

Informe final* del Proyecto JM037
Distribución potencial del género *Ficus* (Moraceae) en México

Responsable: Dr. Guillermo Ibarra Manríquez
Institución: Universidad Nacional Autónoma de México
Centro de Investigaciones en Ecosistemas
Dirección: Antigua Carretera a Pátzcuaro # 8701, Ex-Hacienda de San José de la Huerta, Morelia, Mich., 58190 , México
Correo electrónico: gibarra@cieco.unam.mx
Teléfono/Fax: Tel: (55) 56 23 27 30 Fax: (55) 56 23 27 19 Morelia: 443 32 22730
Fecha de inicio: Junio 15, 2012.
Fecha de término: Abril 20, 2015.
Principales resultados: Base de datos, cartografía, informe final.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Ibarra Manríquez, G. y L. López Toledo. 2015. Distribución potencial del género *Ficus* (Moraceae) en México. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. **Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. JM037.** México D. F.

Resumen:

El género *Ficus* es el más diversificado dentro de las Moraceae, con aproximadamente 750 especies. Para el caso de México, representa alrededor del 60% de los miembros de la familia con 22 especies. Las especies de este género tienen una gran importancia florística, ecológica y económica en México y se encuentran incluidas en el "Listado de especies dentro del Sistema de Información del Inventario Nacional Forestal y de Suelos de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Aunque se han llevado a cabo estudios florísticos sobre el género para algunos estados del país, su conocimiento taxonómico está aún lejos de ser completo. Asimismo, la distribución de las especies aún no se conoce de manera adecuada, especialmente para las endémicas. Este proyecto caracterizará la distribución de las especies del género *Ficus* en México, para conocer las áreas de mayor riqueza, estableciendo su prioridad de protección. Se elaborará una base de datos a partir de la revisión de ejemplares de ocho herbarios en México y Estados Unidos de América (ENCB, IEB, MO, MEXU, NY, US, XAL). En cada herbario se revisarán los ejemplares, verificando su identificación taxonómica. Se pretende completar una base de datos con calidad taxonómica confiable de 22 especies y aproximadamente 4,500 registros. Esta base de datos servirá para desarrollar modelos de nicho ecológico y de distribución potencial geográfica de las especies y permitirá identificar las áreas con mayor diversidad. Por otra parte, utilizando la distribución potencial histórica de las especies y mapas de uso de suelo de 1976, 1990, 2000 y 2005 se realizará un análisis de pérdida de hábitat, con lo que se identificarán las especies con mayor pérdida de hábitat. Para priorizar sitios de conservación se combinará la información de este último análisis y la relevancia que las áreas tengan respecto a la diversidad del género. El desarrollo de este proyecto contribuirá a precisar la distribución y estado de conservación de uno de los géneros con mayor diversidad en México, cuya importancia ecológica y evolutiva lo ha llevado a ser considerado como un taxón clave en el mantenimiento de las funciones de los bosques tropicales.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

INFORME FINAL DEL PROYECTO

**Distribución potencial del género *Ficus*
(Moraceae) en México (JM037)**

Comisión Nacional para la Conservación y Uso
de la Biodiversidad

Responsable del proyecto:

Dr. Guillermo Ibarra Manríquez
Centro de Investigaciones en Ecosistemas
Universidad Nacional Autónoma de México

Co-responsable

Dr. Leonel López Toledo
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Agosto 20, 2014

II. Datos generales.

Nombre del responsable	Dr. Guillermo Ibarra Manríquez
Institución	Centro de Investigaciones en Ecosistemas- Universidad Nacional Autónoma de México
Correo electrónico:	gibarra@cieco.unam.mx
Nombre del corresponsable	Dr. Leonel Arturo López Toledo
Institución	Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales

Índice

III. Resumen ejecutivo	4
IV. Introducción	5
V. Desarrollo del proyecto	6
1. Calidad de la información	6
2. Criterio de selección de la región de referencia (M)	7
3. Variables utilizadas en la modelación	12
4. Método de modelación	15
4.1 Modelos de nicho ecológico	15
5. Parámetros utilizados en la modelación	17
6. Evaluación del modelo	17
7. Áreas de riqueza del género <i>Ficus</i>	22
8. Bibliografía	24
VI. Apéndice	26

III. Resumen ejecutivo

El género *Ficus* es el más diversificado dentro de la familia Moraceae, con aproximadamente 750 especies. Para el caso de México, con 22 especies, representa alrededor del 60% de los miembros de la familia. Las especies de este género tienen una gran importancia florística, ecológica y económica en México. Aunque se han llevado a cabo estudios florísticos sobre el género para algunos estados del país, su conocimiento taxonómico no es completo. Asimismo, la distribución geográfica de las especies aún no se conoce de manera adecuada, especialmente para las endémicas. El objetivo general de este proyecto planteó obtener una base de datos de registros de presencia de 22 especies del género *Ficus* en México, así como desarrollar los modelos de distribución de cada especie. Específicamente: i) elaborar una base de datos con información de ejemplares de herbario de las 22 especies del género en México, con aproximadamente 4,500 registros, ii) a partir de esta base de datos desarrollar modelos de nicho ecológico de cada especie y finalmente iii) identificar las áreas con mayor riqueza de especies del género en México. Estos objetivos se cumplieron en un 100%, ya que después de revisar siete herbarios en México y Estados Unidos de América (ENCB, IEB, MEXU, XAL, MO, NY, US) se obtuvieron un total de 4590 registros de las 22 especies, siendo *F. cotinifolia* y *F. paraensis* la especie con mayor y menor número de registros (562 y 12, respectivamente). Para 19 especies con suficiente número de registros, se desarrollaron los modelos propuestos siguiendo las consideraciones estadísticas para eliminar la autocorrelación en las localidades y en las variables ambientales. Para tres especies (*F. paraensis*, *F. popenoi* y *F. turrialbana*) se desarrollaron únicamente modelos preliminares, que deben de ser tomados con precaución, pues no tienen suficiente número de registros. Los modelos de las 22 especies se superpusieron para identificar las áreas con mayor diversidad de especies del género, que pueden ser consideradas como áreas prioritarias de conservación. El desarrollo de este proyecto contribuye a precisar la distribución de uno de los género arbóreos con mayor diversidad a nivel global, cuya importancia ecológica y evolutiva lo ha llevado a ser considerado como un taxón clave en el mantenimiento de las funciones de los bosques tropicales.

IV. Introducción

El género *Ficus* es el más diverso dentro de la familia Moraceae, el cual exhibe una distribución pantropical y a nivel mundial está conformado por alrededor de 750 especies. Los siconos característicos del género son únicos entre las Angiospermas y esto los obliga a depender totalmente de avispa de la familia Agaonidae para su polinización. Estas a su vez, requieren de las flores pistiladas del género para reproducirse (Wiebes, 1986; Cook y Rasplus, 2003; Machado *et al.*, 2005). Muchas especies de *Ficus* son muy importantes en la estructura de las comunidades, tanto por la abundancia como por la biomasa que ocupan en los bosques donde habitan (Ibarra-Manríquez y Wendt 1992). Además, debido a la producción de frutos carnosos a lo largo del año, representa una constante fuente de alimento para una gran cantidad de dispersores (Shanahan *et al.*, 2001). Existen varios estudios florísticos sobre el género en este país, los cuales contienen información sobre la distribución, hábitat, fenología y/o usos de las especies, aunque restringidos a algunas regiones en México (Ibarra-Manríquez y Wendt, 1992; Quintana y Carvajal, 2001; Piedra-Malagón *et al.*, 2006; González-Castañeda *et al.*, 2010; Durán-Ramírez *et al.*, 2010; Ibarra-Manríquez *et al.* 2012).

El trabajo de Serrato *et al.* (2004) representa un estudio biogeográfico muy relevante en el contexto del presente proyecto, ya que analiza la distribución y estatus de conservación de las especies mexicanas de *Ficus*. Sin embargo, en la actualidad los modelos de nicho ecológico pueden servir para estimar el nicho fundamental de las especies de interés y ayudar a mapear sus distribuciones potenciales en relación a condiciones ambientales (Elith *et al.*, 2011). Se ha considerado que este tipo de estudios pueden ayudar a identificar con un mayor grado de certeza las áreas de distribución de las especies. Por lo tanto, es necesario determinar aquellas áreas importantes para la conservación de la biodiversidad en términos de la pérdida de biodiversidad y amenazas para el funcionamiento de los ecosistemas, lo que hace que los estudios sobre la distribución de la biodiversidad sean esenciales para identificar las áreas de mayor riqueza de especies. Por otra parte, las altas tasas de deforestación en México amenazan el funcionamiento de los ecosistemas e incrementan la pérdida de biodiversidad. Como una estrategia para atemperar estos efectos negativos se sugiere realizar estudios sobre la distribución de las especies, que faciliten ubicar áreas de riqueza relevante. Con base en lo anterior, en este

proyecto se utiliza este enfoque de análisis para el género *Ficus*. Específicamente en este proyecto i) se elaborará una base de datos con información de ejemplares de herbario de las 22 especies del género en México, para ii) desarrollar modelos de nicho de cada especie y iii) identificar las áreas con mayor riqueza de especies del género en México.

V. Desarrollo del proyecto

1. Calidad de la información

La base de datos fue diseñada de acuerdo a lo especificado en el Manual de procedimiento para modelar la distribución geográfica de especies e incluyó los 32 campos que se consideran como obligatorios y no obligatorios. Una explicación particular requiere los criterios usados para georreferenciar las localidades de los registros. Cuando la localidad de colecta no especificaba una distancia exacta respecto al poblado mencionado en el registro, por ejemplo, alrededores de Tampico, se tomó como referencia para georeferenciarlo la ciudad de Tampico. Una situación similar se presentó cuando las localidades hacen referencia a ciudades o poblados muy grandes, por ejemplo, la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. En este caso, en la base de datos se registraron las coordenadas del centro del poblado. En este caso que los nombres de las localidades no coinciden con los nombres reales de los poblados, se tomaron como válidos los nombres reportados por INEGI. En el caso de que se hiciera referencia a una localidad respecto a una orientación y distancia, como por ejemplo '11 km al norte de Uruapan', la distancia para ubicar las coordenadas geográficas se midió en línea recta. En todos los registros se verificaron las coordenadas geográficas y la congruencia entre localidad, municipio y estado de cada registro con base en los shapes siguientes: i) Cartografía temática: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2003). "División Política Estatal". Escala 1:250 000. Extraído de Conjunto de Datos vectoriales y toponimia de la carta Topográfica. Serie III y ii) Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Marco Geoestadístico Municipal, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2000). Escala 1:250 000. México.

En relación a la certeza taxonómica de los registros, el responsable del proyecto es

taxónomo del género y ha colectado las diferentes especies por todo el país. De hecho, la nomenclatura utilizada en este proyecto siguió la última revisión publicada para el género en México, del cual el responsable de este proyecto es autor (Ibarra-Manríquez *et al.* 2012), donde se describen 22 especies nativas. Algunos registros incongruentes con la distribución conocida de la especie fueron eliminados de la base de datos. Por ejemplo, un registro de *Ficus aurea* colectado en el estado de Campeche fue eliminado, ya que una revisión minuciosa del mismo indicó que se trataba de *F. crassinervia*.

De la revisión de los siete herbarios resultaron un total de 4590 registros correspondientes a las 22 especies del género. El herbario que mas ejemplares presentó fue MEXU con un total de 2021 ejemplares seguido por el herbario XAL del Instituto de Ecología A. C. (832). Los herbarios que menos registros presentaron fueron NY y US, con 324 y 242, respectivamente. Respecto a las especies, se obtuvo el mayor número de registros para *Ficus pertusa* con un total de 804 registros, mientras que *F. paraensis* se obtuvieron solamente 12 registros (Cuadro 1).

En el anexo 1 se presentan para cada una de las especies: las localidades georeferenciadas y utilizadas para desarrollar el modelo de nicho, así como las diferentes pruebas aplicadas.

Cuadro 1. Tabla sintética del número de ejemplares obtenidos. Herbarios (Institución): ENCB (Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional), MEXU (Universidad Nacional Autónoma de México), XAL (Instituto de Ecología, A.C.), MO (Missouri Botanical Garden, Sn Louis Missouri, USA), NY (New York Botanical Garden, New York, USA) y US (Museo de Historia Natural, Washington D. C., USA).

Especie	ENCB	IEB	MEXU	MO	NY	US	XAL	Total
<i>Ficus americana</i>	2	2	19	9	2		6	40
<i>Ficus apollinaris</i>	4	10	34	20	3	1	15	87
<i>Ficus aurea</i>	27	40	146	60	29	10	29	341
<i>Ficus citrifolia</i>	7	6	29	6	7	1		56
<i>Ficus colubrinae</i>	6	7	31	16	3		6	69
<i>Ficus cotinifolia</i>	72	91	256	52	39	33	19	562
<i>Ficus crassinervia</i>	6	9	71	36	13	5	3	143
<i>Ficus crocata</i>	19	46	146	29	19	20	11	290
<i>Ficus insipida</i>	46	58	207	92	26	28	33	490
<i>Ficus lapathifolia</i>	3	3	17	20	2	1	9	55
<i>Ficus maxima</i>	21	30	175	62	20	12	12	332
<i>Ficus membranacea</i>	6	15	32	15	1	1		70
<i>Ficus obtusifolia</i>	19	40	149	67	22	17	15	329
<i>Ficus paraensis</i>			5	4			3	12
<i>Ficus pertusa</i>	71	100	332	146	74	48	32	803
<i>Ficus petiolaris</i>	21	62	172	70	32	44	1	402
<i>Ficus popenoei</i>		2	8	3				13
<i>Ficus pringlei</i>	6	18	28	15	5	9	2	83
<i>Ficus rzedowskiana</i>	3	12	28	11	5	2	1	62
<i>Ficus turrialbana</i>	1	2	9	8	2		3	25
<i>Ficus velutina</i>	11	44	88	45	12	10	8	218
<i>Ficus yoponensis</i>	7	17	39	30	5		10	108
Total general	358	614	2021	816	321	242	218	4590

2. Criterio de selección de la región de referencia (M) por especie.

El criterio utilizado para la selección de la región de referencia (M) fue restringida a las provincias bióticas con énfasis en criterios morfotectónicos de México (Ferrusquía-Villafranca, 1990), ya que representa una adecuada regionalización al considerar los rasgos morfotectónicos del territorio, que afectan factores ambientales clave para la

distribución de las plantas (p. ej. clima, tipos de suelo). Una vez que se revisó la base de datos de localidades de cada especie y teniendo georeferenciadas todas las localidades posibles, se procedió a seleccionar las localidades libres de autocorrelación espacial (ver sección de modelado). Las localidades resultantes por especie se proyectaron en el mapa de provincias bióticas de Ferrusquía-Villafranca (Fig. 1). Las provincias utilizadas fueron aquellas en las que al menos alguna localidad se traslapa con alguna de éstas y además aquellas en las que es posible la presencia de la especie, basándose en afinidad de condiciones climáticas, ecológicas o biogeográficas (Peterson et al. 2011). Lógicamente y de acuerdo a su extensión geográfica, cada especie se registró en diferente número de provincias, con el máximo y mínimo perteneciente a *F. pertusa* (19) y *F. popenoi* (1), respectivamente. En el Cuadro 2 se muestran las provincias bióticas utilizadas en el modelado de cada especie y que representa la región de referencia (M). Se presentan las provincias donde se han registrado las especies y en las que es posible su presencia. Para esto se consideró el conocimiento de campo de las especies por parte del experto en el género (GIM, responsable de este proyecto), así como las afinidades climáticas, ecológicas y/o biogeográficas de las especies. Por ejemplo, *F. petiolaris*, se ha colectado en las provincias Californiense, Baja Californiense, Sonorense, Sierra Madre Occidentalense, Chihuahuense, Altiplanense, Neovolcanense, Nayaritense, Jaliscoense-Guerrerenense, Oaxaquense, Pacifiquense, San Lucasense, Sinaloense y Sierra Madre Sureña. También aunque no se ha colectado, es posible que la especie pueda presentarse hacia provincias del Golfo de México (Veracruzense y Tamaulipense), pero no en las provincias de la Península de Yucatán (Yucatanense y Campechano-Petenense), pues a pesar de que se podrían encontrar las condiciones climáticas similares, su presencia es muy improbable debido a que la especie no tolera suelos calcáreos. Además, la Península de Yucatán es una región con un trabajo florístico importante desarrollado por numerosos botánicos desde el siglo pasado y hasta ahora la especie carece de registros en el área.

De la misma manera, para el caso de *F. turrialbana*, se ha colectado en las provincias Sierra Madre Orientalense, Neovolcanense, Oaxaquense, Campechano-Petensense y Chiapasense. Sin embargo, para construir su región de referencia (M) también se seleccionaron las provincias Veracruzense, Tamaulipense y Coahuilense, ya

que es posible que debido a condiciones climáticas la especie pueda presentarse. Se cree que fuera de estas provincias es muy improbable su presencia (por ejemplo en la provincia Altiplanense), pues la especie tiene principalmente una distribución hacia el Golfo de México y existen barreras geográficas que limitan su área de ocupación (i. e. el Desierto Chihuahuense y la Sierra Madre Occidental). La selección de las provincias bióticas para la construcción de la región de referencia (M) se siguieron estos mismos criterios (Apéndice 1).

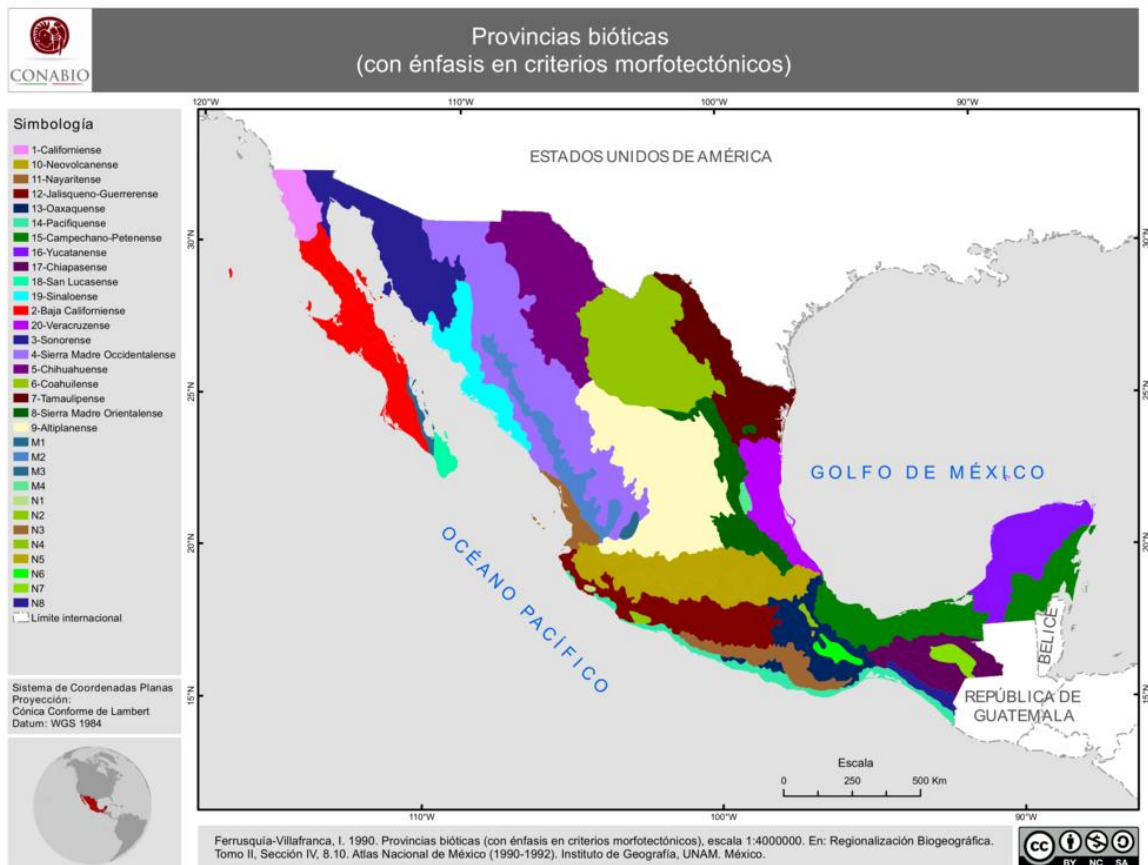


Figura 1. Mapa de provincias biogeográficas con énfasis en criterios morfotectónicos (CONABIO, Ferrusquía-Villafranca, 1990).

Cuadro 2. Provincias bióticas con base en criterios morfotectónicos (Ferrusquía-Villafranca 1990) utilizadas en la modelación: 1) Californiense, 2) Baja Californiense, 3) Sonorense, 4) Sierra Madre Occidentalense, 5) Chihuahuense, 6) Coahuilense, 7) Tamaulipense, 8) Sierra Madre Orientalense, 9) Altiplanense, 10) Neovolcanense, 11) Nayaritense, 12) Jaliscoense-Guerreroense, 13) Oaxaqueño, 14) Pacíficquense, 15) Campechano-Petenense, 16) Yucatanense, 17) Chiapasense, 18) San Lucasense, 19) Sinaloense, 20) Veracruzense y 21) Sierra Madre Sureña. La región de referencia (M) fue construida con las provincias en las que se ha colectado la especie (*), y aquellas en las que es posible su presencia (P). Abreviaturas: T (total).

Especie	Provincias biogeográficas																					T*	TP	Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
<i>Ficus americana</i>								*							*					P		3	1	4	
<i>Ficus apollinaris</i>								*		*			*	P	*		*				*		6	1	7
<i>Ficus aurea</i>				P				*	P	*	*	*	*	*	*	*	*		P	*	*		11	3	14
<i>Ficus citrifolia</i>										*	*	*	*	*	P	*	*				*		8	1	9
<i>Ficus colubrinae</i>													P	*	*		*						3	1	4
<i>Ficus cotinifolia</i>			*	*	*		P	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	16	1	17
<i>Ficus crassinervia</i>				P			P		P	P	P	P	*	*	*	*	*	*		*	*		7	5	12
<i>Ficus crocata</i>	P	P	*	*	*		P	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	16	3	19
<i>Ficus insipida</i>			*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	P	*	*	*	*	*	*	15	1	16
<i>Ficus lapathifolia</i>								*		*			*	P	P		*			*	*		6	2	8
<i>Ficus maxima</i>				*			P	*	P	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	13	2	15
<i>Ficus membranacea</i>				*				*	*	*	*	*	*	*	P	P					*		8	2	10
<i>Ficus obtusifolia</i>				*		P	P	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*		P	*	*	12	3	15
<i>Ficus paraensis</i>															*		*						2	4	6
<i>Ficus pertusa</i>			*	*	*	P	P	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	16	2	18
<i>Ficus petiolaris</i>	*	*	*	*	*	P	P		*	*	*	*	*	*					*	*	P	*	14	3	17
<i>Ficus popenoei</i>													P	P	P	P	*						1	4	5
<i>Ficus pringlei</i>				*				*	*	*	*	*	*	*	P					P		P	6	3	9
<i>Ficus rzedowskiana</i>				P				*		*	P	P	*	*	*	*	*	*		P	*	*	8	4	12
<i>Ficus turrialbana</i>						P	P	*		*			*		*		*				P		5	3	8
<i>Ficus velutina</i>				*				*	*	*	*	*	*	*	*	P	*			*	*	*	12	1	12
<i>Ficus yoponensis</i>				P				*		*	P	P	*	P	*	P	*			*	*	*	7	5	12

3. Variables utilizadas en la modelación

Para el modelado de nicho y de distribución potencial de las especies del género *Ficus* se utilizaron las 19 variables bioclimáticas de Worldclim (Hijmans *et al.*, 2005). Estas son variables continuas, basadas en la interpolación de datos climáticos de estaciones meteorológicas de todo el mundo (Hijmans *et al.*, 2005). Estas incluyen variables de clima contemporáneo (años ~1950-2000) de temperatura y precipitación (Cuadro 3). Todas estas variables se utilizaron con una resolución de 1×1 km en formato raster. No se utilizó ninguna variable categórica.

Cuadro 3. Variables utilizadas para la modelación de las especies, obtenidas de Worldclim (www.worldclim.org).

Variables climáticas	
Bio1	Temperatura media anual
Bio2	Rango promedio de temperaturas diarias (Tmax-Tmin)
Bio3	Isotermalidad (Bio2/Bio7)
Bio4	Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar %)
Bio5	Temperatura máximas del mes más cálido
Bio6	Temperatura mínima del mes más frío
Bio7	Rango anual de la temperatura (Bio5-Bio6)
Bio8	Temperatura media del trimestre más húmedo
Bio9	Temperatura media del trimestre más seco
Bio10	Temperatura media del trimestre más cálido
Bio11	Temperatura media del trimestre más frío
Bio12	Precipitación anual
Bio13	Precipitación del mes más húmedo
Bio14	Precipitación del mes más seco
Bio15	Estacionalidad de la precipitación
Bio16	Precipitación del trimestre más húmedo
Bio17	Precipitación del trimestre más seco
Bio18	Precipitación del trimestre más cálido
Bio19	Precipitación del trimestre más frío

Originalmente se pensó modelar la distribución de las especies con base en el conocimiento biológico-ecológico de la especie, es decir, utilizar aquellas variables que potencialmente pueden incidir en la distribución de la especie en cuestión. Se desconocen estos aspectos con detalle para las especies y ante esto, se optó por seleccionar las variables ambientales siguiendo como criterio principal evitar la autocorrelación entre ellas. Para esto se extrajeron los valores de las 19 variables climáticas de Worldclim mencionadas anteriormente. Para esto se obtuvieron los valores de las variables ambientales de cada una de las localidades de colecta de cada especie. Una vez obtenidos estos valores, se realizó un análisis de componentes principales en R (ACP; R Development Core Team, 2012). Específicamente se tomaron los primeros tres componentes que explicaran al menos el 80% de la varianza de los datos (Cuadro 4). Para cada uno de los tres componentes se seleccionaron las primeras cinco variables con el mayor porcentaje explicado (Hirzel *et al.*, 2002). Las variables climáticas seleccionadas se encuentran enlistadas para cada especie en el Apéndice 1.

Para evitar un sobreajuste del modelo se definió el criterio de no utilizar un mayor número de variables climáticas que localidades de presencia. Para el caso de especies con un bajo número de localidades no autocorrelacionadas (<19), las variables fueron seleccionadas con base en un análisis de jackknife dentro del programa MaxEnt ver. 3.3. Con este enfoque, se seleccionaron aquellas variables que por lo menos contribuyeran con más de 1% a explicar el modelo. Este fue el caso de *F. paraensis*, *F. popenoi* y *F. paraensis* para los que el análisis de jackknife únicamente utilizó de 3-8 variables (Cuadro 4, Apéndice 1).

Cuadro 4. Variables climáticas utilizadas para el modelado de cada una de las especies del género *Ficus*. Estas se seleccionaron con base en un análisis de componentes principales, excepto para *F. paraensis*, *F. popenoi* y *F. turrialbana* (marcadas en gris) que debido a un bajo número de localidades no autocorrelacionadas se seleccionaron con base en un análisis de jackknife (ver texto).

Especies	Variables climáticas de Worldclim																			Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
<i>Ficus americana</i>	*			*		*	*		*	*					*	*	*	*	*	12
<i>Ficus apollinaris</i>	*			*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	14
<i>Ficus aurea</i>	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*			*			*	14
<i>Ficus citrifolia</i>	*	*	*	*		*			*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	14
<i>Ficus colubrinae</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*	*		*			13
<i>Ficus cotinifolia</i>	*		*	*	*	*	*		*	*	*	*		*	*		*	*	*	14
<i>Ficus crassinervia</i>	*			*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	15
<i>Ficus crocata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*						*		*	12
<i>Ficus insipida</i>	*		*	*	*			*	*	*	*	*	*			*	*		*	13
<i>Ficus lapathifolia</i>	*	*	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	15
<i>Ficus maxima</i>	*		*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	15
<i>Ficus membranacea</i>	*	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	15
<i>Ficus obtusifolia</i>	*		*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	14
<i>Ficus paraensis</i>									*						*		*			3
<i>Ficus pertusa</i>	*		*	*	*		*	*	*	*		*	*	*			*		*	13
<i>Ficus petiolaris</i>	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*					*	*	*	13
<i>Ficus popenoi</i>		*		*	*	*	*	*											*	6
<i>Ficus pringlei</i>	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*				13
<i>Ficus rzedowskiana</i>	*		*			*		*	*		*			*	*	*	*	*	*	12
<i>Ficus turrialbana</i>		*	*		*				*				*	*	*			*		8
<i>Ficus velutina</i>	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*			*		*		14
<i>Ficus yoponensis</i>	*		*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	14

4. Método de modelación

Para modelar la distribución de las especies se utilizó el programa MaxEnt, ya que ha mostrado resultados congruentes en estudios de conservación, biogeografía, ecología evolutiva, manejo de especies invasoras e investigación en cambio climático (Elith *et al.*, 2011). MaxEnt modela la distribución de las especies basados en la búsqueda de asociaciones en las condiciones ambientales de los sitios de colecta en todo el espacio geográfico de la región de estudio. El programa también relaciona las condiciones ambientales con la presencia de las especies para desarrollar un modelo consistente de reglas que describen las condiciones ambientales adecuadas en donde la especie podría presentarse. El programa produce un mapa de probabilidades de distribución de la especie de 0 a 1, que indican ausencia y presencia de la especie, respectivamente.

4.1 Modelos de nicho ecológico

Para desarrollar los modelos de nicho ecológico por especie se utilizaron tres conjuntos de datos: i) registros de su presencia, ii) las variables ambientales seleccionadas de las variables bioclimáticas de Worldclim para las provincias bióticas utilizadas (Cuadro 4) y iii) una máscara (hipótesis de M) compuesta por las provincias biogeográficas en donde se haya registrado o es posible la presencia de cada una de las especies (Cuadro 2).

Para evitar la autocorrelación espacial entre los registros de presencia y un sobreajuste del modelo a regiones con alta cantidad de registros, se aplicó una prueba de aleatoriedad para determinar si éstos se distribuyen al azar o están agrupados (Bivand *et al.* 2008; R Development Core Team, 2012, los detalles se pueden consultar en el Apéndice I). En el caso de que los registros presentan aleatoriedad, el 75% de éstos es seleccionado al azar para desarrollar el modelo y el resto para validarlo.

En caso de que los registros no presentaran una distribución aleatoria, entonces se aplicó un análisis de patrones en ILWIS ver. 3.4 (University of Twente, 2007). Este consiste en calcular la mayor probabilidad ($p=1.0$) de encontrar un registro a determinada distancia (Apéndice I). Dicho análisis se asemeja al valor del rango de un variograma, que es la distancia a la cual los registros ya no están autocorrelacionados (Hengl, 2007). La distancia obtenida se empleó para formar una cuadrícula en

QUANTUM GIS 1.7.4. En esta cuadrícula se seleccionó un registro al azar de cada celda de toda la cuadrícula y fueron estos registros los que se usaron para desarrollar el modelo. De los registros no seleccionados, el 25% se empleó para validar el modelo. Para el caso de especies con un bajo número de registros no autocorrelacionados (*F. popenoi* y *F. paraensis*), no se generó un conjunto de datos para validar el modelo.

Cuadro 5. Número de registros de cada una de las especies del género *Ficus*. El total se refiere al número de ejemplares de herbario contenido en la base de datos. Para *F. paraensis* y *F. popenoi* (marcadas en gris) no se tuvieron datos para validar el modelo.

Especie	Número de registros			
	Total	Georeferenciados	Modelar	Validar
<i>Ficus americana</i>	40	23	11	12
<i>Ficus apollinaris</i>	87	34	17	17
<i>Ficus aurea</i>	342	208	11	49
<i>Ficus citrifolia</i>	56	37	7	23
<i>Ficus colubrinae</i>	69	37	6	31
<i>Ficus cotinifolia</i>	562	353	24	83
<i>Ficus crassinervia</i>	143	84	13	18
<i>Ficus crocata</i>	290	207	103	104
<i>Ficus insipida</i>	490	302	54	62
<i>Ficus lapathifolia</i>	55	31	6	6
<i>Ficus maxima</i>	332	216	30	46
<i>Ficus membranacea</i>	70	40	12	7
<i>Ficus obtusifolia</i>	329	207	44	41
<i>Ficus paraensis</i>	12	4	4	0
<i>Ficus pertusa</i>	804	475	26	112
<i>Ficus petiolaris</i>	403	214	36	44
<i>Ficus popenoei</i>	13	5	5	0
<i>Ficus pringlei</i>	84	45	7	29
<i>Ficus rzedowskiana</i>	62	40	20	20
<i>Ficus turrialbana</i>	25	12	6	6
<i>Ficus velutina</i>	218	124	11	85
<i>Ficus yoponensis</i>	108	54	8	11

En la propuesta original del proyecto se indicó que para aquellas especies con un bajo número de registros (≤ 10 registros) sólo se entregarían mapas indicando las localidades de colecta. Sin embargo, en el presente informe para *F. popenoi* y *F. paraensis* se decidió desarrollar los modelos de nicho, aún cuando tuvieran un bajo número de registros no autocorrelacionados (5 y 4 registros, respectivamente). Estos modelos deben de considerarse como preliminares.

5. Parámetros utilizados en la modelación

El modelado se llevó a cabo en el programa MaxEnt ver. 3.3.3. Una vez abierta la plataforma del programa, en la sección de “Samples” se agregó el archivo de los datos de presencia de cada especie, mientras que en la sección de “Environmental layers” se agregó el directorio conteniendo todas las variables ambientales seleccionadas de esta especie y la máscara de provincias biogeográficas. Se habilitaron las opciones de “Create response curve” y “Do jackknife to measure variable importance”. Estas opciones son muy importantes para evaluar la posible respuesta de las especies a las variables ambientales utilizadas. Como previamente se explicó, para validar modelo el programa se configuró para utilizar el 25% de las localidades no autocorrelacionadas. Las demás opciones se manejaron como las preestablece el programa (“Auto features”), con base en lo recomendado en Phillips y Dudik (2008). Finalmente, se escogió el formato de salida logístico dado que es el más fácil de conceptualizar, ya que el resultado es una probabilidad de presencia que va de 0 a 1.

