de complementariedad continuo (no con unidades geográficas operativas predefinidas) se detectaron las áreas que incluyen el área de distribución de 25 especies de cactáceas dentro de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán (RBTC).
- Se Identificar tres zonas para la conservación de las especies de cactáceas. dentro de la RBTC.
- La densidad poblacional es menor en la primera y segunda área para la conservación de las especies de cactáceas, en la tercera área se encontró una mayor densidad poblacional, esto se debe a que se extiende en la mayor parte de la RBTC.
- Tomando en cuenta que las áreas detectadas se encontraron en el área decretada ya RBTC, es importante la creación de nuevas zonas de conservación donde se asegure la protección de las especies a largo plazo, con la protección de las tres áreas se podrá proteger a las 25 especies de cactáceas, en el caso de la tercera área, tomando cualquier zona se pueden cubrir las tres especies que se encuentran en ella. Dentro de las áreas no se encuentran demasiadas poblaciones lo cual permite una mayor protección para las especies.

REFERENCIAS

- Arias M. S., Gama S. & Guzmán L. U. 1997. Fascículo 95. Cactácea A. L. Juss. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 146 pp.
- Arriaga L., Espinoza J. M., Aguilar C., Martínez E., Gómez L. & Loa E. (Coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Beaumont J. L., Hughes I. & Poulsen M. 2005. Predicting species distributions: use of climatic parameters in BIOCLIM and its impact on predictions of species current and future distributions. *Ecological Modelling* 186: 250–269 pp.
- Bravo H. H. 1978a. Las Cactáceas de México. México, UNAM, 2a ed. Vol. 1, 743 pp.
- Bravo H. H. 1978b. Las Cactáceas de México. México, UNAM, 2° ed. Vol. 2, 404 pp.
- Busby J. R. 1986. Bioclimatic Prediction System (BIOCLIM). User's manual version 2.0 Australian Biological Resources Study Leaflet.
- Busby J. R. 1991. BIOCLIM, a Bioclimatic Analysis and Prediction System. En: Margules, C.R. y M.P. Austin (eds.) *Nature Conservation: Cost Effective Biological Surveys and Data Analysis*. Canberra: CSIRO. pp. 64-68.
- CONABIO. 2008. Metadatos y mapoteca digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx>. Acceso Agosto de 2011.
- CONANP. 2010. <http://www.conanp.gob.mx>. Acceso Agosto de 2011.
- Dávila P. 2000. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, México. Base de datos REMIB Proyecto Q0014.
- Dávila P., Arizmendi M., Banuet V., Villaseñor J., Casas A. & Lira R. 2002. Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. *Biodiversity and Conservation* 11: 421-442 pp.
- Diario Oficial de la Federación. 1998. Decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Tehuacán-Cuicatlán, ubicada en los estados de Oaxaca y Puebla. Estados

- Unidos Mexicanos, Presidencia de la República, México, D. F., viernes 18 de septiembre de 1998, pp. 8-20.
- Estructura de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 2010. Agenda Ecológica Federal. IV. México, D. F. Ediciones Fiscales Isef, S.A.
- Ezcurra E. 1997. Colección de Cactáceas Columnares de México. IE-MORELIA, UNAM. Base de Datos REMIB. Proyecto G003. <<http://www.conabio.gob.mx/remib/remib.html>>.
- Guzmán U., Arias S. & Dávila P. 2003. Catalogo de cactáceas Mexicanas. México UNAM.
- Hunt D. (Ed). 2006. The New Cactus Lexicon. DH Books. Milborne Port, United Kingdom.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. www.inegi.gob.mx Acceso noviembre de 2009.
- Lira R., Dávila P., Godínez H. & Téllez O. 2007. El estudio de las plantas en el proyecto general de la UBIPRO. En: Arizmendi, M. C., G. Ávila, F. López, M., Murguía, S. Rodríguez & S. Solórzano (eds) 2007. Deterioro Ambiental en Zonas Áridas. Una década de experiencia multidisciplinaria del proyecto UBIPRO. FES Iztacala, UNAM. México 8: 123-139 pp.
- Margules R. C. & Sarkar S. 2009. Planeación Sistemática de la Conservación. (Trad. V. Sánchez-Cordero y F. Figueroa) Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional De Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 304pp. México, D.F. (Original en inglés, 2007).
- Méndez I., Ortiz E. & Villaseñor J. L. 2004. Las Magnoliophyta endémicas de la porción xerofítica de la provincia florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, México. Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Botánica 75: 87-104 pp.
- Méndez I., Lira R, Godínez H., Dávila P. & Ortiz E. 2005. Proposal for the establishment of the core zones in the Biosphere Reserve of Tehuacán-Cuicatlán, Mexico. Biodiversity and Conservation 15:1627–1659 pp.

