



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**



Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Distribución espacial y potencial de la
lepidopterofauna del municipio de Temascaltepec,
Estado de México, aplicando SIG

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

PRESENTA:

Jessica Viridiana Méndez Gómez



Directora: Biól. Mónica Chico Avelino

Los Reyes Iztacala, Edo. de México, 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**“Para crear lo fantástico,
primero debemos entender lo real”**

- Walt Disney

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

Índice

1.0 Introducción	1
2.0 Marco conceptual	5
3.0 Antecedentes	17
4.0 Objetivos	20
5.0 Área de estudio	21
6.0 Material y métodos	25
7.0 Resultados y Análisis	34
7.1 SIGMA	34
7.2 Lepidopteroфаuna	49
7.2.1 Registros de presencias	49
7.2.2 Listado taxonómico	57
7.2.3 Nuevos registros de lepidopteroфаuna	58
7.2.4 Fichas descriptivas	59
7.3 Otros aspectos taxonómicos	79
7.4 Relación espacial de presencias con variables climáticas	83
8.0 Modelados de la Distribución Potencial	88
8.1 Modelado con ArcView	88
8.2 Modelado con MaxEnt	92
8.3 Modelado de <i>Leptophobia aripa</i> con MaxEnt	99
9.0 Conclusiones	104
10.0 Literatura citada	105
11.0 Anexo cartográfico	114

Índice de figuras

Figura 1. Ciclo de vida del orden lepidoptera	7
Figura 2. Morfología de lepidópteros	9
Figura 3. Tipos de representación en SIG.....	13
Figura 4. Representación vectorial de la información geográfica.....	14
Figura 5. Representación raster de la información geográfica	15
Figura 6. Leyenda caja de dos variables en mapa coroplético.....	29
Figura 7. Leyenda de mapa bivariado coroplético.....	29
Figura 8. Representación de color en leyenda de caja de dos variables	30
Figura 9. Climograma San Francisco Oxtotilpan	43
Figura 10. Climograma Temascaltepec	43
Figura 11. Climograma San Pedro Temayac	44
Figura 12. Climograma Cajones E-26	44
Figura 13. Nuevos registros de lepidopterofauna.....	57

Índice de gráficas

Gráfica 1. Porcentaje de ANP en el municipio.....	35
Gráfica 2. Porcentaje de ocupación de los usos de suelo y vegetación en el municipio	37
Gráfica 3. Porcentaje de cobertura de los tipos de suelo en el municipio	39
Gráfica 4. Porcentaje de rocas en el municipio	40
Gráfica 5. Porcentaje de las coberturas presentes en el polígono de muestreo	48
Gráfica 6. Número de presencias de lepidópteros por mes de muestreo	51
Gráfica 7. Porcentaje de presencias de lepidópteros por cobertura.....	55

Gráfica 8. Número de géneros por familia.....	78
Gráfica 9. Número de especies por familia.....	79
Gráfica 10. Número total de organismos por familia	79
Gráfica 11. Comparación de superficies de los modelados	91
Gráfica 12. Análisis estadístico con base en AUC	93
Gráfica 13. Análisis de Jacknife para la lepidopterofauna	95
Gráfica 14. Curva de respuesta de la lepidopterofauna a la evaporación anual ...	96
Gráfica 15. Respuesta de la lepidopterofauna a los tipos de suelo	96
Gráfica 16. Respuesta de la lepidopterofauna a las coberturas vegetales	97
Gráfica 17. Análisis estadístico con base al AUC de <i>L. aripa</i>	99
Gráfica 18. Análisis de Jacknife para <i>L. aripa</i>	100
Gráfica 19. Curva de respuesta de <i>L. aripa</i> frente a la orientación	101
Gráfica 20. Respuesta de <i>L. aripa</i> a los tipos de suelo	101
Gráfica 21. Curva de respuesta de <i>L. aripa</i> a las coberturas vegetales	102