6. Evaluación del modelo

Para evaluar los modelos de nicho ecológico de cada especie, se utilizaron varias pruebas. Las primeras fueron elaboradas dentro del programa MAXENT, como parte de la modelación (DM-AUC, área bajo la curva para el conjunto de datos para elaborar el modelo; VM-AUC, área bajo la curva para el conjunto de datos de validación de éste). Además, se realizó una prueba binomial en el programa R (R Development Core Team 2012) para determinar si la proyección del modelo puede predecir correctamente las localidades contenidas en el archivo de validación y si el modelo obtenido es mejor que uno que se genera al azar ($p < 0.5$). Como una última validación se utilizó el software

Partial ROC desarrollado por Barve (2008) para comparar que el modelo fuera mejor que uno obtenido al azar. Este se utilizó para calcular áreas bajo la curva (AUC) y proporciones de AUC. Se realizaron 1000 iteraciones con un umbral de omisión de 5%. Para las 19 especies de las que se tuvieron suficientes registros, fueron significativamente validadas, aunque algunos modelos como el de *F. maxima* y *F. pertusa* tuvieron una menor validez. Por el contrario los modelos de *F. cotinifolia* y *F. membranacea* tuvieron alta significancia (Fig. 2).

Una vez obtenido este modelo, se procedió a transformarlo a una capa booleana (presencia-ausencia). Para esto se tomó como umbral de corte la máxima sensibilidad mas especificidad (maximum training sensitivity plus specificity) que es un criterio ampliamente utilizado y recomendado por Peterson (et al., 2007). Para cada especie se tuvieron diferentes umbrales de corte que van desde 0.15 hasta 0.50 (Cuadro 7). Los mapas de presencia para cada especie se pueden consultar en el Apéndice 1.

Cuadro 6. Medidas de validación de los modelos de distribución de nicho ecológico de las especies de *Ficus* en México. Las validaciones AUC corresponden a las obtenidas como parte de la modelación en MAXENT, mientras que la prueba ROC parcial se utilizó el programa Tool for Partial ROC (Barve 2008) y para la prueba binomial en el programa R (R Development Core Team 2012). Para las especies marcadas en gris no fue posible validarlos con la prueba ROC Parcial o binomial debido a un bajo número de registros.

Especie	Medidas de validación			
	Modelo AUC	Validación AUC	ROC parcial AUC	Prueba binomial
<i>Ficus americana</i>	0.887	0.895	0.68-1.1	<0.001
<i>Ficus apollinaris</i>	0.97	0.934	0.81-1.7	<0.01
<i>Ficus aurea</i>	0.716	0.745	0.33-1.1	<0.01
<i>Ficus citrifolia</i>	0.912	0.814	0.49-1.2	<0.01
<i>Ficus colubrinae</i>	0.658	0.729	0.58-1.2	<0.001
<i>Ficus cotinifolia</i>	0.854	0.798	0.46-1.3	<0.001
<i>Ficus crassinervia</i>	0.81	0.723	0.57-1.32	<0.01
<i>Ficus crocata</i>	0.912	0.801	0.58-1.29	<0.001
<i>Ficus insipida</i>	0.895	0.886	0.47-1.3	<0.001
<i>Ficus lapathifolia</i>	0.837	0.803	0.49-1.2	<0.01
<i>Ficus maxima</i>	0.826	0.761	0.62-1.3	<0.1
<i>Ficus membranacea</i>	0.848	0.892	0.61-1.4	<0.001
<i>Ficus obtusifolia</i>	0.878	0.788	0.58-1.3	<0.001
<i>Ficus paraensis</i>	0.987	0	-	0
<i>Ficus pertusa</i>	0.837	0.803	0.51-1.2	0.1
<i>Ficus petiolaris</i>	0.8	0.791	0.52-1.3	<0.001
<i>Ficus popenoei</i>	0.974	0	-	0
<i>Ficus pringlei</i>	0.894	0.836	0.62-1.4	<0.001
<i>Ficus rzedowskiana</i>	0.931	0.871	0.64-1.4	<0.001
<i>Ficus turrialbana</i>	0.956	0.736	-	0
<i>Ficus velutina</i>	0.811	0.702	0.38-1.2	<0.001
<i>Ficus yoponensis</i>	0.819	0.877	0.59-1.3	<0.01

Cuadro 7. Valores de umbral de corte para cada especie con base en la máxima sensibilidad mas especificidad (Maximum training sensitivity plus specificity) obtenidas del modelo de MaxEnt.

Especie	Umbral
<i>Ficus americana</i>	0.487
<i>Ficus apollinaris</i>	0.153
<i>Ficus aurea</i>	0.445
<i>Ficus citrifolia</i>	0.507
<i>Ficus colubrinae</i>	0.510
<i>Ficus cotinifolia</i>	0.447
<i>Ficus crassinervia</i>	0.418
<i>Ficus crocata</i>	0.271
<i>Ficus insipida</i>	0.347
<i>Ficus lapathifolia</i>	0.595
<i>Ficus maxima</i>	0.415
<i>Ficus membranacea</i>	0.373
<i>Ficus obtusifolia</i>	0.291
<i>Ficus paraensis</i>	0.556
<i>Ficus pertusa</i>	0.465
<i>Ficus petiolaris</i>	0.336
<i>Ficus popenoei</i>	0.501
<i>Ficus pringlei</i>	0.410
<i>Ficus rzedowskiana</i>	0.485
<i>Ficus turrialbana</i>	0.222
<i>Ficus velutina</i>	0.398
<i>Ficus yoponensis</i>	0.390

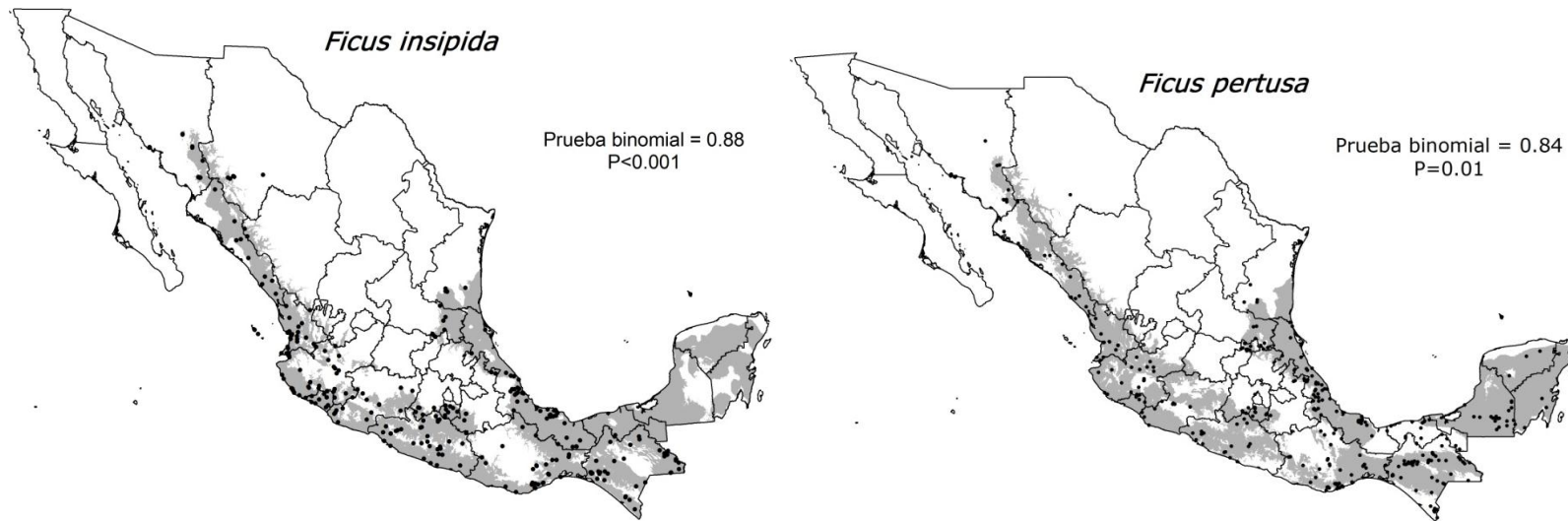


Figura 3. Ejemplo de modelo de nicho ecológico de dos especies del género *Ficus* con diferente grado de significancia estadística. De acuerdo con la prueba binomial *Ficus insipida* tuvo una significancia alta, mientras que la de *Ficus pertusa* fue menor aunque aún así significativa (Ver Cuadro 6).

7. Áreas de riqueza del género *Ficus*

Los mapas finales de nicho ecológico se traslaparon para identificar las áreas de mayor concentración de especies, que podrían representar áreas prioritarias de conservación para el género. Estas áreas se resaltan en color rojo en la Figura 2 y pueden albergar entre 12 y 17 especies. Geográficamente estas áreas se encuentran principalmente en el sur-sureste de México, con cuatro áreas especialmente importantes: i) la Planicie Costera del Golfo de México, ii) la Vertiente Pacífico desde pequeñas áreas del estado de Colima hasta el Soconusco y la Depresión Central en Chiapas, iii) el Istmo de Tehuantepec que une éstas últimas dos áreas y iv) La Selva Lacandona-Marques de Comillas en Chiapas. En general, el norte de México es el área con menor concentración especies (1-2) o incluso áreas carentes de registros de alguna especie.

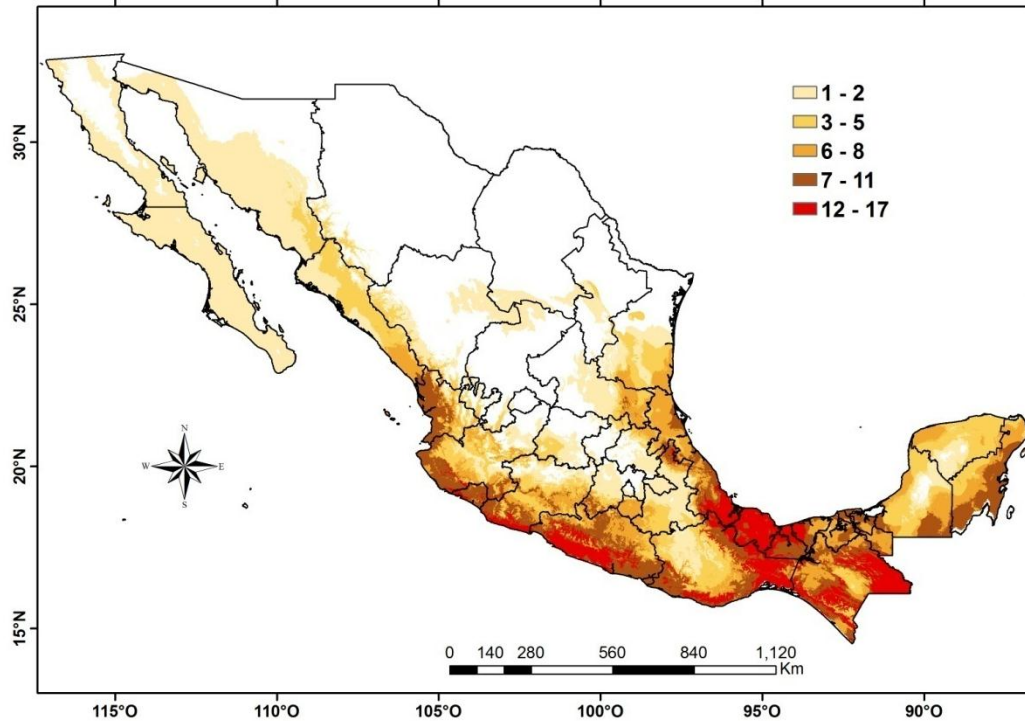


Figura 2. Mapa de riqueza de especies del género *Ficus* con base en los modelos de nicho ecológico de 22 especies.

8. Conclusiones y recomendaciones

En este proyecto se desarrollaron modelos de nicho ecológico para 22 especies del género *Ficus* (Moraceae). Se siguió un método estadísticamente estricto para eliminar la

autocorrelación espacial entre localidades y para seleccionar las variables ambientales con las que se implementaron los modelos. Para la mayoría de las especies (19) se logró construir modelos de nicho ecológico en una región de referencia (M) constituida por las provincias bióticas en las que la especie ha sido colectada, así como aquellas en las es posible su presencia considerando el conocimiento del experto, afinidades climáticas, ecológicas o biogeográficas. Estos modelos fueron robustamente validados mediante prueba tanto internas del programa MAXENT o con pruebas independientes. Para tres especies (*F. paraensis*, *F. popenoei* y *F. turrialbana*) no se contó con suficiente número de registros, por lo que los modelos no se validaron estadísticamente y por ello se deben considerar como preliminares. Para mejorar estos modelos, un paso básico es incrementar la exploración en campo y la revisión de más herbarios, con la idea de contar con un mayor número de registros para estas especies.

Finalmente, se identificaron áreas de importancia de conservación para el género que deben considerarse prioritarias, aunque para ello debe de tomarse en cuenta aspectos biológicos (p. ej. reservas existentes o conectividad) y viabilidad social.

8. Bibliografía

- Barve, N. 2008. Tool for partial-ROC ver 1.0. Biodiversity Institute, Lawrence, KS. <https://sites.google.com/site/nichesandareasofdistribution/>. Accesado 6 Diciembre 2012.
- Bivand, R., Pebesma, E. & Gómez-Rubio, V. 2008. Applied spatial data analysis with R. Spring, NY.
- Cook, J. M. & Rasplus, J. Y. 2003. Mutualists with attitude: coevolving fig wasps and figs. *Trends in Ecology and Evolution* 18: 241-248.
- Durán-Ramírez, C.A., Fonseca-Juárez, R.M. & Ibarra-Manríquez, G. 2010. Estudio florístico de *Ficus* (Moraceae) en el estado de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 239-262.
- Elith, J., Phillips, S.J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y.E. & Yates, C.J. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions* 17: 43–57.
- Ferrusquía-Villafranca, I. 1990. Provincias bióticas (con énfasis en criterios morfotectónicos). Escala 1:4000 000. En: Regionalización Biogeográfica, IV.8.10. Atlas Nacional de México. Vol. II. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- González-Castañeda, N., Cornejo-Tenorio, G. & Ibarra-Manríquez, G. 2010. El género *Ficus* (Moraceae) en la Provincia Biogeográfica de la Depresión del Balsas, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 87: 105-124.
- Hengl, T. 2007. A Practical Guide to Geostatistical Mapping of Environmental Variables. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability. Italy.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G. & Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- Hirzel, A.H. Hausser, J., Chessel, D., & Perrin, N. 2002. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data? *Ecology* 83: 2027-2036.
- Ibarra-Manríquez, G. & Wendt, T. L. 1992. El género *Ficus*, subgénero *Pharmacosycea* (Moraceae) en Veracruz, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 52: 3-29.
- Ibarra-Manríquez, G., Cornejo-Tenorio, G., González-Castañeda, N., Piedra-Malagón, E.M. & Luna, A. 2012. El género *Ficus* en México. *Botanical Sciences* 90: 389-452.
- Liu, C., White, & Newell, M. 2013. Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data. *Journal of Biogeography* 40: 778–789.
- Machado, C. A., N. Robbins, M. Thomas, P. Gilbert & Herre, E. A. 2005. Critical review of host specificity and its coevolutionary implications in the fig/fig wasp mutualism. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 102: 6558-6565.
- Peterson, A.T., Soberón, J., Pearson, R.G., Anderson, R.P., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., y Araújo, M.B. 2011. Ecological niches and geographic distributions. Princeton University Press. United Kingdom. 314 pp.
- Phillips S.J. & Dudik M. 2008. Modeling of species distributions with MaxEnt: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31: 161-175.
- Piedra-Malagón, E. M., R. R. Ramírez & Ibarra-Manríquez, G. 2006. El género *Ficus* (Moraceae) en el estado de Morelos, México. *Acta Botanica Mexicana* 75: 45-75.

- Quintana-Cardoza R. y Carvajal S. 2001. Las especies jaliscienses del género *Ficus* L. (Moraceae). Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara 8: 1-64.
- R Development Core Team. 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Serrato, A., Ibarra-Manríquez, G. & Oyama, K. 2004. Biogeography and conservation of the genus *Ficus* (Moraceae) in Mexico. Journal of Biogeography 31: 475-485.
- University of Twente. 2007. Integrated Land and Water Information System (ILWIS) ver. 3.4. The Netherlands.
- Wiebes J.T. 1986. The association of figs and figs-insects. Revue de Zoologie Africaine 100: 63-71.

ANEXO 1

Distribución potencial del género *Ficus* (Moraceae) en México (JM037)

Comisión Nacional para la Conservación y Uso
de la Biodiversidad

Responsable del proyecto:

Dr. Guillermo Ibarra Manríquez
Centro de Investigaciones en Ecosistemas
Universidad Nacional Autónoma de México

Co-responsable

Dr. Leonel López Toledo
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

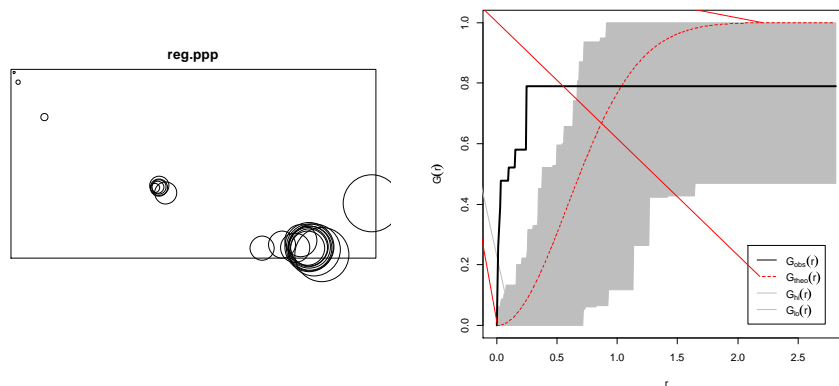
Agosto 15 de 2014

1) Especie: *Ficus americana* Aubl. (MORACEAE)

Número de registros: **23**.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.- Análisis de patrones utilizando Ilwis 3.4:

- Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **2 km**.
- La cuadrícula generada con la distancia, no permite seleccionar un número de registros suficientes para generar el modelo en Maxent, por lo que se hace una partición aleatoria de los datos en ArcMap.

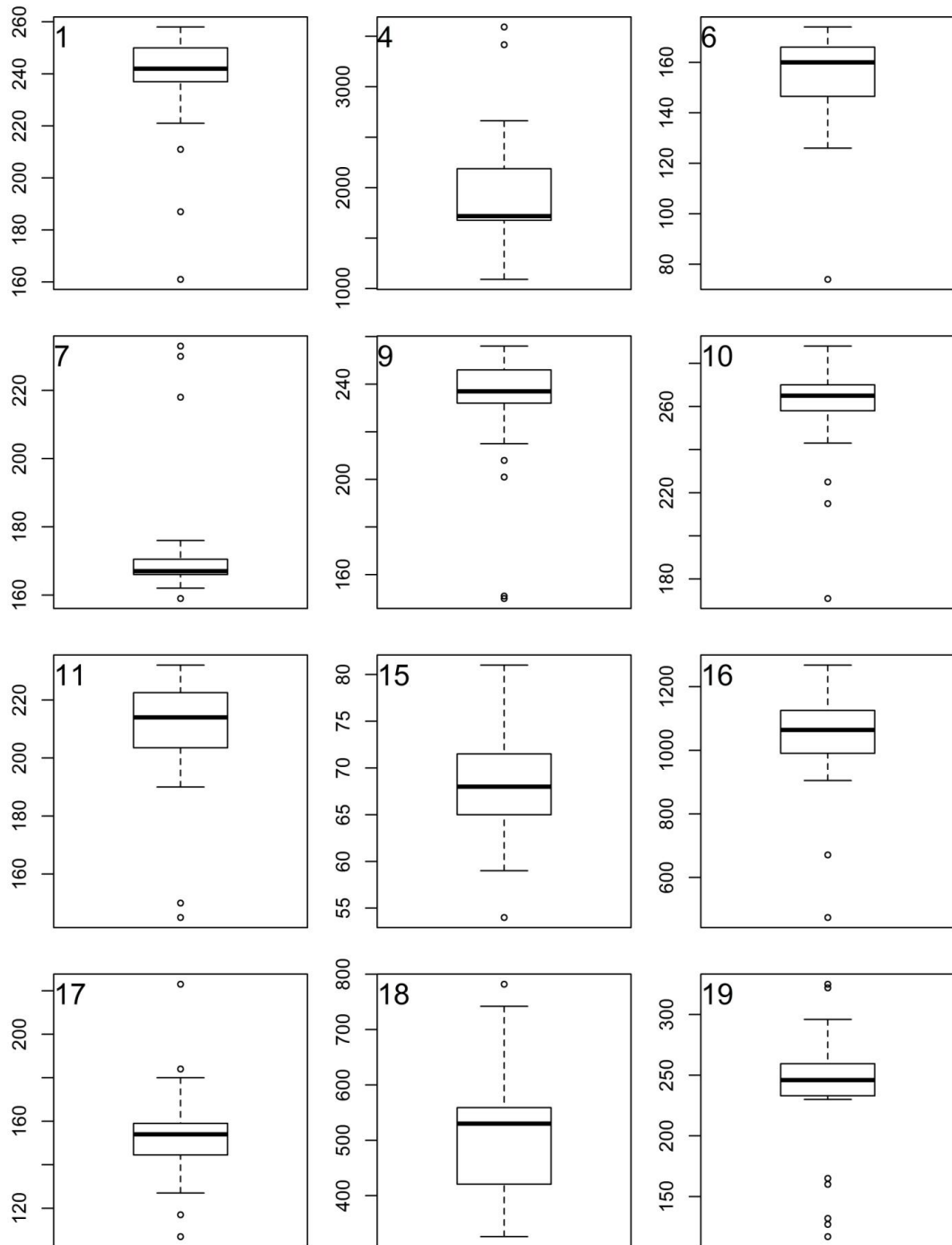
3.- Partición de los puntos en ArcMap:

- De los 23 registros se utilizó sólo el 50% que corresponden a **11 registros** para elaborar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent.
- El 50% restantes corresponden a **12 registros** que se utilizaron para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent como test simple file.

4.- Modelación en Maxent:

- Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.
- Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.487**
- Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio4, bio6, bio7, bio9, bio10, bio11, bio15, bio16, bio17, bio18, bio19**.

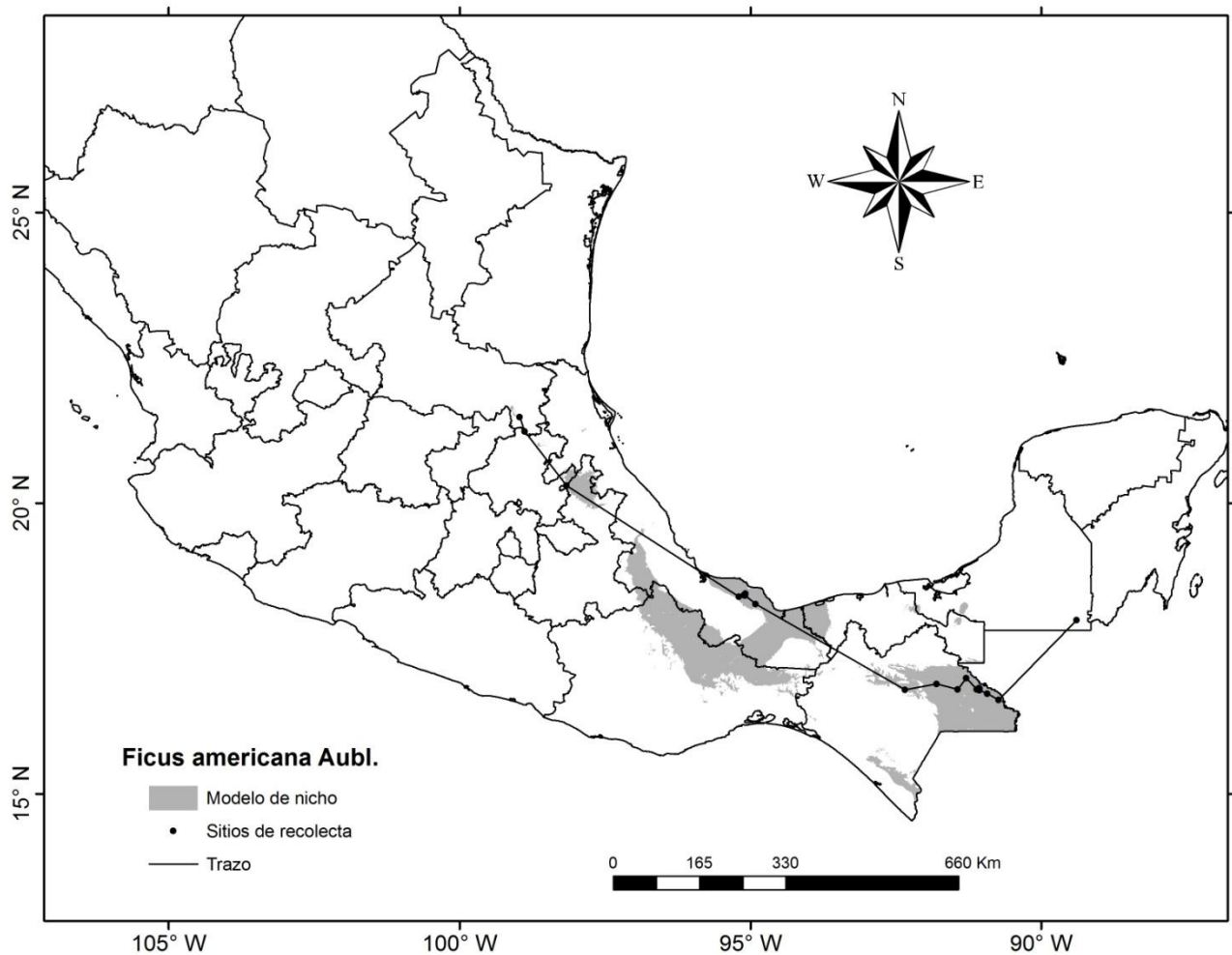
d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus apollinaris*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

- a) Prueba binomial en R, $\alpha = 0.0009766$ y un intervalo de confianza de 0.74 - 1.00; α es menor que 0.5, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus americana*.



7. Distribución por Provincias Fisiográficas:

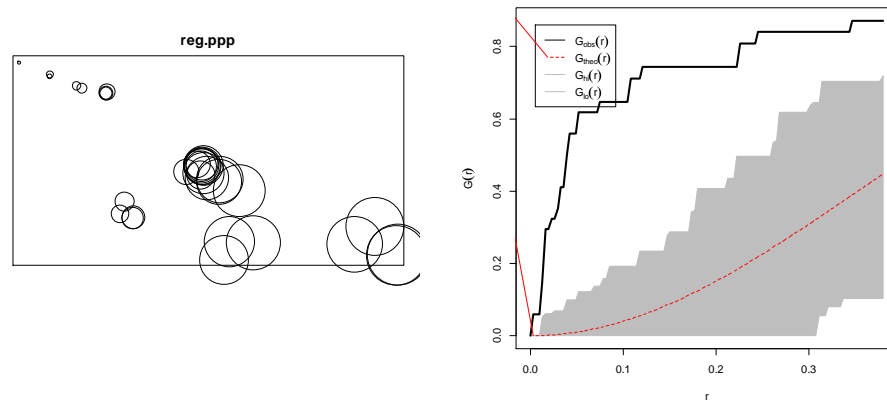
Ha sido colectada en la Sierra Madre Orientalense, Campechano-Petenense, Chiapasense. Es posible su presencia en la región Veracruzense, aunque la especie carece de registros en dicha provincia.

2) Especie: *Ficus apollinaris* Dugand (MORACEAE)

Número de registros: 34.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.- Análisis de patrones utilizando Ilwis 3.4:

- Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **0.5 km**.
- La cuadrícula generada con la distancia, no permite seleccionar un número de registros suficientes para generar el modelo en Maxent, por lo que se hace una partición aleatoria de los datos en ArcMap.

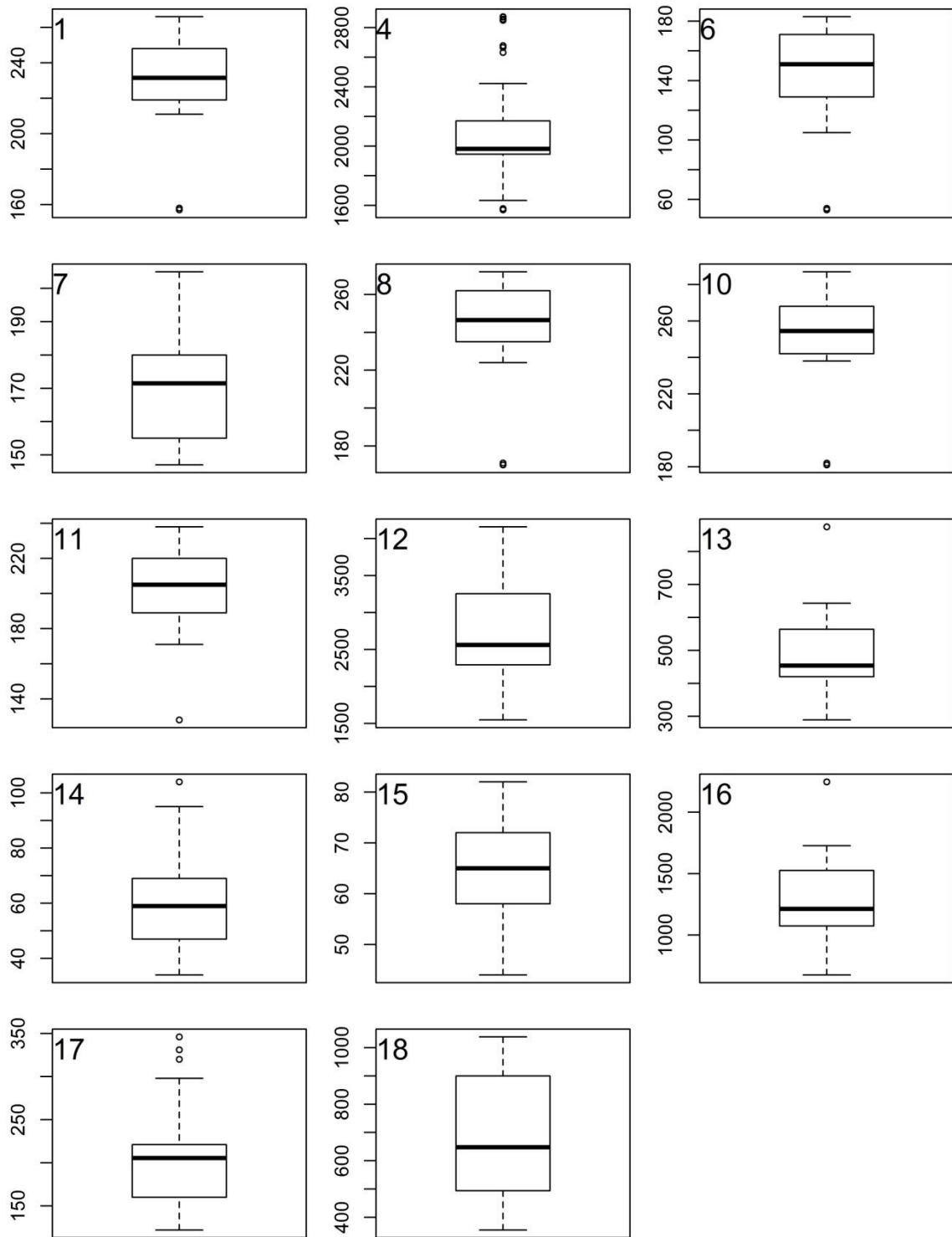
3.- Partición de los puntos en ArcMap:

- De los 34 registros se utilizó sólo el 50% que corresponden a **17 registros** para elaborar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent.
- El 50% restantes corresponden a **17 registros** que se utilizaron para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent como test simple file.

4.- Modelación en Maxent:

- Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.
- Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.153**
- Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio4, bio6, bio7, bio8, bio10, bio11, bio12, bio13, bio14, bio15, bio16, bio17 y bio18**.