- Murguía M. 2008. Mapa de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlan. <http://sites.google.com/site/biodiversidadinformatica>.
- NOM-059-semarnat-2010. Protección Ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio-Lista de especies de riesgo. DOF. México.78pp.
- Peterson A. T., Egberth S. L., Sánchez-Cordero V. & Prince K. P. 1999. Geographic analysis of conservation priority: endemic birds and mammals in Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* 93: 85-94 pp.
- Rebelo A. G. & Siegfried W. R. 1992. Where Should Nature Reserves be Located in the Cape Floristic Region, South Africa? Models for the Spatial Configuration of a Reserve Network Aimed at Maximizing the Protection of Floral Diversity. *Conservation Biology* 6: 243-252 pp.
- Steven J. P., Robert P. A & Robert E. S. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. Vol 190/3-4 pp 231-259.
- Steven J. P. & Miroslav D. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*. Vol 31 pp 161-175, 2008.
- Téllez O., Hutchinson M. A., Nix H. A. & Jones P. 2011. Desarrollo de coberturas digitales climáticas para México. In: Sánchez-Rojas, G., Ballesteros, B. C. & N. Pavón (Eds.) *Cambio Climático. Aproximaciones para el estudio de su efecto sobre la biodiversidad*. Universidad Autónoma de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo.
- UICN. 2010. The IUCN red list of threatened species. <http://www.iucn.org/>. Accedida el 15/feb/2010.
- Valiente B. (1991) Patrones de precipitación en el valle semiárido de Tehuacán, Puebla, México. Bachelor thesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Valiente B. A., Solís L., Dávila P., Arizmendi M. C., Silva P. C., Ortega R. J., Treviño C. J., Rangel L. S. & Casas A. 2009. Guía de la vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. México.

Waters, K. y Shockley I. 2000. Using ArcView 3.1 with AWIPS. <http://www.nws.noaa.gov/geodata/tutorial/avtutor.htm>. Acceso noviembre del 2009.

ANEXO 1. Lista de localidades que se encuentran dentro de las áreas del análisis de complementariedad.

Área 1:

ESTADO	LOCALIDAD
PUEBLA	Pie de Tocona

Área 3:

ESTADO	LOCALIDAD
OAXACA	La Cieneguilla
OAXACA	Primera Sección
OAXACA	San Sebastián Nicananduta
OAXACA	Barrio de la Fuente
OAXACA	San Pedro Yucunama
OAXACA	El Sotol
OAXACA	San Bartolo Cocolco
OAXACA	Santo Domingo Tonaltepec
OAXACA	Vista Hermosa
OAXACA	La Rosa
OAXACA	Deque Inu (Cabeza de Cigarro)
OAXACA	Cerro de Agua (Tercera Sección)
OAXACA	Santa María Mixquixtlahuaca
OAXACA	San Vicente Nuñú
OAXACA	Guadalupe Diquinillujo
OAXACA	Yosocuno
OAXACA	Cañada María
OAXACA	Peña Colorada
OAXACA	Sabinillo
OAXACA	Santa María Pozoltepec
OAXACA	San Sebastián Frontera
OAXACA	San Francisco Caballúa
OAXACA	Santa Cruz Pípila
OAXACA	Cerro Totocani
OAXACA	Llano Grande
OAXACA	Guadalupe Gavillera
OAXACA	El Chimalayo
OAXACA	Los Salas
OAXACA	El Andarullo
OAXACA	Colonia Hidalgo
OAXACA	Tercera Sección
OAXACA	San José Monteverde
OAXACA	Monteverde

OAXACA	San Antonio Yodonduzá Monteverde
OAXACA	Guadalupe Monteverde
OAXACA	El Porvenir
OAXACA	San Agustín Montelobos
OAXACA	Boca de Perro
OAXACA	Carrizal
OAXACA	El Guajolote
OAXACA	El Zapato
OAXACA	Yuquini
OAXACA	San Isidro Monteverde
OAXACA	Hija de Roarí
OAXACA	Cruz San Miguel
OAXACA	El Llano (Divitotoqui)
OAXACA	La Siempre Viva
OAXACA	La Garita
OAXACA	Río Colorado (Rancho Yusadolo)
OAXACA	Reforma
OAXACA	Satayuco
OAXACA	Rancho de Flor (Yucuita)
PUEBLA	Loma la Monja
PUEBLA	Caltepec
PUEBLA	Miguel Hidalgo
PUEBLA	Rancho Grande los Teteles
PUEBLA	Caltepec
PUEBLA	Rancho Grande
PUEBLA	Rancho Castillo (Rancho Zopilote)
PUEBLA	Joya Mezquitec
PUEBLA	Agua Nueva
PUEBLA	Agua el Palmón
PUEBLA	Morelos Cañada
PUEBLA	El Zorrillo
PUEBLA	Cerro Gordo
PUEBLA	Otlamaxalco
PUEBLA	Llano Grande Ixtapa
PUEBLA	Loma el Sapo
PUEBLA	Los Membrillos
PUEBLA	Plan de San Miguel
PUEBLA	La Compañía
PUEBLA	Atecoxco
PUEBLA	San Felipe
PUEBLA	San Antonio Soledad
PUEBLA	Actipan (San Isidro)
PUEBLA	Cerro Agujerado
PUEBLA	Los Granados
PUEBLA	La Huerta
PUEBLA	El Tianguis