Índice de cuadros

Cuadro 1. Reclasificación y ponderación para modelo ponderado de distribución potencial con ArcView	33
Cuadro 2. Clasificación de pendientes según Soil Survey Staff (1951)	47
Cuadro 3. Número de organismos muestreados	49
Cuadro 4. Número de organismos por mes, presencias por cobertura y cuadrante con más presencias	53
Cuadro 5. Listado taxonómico de la lepidopterofauna de Temascaltepec, Estado de México	56
Cuadro 6. Especies y número de organismos por familia	
Cuadro 7. Presencia de organismos en estado adulto por mes.....	55
Cuadro 8. Presencias por clase de variable climática	85
Cuadro 9. Contribución relativa de variables en el modelo con MaxEnt	94
Cuadro 10. Contribución relativa de variables, en el modelo con MaxEnt para <i>L. aripa</i> en el municipio de Temascaltepec	99

Índice de fichas descriptivas

Ficha 1. <i>Brephidium exilis</i>	57
Ficha 2. <i>Chlosyne ehrenbergii</i>	58
Ficha 3. <i>Colobura dirce</i>	59
Ficha 4. <i>Dione junno huascuma</i>	60
Ficha 5. <i>Dione moneta</i>	61
Ficha 6. <i>Morpho polyphemus</i>	62
Ficha 7. <i>Nymphalis antiopa</i>	63
Ficha 8. <i>Nymphalis cyanomelas</i>	64
Ficha 9. <i>Phyciodes texana</i>	65
Ficha 10. <i>Papilio multicaudata</i>	66
Ficha 11. <i>Anteos maerula</i>	67
Ficha 12. <i>Enantia melite</i>	68
Ficha 13. <i>Eurema alitha</i>	69
Ficha 14. <i>Eurema daira</i>	70
Ficha 15. <i>Eurema mexicana</i>	71
Ficha 16. <i>Eurema proterpia</i>	72
Ficha 17. <i>Eurema salome</i>	73
Ficha 18. <i>Leptophobia aripa</i>	74
Ficha 19. <i>Phoebis agarithe</i>	75
Ficha 20. <i>Zerene cesonia</i>	76

Índice de mapas (Anexo cartográfico)

- Mapa 1. Localización de área de estudio
- Mapa 2. Mapa base del municipio
- Mapa 3. Áreas Naturales Protegidas
- Mapa 4. Vegetación y usos de suelo
- Mapa 5. Edafología
- Mapa 6. Rocas
- Mapa 7. Estaciones meteorológicas
- Mapa 8. Estaciones meteorológicas en el municipio
- Mapa 9. Temperatura mínima
- Mapa 10. Temperatura máxima
- Mapa 11. Precipitación
- Mapa 12. Pendiente
- Mapa 13. Polígono de muestreo
- Mapa 14. Polígono de muestreo zonificado
- Mapa 15. Distribución conocida Enero, 2015
- Mapa 16. Distribución conocida Febrero, 2015
- Mapa 17. Distribución conocida Marzo, 2015
- Mapa 18. Distribución conocida Abril, 2015
- Mapa 19. Distribución conocida Mayo, 2015
- Mapa 20. Distribución conocida Junio, 2015
- Mapa 21. Distribución conocida Julio, 2015
- Mapa 22. Distribución conocida Agosto, 2015
- Mapa 23. Distribución conocida Septiembre, 2015
- Mapa 24. Distribución conocida Octubre, 2014