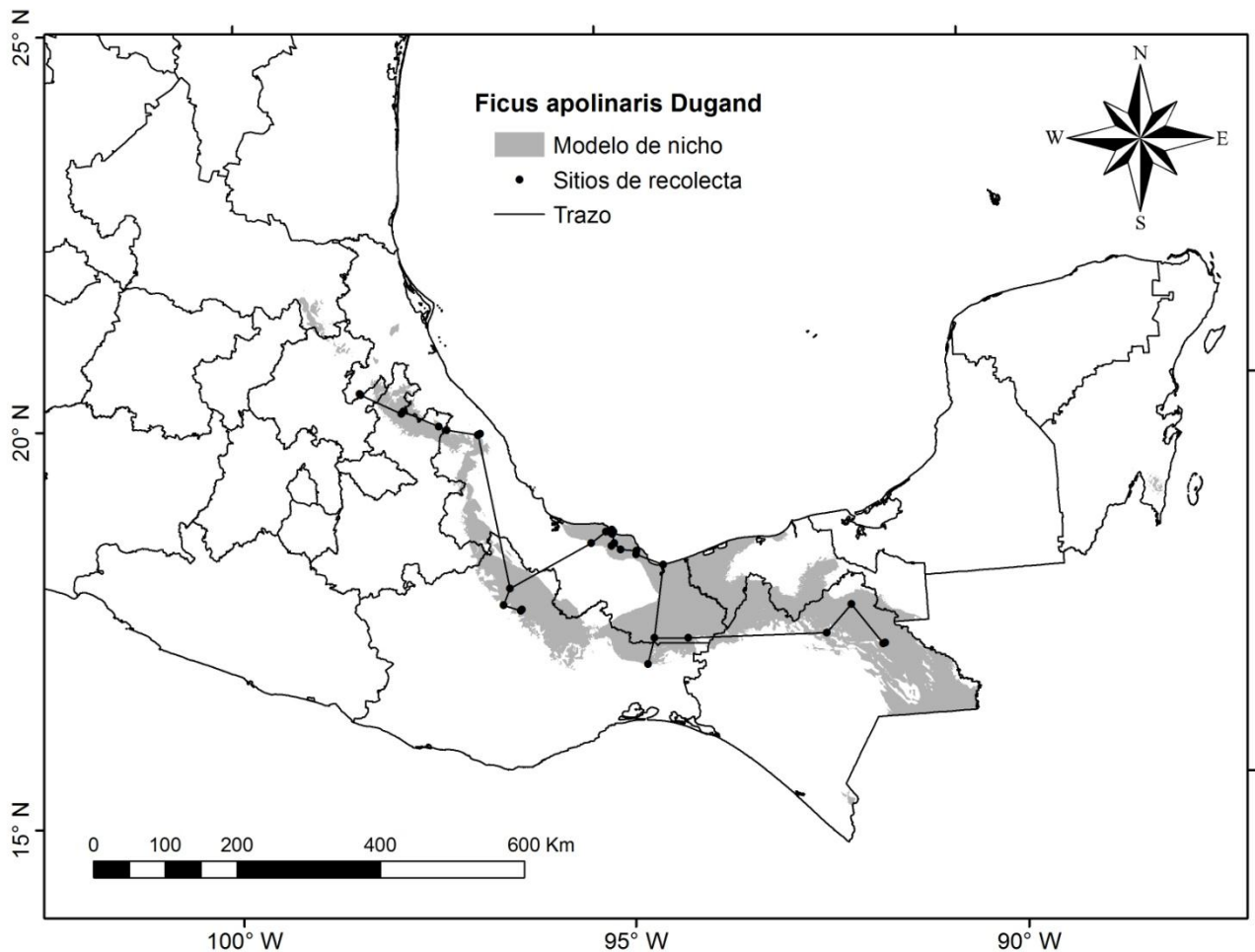
d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus apollinaris*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

- b) Prueba binomial en R, $\alpha=0.08978$ y un intervalo de confianza de 0.45 - 1.00; α es menor que 0.5, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus apollinaris*.



7.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

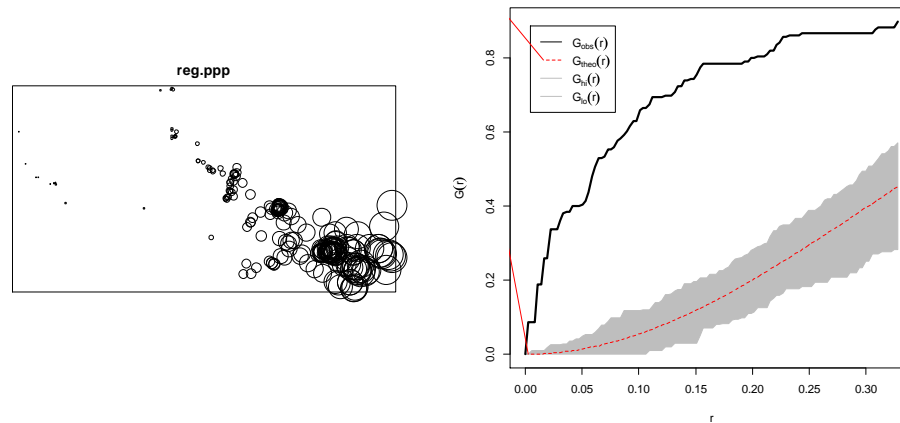
Campechano-Petenense, Chiapasense, Neovolcanense, Oaxaquense, Sierra Madre Orientalense, Veracruzense. Es posible su presencia en la provincia Pacíficquense, aunque el modelo no proyectó su presencia en dicha provincia.

3) Especie: *Ficus aurea* Nutt. (MORACEAE)

Número de registros: **208**.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.-Análisis de Patrones utilizando Ilwis 3.4:

a) Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **3 km**.

3.- Generación de cuadrícula en Quantum a partir de la distancia obtenida en el análisis de patrones:

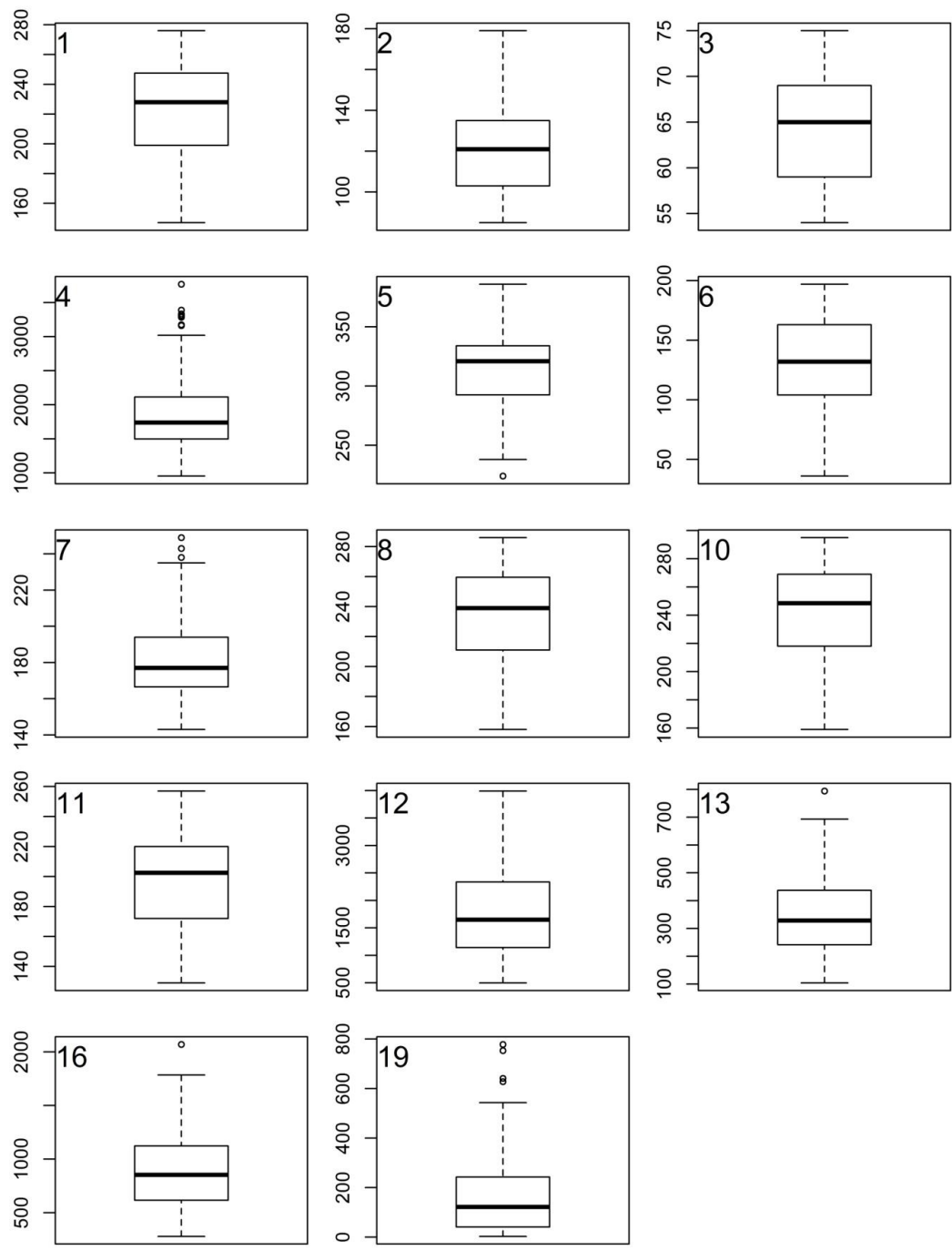
- De los 208 registros se hizo una selección aleatoria: 1 registro por celda (3 x 3 km) para entrenar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **11 registros** para elaborar el modelo.
- De los registros que no fueron seleccionados (197) se utilizó solo el 25% para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **50 registros** como test simple file.
- Los 75% restantes corresponden a **147 registros** que se ubicaron sobre el polígono obtenido en Maxent y permiten corroborar el modelo como datos externos.

4.- Modelación en Maxent:

- Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.
- Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.445**

c) Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio2, bio3, bio4, bio5, bio6, bio7, bio8, bio10, bio11, bio12, bio13, bio16 y bio19.**

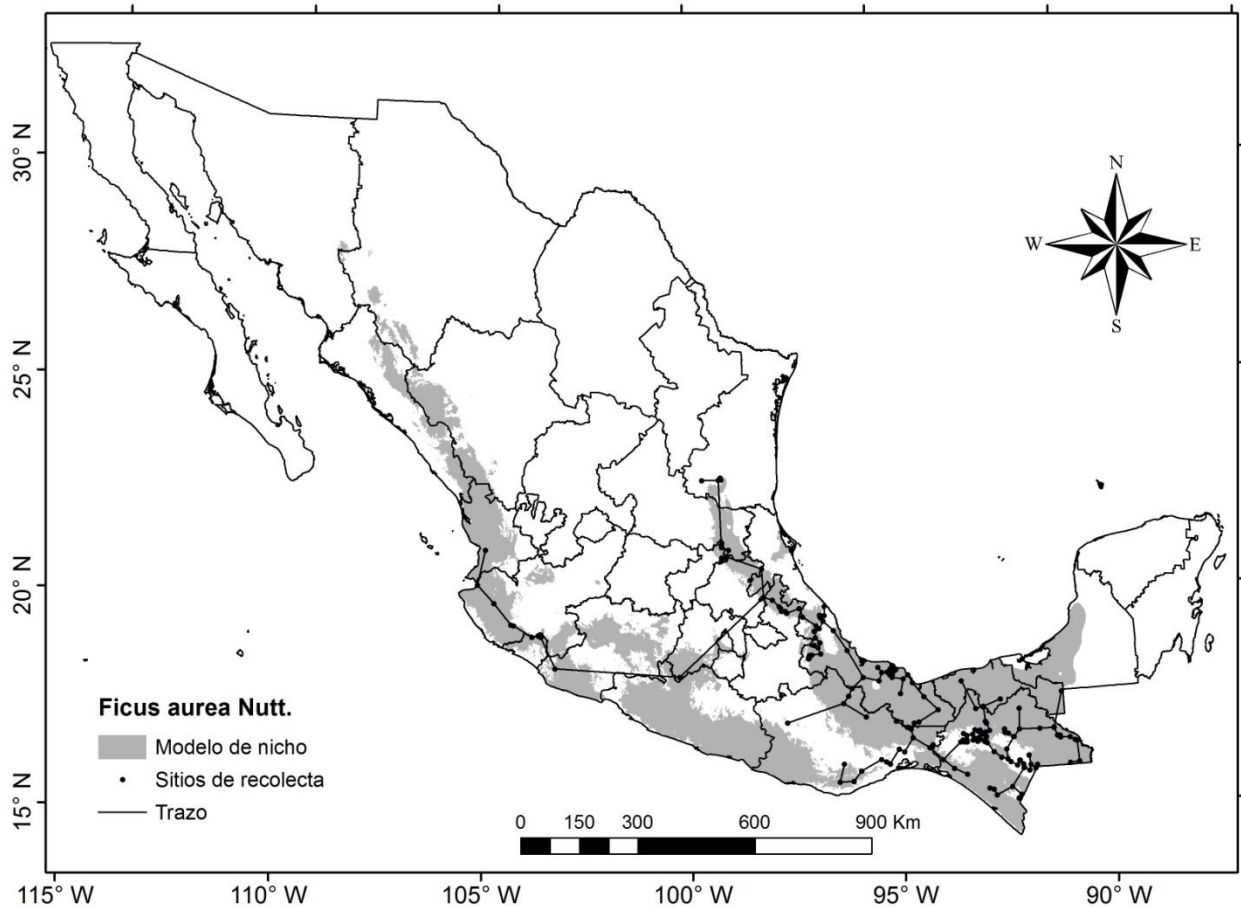
d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus aurea*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

- c) Prueba binomial en R, $\alpha = 0.001044$ y un intervalo de confianza de 0.60 - 1.00; α es menor que 0.5, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus aurea*.



7.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

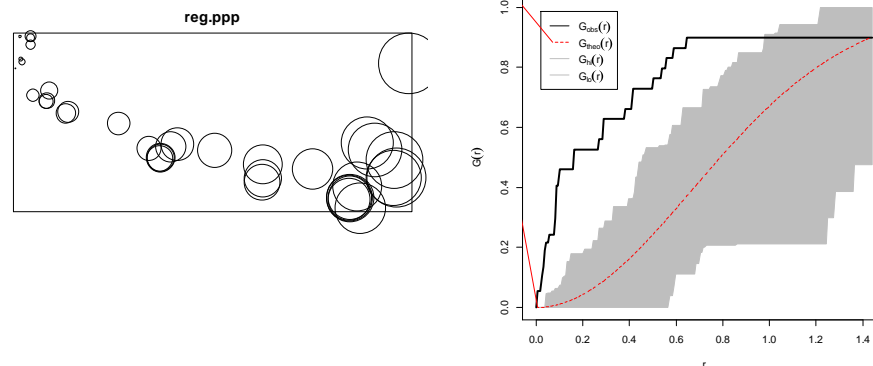
La especie se ha colectado en las provincias Campechano-Petenense, Chiapasense, Jalisqueño-Guerrerense, Nayaritense, Neovolcanense, Oaxaquense, Pacifiquense, Sierra Madre Orientalense, Sierra Madre Sureña, Veracruzense y Yucatanense. Es posible su presencia también Sierra Madre Occidentalense, Altiplanense y Sinaloense, aunque no ha sido colectada en dichas provincias.

4) Especie: *Ficus citrifolia* Mill. (MORACEAE)

Número de registros: **37**.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.-Análisis de Patrones utilizando Ilwis 3.4:

- a) Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **4.3 km**.

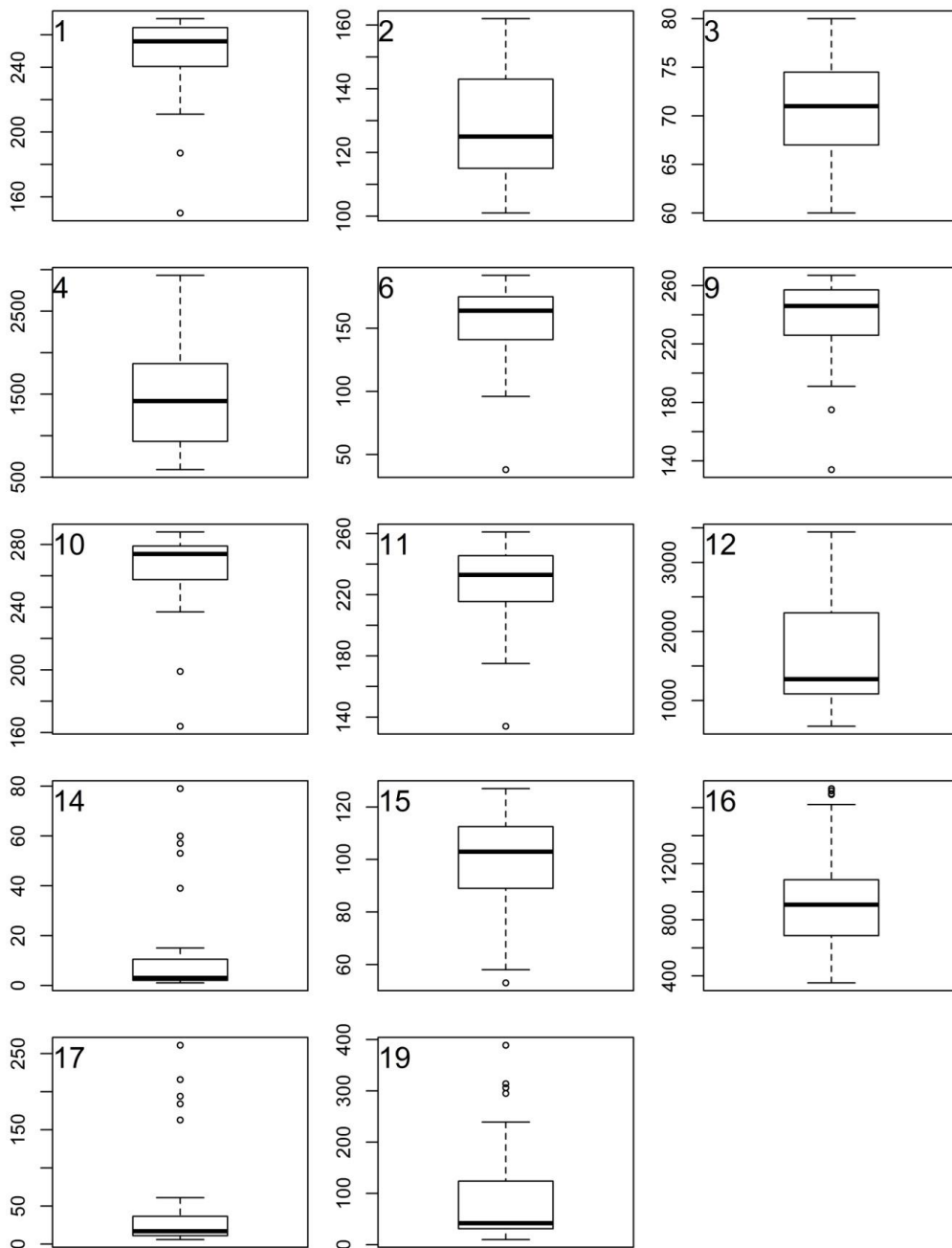
3.- Generación de cuadrícula en Quantum a partir de la distancia obtenida en el análisis de patrones:

- a) De los 37 registros se hizo una selección aleatoria: 1 registro por celda (4.3 x 4.3 km) para entrenar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **7 registros** para elaborar el modelo.
- b) De los registros que no fueron seleccionados (31) se utilizó solo el 75% para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **23 registros** como test simple file.
- c) Los 25% restantes corresponden a **8 registros** que se ubicaron sobre el polígono obtenido en Maxent y permiten corroborar el modelo como datos externos.

4.- Modelación en Maxent:

- a) Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.
- b) Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.484**

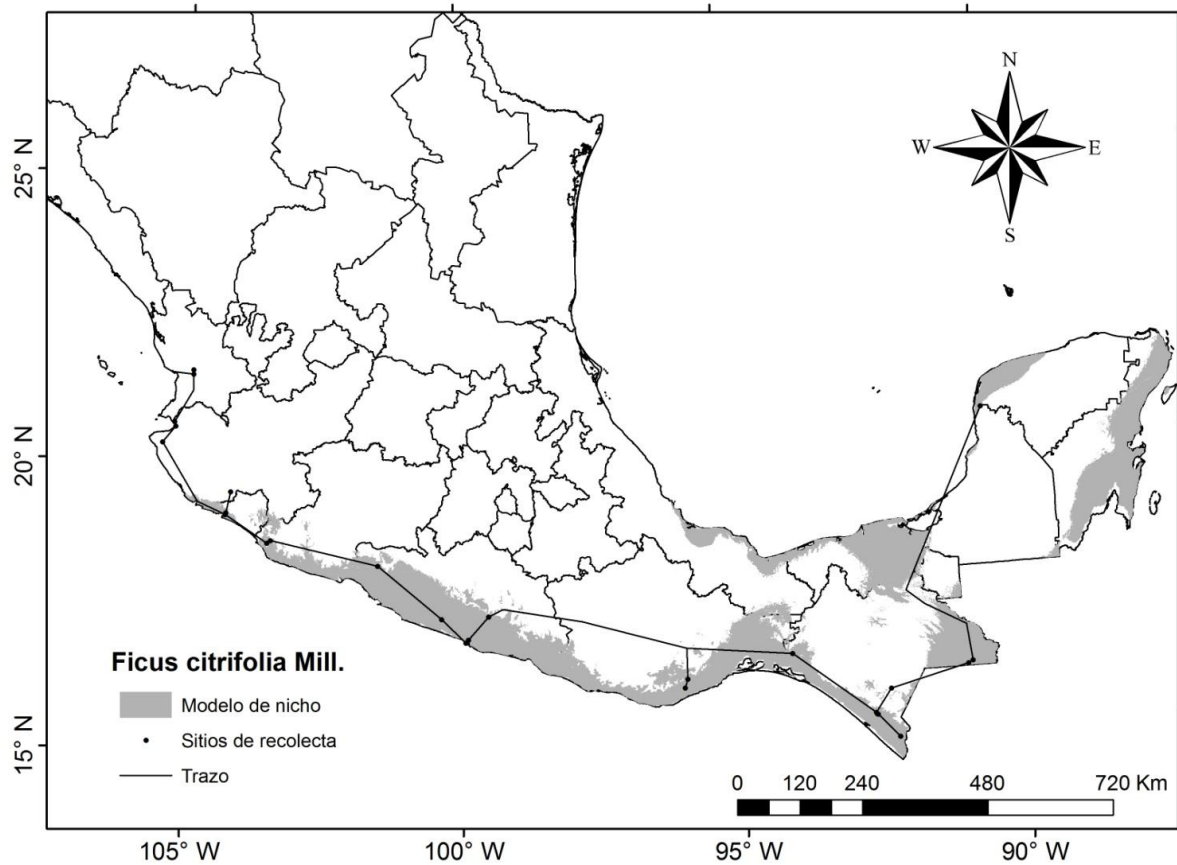
- c) Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio2, bio3, bio4, bio6, bio9, bio10, bio11, bio12, bio14, bio15, bio16, bio17 y bio19.**
- d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus citrifolia*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

- a) Prueba binomial en R, $\alpha = 0.02069$ y un intervalo de confianza de 0.51 - 1.00; α es menor que 0.5, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus citrifolia*.



8.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

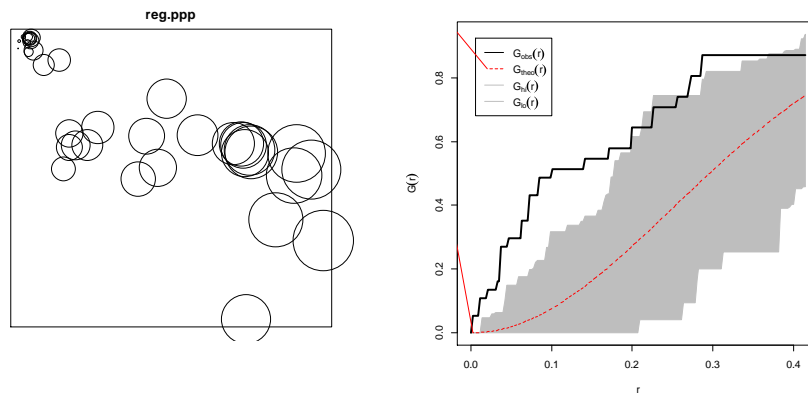
Chiapasense, Jalisqueño-Guerrerense, Nayaritense. Neovolcanense, Oaxaquense, Pacifiquense, Sierra Madre Sureña, Yucatanense. Es posible que se encuentre en la provincia Campechano-Petenense, aunque no ha sido colectada en dicha provincia.

5) Especie: *Ficus colubrinae* Standl. (MORACEAE)

Número de registros: 37.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.-Análisis de Patrones utilizando Ilwis 3.4:

a) Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **1.3 km**.

3.- Generación de cuadrícula en Quantum a partir de la distancia obtenida en el análisis de patrones:

a) De los 37 registros se hizo una selección aleatoria: 1 registro por celda (1.3 x 1.3 km) para entrenar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **6 registros** para elaborar el modelo.

b) De los registros que no fueron seleccionados (31) se utilizó el 100% para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) con **31 registros** para Maxent como test simple file.

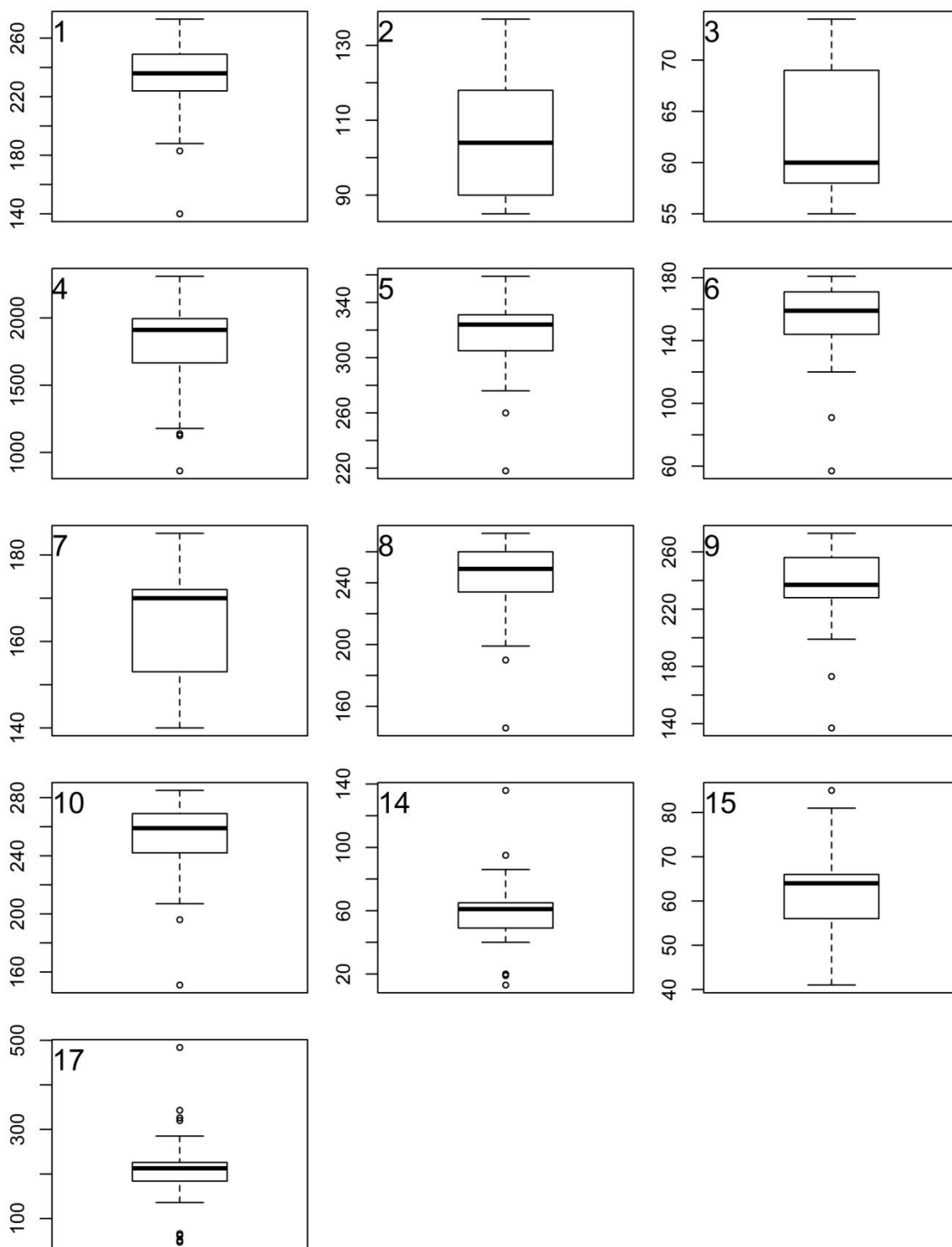
4.- Modelación en Maxent:

a) Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.

b) Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.277**

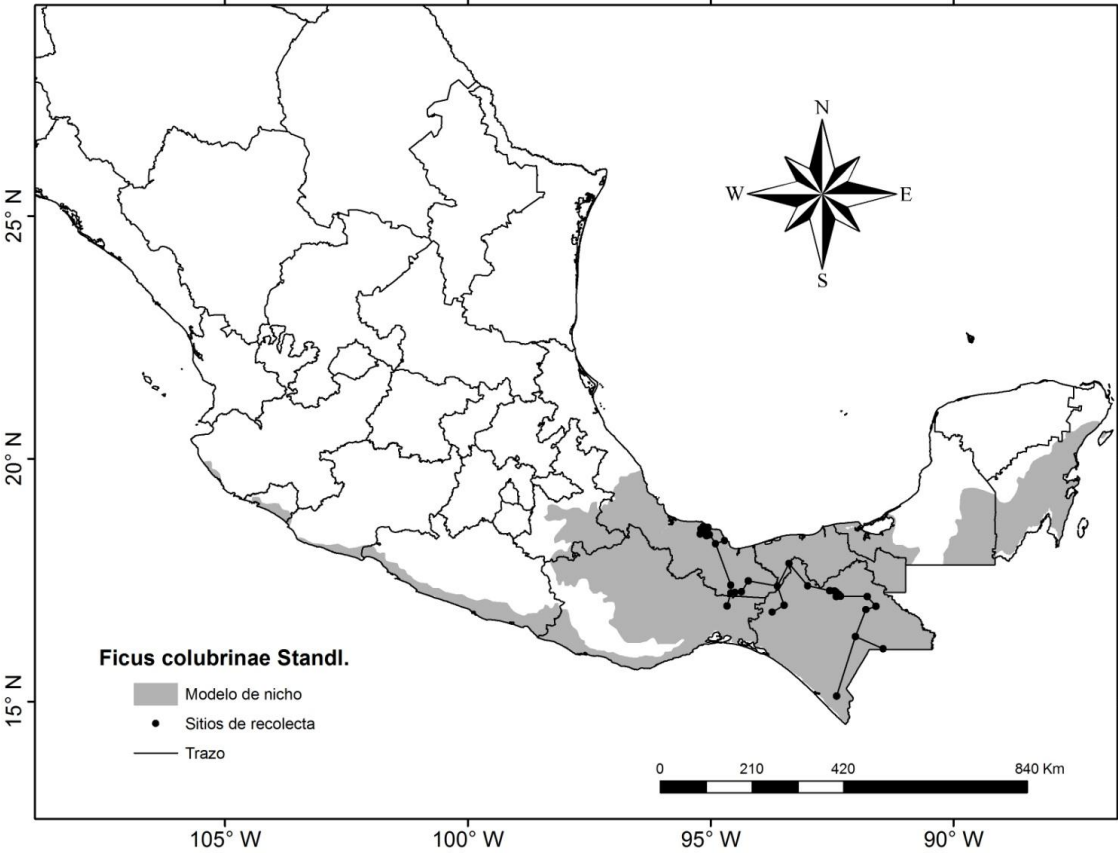
c) Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio2, bio3, bio4, bio5, bio6, bio7, bio8, bio9, bio10, bio14, bio15 y bio17.**

d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus colubrinae*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



- e) 5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):
- b) Prueba binomial en R, $\alpha = 0.00000005588$ y un intervalo de confianza de 0.84 - 1.00; α es menor que 0.5, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus colubrinae*.



7.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

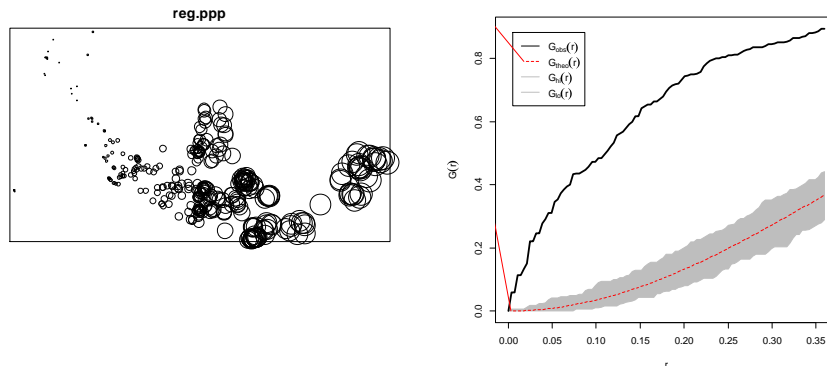
Se ha colectado en la provincia Campechano-Petenense, Chiapasense, Pacifiquense, aunque es posible que la especie se encuentre en la provincia Oaxaquense.

6) Especie: *Ficus cotinifolia* Kunth (MORACEAE)

Número de registros: **353**.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.-Análisis de Patrones utilizando Ilwis 3.4:

a) Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **2.7 km**.