PUEBLA	Loma Larga
PUEBLA	Loma el Cuatillo
PUEBLA	Copatitlán
PUEBLA	Loma el Coro
PUEBLA	Tlaxala
PUEBLA	Los Nogales
PUEBLA	Marrubio
PUEBLA	El Cocopache
PUEBLA	Los Pinos (Los Limones)
PUEBLA	Azumbilla
PUEBLA	Laguna Seca (Loma de los Pulqueros)
PUEBLA	Ajoaque
PUEBLA	Tozingaya
PUEBLA	Majada Lezama
PUEBLA	Iglesia Vieja (Teteles)
PUEBLA	La Mezquitera
PUEBLA	Los Tempesquistles
PUEBLA	Guadalupe Piletas
PUEBLA	Agua León
PUEBLA	Plan de Fierro
PUEBLA	Los Reyes Altamira
PUEBLA	Santa Ana Teloxtoc
PUEBLA	Rancho los Reyes
PUEBLA	Acatepec
PUEBLA	Cañada Guajillo
PUEBLA	San Cayetano
PUEBLA	Mogote de Piedra
PUEBLA	Santa Ana Ocotepc
PUEBLA	Tezuapan (San Isidro)
PUEBLA	El Chabacano
PUEBLA	Barrio la Soledad
PUEBLA	Agua Palmitas (El Palenque)
PUEBLA	Santa Cruz
PUEBLA	Rancho Cuchanije
PUEBLA	El Murciélago
PUEBLA	Morelos Cañada
PUEBLA	El Calvario
PUEBLA	San José Ixtapa
PUEBLA	Piedra Blanca
PUEBLA	San Lucas
PUEBLA	Majada Izote
PUEBLA	Agua el Dinuxo
PUEBLA	San José Ixtapa
PUEBLA	Ex-Hacienda la Vaquería
PUEBLA	Agualcahuinco

PUEBLA	Llano Grande
PUEBLA	San Isidro (San Antonio)
PUEBLA	Rancho las Lechuguillas
PUEBLA	Rancho San Cayetano
PUEBLA	Colonia Solidaridad
PUEBLA	Xoyalapa
PUEBLA	Agua el Burro
PUEBLA	San Martín Atexcal
PUEBLA	Agua el Tempesquistle
PUEBLA	San Lucas Teteletitlán
PUEBLA	San Francisco Resurgimiento
PUEBLA	Estanque Viejo
PUEBLA	El Infiernillo
PUEBLA	Loma el Toro
PUEBLA	Rincón del Valle
PUEBLA	Tres Mogotes
PUEBLA	San Martín Atexcal
PUEBLA	Los Reyes Metzontla
PUEBLA	Santa Catarina Tehuixtla
PUEBLA	San Juan Raya
PUEBLA	Tlamaxalco
PUEBLA	San Manuel de la Sierra
PUEBLA	San Pedro Atzumba
PUEBLA	Colonia San Martín
PUEBLA	Tlacotlale
PUEBLA	Chichipica
PUEBLA	Temaxcalapa
PUEBLA	Ejido Guadalupe
PUEBLA	Los Chávez
PUEBLA	San Juanero
PUEBLA	Santa Cruz Texmalaquilla
PUEBLA	Agua Mezquite
PUEBLA	El Módulo Tempesquistle
PUEBLA	San José Dixiñado

ANEXO 2. Imágenes de especies encontradas en la RBTC (23/Septiembre/2012).



Imagen 1. *Coryphantha pallida*



Imagen 2.
Neobuxbaumia tetetzo



Imagen 3. *Ferocactus flavovirens*



Imagen 4. *Lemaireocereus hollianus*



Imagen 5. *Pilosocereus chrysacanthus*



Imagen 6. *Polaskia chende*



Imagen 7. *Polaskia chichipe*



Imagen 8. *Stenocereus stellatus*



Imagen 9. *Cephalocereus columna-trajani*