Mapa 25. Distribución conocida Noviembre, 2014

Mapa 26. Distribución conocida Diciembre, 2014

Mapa 27. Bivariado de temperatura Enero, 2015

Mapa 28. Bivariado de precipitación Enero, 2015

Mapa 29. Bivariado de evaporación Enero, 2015

Mapa 30. Bivariado de temperatura Febrero, 2015

Mapa 31. Bivariado de precipitación Febrero, 2015

Mapa 32. Bivariado de evaporación Febrero, 2015

Mapa 33. Bivariado de temperatura Marzo, 2015

Mapa 34. Bivariado de precipitación Marzo, 2015

Mapa 35. Bivariado de evaporación Marzo, 2015

Mapa 36. Bivariado de temperatura Abril, 2015

Mapa 37. Bivariado de precipitación Abril, 2015

Mapa 38. Bivariado de evaporación Abril, 2015

Mapa 39. Bivariado de temperatura Mayo, 2015

Mapa 40. Bivariado de precipitación Mayo, 2015

Mapa 41. Bivariado de evaporación Mayo, 2015

Mapa 42. Bivariado de temperatura Junio, 2015

Mapa 43. Bivariado de precipitación Junio, 2015

Mapa 44. Bivariado de evaporación Junio, 2015

Mapa 45. Bivariado de temperatura Julio, 2015

Mapa 46. Bivariado de precipitación Julio, 2015

Mapa 47. Bivariado de evaporación Julio, 2015

Mapa 48. Bivariado de temperatura Agosto, 2015

Mapa 49. Bivariado de precipitación Agosto, 2015

Mapa 50. Bivariado de evaporación Agosto, 2015

Mapa 51. Bivariado de temperatura Septiembre, 2015

Mapa 52. Bivariado de precipitación Septiembre, 2015

Mapa 53. Bivariado de evaporación Septiembre, 2015

Mapa 54. Bivariado de temperatura Octubre, 2014

Mapa 55. Bivariado de precipitación Octubre, 2014

Mapa 56. Bivariado de evaporación Octubre, 2014

Mapa 57. Bivariado de temperatura Noviembre, 2014

Mapa 58. Bivariado de precipitación Noviembre, 2014

Mapa 59. Bivariado de evaporación Noviembre, 2014

Mapa 60. Bivariado de temperatura Diciembre, 2014

Mapa 61. Bivariado de precipitación Diciembre, 2014

Mapa 62. Bivariado de evaporación Diciembre, 2014

Mapa 63. Distribución potencial de lepidopterofauna de Temascaltepec, con la aplicación ArcView

Mapa 64. Probabilidad de distribución de la lepidopterofauna para altitud y temperatura media anual en Temascaltepec

Mapa 65. Probabilidad de distribución de la lepidopterofauna para precipitación y orientación del territorio en Temascaltepec

Mapa 66. Probabilidad de distribución de la lepidopterofauna para unidades de suelo y coberturas vegetales en Temascaltepec

Mapa 67. Distribución potencial de la lepidopterofauna de Temascaltepec, con la aplicación MaxEnt

Mapa 68. Distribución potencial en Temascaltepec de *Leptophobia aripa*

RESUMEN

El análisis de la distribución espacial y potencial de la lepidopterofauna del municipio de Temascaltepec, Estado de México, aplicando Sistemas de Información Geográfica (SIG), tiene parte de su importancia reflejada en que este orden representa el segundo lugar con más especies entre la clase insecta (más de 150, 000 en todo el mundo), sólo siendo superado por el orden coleóptera. Está compuesto por individuos diurnos (mariposas) y nocturnos (polillas), sus principales características son, cuatro alas membranosas, cubiertas por escamas y presentar un ciclo de vida con metamorfosis completa, lo que se define como holometabolía. El tamaño y la densidad de las poblaciones de estos organismos, varían a lo largo de su distribución debido a las características de cada especie y a los aspectos ambientales y geográficos de cada lugar.

Los estudios de distribución, principalmente en insectos, se han visto ampliamente beneficiados con el desarrollo de tecnologías como los SIG, debido a que brindan valiosas herramientas a la entomología aplicada.

El modelado de la distribución potencial es poco utilizado para grupos de invertebrados y de manera particular en la lepidopterofauna. Es por ello que los antecedentes que se presentan para este grupo, son de otros países, ya que para México no se encontraron estudios al respecto.

El objetivo principal de esta investigación, fue analizar la distribución espacial de la lepidopterofauna (suborden Rhopalocera) y evaluar la distribución potencial de la misma en el municipio de Temascaltepec, Estado de México.

Para la elaboración del Sistema de Información Geográfica Medio Ambiental (SIGMA), se utilizó la aplicación ArcView 3.2. Se recopiló la información de los factores físicos (geología, edafología, elevación, Áreas Naturales Protegidas), biológicos (vegetación y usos de suelo) y climatológicos (temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima, precipitación, evaporación y días con lluvia) del municipio, información con la cual, se generó cartografía temática de las variables antes mencionadas.