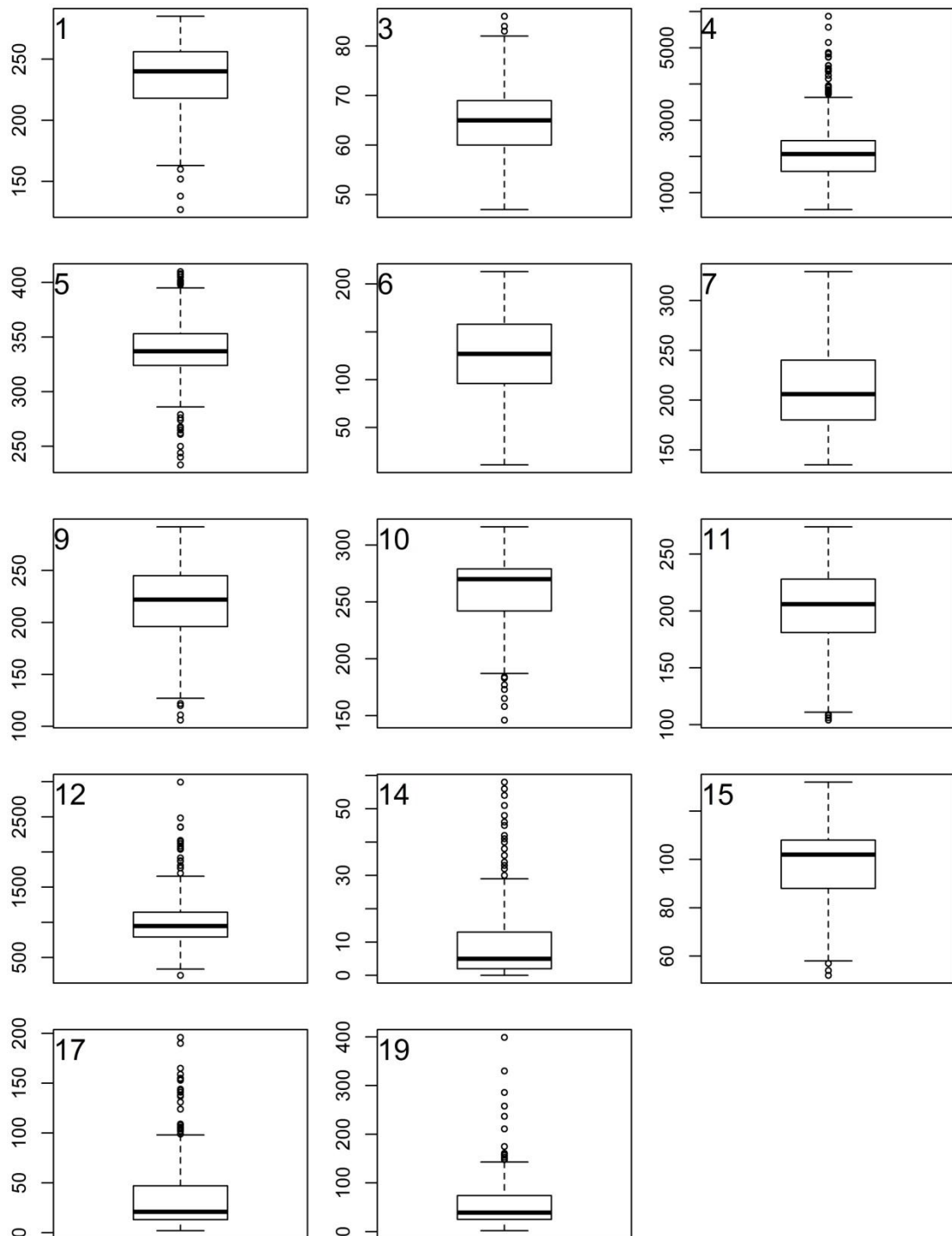
3.- Generación de cuadrícula en Quantum a partir de la distancia obtenida en el análisis de patrones:

- De los 353 registros se hizo una selección aleatoria: 1 registro por celda (2.7 x 2.7 km) para entrenar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **24 registros** para elaborar el modelo.
- De los registros que no fueron seleccionados (329) se utilizó solo el 25% para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **83 registros** como test simple file.
- Los 75% restantes corresponden a **246 registros** que se ubicaron sobre el polígono obtenido en Maxent y permiten corroborar el modelo como datos externos.

4.- Modelación en Maxent:

- Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.
- Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.447**

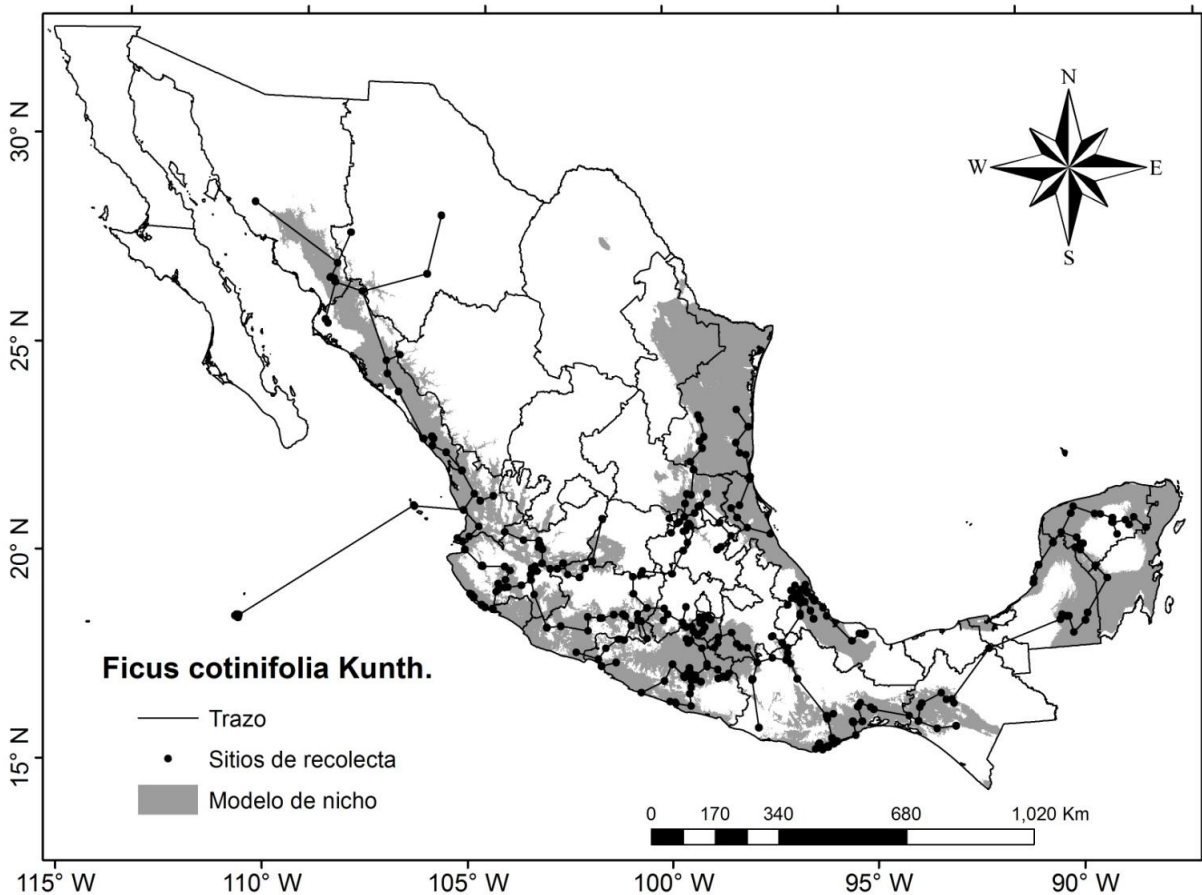
- c) Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio3, bio4, bio5, bio6, bio7, bio8, bio9, bio10, bio11, bio12, bio14, bio15, bio17 y bio19.**
- d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus cotinifolia*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

- a) Prueba binomial en R, $\alpha = 0.001918$ y un intervalo de confianza de 0.57 - 1.00; α es menor que 0.5, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus cotinifolia*.



7.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

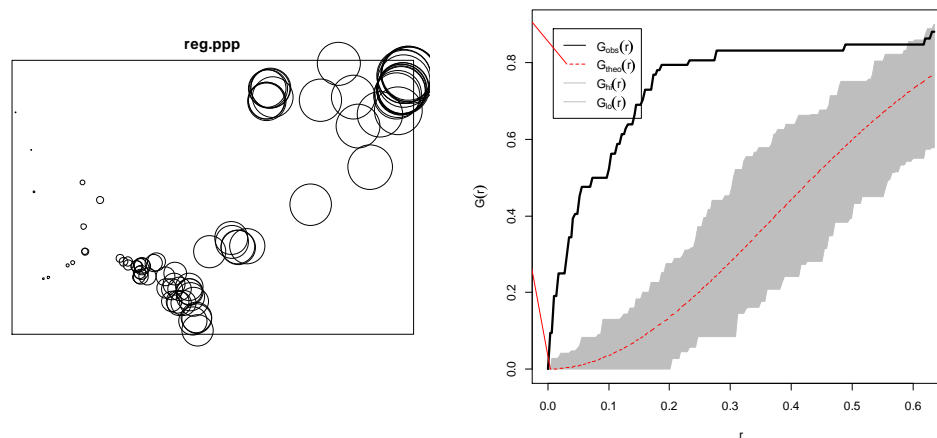
Altiplanense, Campechano-Petenense, Chiapasense, Chihuahuense, Jalisqueño-Guerrerense, Nayaritense, Neovolcanense, Oaxaquense, Pacifiquense, Sierra Madre Occidentalse, Sierra Madre Orientalense, Sierra Madre Sureña, Sinaloense, Sonorense, Veracruzense, Yucatanense. Es posible que la especie se encuentre en la Provincia Coahuilense y Tamaulipense, aunque no ha sido colectada en dichas provincias.

7) Especie: *Ficus crassinervia* Desf. Ex Willd. (MORACEAE)

Número de registros: **84**.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.-Análisis de Patrones utilizando Ilwis 3.4:

a) Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **2 km**.

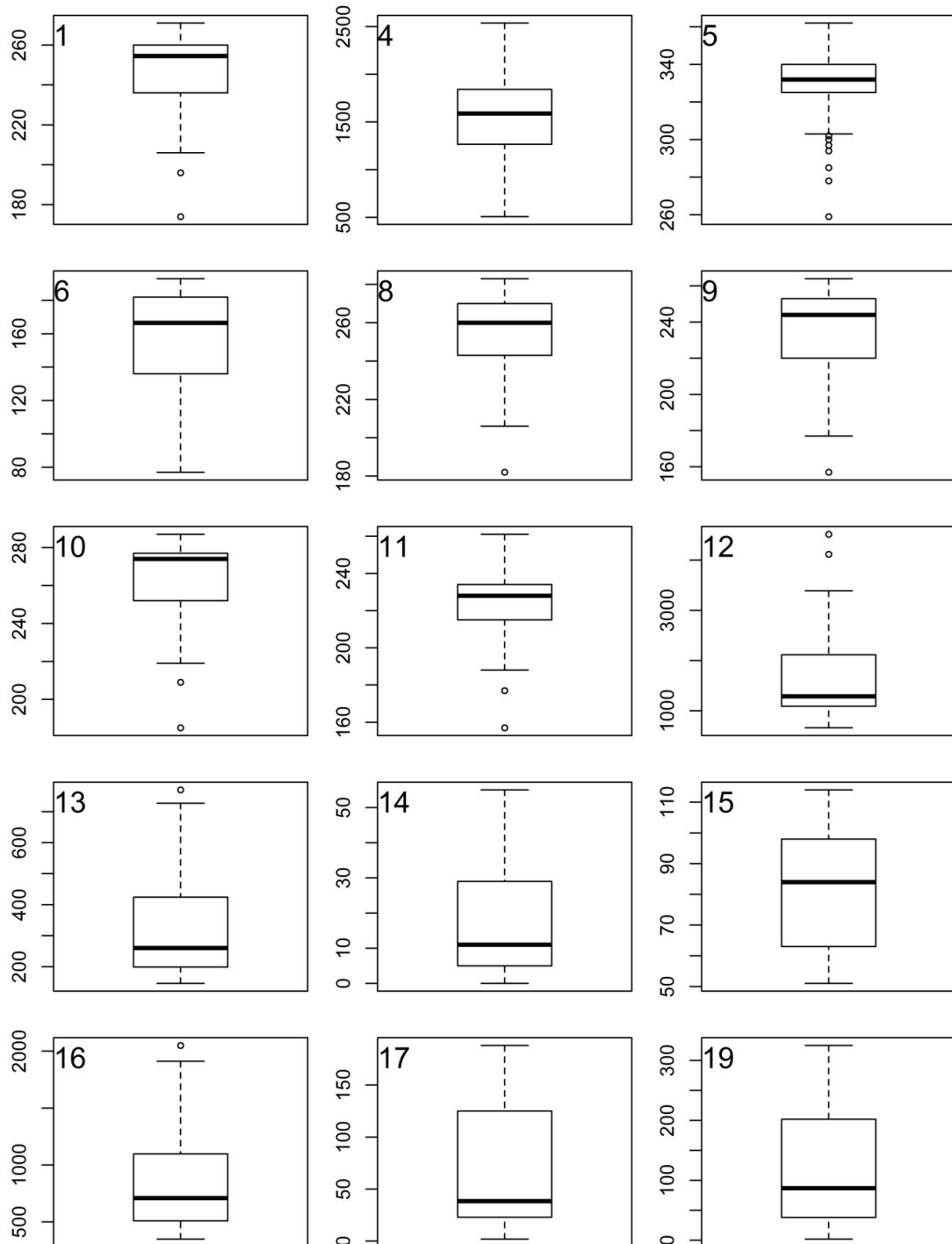
3.- Generación de cuadrícula en Quantum a partir de la distancia obtenida en el análisis de patrones:

- De los 84 registros se hizo una selección aleatoria: 1 registro por celda (2 x 2 km) para entrenar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **13 registros** para elaborar el modelo.
- De los registros que no fueron seleccionados (71) se utilizó solo el 25% para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **18 registros** como test simple file.
- Los 75% restantes corresponden a **53 registros** que se ubicaron sobre el polígono obtenido en Maxent y permiten corroborar el modelo como datos externos.

4.- Modelación en Maxent:

- Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.
- Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.364**

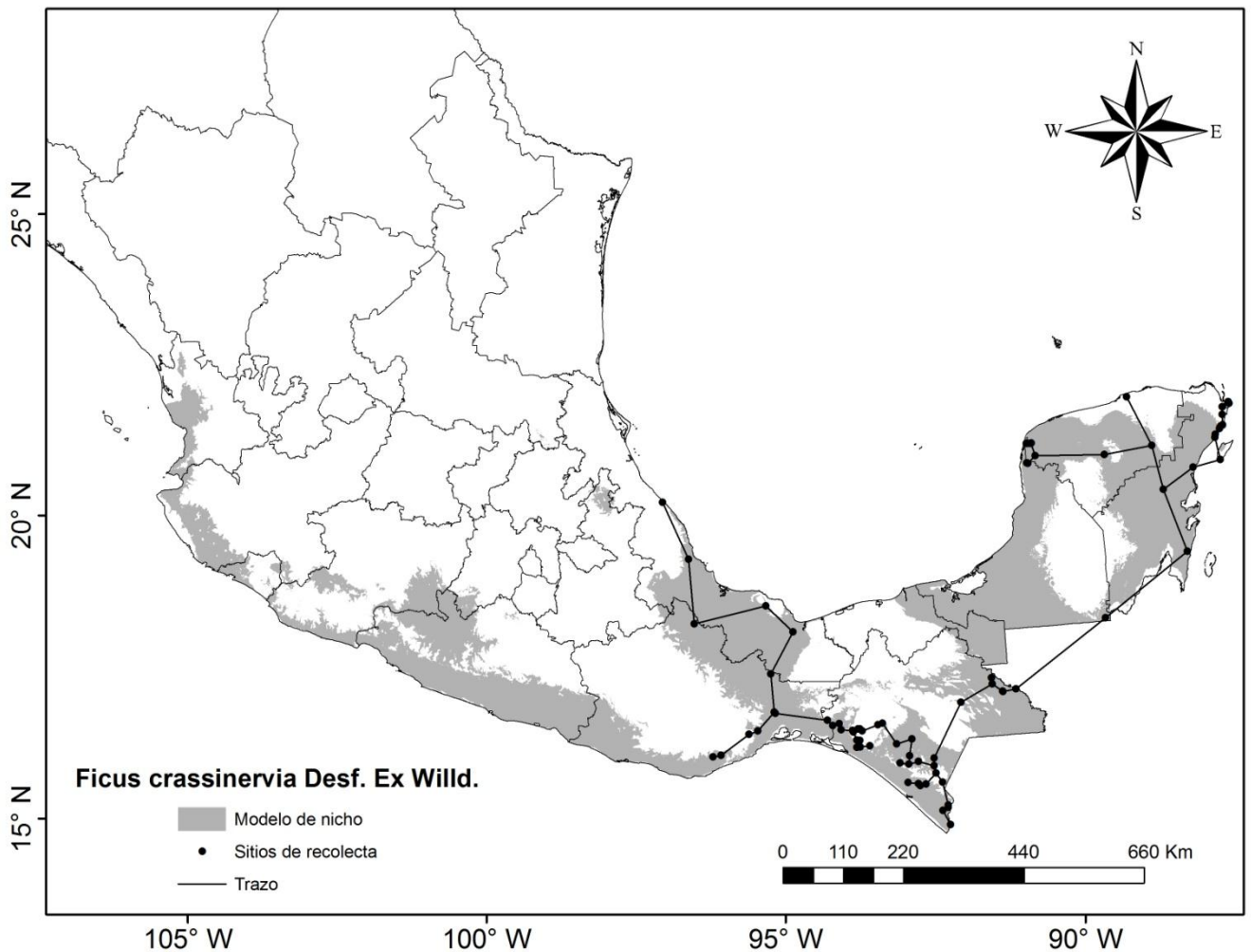
- c) Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio4, bio5, bio6, bio8, bio9, bio10, bio11, bio12, bio13, bio14, bio15, bio16, bio17 y bio19.**
- d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus crassinervia*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

b) Prueba binomial en R, $\alpha = 0.01123$ y un intervalo de confianza de 0.58 - 1.00; α es menor que 0.5, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus crassinervia*.



7.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

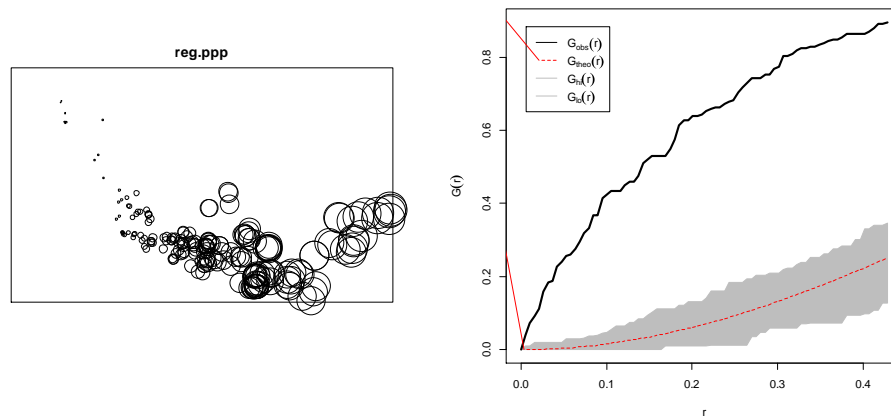
Campechano-Petenense, Chiapasense, Oaxaquense, Pacifiquense, Sierra Madre Sureña, Veracruzense, Yucatanense. Es posible que la especie se encuentre en las provincias Sierra Madre Occidentalense, Sierra Madre Orientalense, Neovolcanense, Nayaritense, Jalisqueño-Guerrereense, aunque aún no ha sido colectada en dichas provincias.

8) Especie: *Ficus crocata* (Miq.) Miq. (MORACEAE)

Número de registros: 207.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.- Análisis de patrones utilizando Ilwis 3.4:

- Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **3.6 km**.
- La cuadrícula generada con la distancia, no permite seleccionar un número de registros suficientes para generar el modelo en Maxent, por lo que se hace una partición aleatoria de los datos en ArcMap.

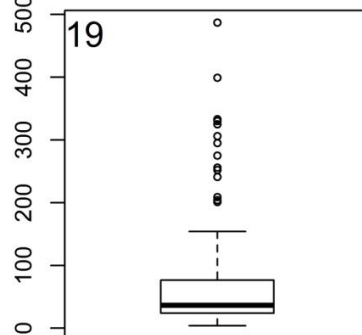
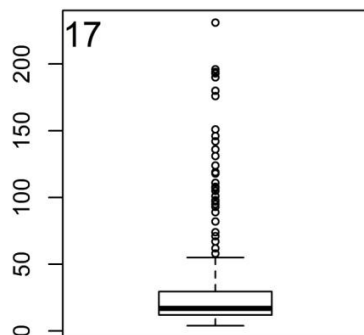
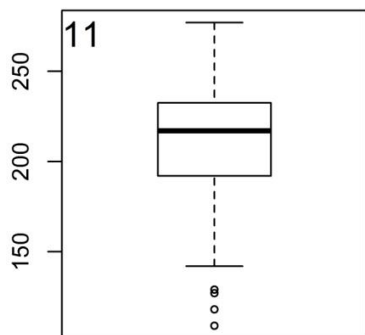
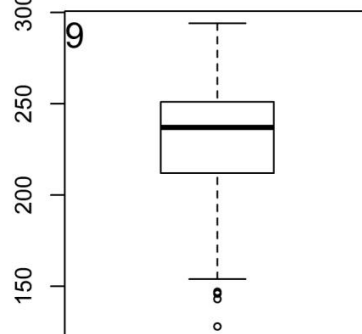
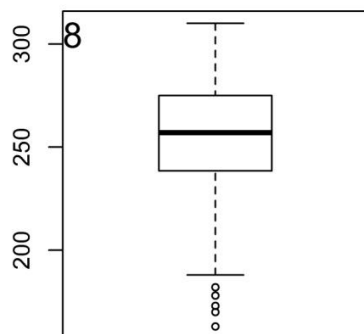
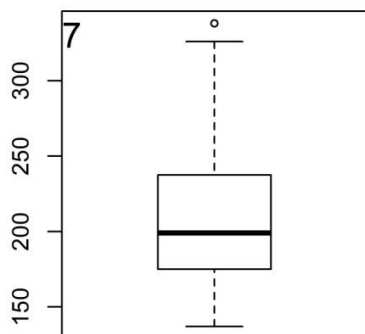
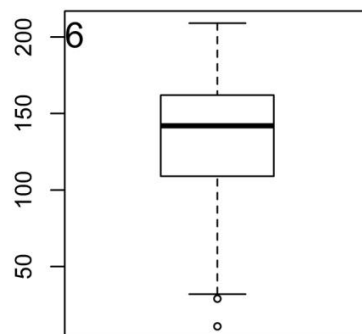
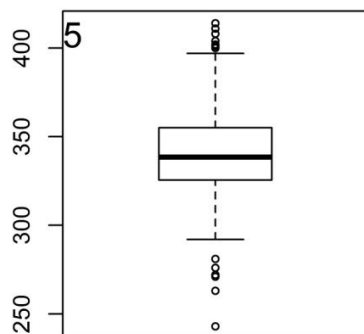
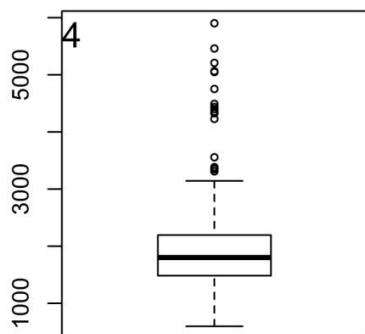
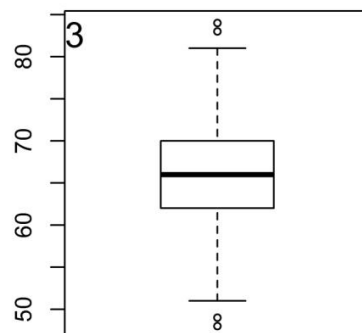
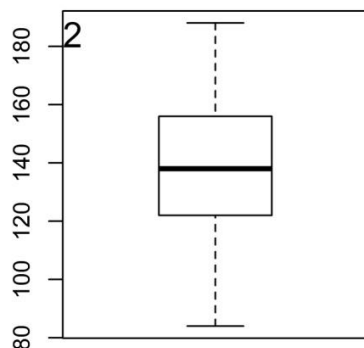
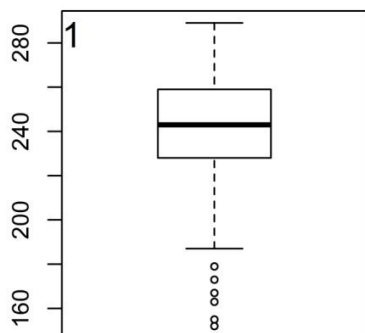
3.- Partición de los puntos en ArcMap:

- De los 207 registros se utilizó sólo el 50% que corresponden a **103 registros** para elaborar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent.
- El 50% restantes corresponden a **104 registros** que se utilizaron para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent como test simple file.

4.- Modelación en Maxent:

- Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.
- Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.271**.
- Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio2, bio3, bio4, bio5, bio6, bio7, bio8, bio9, bio11, bio17 y bio19**.

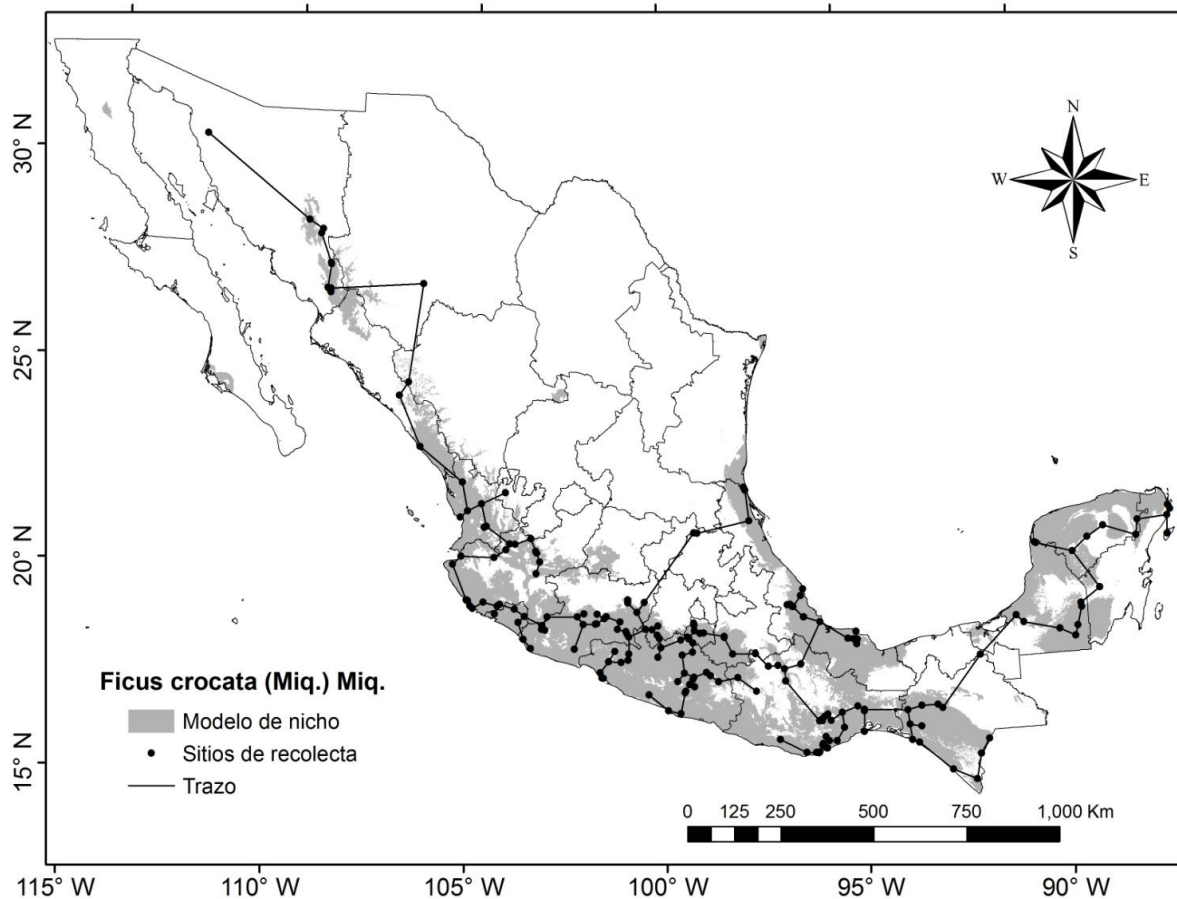
d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus crocata*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

- a) Prueba binomial en R, $\alpha = 0.00000001436$ y un intervalo de confianza de 0.71 - 1.00; α es menor que 0.5, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus crocata*.



8.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

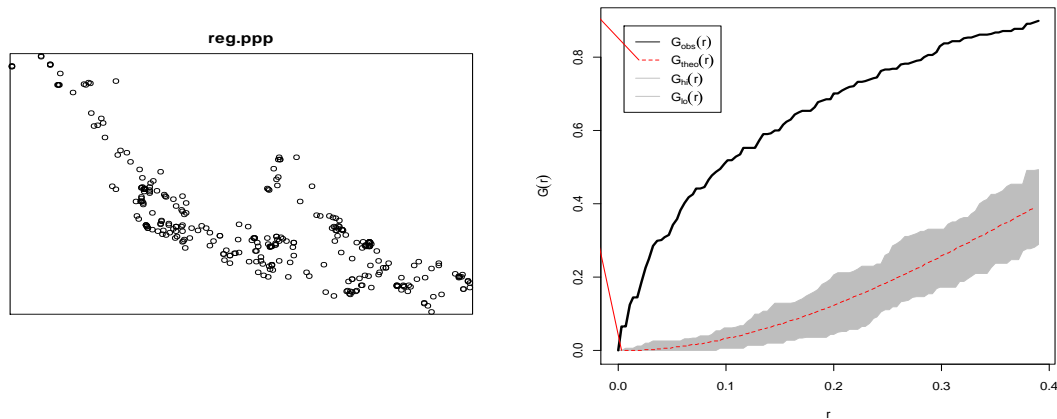
Altiplanense, Campechano-Petenense, Chiapasense, Chihuahuense, Jaliscoense, Guerreroense, Nayaritense, Neovolcanense, Oaxaquense, Pacíficoense, Sierra Madre Occidentalense, Sierra Madre Orientalense, Sierra Madre Sureña, Sinaloense, Sonorense, Veracruzense, Yucatanense. Es posible que la especie se encuentre en las provincias Californiense, Baja Californiense y Tamaulipense.

9) Especie: *Ficus insipida* Will. (MORACEAE)

Número de registros: **302**.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.-Análisis de Patrones utilizando Ilwis 3.4:

a) Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **1.2 km**.

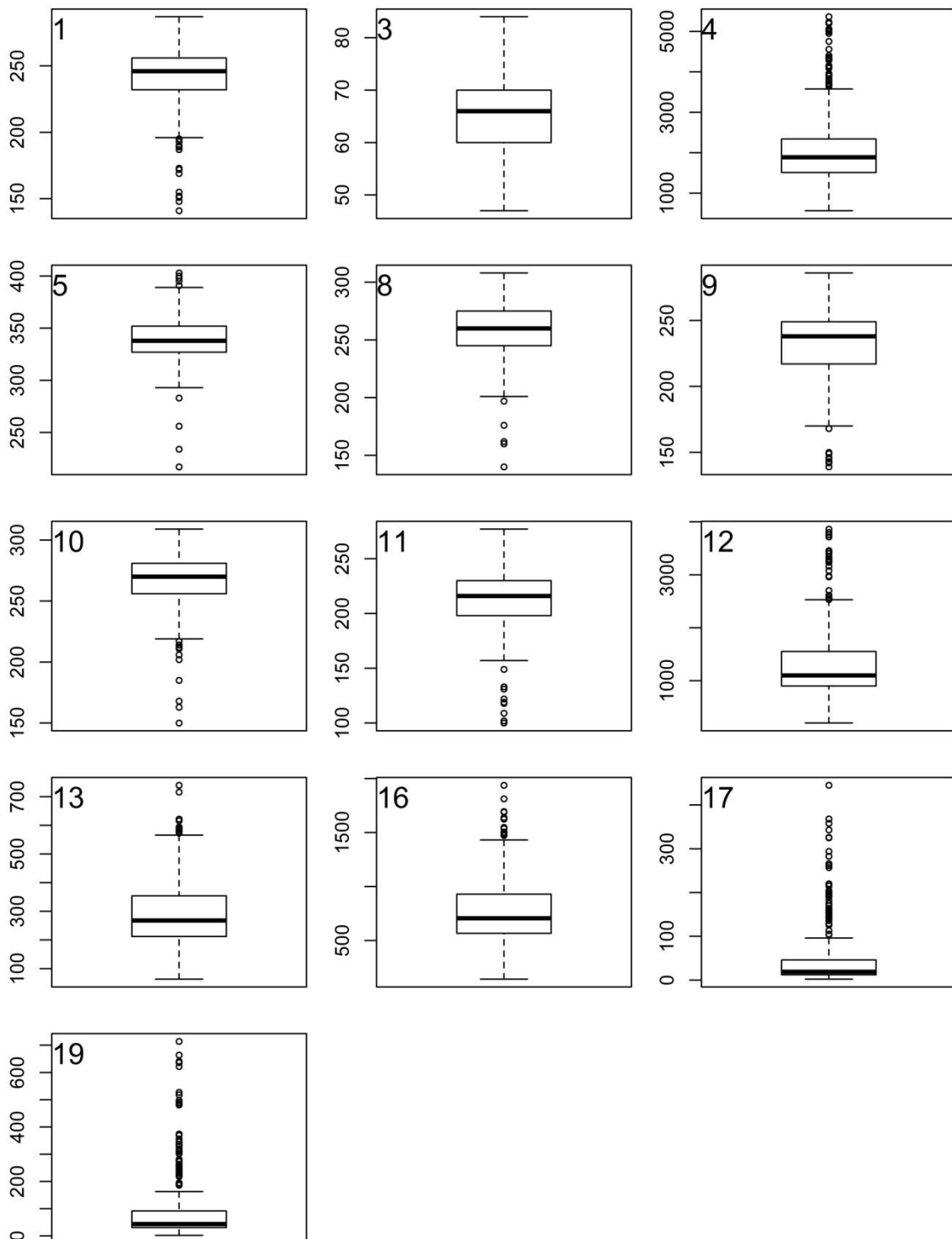
3.- Generación de cuadrícula en Quantum a partir de la distancia obtenida en el análisis de patrones:

- De los 302 registros se hizo una selección aleatoria: 1 registro por celda (1.2 x 1.2 km) para entrenar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **54 registros** para elaborar el modelo.
- De los registros que no fueron seleccionados (248) se utilizó solo el 25% para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **62 registros** como test simple file.
- Los 75% restantes corresponden a **186 registros** que se ubicaron sobre el polígono obtenido en Maxent y permiten corroborar el modelo como datos externos.

4.- Modelación en Maxent:

- Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.
- Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.347**

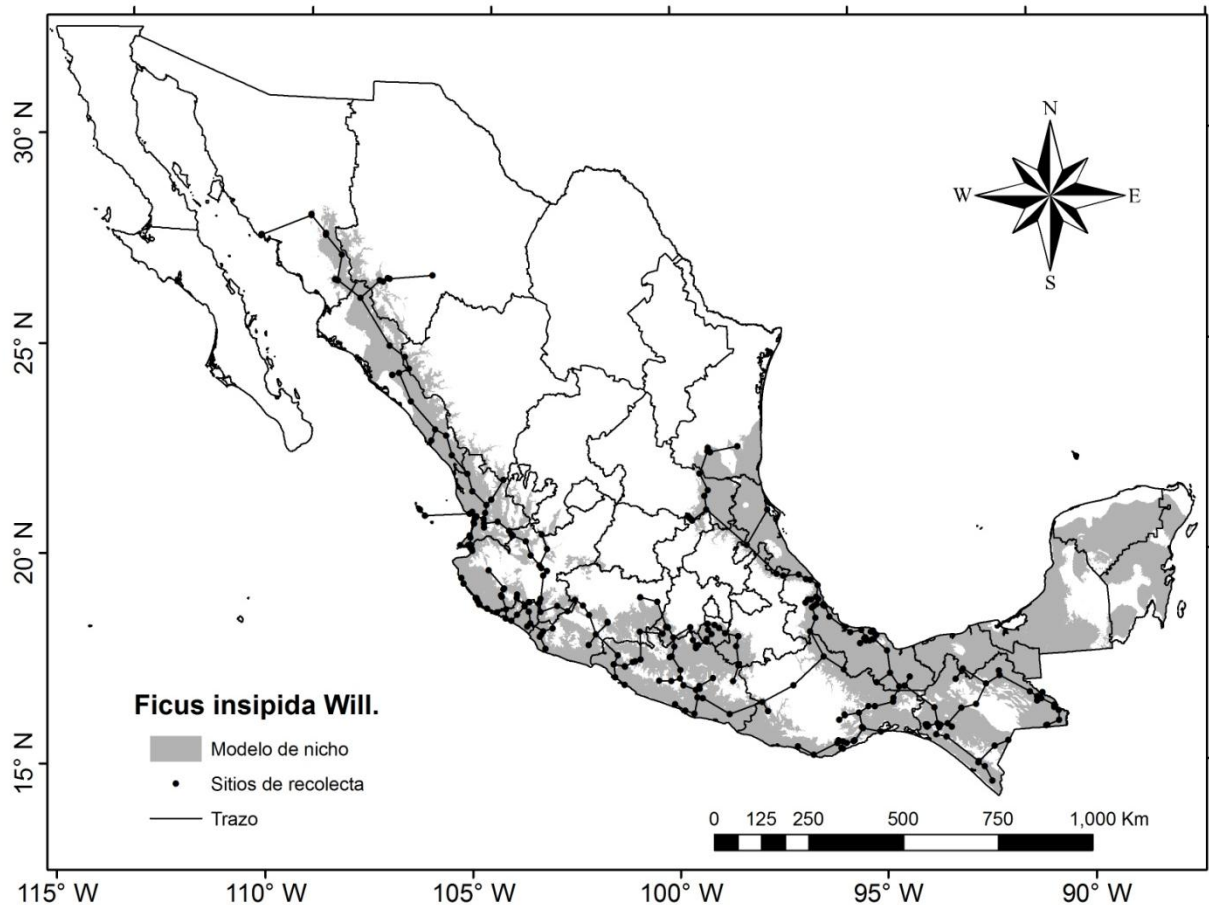
- c) Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio3, bio4, bio5, bio8, bio9, bio10, bio11, bio12, bio13, bio16, bio17 y bio19.**
- d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus insipida*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

- a) Prueba binomial en R, $\alpha = 0.000002563$ y un intervalo de confianza de 0.69 - 1.00; α es menor que 0.5, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus insipida*.



7.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

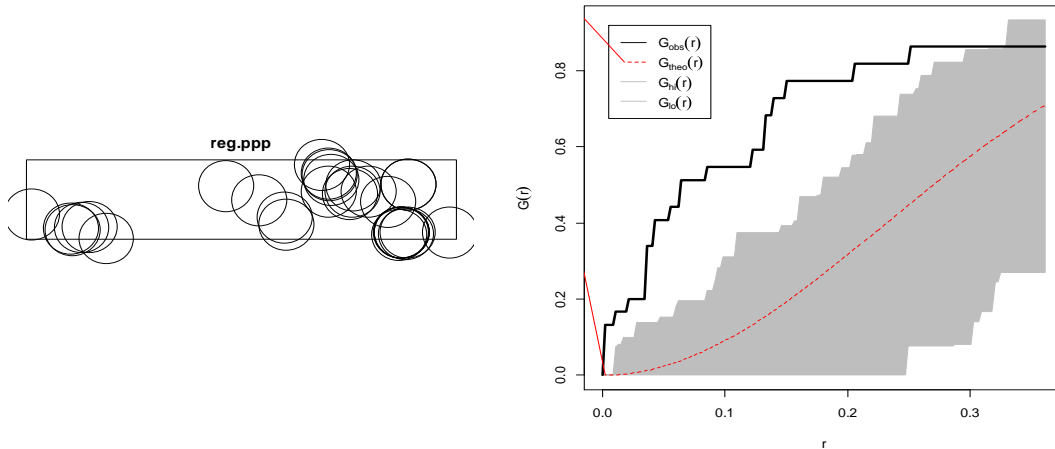
Sonorense, Sierra Madre Occidentalense, Chihuahuense, Sierra Madre Orientalense, Altiplanense, Neovolcanense, Nayaritense, Jaliscoño-Guerrerense, Oaxaquense, Pacifiquense, Campechano-Petenense, Chiapanense, Sinaloense, Veracruzense y Sierra Madre Sureña. Aunque *Ficus insipida* no se ha colectado en la provincia Yucatanense, es posible su presencia.

10) Especie: *Ficus lapathifolia* (Liebm.) Miq. (MORACEAE)

Número de registros: **31**.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.-Análisis de Patrones utilizando Ilwis 3.4:

a) Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **2.7 km**.

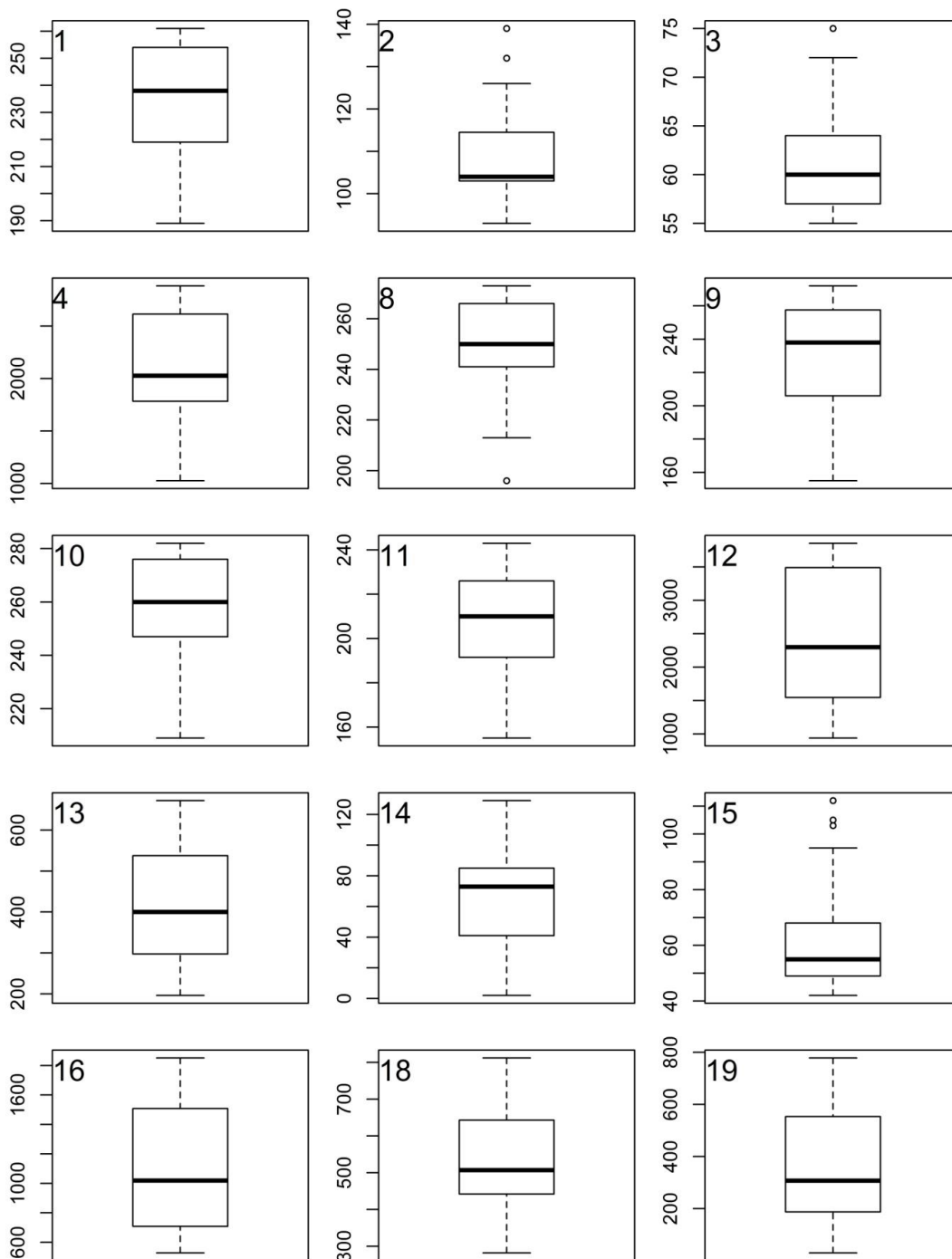
3.- Generación de cuadrícula en Quantum a partir de la distancia obtenida en el análisis de patrones:

- De los 31 registros se hizo una selección aleatoria: 1 registro por celda (2.7 x 2.7 km) para entrenar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **6 registros** para elaborar el modelo.
- De los registros que no fueron seleccionados (25) se utilizó solo el 25% para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **6 registros** como test simple file.
- Los 75% restantes corresponden a **19 registros** que se ubicaron sobre el polígono obtenido en Maxent y permiten corroborar el modelo como datos externos.

4.- Modelación en Maxent:

- Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.
- Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.188**

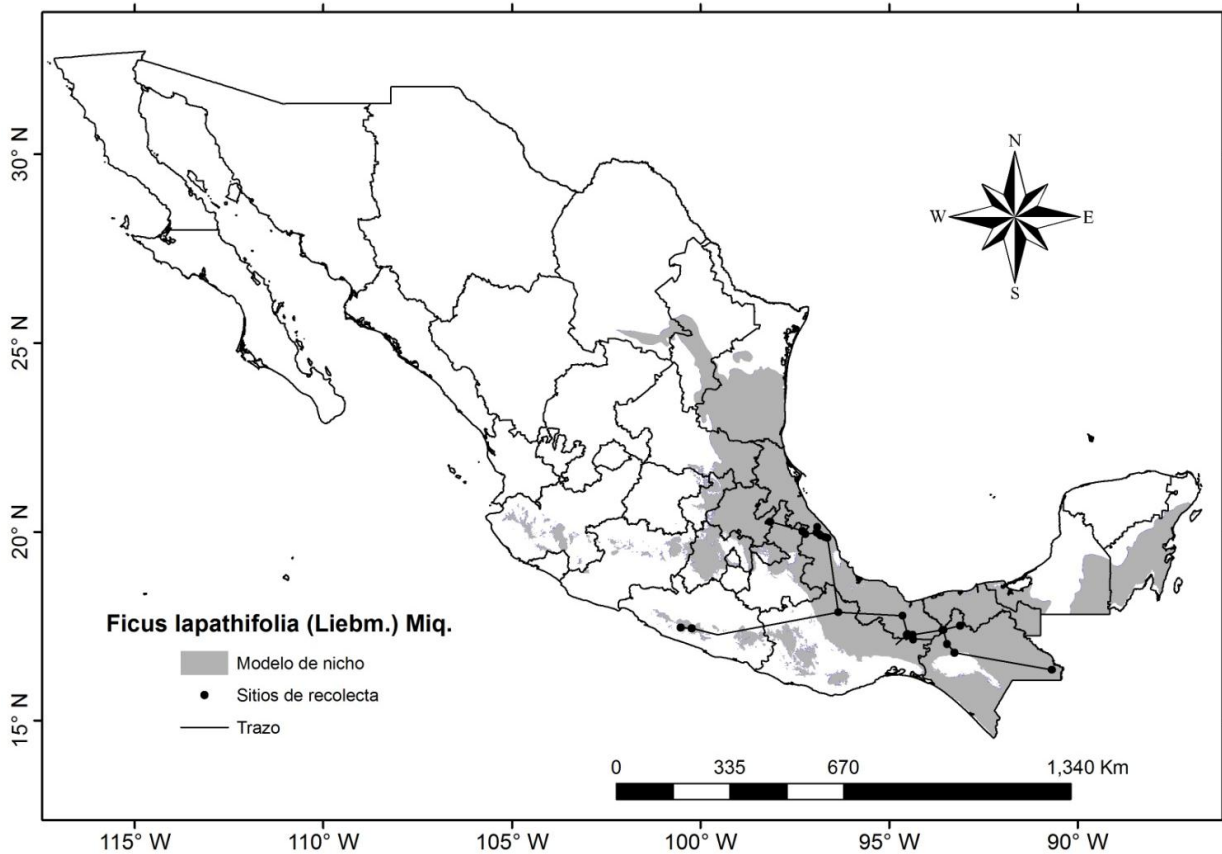
- c) Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio2, bio3, bio4, bio8, bio9, bio10, bio11, bio12, bio13, bio14, bio15, bio16, bio18 y bio19.**
- d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus lapathifolia*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

- a) Prueba binomial en R, $\alpha = 0.03125$ y un intervalo de confianza de 0.54 - 1.00; α es menor que 0.5, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus lapathifolia*.



7.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

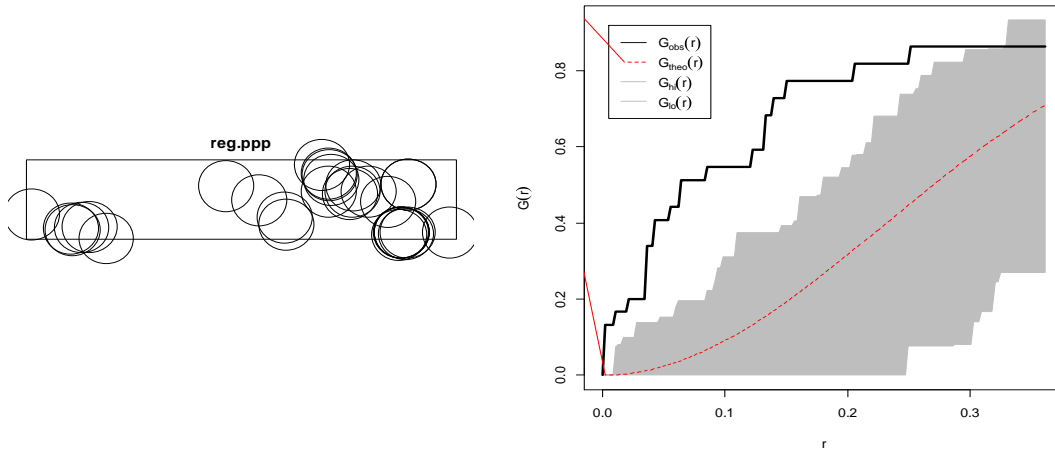
Sierra Madre Occidentalense, Sierra Madre Orientalense, Neovolcanense, Nayaritense, Jalisqueño-Guerrerense, Oaxaquense, Yucatanense, Chiapanense, Sinaloense, Veracruzense y Sierra Madre Sureña. Aunque no se ha colectado, es posible su presencia en las provincias Pacifiquense, Campechano-Petenense,

11) Especie: *Ficus maxima* Mill. (MORACEAE)

Número de registros: 216.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.-Análisis de Patrones utilizando Ilwis 3.4:

a) Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **1.8 km**.

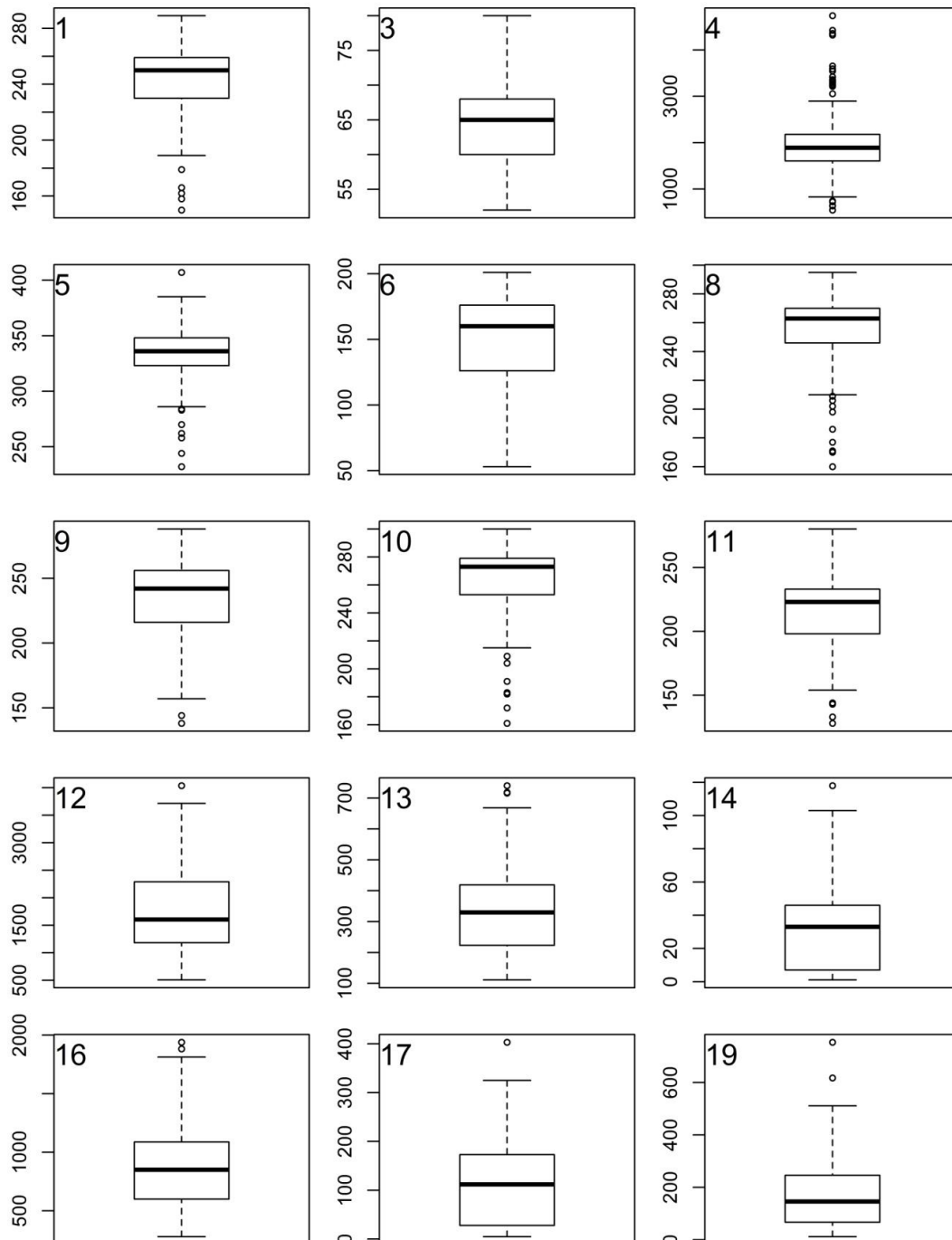
3.- Generación de cuadrícula en Quantum a partir de la distancia obtenida en el análisis de patrones:

- De los 216 registros se hizo una selección aleatoria: 1 registro por celda (1.8 x 1.8 km) para entrenar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **30 registros** para elaborar el modelo.
- De los registros que no fueron seleccionados (186) se utilizó solo el 25% para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **46 registros** como test simple file.
- Los 75% restantes corresponden a **140 registros** que se ubicaron sobre el polígono obtenido en Maxent y permiten corroborar el modelo como datos externos.

4.- Modelación en Maxent:

- Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.
- Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.415**

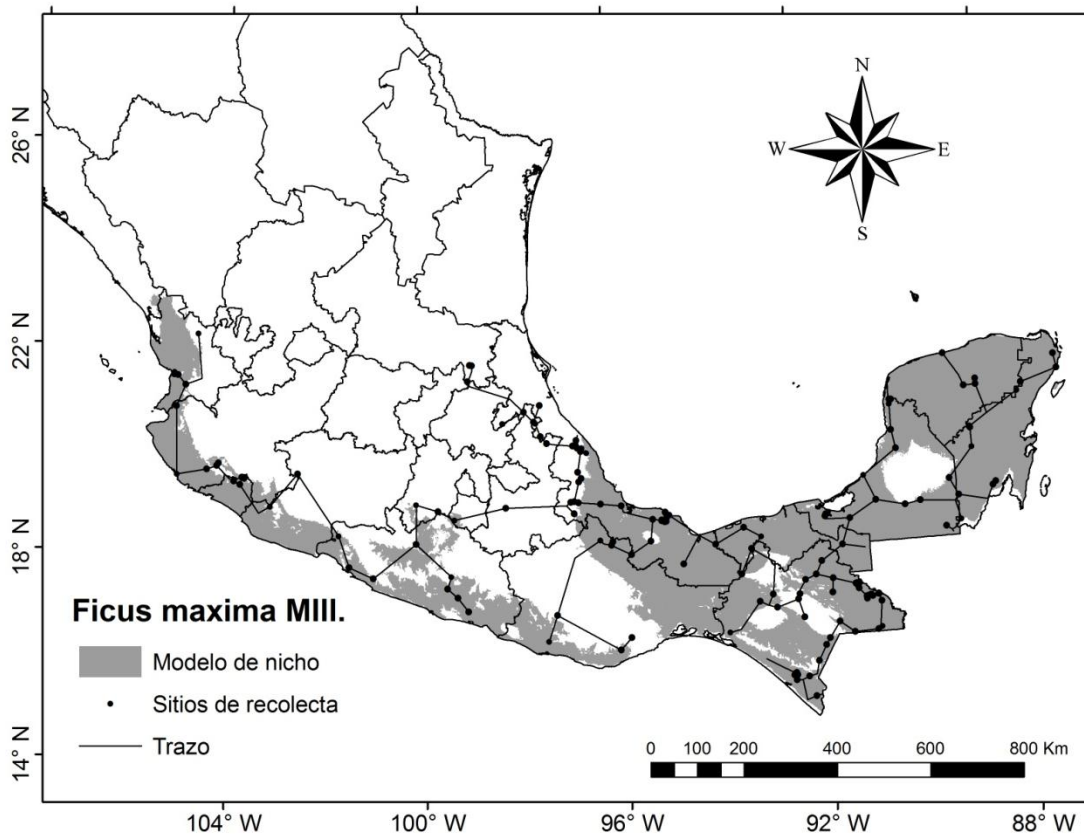
- c) Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio3, bio4, bio5, bio8, bio9, bio10, bio11, bio12, bio13, bio14, bio16, bio17 y bio19.**
- d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus maxima*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

- a) Prueba binomial en R, $\alpha = 0.08709$ y un intervalo de confianza de 0.47 - 1.00; α es menor que 0.05, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus maxima*.



7.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

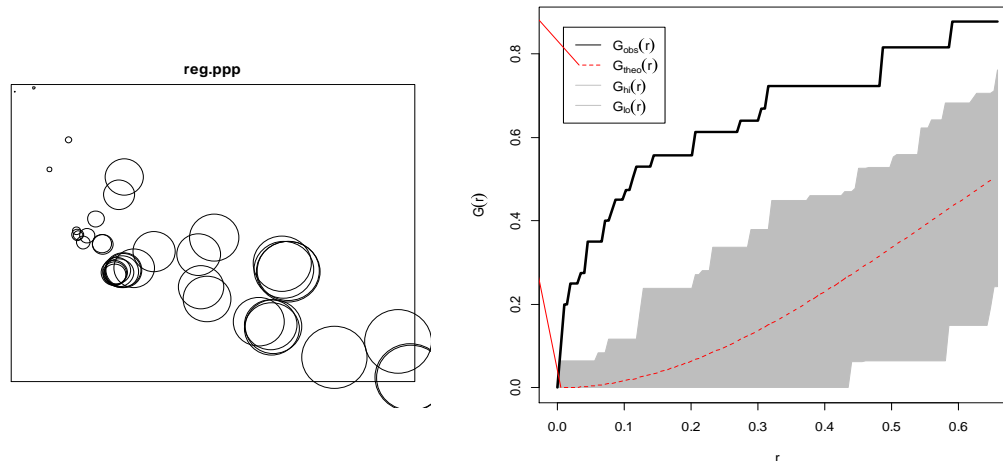
Ficus maxima ha sido colectada en las provincias Sierra Madre Occidentalense, Sierra Madre Orientalense, Neovolcanense, Nayaritense, Jalisco-Guerreroense, Oaxaqueño, Pacificoense, Campechano-Petenense, Yucatanense, Chiapanense, Sinaloense, Veracruzense y Sierra Madre Sureña. Aunque no ha sido colectada, es posible su presencia en las provincias Tamaulipense y Altiplanense.

12) Especie: *Ficus membranacea* C. Wrigh (MORACEAE)

Número de registros: 40.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.-Análisis de Patrones utilizando Ilwis 3.4:

b) Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **2 km**.

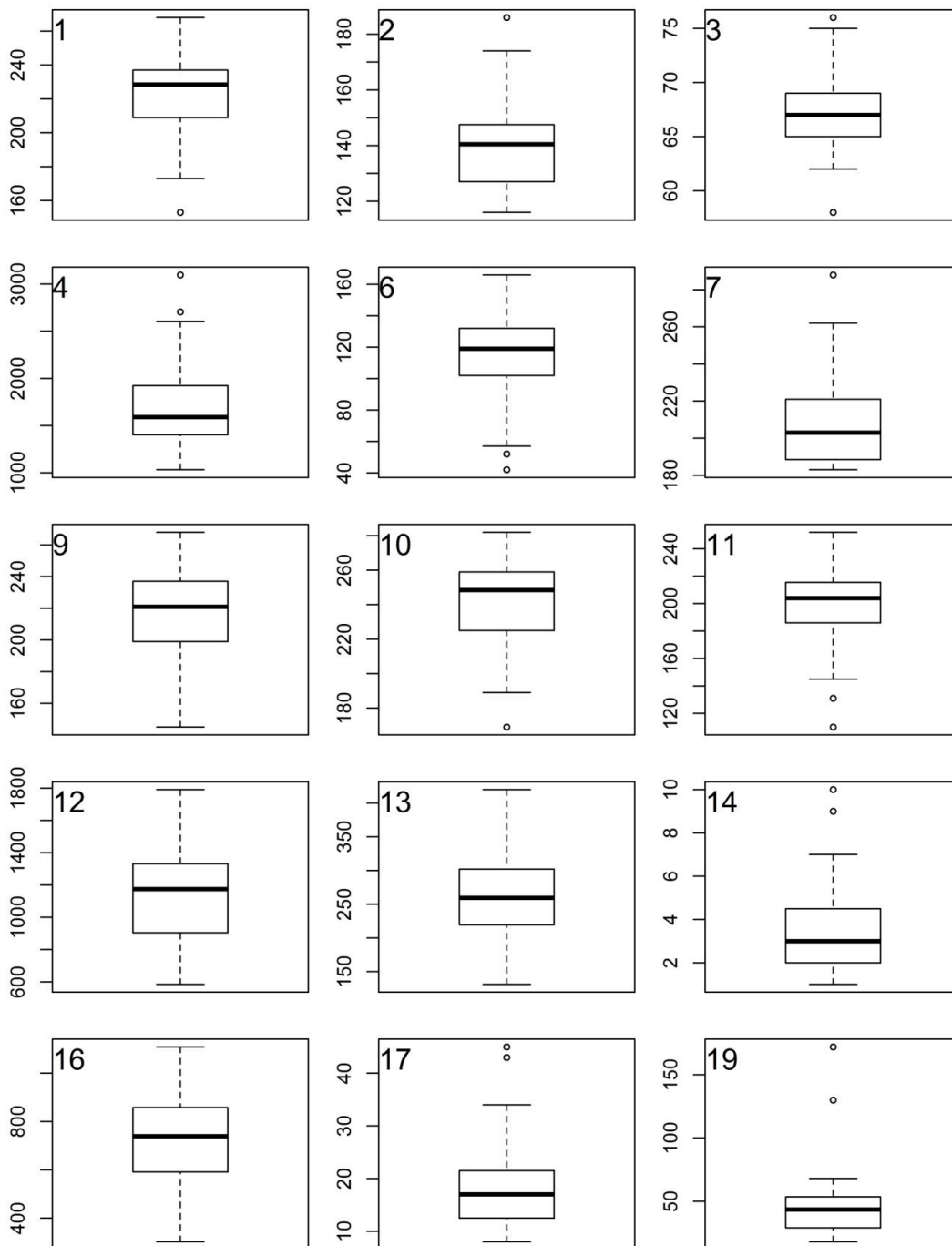
3.- Generación de cuadrícula en Quantum a partir de la distancia obtenida en el análisis de patrones:

- De los 40 registros se hizo una selección aleatoria: 1 registro por celda (2 x 2 km) para entrenar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **12 registros** para elaborar el modelo.
- De los registros que no fueron seleccionados (28) se utilizó solo el 25% para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **7 registros** como test simple file.
- Los 75% restantes corresponden a **21 registros** que se ubicaron sobre el polígono obtenido en Maxent y permiten corroborar el modelo como datos externos.

4.- Modelación en Maxent:

- Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.
- Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.372**

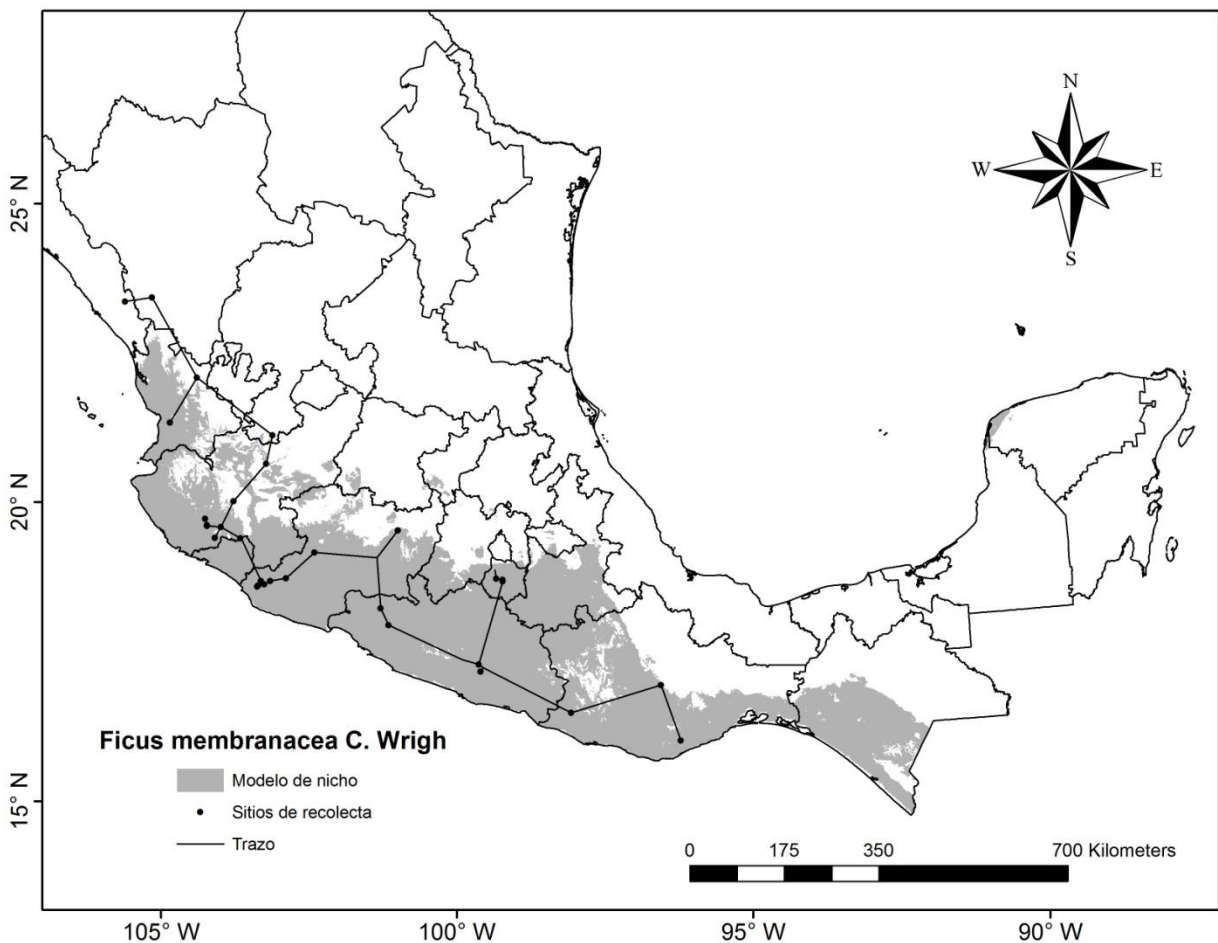
- c) Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio2, bio3, bio4, bio6, bio7, bio9, bio10, bio11, bio12, bio13, bio14, bio16, bio17 y bio19.**
- d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus membranacea*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

- a) Prueba binomial en R, $\alpha = 0.01563$ y un intervalo de confianza de 0.60 - 1.00; α es menor que 0.5, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus membranacea*.