También, se realizaron muestreos mensuales durante un año (octubre 2014 – septiembre 2015) de mariposa diurnas, para obtener la base de datos con los registros georreferenciados de los organismos, se realizó el listado taxonómico; así como el modelado de la distribución potencial con dos métodos distintos: ponderación en ArcView y utilizando el modelo de máxima entropía (MaxEnt), mismo que se utilizó también para el modelado de la especie *Leptophobia aripa*, que fue aquella con mayor presencia en el presente trabajo.

El SIGMA, evidenció que solamente el 36% del municipio no corresponde a un Área Natural Protegida (ANP); la vegetación más abundante es bosque de pino-encino, abarcando el 27% del territorio y el suelo predominante es Andosol, con 41%. El clima característico del municipio es semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad.

El número total de organismos colectados durante el año trabajado fue de 146, el mes con mayor número de presencias registradas fue marzo, mientras que el que obtuvo el menor número fue diciembre. De las coberturas del terreno en el polígono de muestreo, la que presentó más organismos fue la zona agrícola, seguida por la zona urbana y finalmente el bosque.

Se colectaron 146 organismos que, están agrupados en cuatro familias, 14 géneros y 20 especies distintas, siendo *Leptophobia aripa* la más abundante. Del modelado de la distribución potencial con ArcView, se mostró que únicamente en el 6.7% del municipio no hay probabilidad de distribución, en la mayor parte del territorio la probabilidad es muy baja (37.1%) y la probabilidad alta está representada con el 1%.

En el modelado con MaxEnt, de igual manera, el 1% del terreno tiene probabilidad alta de distribución, sin embargo, el área con probabilidad nula aumenta a 43.6%.

Finalmente *L. aripa*, según MaxEnt, muestra una tendencia a distribuirse en la porción Este del municipio.

1.0 Introducción

La biodiversidad es el resultado de los diferentes procesos evolutivos y ecológicos y abarca toda la escala de organización de los seres vivos. La diversidad biológica representa el número de especies y su abundancia en un tiempo y un lugar; también posee una dimensión ecológica funcional que se refiere a los procesos e interacciones al interior de las poblaciones de plantas y animales, y a nivel superior, de la comunidad y el ecosistema (Vega, 2010).

La diversidad de especies en el planeta, se ha estimado entre 5 y 50 millones, aunque actualmente, sólo se han descrito alrededor de 1.4 millones (CONEVYT, 2008).

En México, el número total de especies animales conocidas es de 65, 000 aproximadamente. Debido a su gran diversidad, forma parte de la lista de los países con mayor riqueza de especies en el mundo, ocupando uno de los primeros 4 lugares (CONEVYT, 2008).

Diferentes condiciones del territorio nacional, como la ubicación geográfica, su variedad de climas, topografía e historia geológica, son algunos de los factores que han influido en la diversidad biológica del país (Benítez y Bellot, 2010).

A pesar de que México es uno de los países megadiversos, junto con Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Congo, Madagascar, China, India, Malasia, Indonesia, Australia, Papúa, Nueva Guinea, Sudáfrica, Estados Unidos, Filipinas y Venezuela, (esta condición se refiere a que en ellos se encuentra entre el 60 y 70% de la diversidad mundial de especies), la diversidad biológica, enfrenta diversas amenazas, las principales según la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) en el año 2007 son:

Alteración de hábitats: comúnmente por un cambio de ecosistema a agroecosistema (a menudo monocultivos). Es la principal amenaza relacionada con cambios en el uso del suelo.



Sobreexplotación: la extracción de individuos a una tasa mayor que la que puede ser sostenida por la capacidad reproductiva natural de la población que se está aprovechando.

Especies introducidas: aquellas especies que no son del lugar, y en muchos casos, reemplazan prácticamente a las especies nativas.

Incremento de la población humana: trae consigo mayores demandas de bienes y servicios.