7. Distribución por Provincias Fisiográficas:

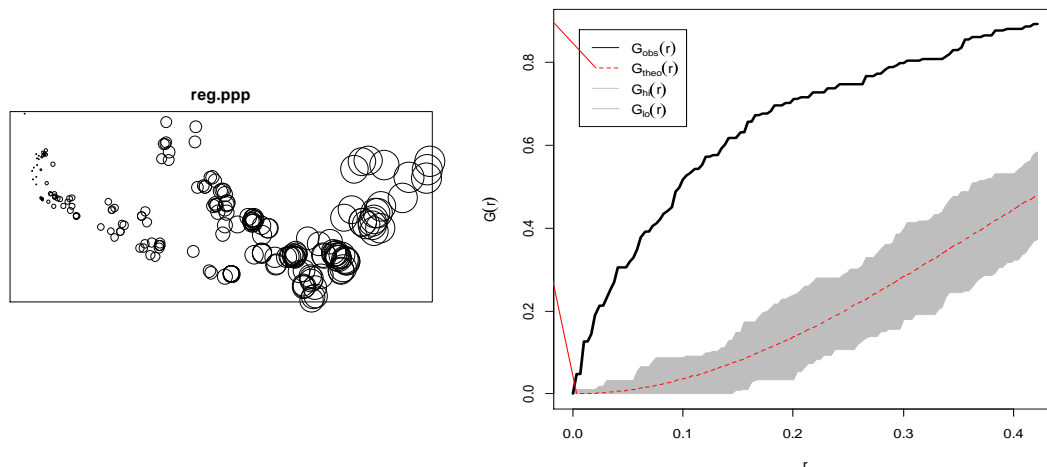
Sierra Madre Occidentalense, Altiplanense, Neovolcanense, Nayaritense, Jalisqueño-Guerrerense, Oaxaquense, Pacifiquense y Sierra Madre Sureña. Es posible que *Ficus membranacea* se presente en la provincia Campechano-Petenense y Yucatanense, aunque no se ha colectado en dichas provincias.

13) Especie: *Ficus obtusifolia* Kunth. (MORACEAE)

Número de registros: **207**.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.-Análisis de Patrones utilizando Ilwis 3.4:

a) Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **1 km**.

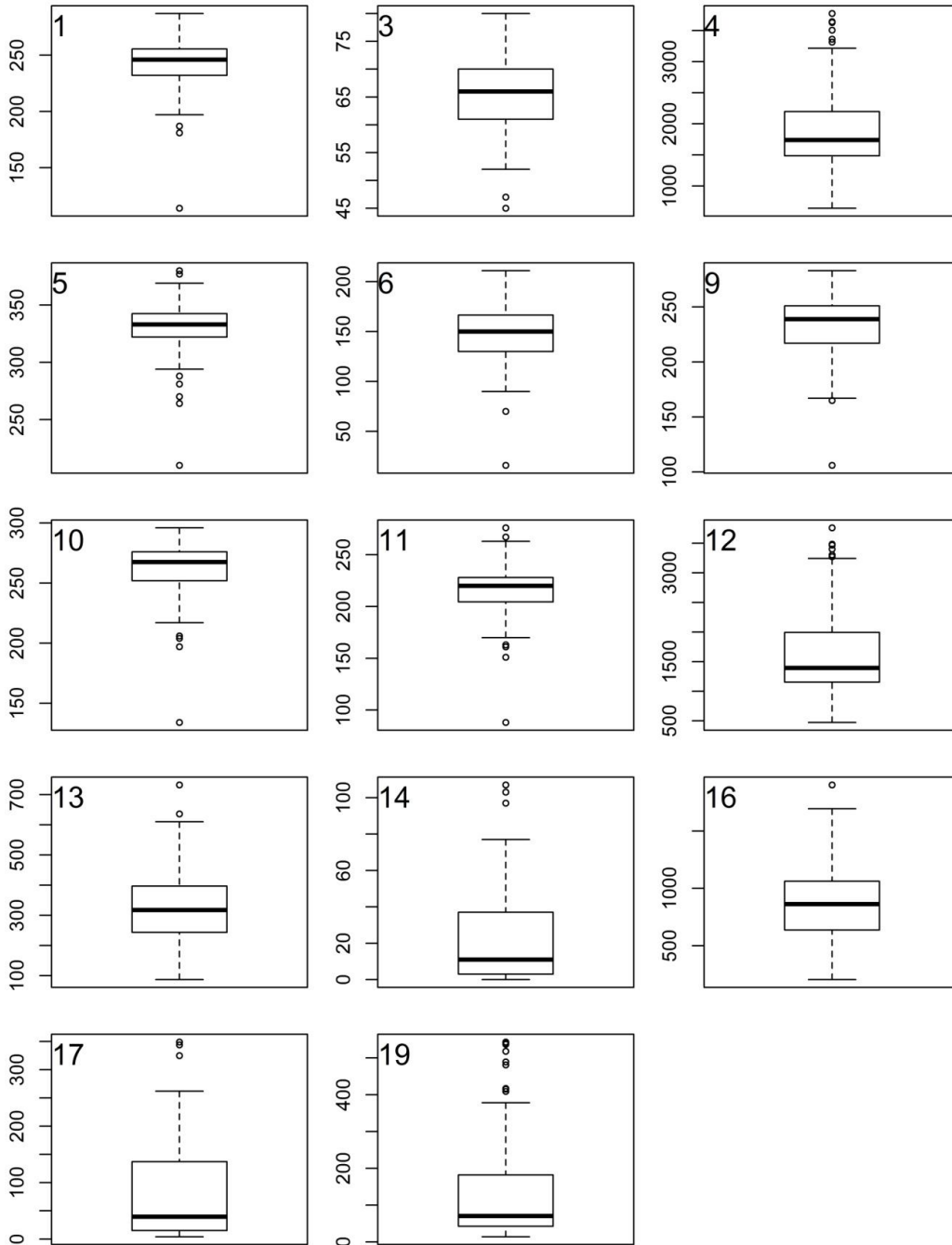
3.- Generación de cuadrícula en Quantum a partir de la distancia obtenida en el análisis de patrones:

- De los 207 registros se hizo una selección aleatoria: 1 registro por celda (1 x 1 km) para entrenar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **44 registros** para elaborar el modelo.
- De los registros que no fueron seleccionados (164) se utilizó solo el 25% para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **41 registros** como test simple file.
- Los 75% restantes corresponden a **123 registros** que se ubicaron sobre el polígono obtenido en Maxent y permiten corroborar el modelo como datos externos.

4.- Modelación en Maxent:

a) Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.

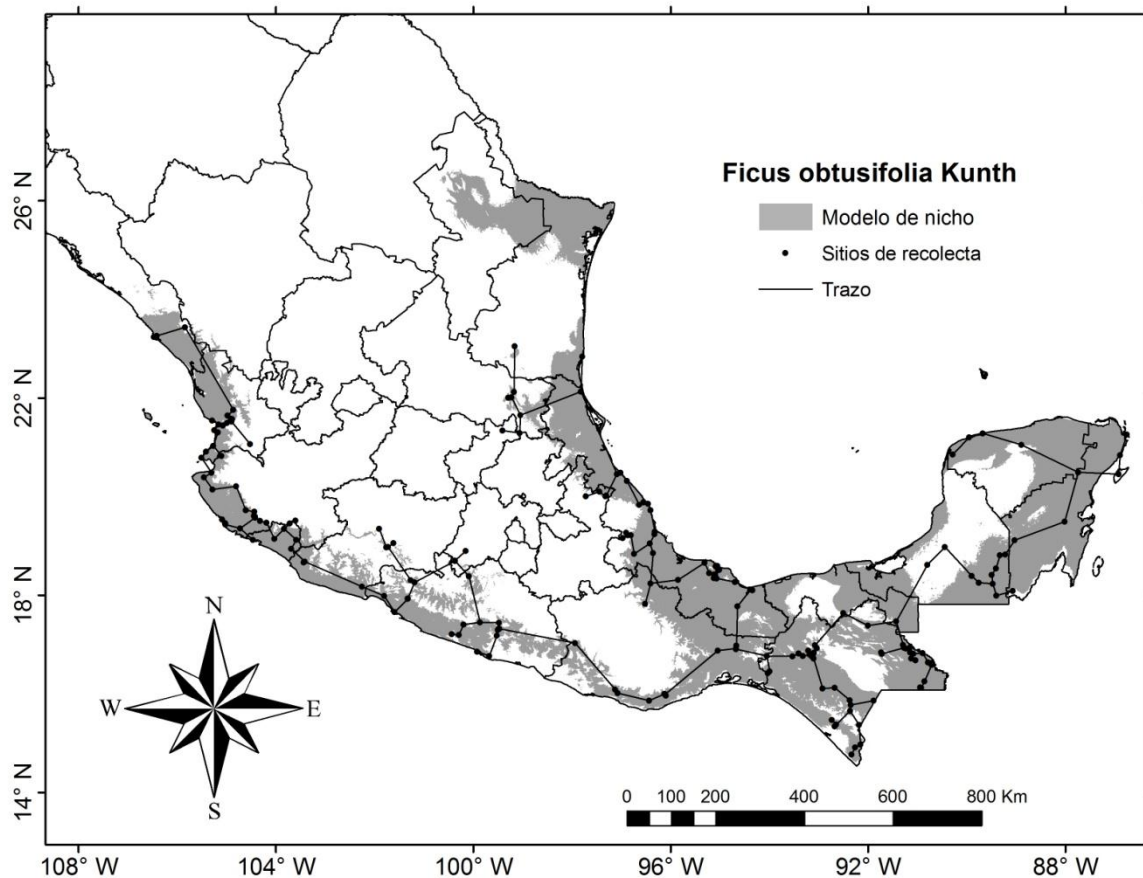
- b) Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.291**
- c) Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio3, bio4, bio5, bio6, bio9, bio10, bio11, bio12, bio13, bio14, bio16, bio17 y bio19.**
- d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus obtusifolia*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

- a) Prueba binomial en R, $\alpha = 0.004738$ y un intervalo de confianza de 0.63 - 1.00; α es menor que 0.05, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus obtusifolia*.



7.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

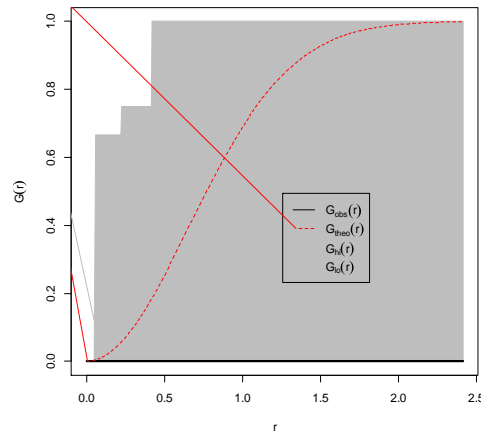
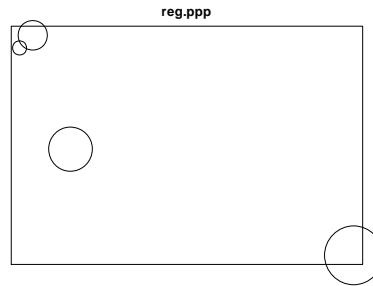
Sierra Madre Occidentalense, Sierra Madre Orientalense, Neovolcanense, Nayaritense, Jalisco-Guerreroense, Oaxaqueño, Pacificuense, Campechano-Petenense, Yucatanense, Chiapanense, Veracruzense y Sierra Madre Sureña. Es posible que la especie se pueda presentar en las provincias Coahuilense, Tamaulipense y Sinaloense.

14) Especie: *Ficus paraensis* (Miq.) Miq. (MORACEAE)

Número de registros: 4.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Aceptada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad

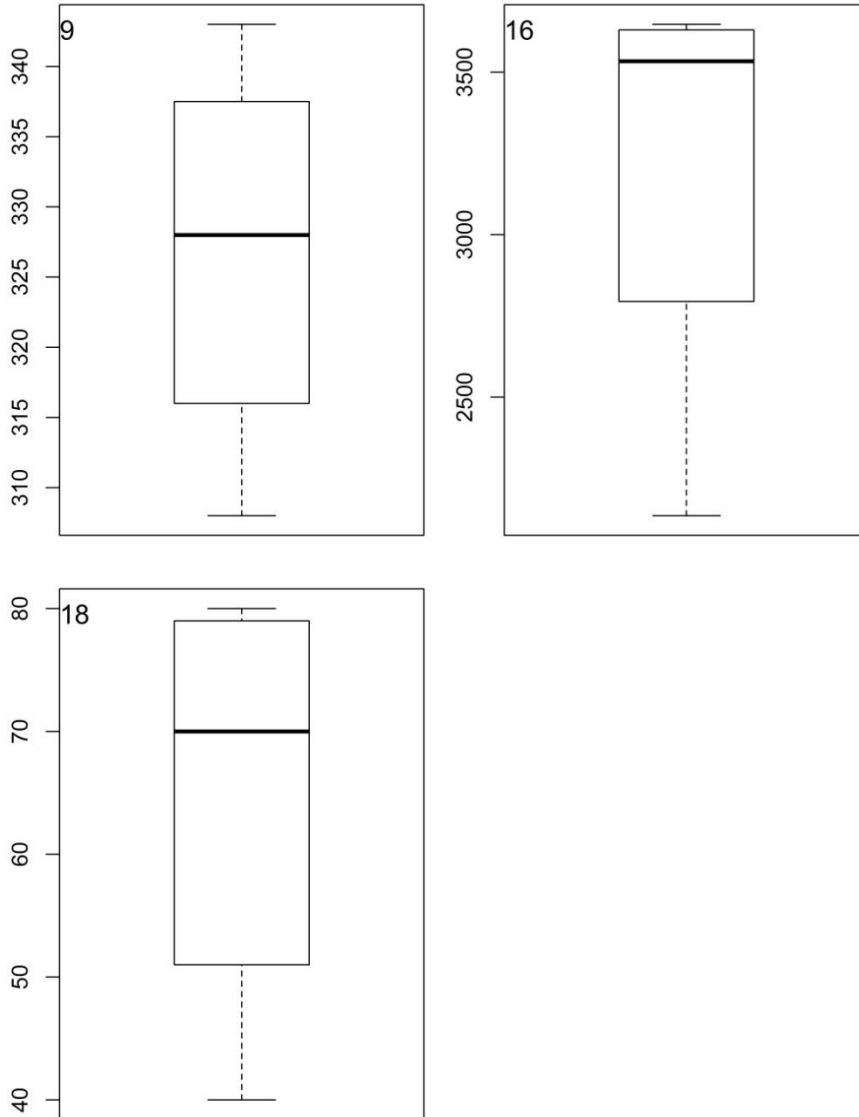


(derecha).

2.- Modelación en Maxent:

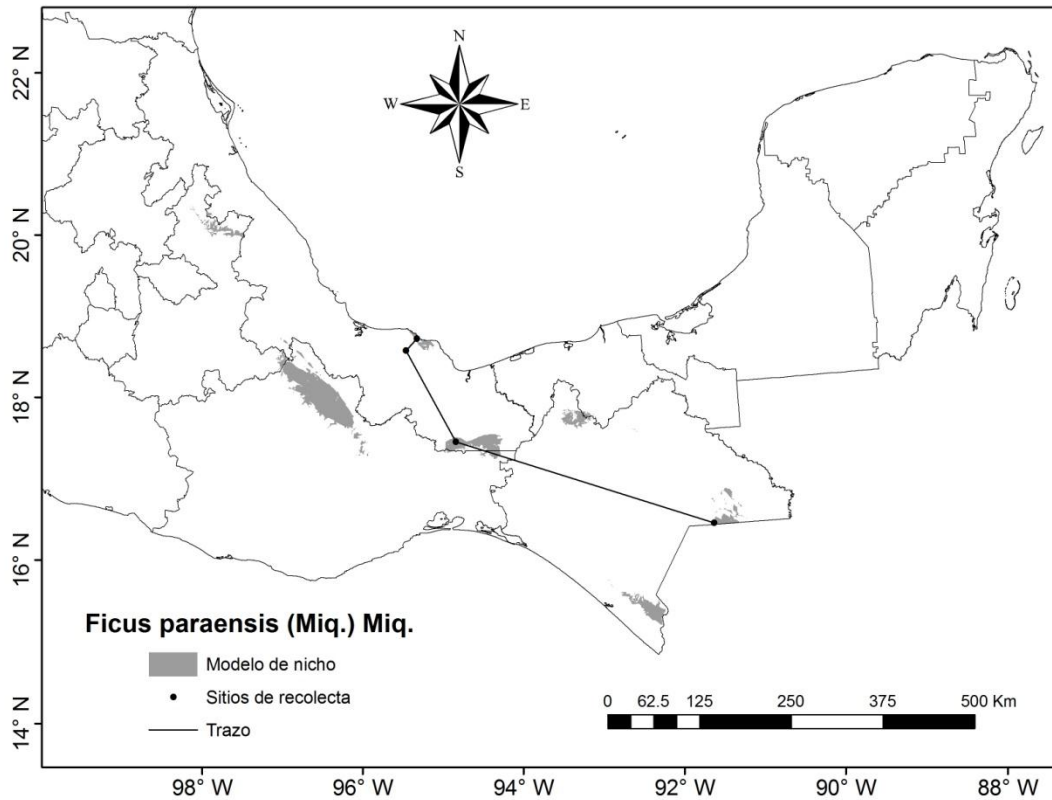
- Se tomaron los 4 registros para elaborar un csv (archivo delimitado por comas) y elaborar el modelo.
- Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.
- Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.542**
- Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio9, bio16 y bio18.**

e) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus paraensis*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



3.- No se pudo obtener una validación estadística del modelo con la prueba binomial, debido a que el total de registros de la especie era muy bajo.

4.- Mapa de nicho de *Ficus paraensis*.



7.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

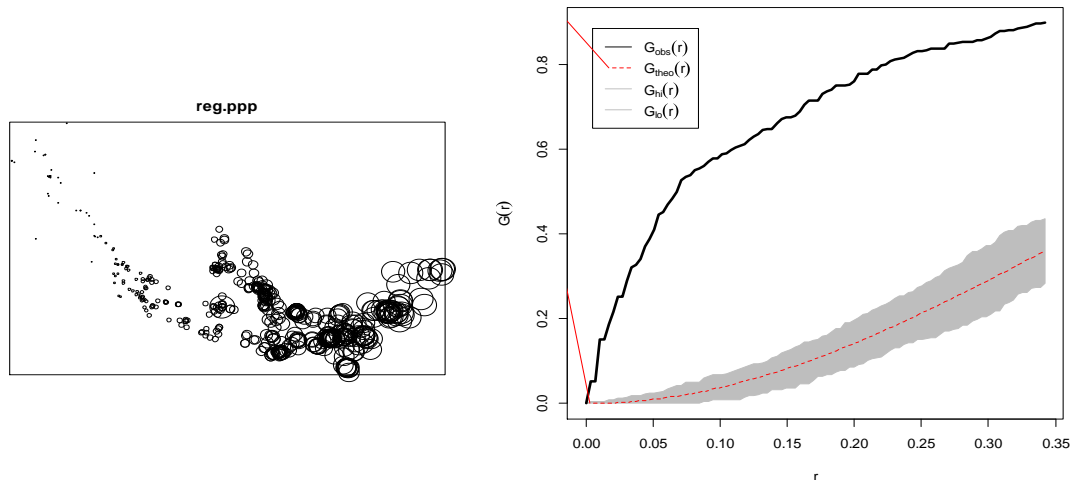
Campechano-Petenense, y Chiapanense. Es posible que la especie se encuentre también en las provincias Sierra Madre Orientalense, Neovolcanense, Oaxaquense y Pacifiquense, aunque no se ha colectado en dichas provincias.

15) Especie: *Ficus pertusa* L. f. (MORACEAE)

Número de registros: 475.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.-Análisis de Patrones utilizando Ilwis 3.4:

a) Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **3 km**.

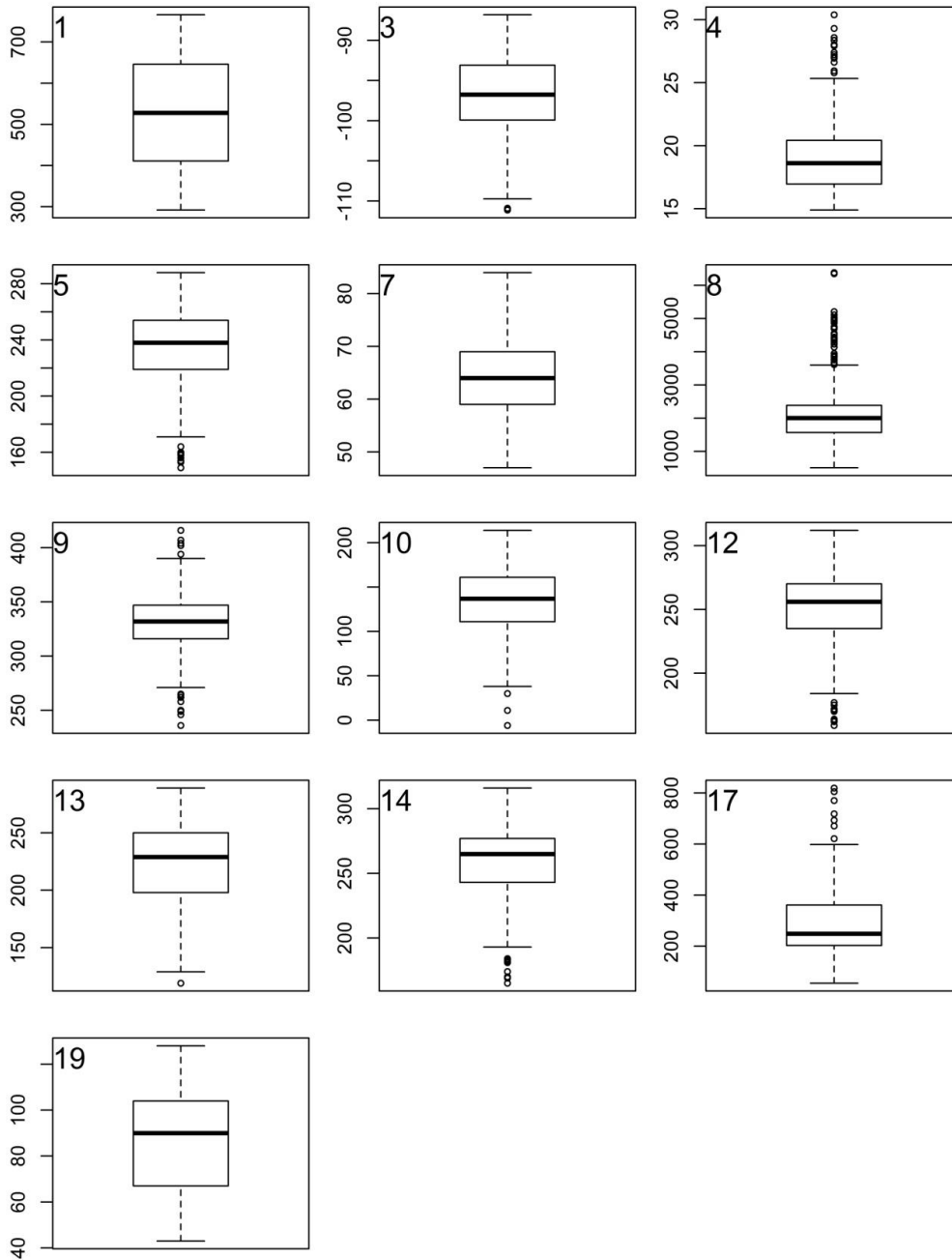
3.- Generación de cuadrícula en Quantum a partir de la distancia obtenida en el análisis de patrones:

- De los 475 registros se hizo una selección aleatoria: 1 registro por celda (3 x 3 km) para entrenar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **26 registros** para elaborar el modelo.
- De los registros que no fueron seleccionados (449) se utilizó solo el 25% para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con 112 **registros** como test simple file.
- Los 75% restantes corresponden a **337 registros** que se ubicaron sobre el polígono obtenido en Maxent y permiten corroborar el modelo como datos externos.

4.- Modelación en Maxent:

a) Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.

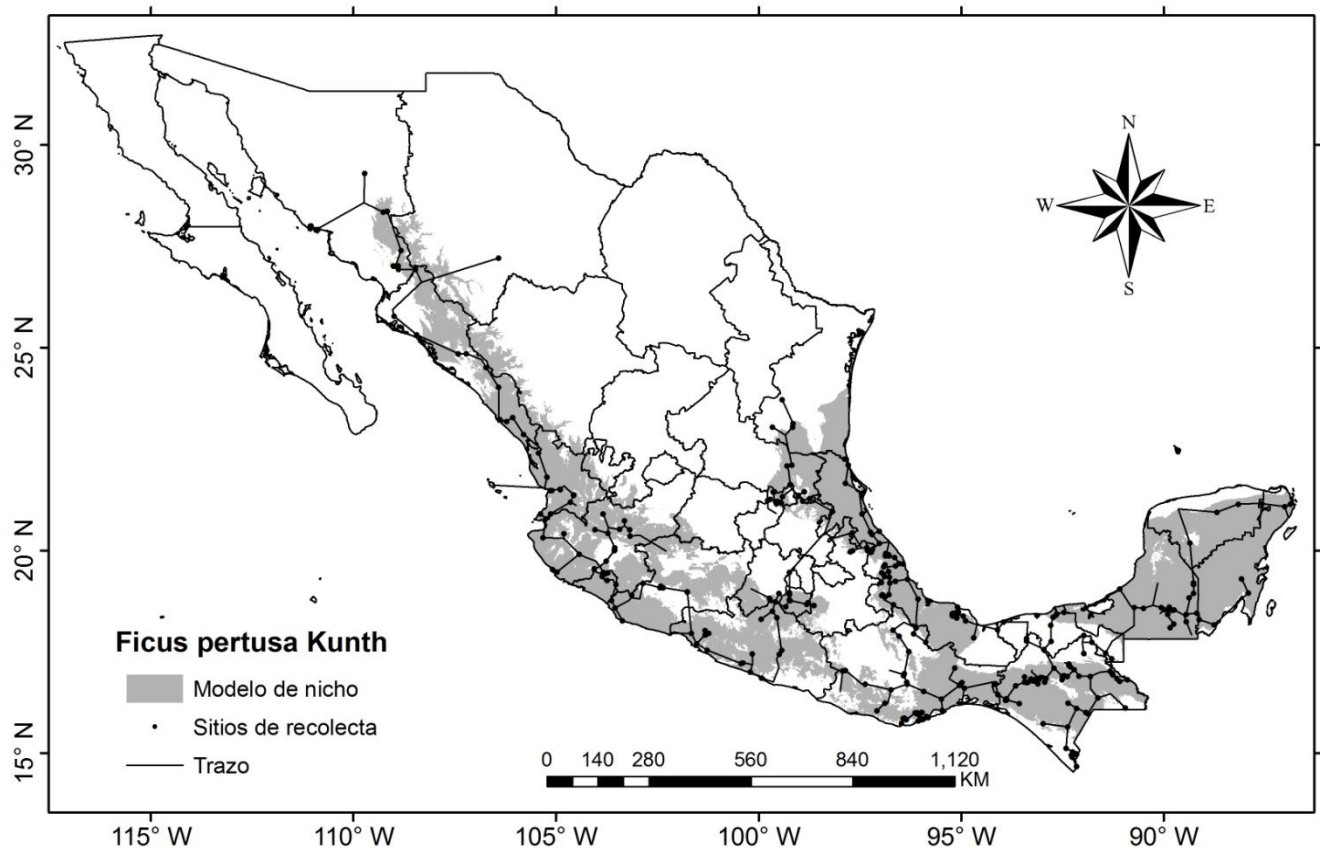
- b) Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.465**
- c) Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio3, bio4, bio5, bio7, bio8, bio9, bio10, bio12, bio13, bio14, bio17 y bio19.**
- d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus pertusa*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

b) Prueba binomial en R, $\alpha=0.1251$ y un intervalo de confianza de 0.64 - 1.00; α es menor que 0.5, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus pertusa*.



8.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

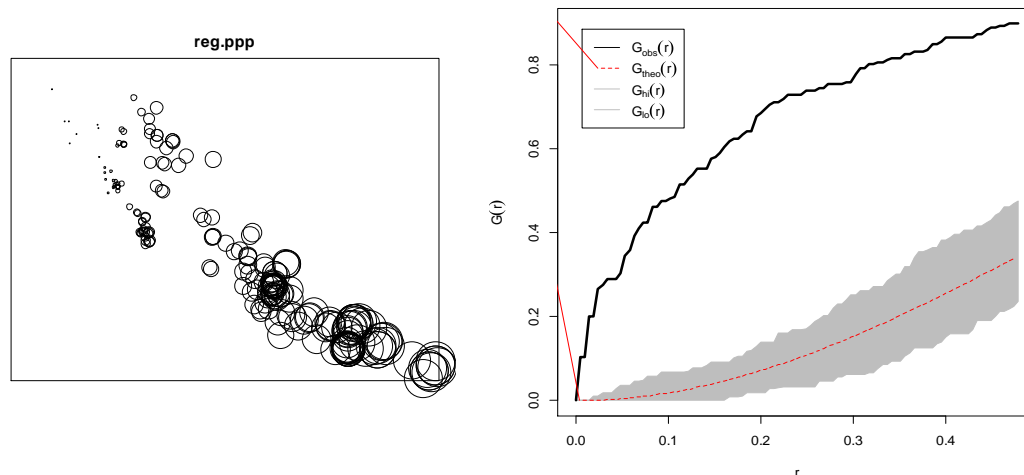
Sonorense, Sierra Madre Occidentalense, Chihuahuense, Sierra Madre Orientalense, Altiplanense, Neovolcanense, Nayaritense, Jalisqueño-Guerrerense, Oaxaquense, Pacifiquense, Campechano-Petenense, Yucatanense, Chiapanense, San Lucasense, Sinaloense, Veracruzense y Sierra Madre Sureña. Es posible que la especie se presente en las provincias Coahuilense y Tamaulipense, aunque no ha sido colectada.

16) Especie: *Ficus petiolaris* Kunth (MORACEAE)

Número de registros: **214**.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.-Análisis de Patrones utilizando Ilwis 3.4:

- a) Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **1.6 km**.

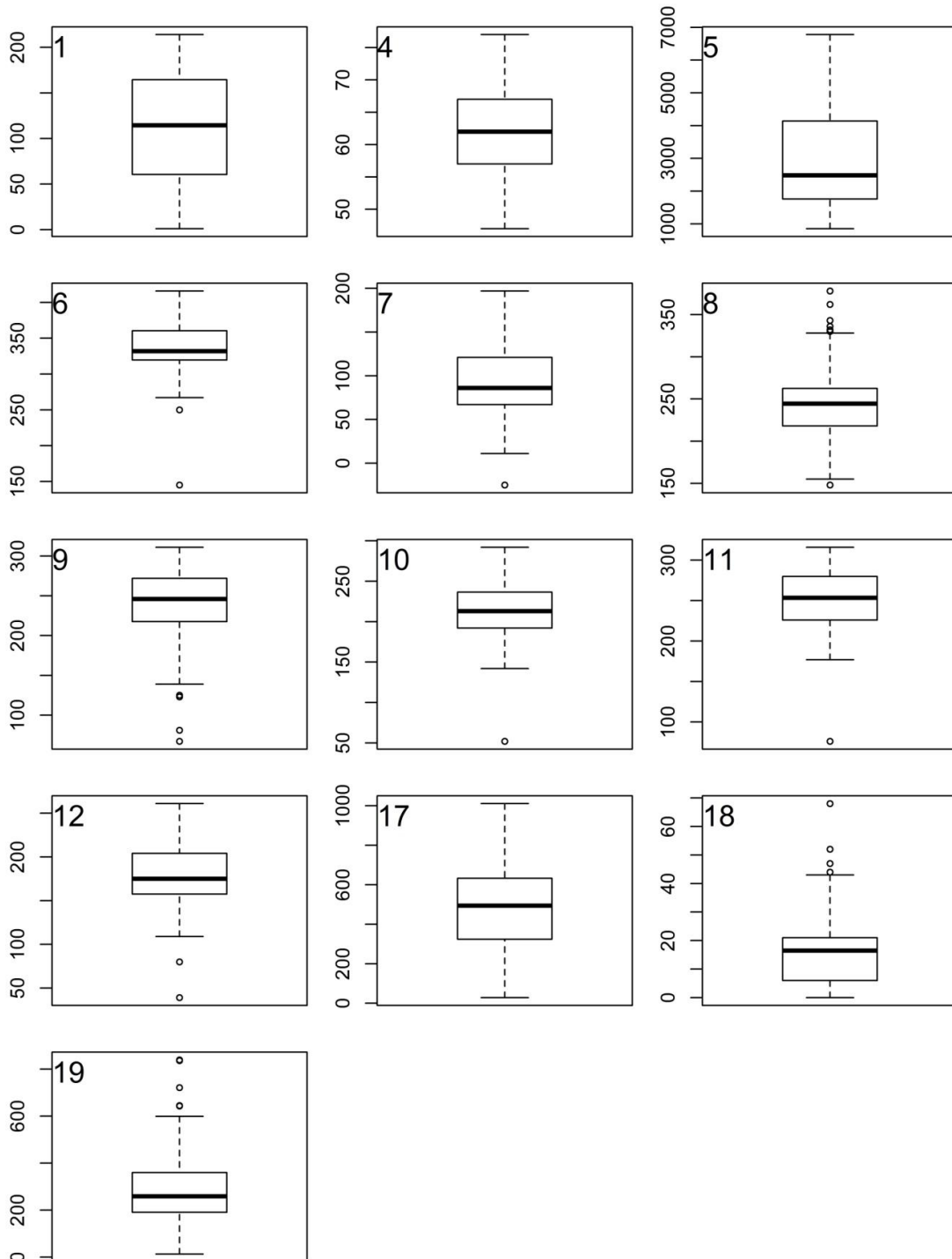
3.- Generación de cuadrícula en Quantum a partir de la distancia obtenida en el análisis de patrones:

- a) De los 214 registros se hizo una selección aleatoria: 1 registro por celda (1.6 x 1.6 km) para entrenar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **36 registros** para elaborar el modelo.
- b) De los registros que no fueron seleccionados (178) se utilizó solo el 25% para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **44 registros** como test simple file.
- c) Los 75% restantes corresponden a **134 registros** que se ubicaron sobre el polígono obtenido en Maxent y permiten corroborar el modelo como datos externos.

4.- Modelación en Maxent:

- a) Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.

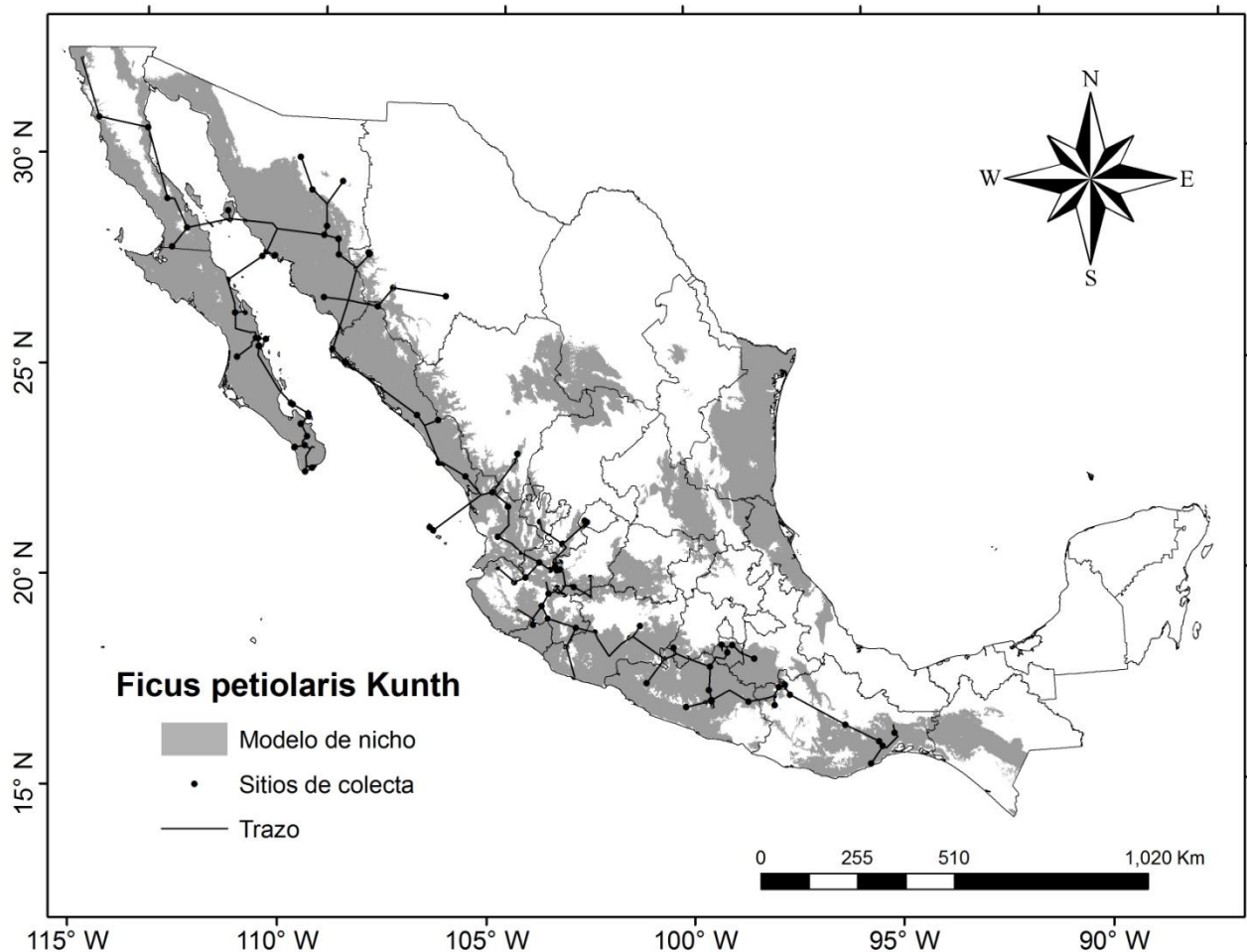
- b) Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.336**
- c) Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio4, bio5, bio6, bio7, bio8, bio9, bio10, bio11, bio12, bio17, bio18 y bio19.**
- d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus petiolaris*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

- c) Prueba binomial en R, $\alpha = 0.0003398$ y un intervalo de confianza de 0.75 - 1.00; α es menor que 0.5, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus petiolaris*.



7.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

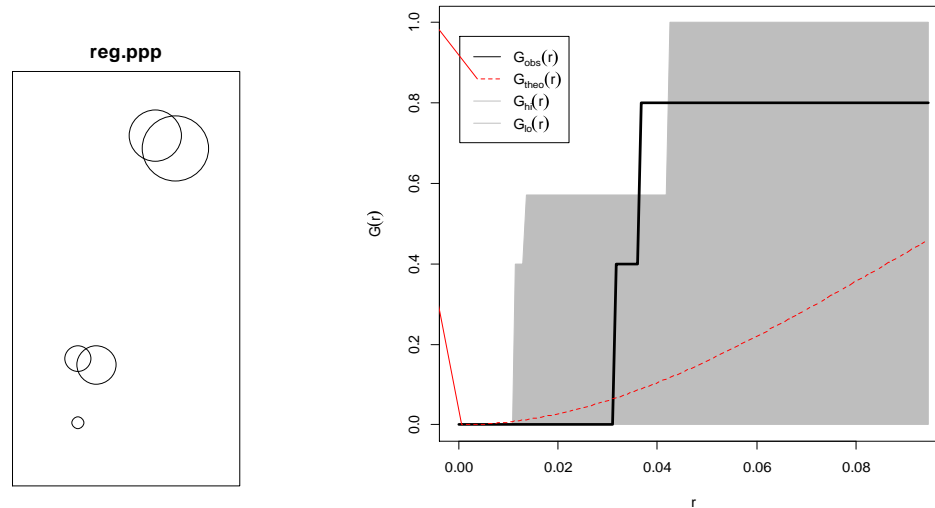
Californiense, Baja Californiense, Sonorense, Sierra Madre Occidentalense, Chihuahuense, Sierra Madre Orientalense, Altiplanense, Neovolcanense, Nayaritense, Jalisqueño-Guerrerense, Oaxaquense, Pacifiquense, San Lucasense, Sinaloense y Sierra Madre Sureña. Es posible que la especie se encuentre también en las provincias Veracruzense y Tamaulipense y Coahuilense aunque no se ha colectado en dichas provincias.

17) Especie: *Ficus popenoei* Standl. (MORACEAE)

Número de registros: 5.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

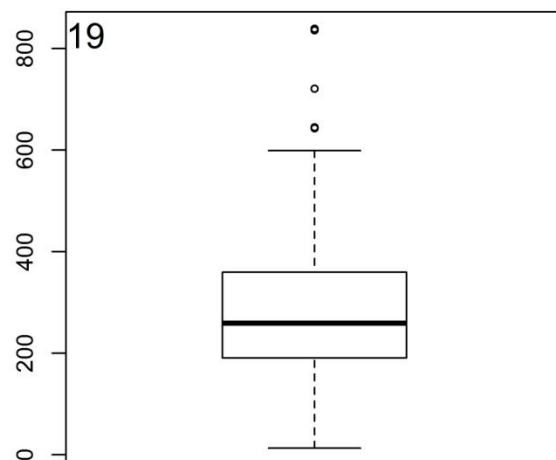
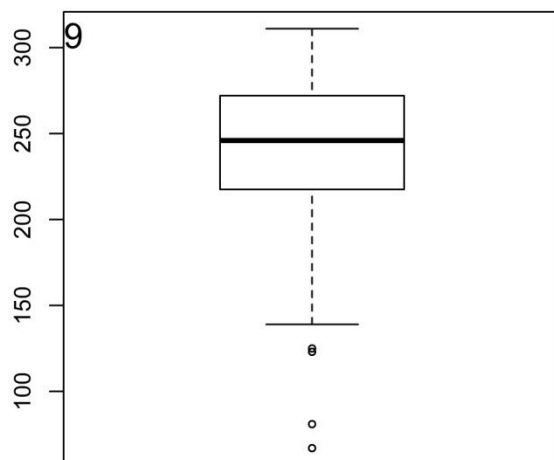
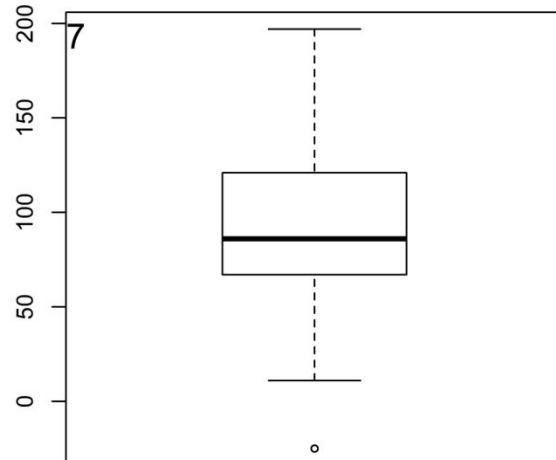
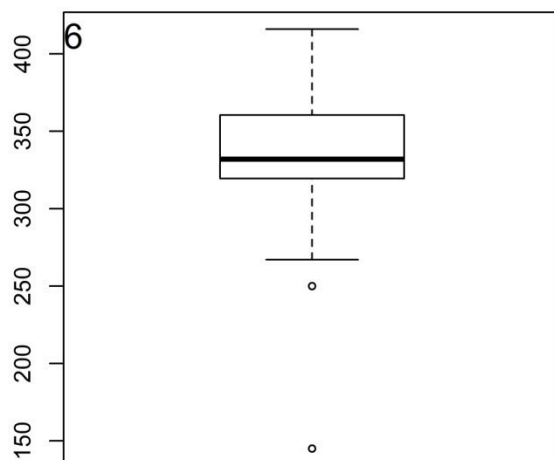
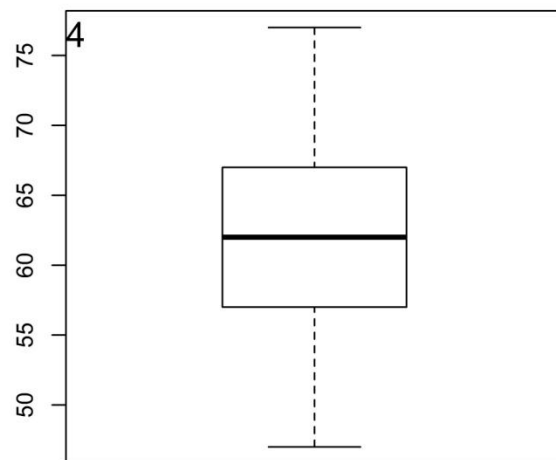
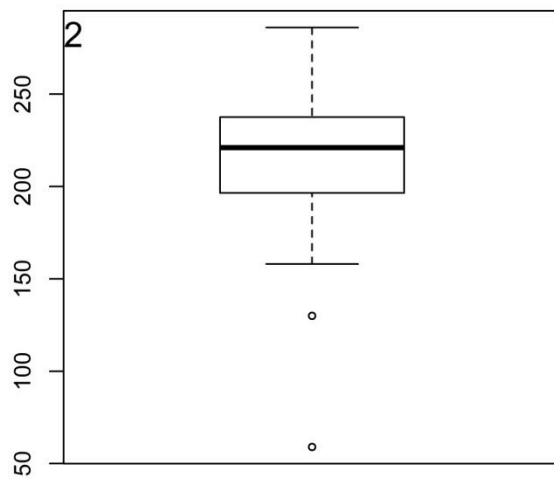
Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.- Modelación en Maxent:

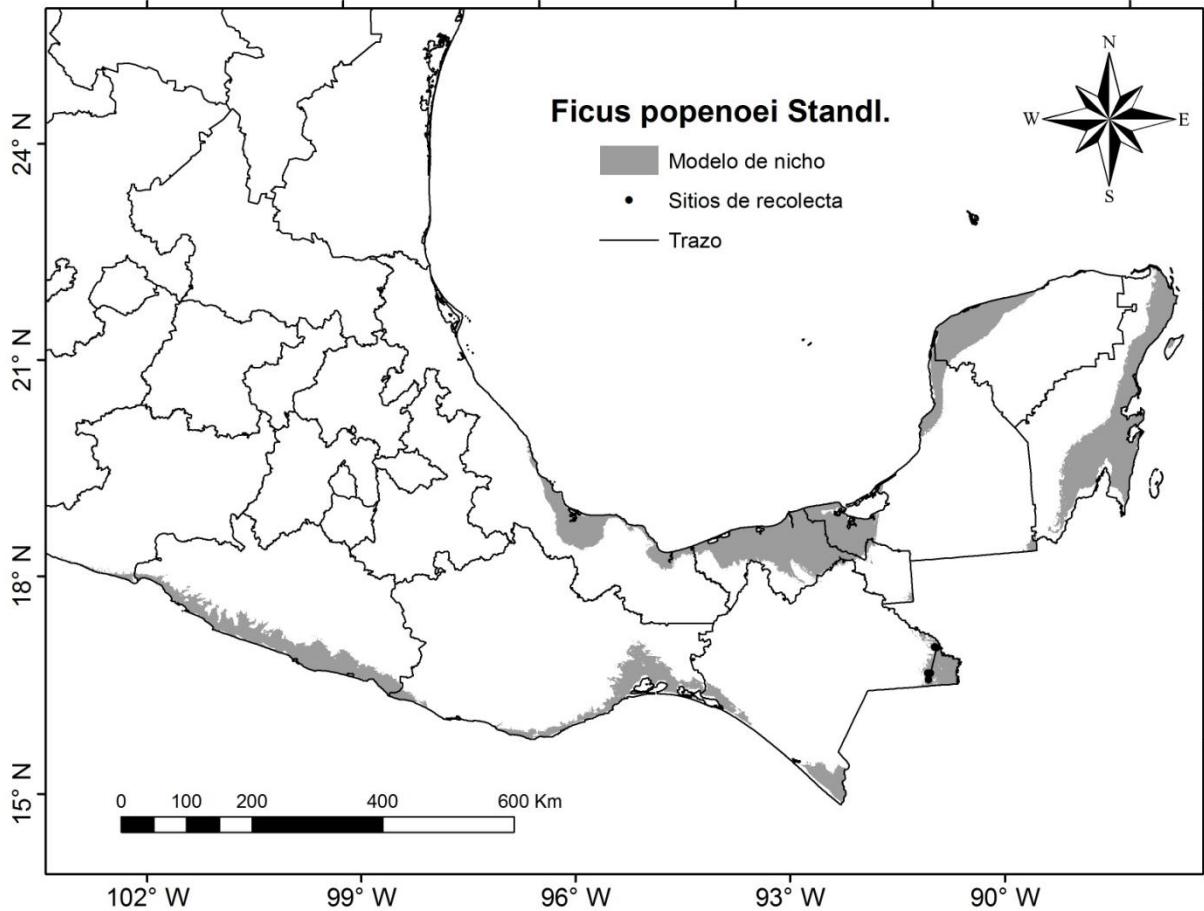
- Se tomaron los 5 registros para elaborar un csv (archivo delimitado por comas) y elaborar el modelo.
- Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.
- Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.619**
- Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio2, bio4, bio6, bio7, bio9 y bio19.**

e) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus popenoei*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



3.- No se pudo obtener una validación estadística del modelo con la prueba binomial, debido a que el total de registros de la especie era muy bajo.

4.- Mapa de nicho de *Ficus popenoi*.



6.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

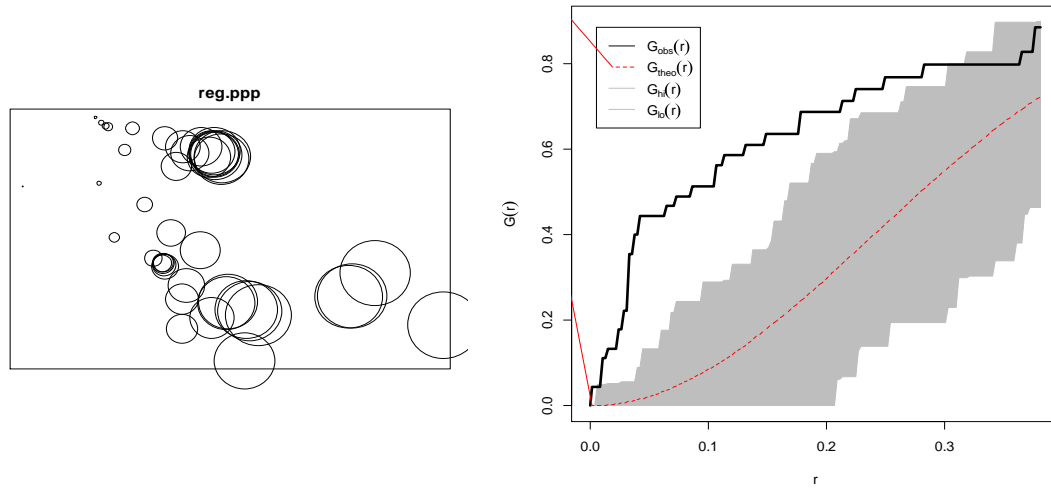
Ficus popenoi se ha colectado en la provincia Chiapasense. Aunque no ha sido colectada, es posible que la especie se encuentre en las provincias Jaliscoño-Guerrerense, Oaxaquense, Pacifiquense, Campechano-Petenense y Yucatanense.

18) Especie: *Ficus pringlei* S. Watson (MORACEAE)

Número de registros: **45**.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.-Análisis de Patrones utilizando Ilwis 3.4:

a) Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **1.3 km**.

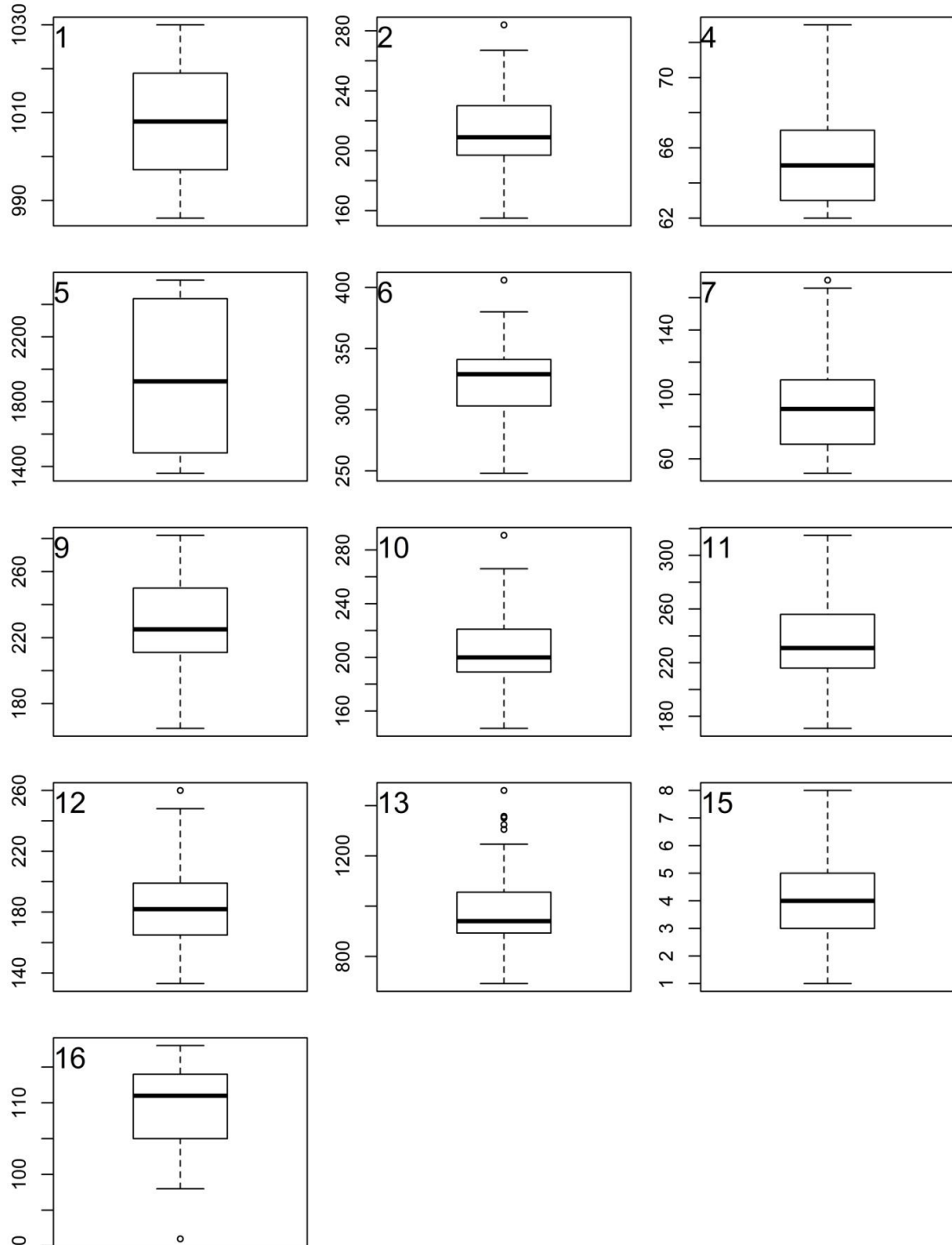
3.- Generación de cuadrícula en Quantum a partir de la distancia obtenida en el análisis de patrones:

- De los 45 registros se hizo una selección aleatoria: 1 registro por celda (1.3 x 1.3 km) para entrenar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **7 registros** para elaborar el modelo.
- De los registros que no fueron seleccionados (38) se utilizó solo el 75% para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **29 registros** como test simple file.
- Los 25% restantes corresponden a **9 registros** que se ubicaron sobre el polígono obtenido en Maxent y permiten corroborar el modelo como datos externos.

4.- Modelación en Maxent:

a) Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.

- b) Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=0.41
- c) Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio2, bio4, bio5, bio6, bio7, bio9, bio10, bio11, bio12, bio13, bio15 y bio16.**
- d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus pringlei*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.

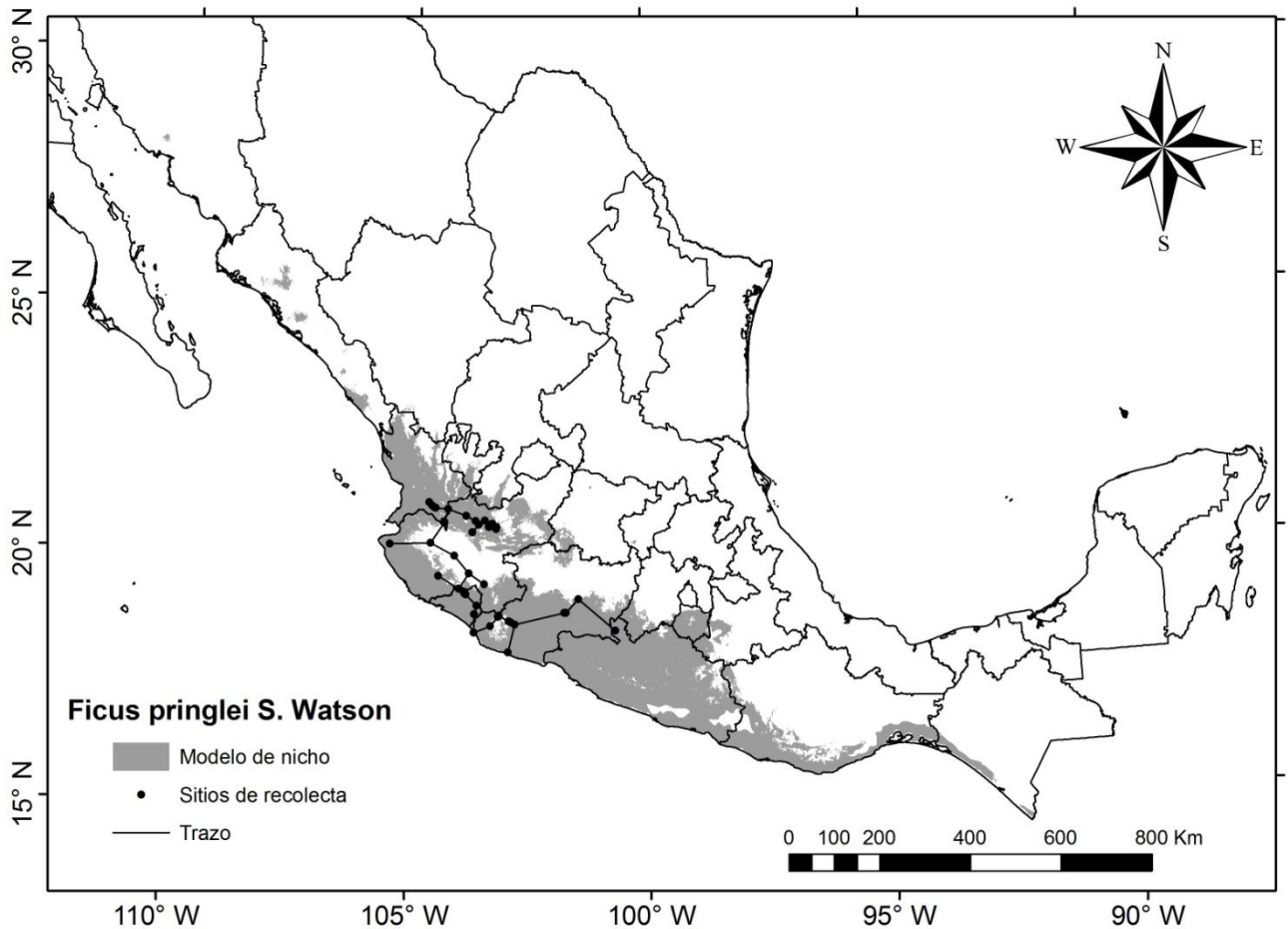


e)

5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

- a) Prueba binomial en R, $\alpha = 0.0004561$ y un intervalo de confianza de 0.74 - 1.00; α es menor que 0.5, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus pringlei*.



7.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

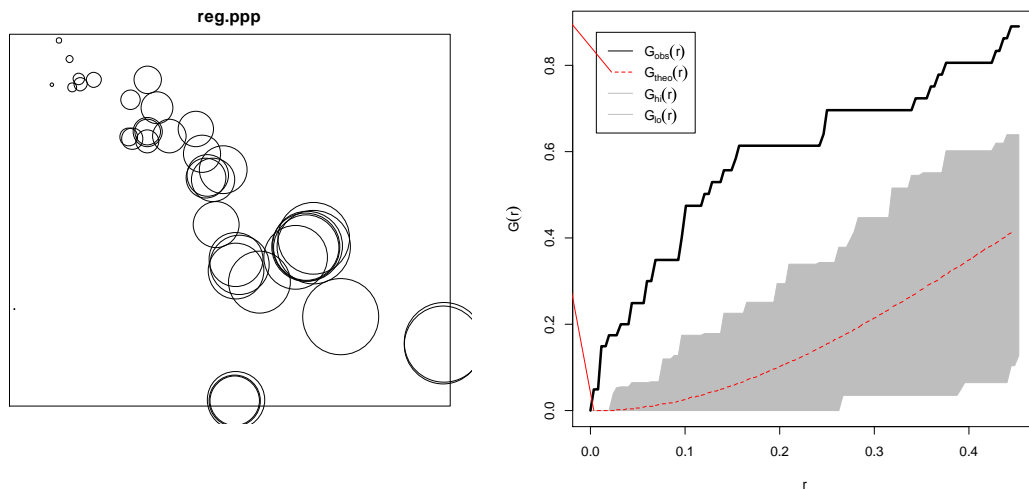
Ficus pringlei se ha colectado en las provincias Sierra Madre Occidentalense, Altiplanense, Neovolcanense, Nayaritense, Jalisqueño-Guerrerense y Pacifiquense. La especie podría encontrarse en las provincias Campechano-Petenense y Sinaloense y Sierra Madre Sureña.

19) Especie: *Ficus rzedowskiana* Carvajal & Cuev. Fig (MORACEAE)

Número de registros: **40**.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.- Análisis de patrones utilizando Ilwis 3.4:

- c) Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **3.6 km**.
- d) La cuadrícula generada con la distancia, no permite seleccionar un número de registros suficientes para generar el modelo en Maxent, por lo que se hace una partición aleatoria de los datos en ArcMap.

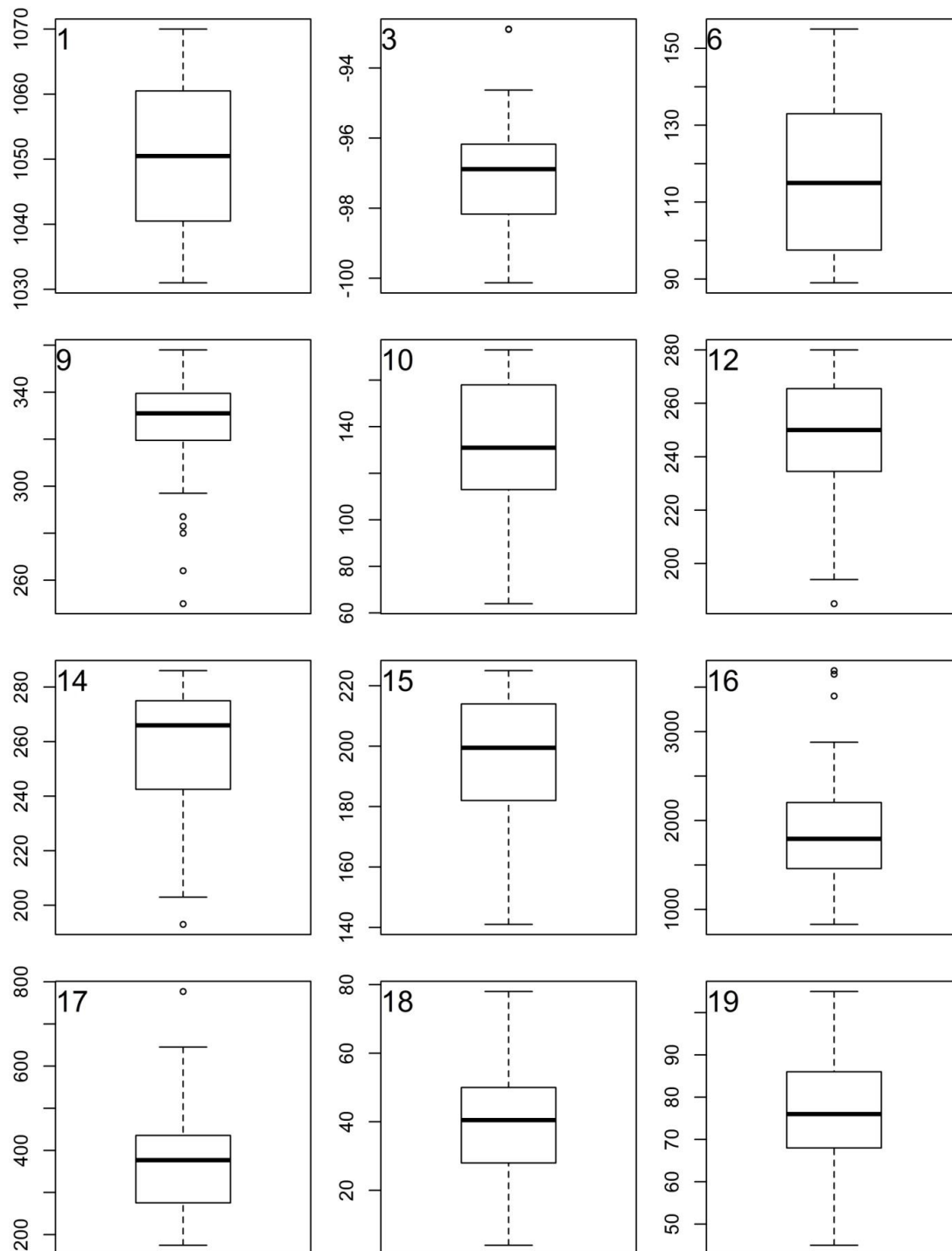
3.- Partición de los puntos en ArcMap:

- c) De los 40 registros se utilizó sólo el 50% corresponden a **20 registros** para elaborar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent.
- d) El 50% restantes corresponden a **20 registros** que se utilizaron para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent como test simple file.

4.- Modelación en Maxent:

- a) Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.
- b) Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.485**

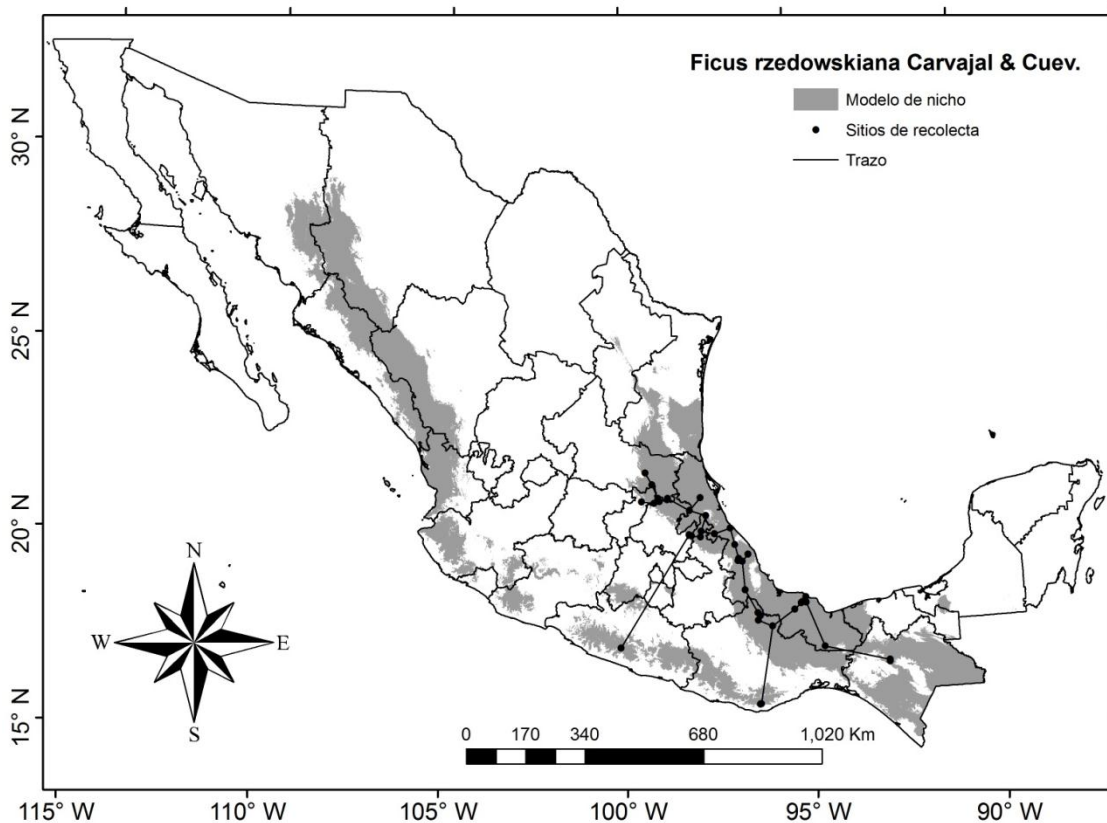
- c) Componentes principales, que representan mejor el modelo: **bio1**, **bio3**, **bio6**, **bio9**, **bio10**, **bio12**, **bio14**, **bio15**, **bio16**, **bio17**, **bio18** y **bio19**.
- d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus rzedowskiana*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

- a) Prueba binomial en R, $\alpha=0.5$ y un intervalo de confianza de 0.85 - 1.00; α es menor que 0.5, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus rzedowskiana*.



7.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

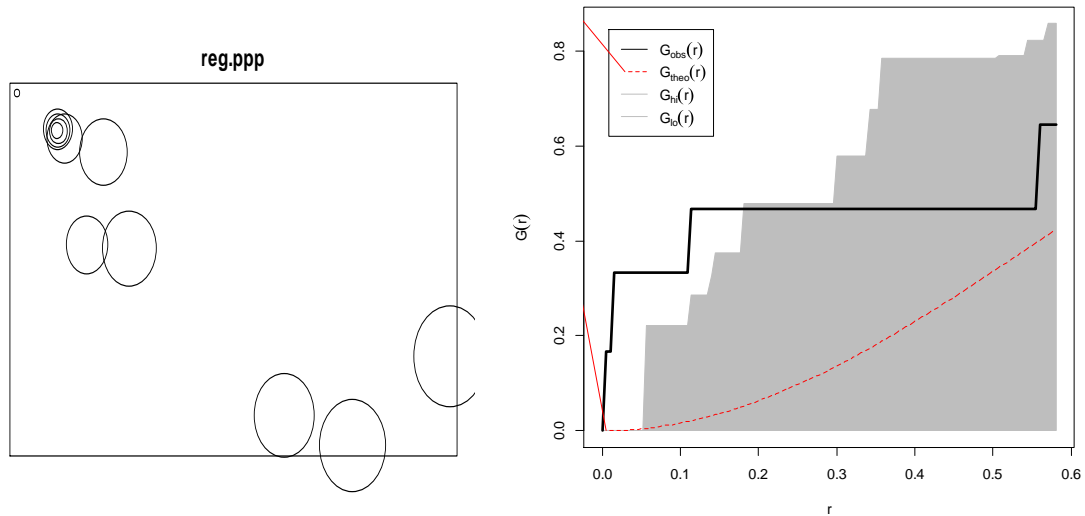
Ficus rzedowskiana se ha colectado en la provincia Neovolcanense, Oaxaquense, Pacifiquense, Campechano-Petenense, Chiapanense, Veracruzense y Sierra Madre Sureña. Es posible su presencia en las provincias Sierra Madre Occidentalense, Nayaritense, Jalisqueño-Guerrerense y Sinaloense, aunque no ha sido colectada.

20) Especie: *Ficus turrialbana* W. C. Burger (MORACEAE)

Número de registros: **12.**

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.- Análisis de patrones utilizando Iwls 3.4:

- Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **1.1 km.**
- La cuadrícula generada con la distancia, no permite seleccionar un número de registros suficientes para generar el modelo en Maxent, por lo que se hace una partición aleatoria de los datos en ArcMap.

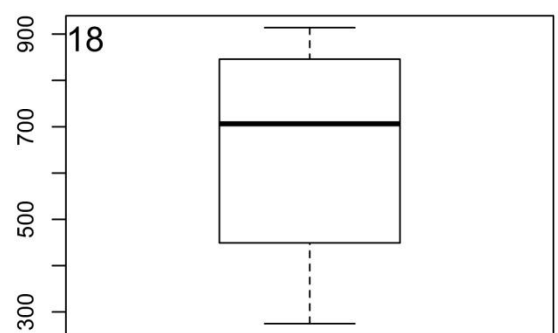
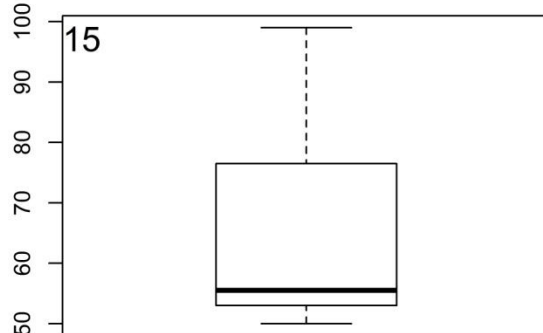
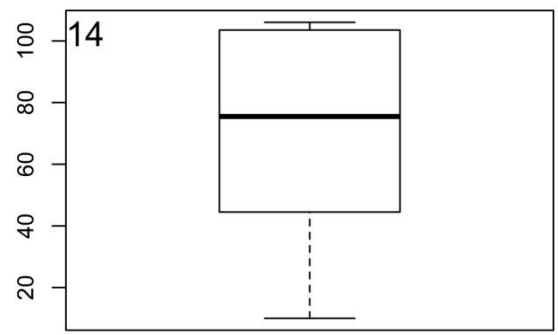
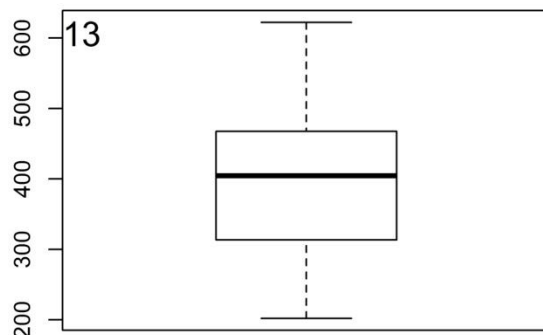
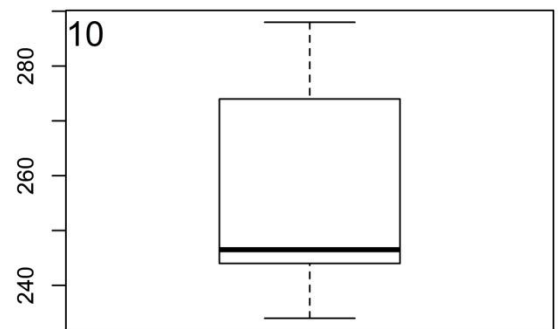
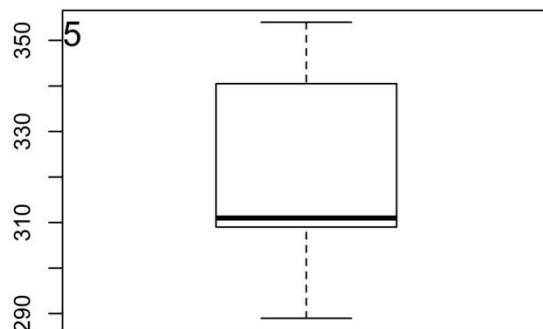
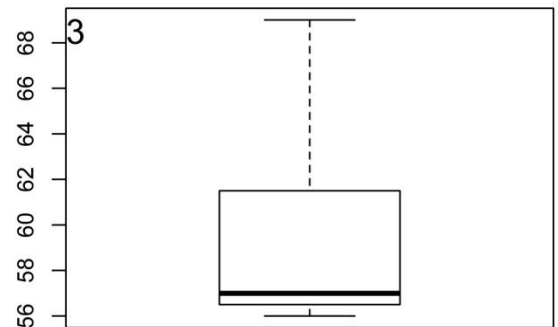
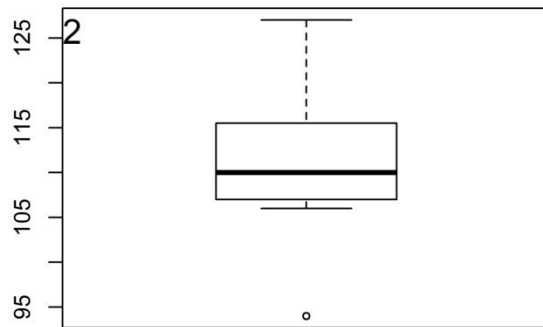
3.- Partición de los puntos en ArcMap:

- De los 12 registros se utilizó sólo el 50% corresponden a **6 registros** para elaborar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent.
- El 50% restantes corresponden a **6 registros** que se utilizaron para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent como test simple file.

4.- Modelación en Maxent:

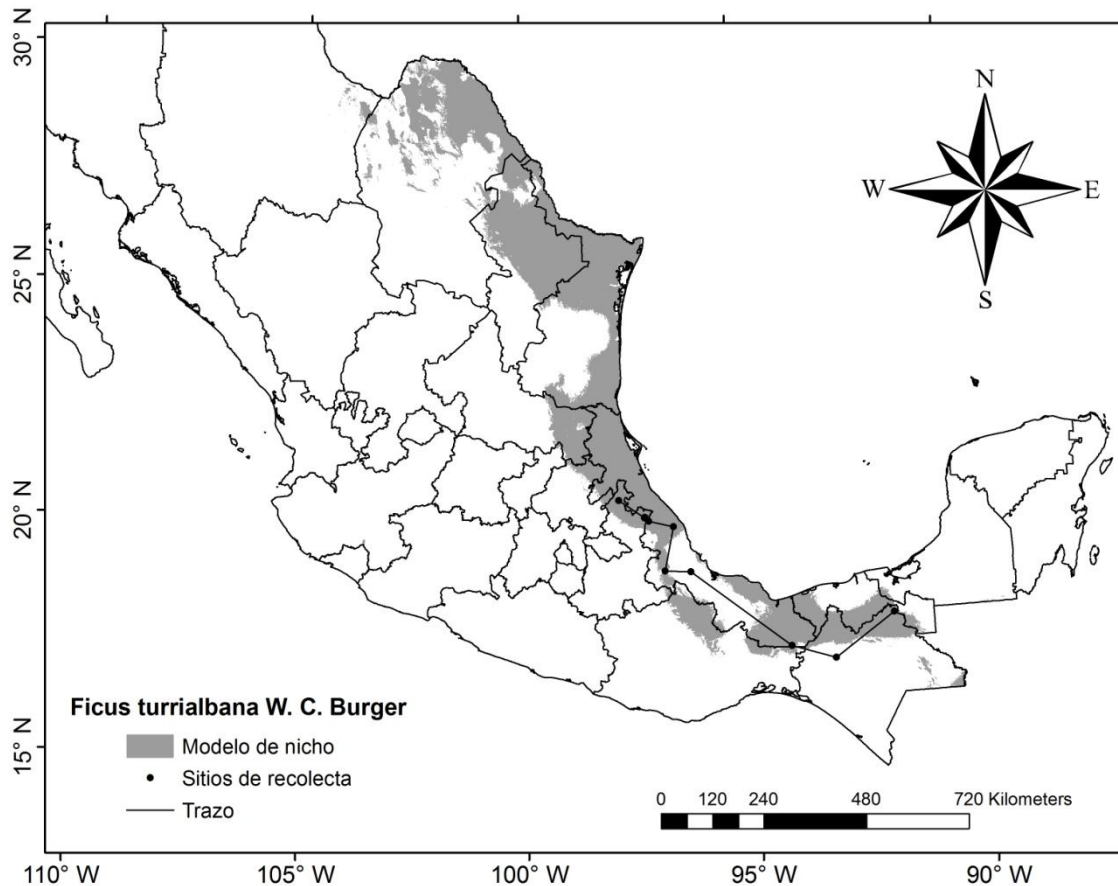
- Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.
- Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.222**

- c) Componentes principales, que representan mejor el modelo: **bio2**, **bio5**, **bio3**, **bio10**, **bio14**, **bio15** y **bio18**.
- d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus turrialbana*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- No se pudo obtener una validación estadística del modelo con la prueba binomial, debido a que el número de registros que se utilizaron para validar el modelo era muy bajo.

6.- Mapa de nicho de *Ficus turrialbana*.



7.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

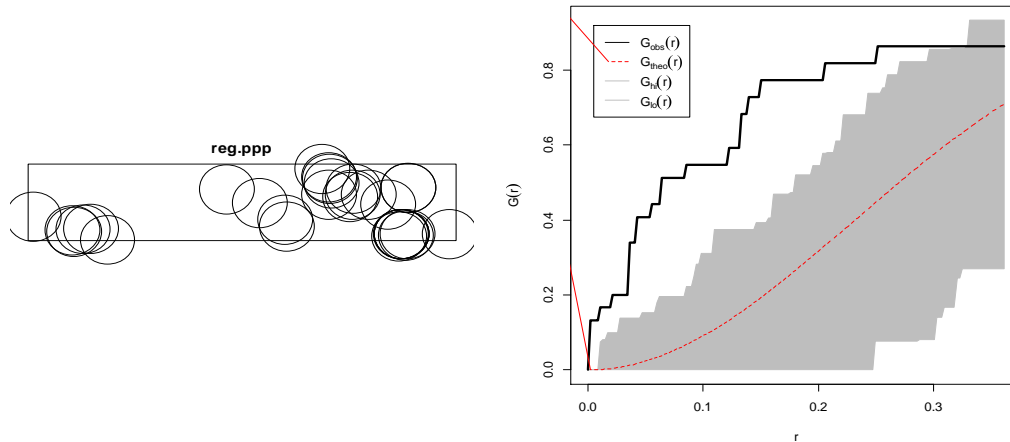
Ficus turrialbana se ha colectado en las provincias Sierra Madre Orientalense, Neovolcanense, Oaxaquense, Campechano-Petenense y Chiapasense. Es posible su presencia en las provincias Coahuilense, Tamaulipense y Veracruzense aunque no ha sido colectada.

21) Especie: *Ficus velutina* Humb. & Bonpl. Ex Willd. (MORACEAE)

Número de registros: 124.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.-Análisis de Patrones utilizando Ilwis 3.4:

a) Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **3.3 km**.

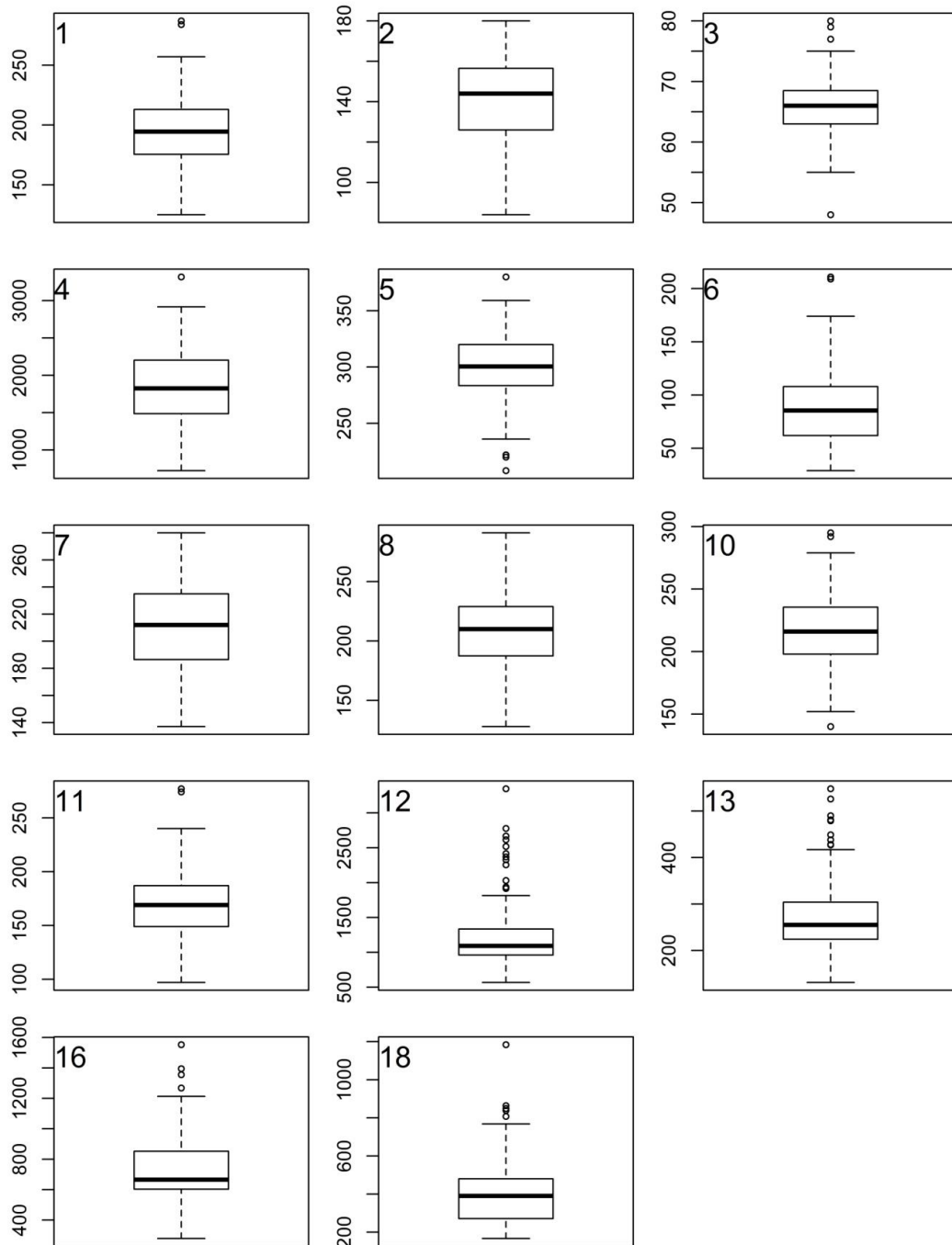
3.- Generación de cuadrícula en Quantum a partir de la distancia obtenida en el análisis de patrones:

- De los 124 registros se hizo una selección aleatoria: 1 registro por celda (3.3 x 3.3 km) para entrenar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **11 registros** para elaborar el modelo.
- De los registros que no fueron seleccionados (113) se utilizó solo el 75% para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **85 registros** como test simple file.
- Los 25% restantes corresponden a **28 registros** que se ubicaron sobre el polígono obtenido en Maxent y permiten corroborar el modelo como datos externos.

4.- Modelación en Maxent:

- Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.
- Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.398**

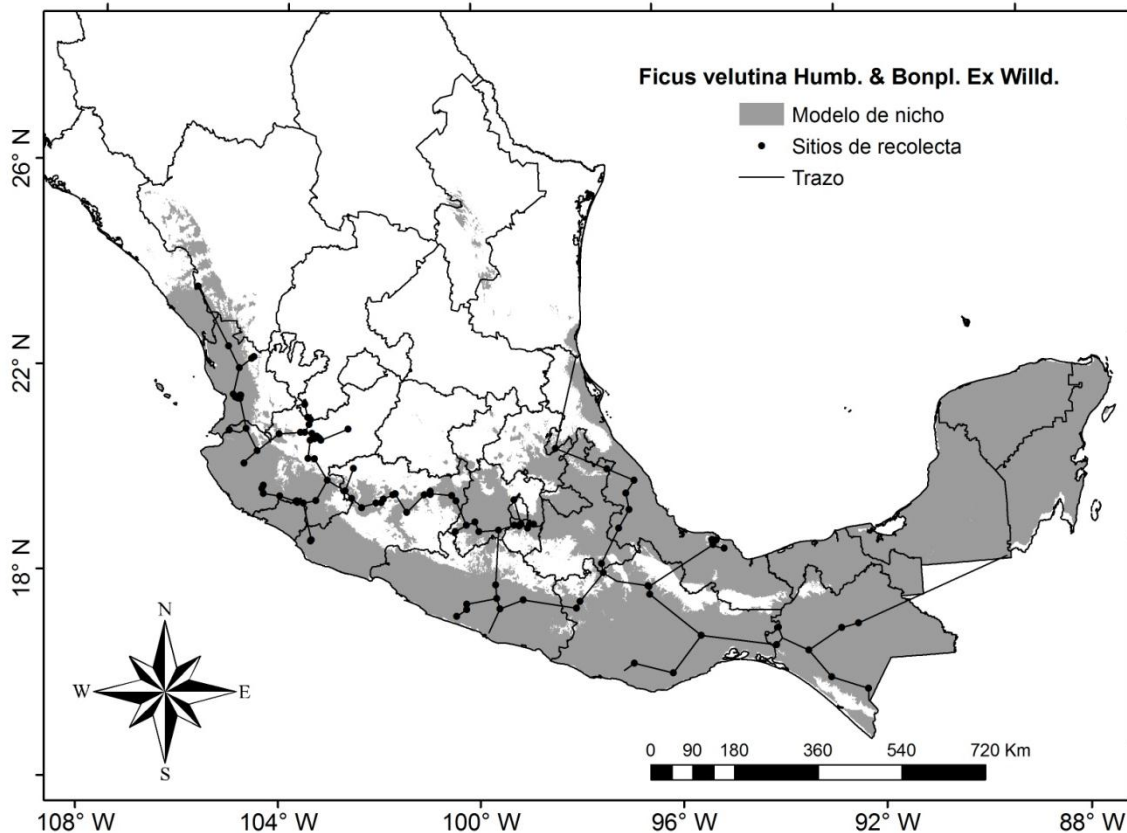
- c) Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio2, bio3, bio4, bio5, bio6, bio7, bio8, bio10, bio11, bio12, bio13, bio16 y bio18.**
- d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus velutina*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

b) Prueba binomial en R, $\alpha = 0.00002039$ y un intervalo de confianza de 0.54 - 1.00; α es menor que 0.5, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus velutina*.



7.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

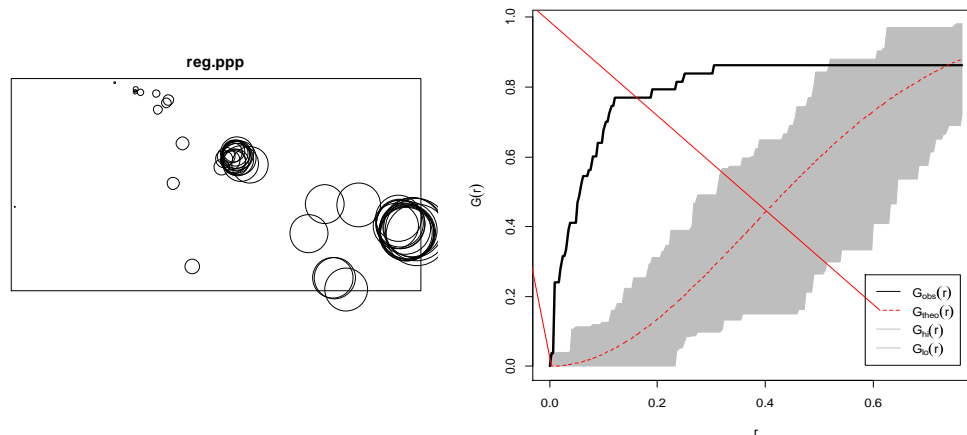
Sierra Madre Occidentalense, Sierra Madre Orientalense, Altiplanense, Neovolcanense, Nayaritense, Jalisqueño-Guerrerense, Oaxaquense, Pacifiquense, Campechano-Petenense, Chiapanense, Veracruzense y Sierra Madre Sureña. Es posible su presencia en la provincia Yucatanense, aunque no ha sido colectada.

22) Especie: *Ficus yoponensis* Desv. (MORACEAE)

Número de registros: **54**.

1.- Prueba de aleatoriedad utilizando R: Rechazada.

Distribución en el espacio de los puntos (izquierda); curva de aleatoriedad (derecha).



2.-Análisis de Patrones utilizando Ilwis 3.4:

a) Distancia en donde los registros ya no están autocorrelacionados= **3.9 km**.

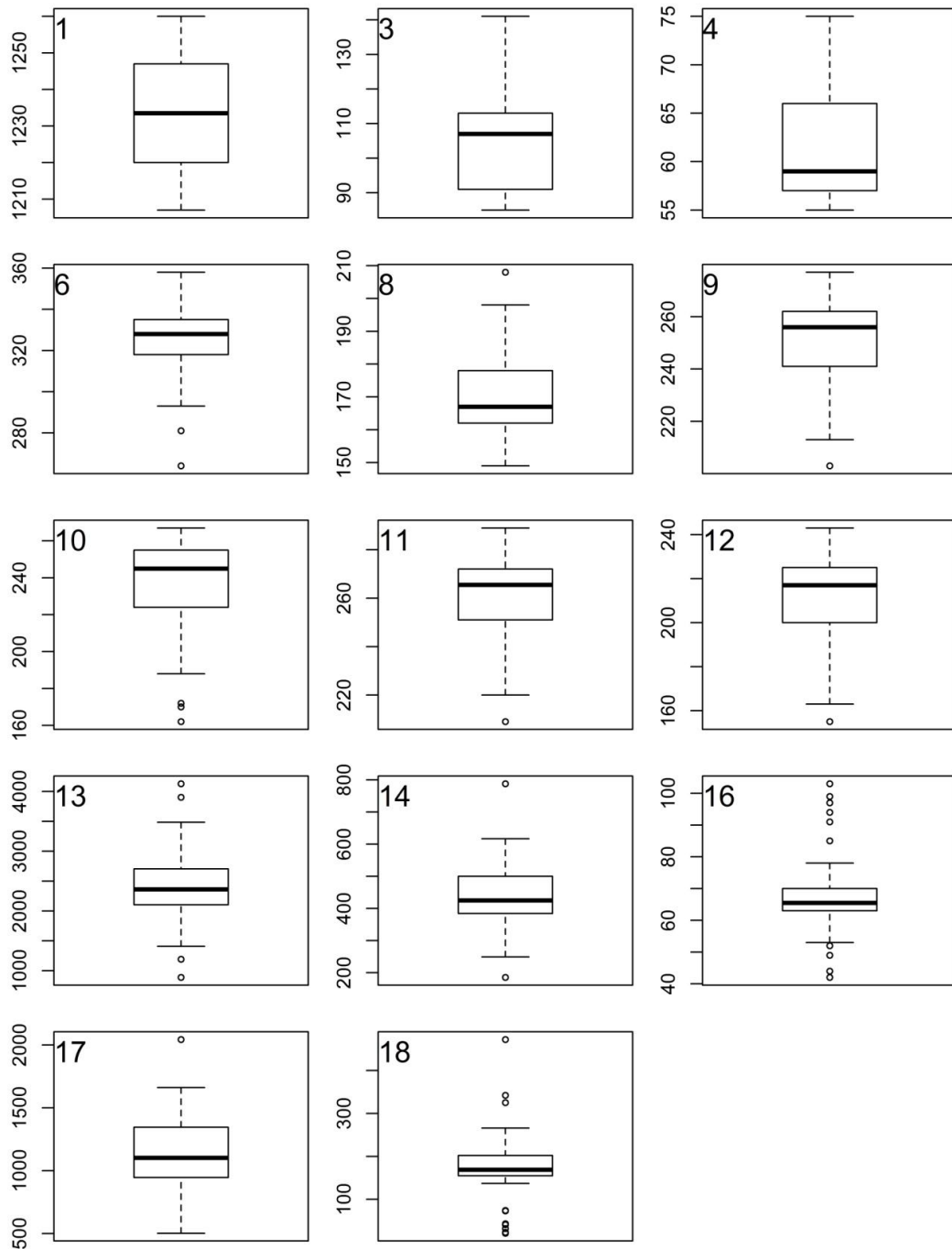
3.- Generación de cuadrícula en Quantum a partir de la distancia obtenida en el análisis de patrones:

- De los 54 registros se hizo una selección aleatoria: 1 registro por celda (3.9 x 3.9 km) para entrenar el modelo. Se generó un archivo csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **8 registros** para elaborar el modelo.
- De los registros que no fueron seleccionados (46) se utilizó solo el 25% para validar el modelo. Con estos registros se generó otro csv (archivo delimitado por comas) para Maxent con **11 registros** como test simple file.
- Los 75% restantes corresponden a **35 registros** que se ubicaron sobre el polígono obtenido en Maxent y permiten corroborar el modelo como datos externos.

4.- Modelación en Maxent:

a) Obtención del mapa en formato ascii para ser recortado en ArcMap.

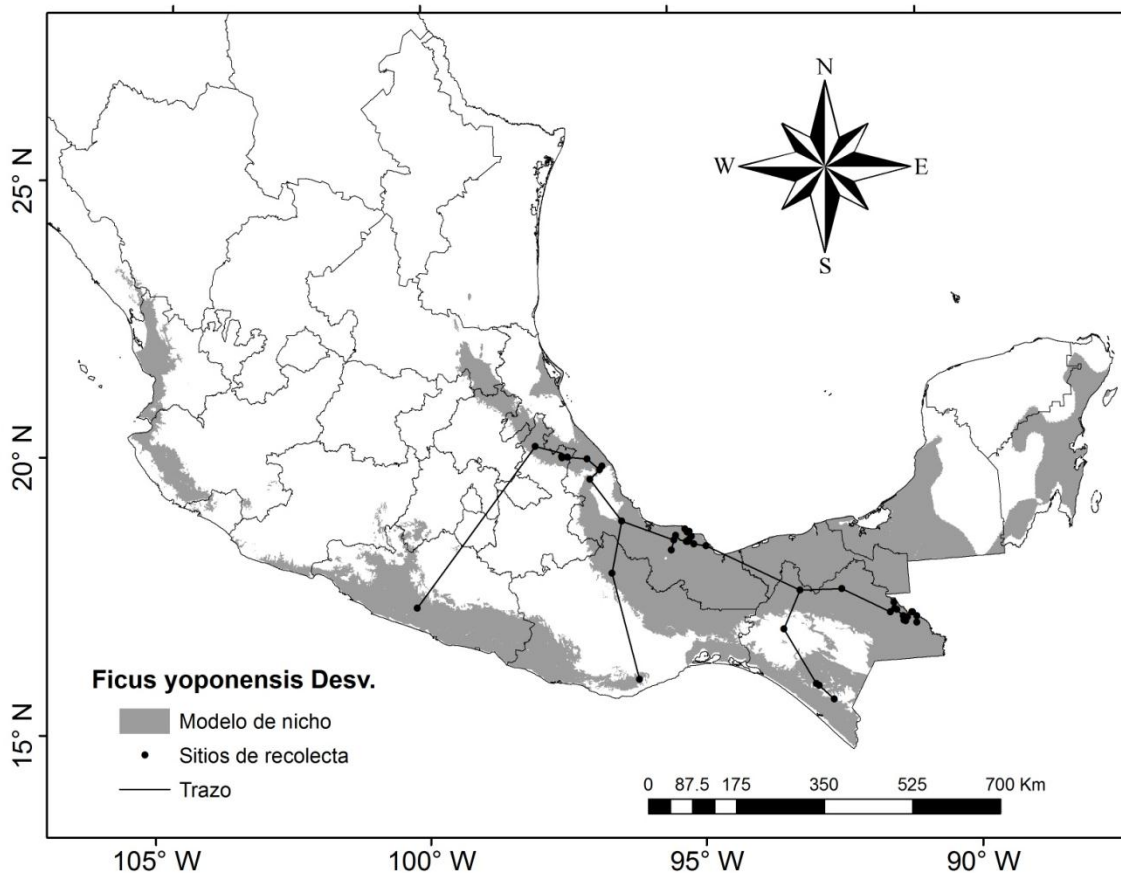
- b) Valor del umbral para recorte y hacer el mapa binario=**0.39**
- c) Las variables principales, que representan mejor el modelo: **bio1, bio3, bio4, bio6, bio8, bio9, bio10, bio11, bio12, bio13, bio14, bio16, bio17 y bio18.**
- d) Gráficas de la variación de las condiciones ambientales de *Ficus yoponensis*. Los números en la gráficas corresponden a las variables bioclimáticas de Worldclim.



5.- La validación del modelo se realizó con el empleo de una prueba binomial. H_0 = el modelo no es mejor que al azar ($p \leq 0.5$); H_a = el modelo es mejor que al azar ($p > 0.5$):

- a) Prueba binomial en R, $\alpha=0.01074$ y un intervalo de confianza de 0.60 - 1.00; α es menor que 0.5, por lo tanto la H_0 se rechaza y se acepta H_a , es decir, el modelo es mejor que el azar.

6.- Mapa de nicho de *Ficus yoponensis*.



7.- Distribución por Provincias Fisiográficas:

Ficus yoponensis se ha colectado en las provincias Sierra Madre Orientalense, Neovolcanense, Oaxaquense, Campechano-Petenense, Chiapanense, Veracruzense y Sierra Madre Sureña. Aunque no ha sido colectada, es posible su presencia en las provincias Sierra Madre Occidentalense, Nayaritense, Jalisqueño-Guerrerense, Pacifiquense y Yucatanense.