Y algunas más como sequías, inundaciones, incendios, vulcanismo, huracanes, cambio climático, entre otras.

Parte de las estrategias que se han implementado para contrarrestar tanto las problemáticas, como para contribuir al conocimiento de la biodiversidad, son los inventarios taxonómicos que permiten saber qué especies se distribuyen o habitan en un determinado lugar, qué tipo de dinámica existe dentro de la comunidad; cuál es el costo de la biodiversidad en una región en particular, entre otras cosas; es decir, brindan información valiosa para conocer los hábitos de los organismos, que permiten generar proyecciones de su distribución (López, 2011).

Dentro de la biodiversidad de México y el mundo, los insectos representan el grupo más diverso y abundante, hay alrededor de un millón de especies descritas de este grupo (mas varios millones posiblemente por descubrir). No obstante, con frecuencia, los insectos son excluidos de estudios biológicos, si bien existen algunos listados taxonómicos de este grupo, no son cuantiosos (Piera, 1997).

Dentro de este grupo hiperdiverso, se encuentra el orden lepidoptera. Este orden representa el segundo lugar con más especies entre la clase insecta (más de 150, 000 en todo el mundo), sólo siendo superado por el orden coleoptera. Está compuesto por individuos diurnos (mariposas) y nocturnos (polillas), sus principales características son: cuatro alas membranosas cubiertas por escamas, presentar un ciclo de vida con metamorfosis completa, lo que se define como



holometabolía y tener un aparato bucal de tipo chupador o espiritrompa (Rodríguez *et al.*, 2007).

Al formar parte del abundante grupo de los insectos, se conoce ampliamente su importancia; iniciando como una fuente de alimento para varias culturas (en estado adulto y larval principalmente), hasta aspectos como lo íntimamente relacionados que se encuentran con la supervivencia humana, debido a la influencia que tienen sobre la agricultura y horticultura, realizando una función polinizadora y como insectos considerados plaga (Ceballos *et al.*, 2009).

Se considera que estos organismos se encuentran distribuido prácticamente en todo México, sin embargo, la zona de mayor riqueza y endemismos es el sur del país (Llorente *et al.*, 2014).

El tamaño y la densidad de las poblaciones varían a lo largo de su distribución debido a las características de cada especie y a las características ambientales y geográficas de cada lugar (GBA, s.f).

Un tema de estudio asociado a la diversidad taxonómica y su distribución espacial, es la distribución potencial, que se basa en el concepto de nicho ecológico y se apoya en el uso de programas de cómputo (Leal *et al.*, 2012).

El abordaje de nicho ecológico, para los ecólogos, es el conjunto de condiciones (factores y recursos) que influyen en la supervivencia, crecimiento y reproducción de una especie (Seoane, 2009).

Los estudios de distribución, principalmente en insectos, se han visto ampliamente beneficiados con el desarrollo de tecnologías como los SIG, debido a que brindan valiosas herramientas a la entomología aplicada.

Los SIG, ofrecen un modelo informatizado del mundo real, un sistema de referencia ligado a la Tierra para satisfacer necesidades de información concretas. Se compone de datos, hardware, software, recursos humanos y un esquema organizativo. Mediante el manejo y análisis de las bases de datos, se logra potencializar el uso de los SIG como una herramienta fundamental para la toma de



decisiones basadas en el previo análisis espacial (Instituto Geográfico Nacional de España, 2013).

La aplicación de los SIG es muy amplia, contribuyendo al análisis geoespacial, permitiendo identificar zonas vulnerables, de impactos ambientales y sociales, o aptas para ciertos usos, generando así información útil para la población humana, que guarda una estrecha relación con su entorno, siendo esta información la base en la planeación del uso y gestión del territorio, la aptitud, distribución y aprovechamiento de recursos, prevención ante catástrofes, entre muchas otras finalidades. La importancia y su aplicación, radica en que un gran porcentaje de los problemas ambientales, son resultado del mal manejo de las actividades humanas, así como de la falta de información geográfica de los recursos (Rodgers, 1993).

Es así como los SIG, desempeñan un papel importante como herramienta útil en el manejo ambiental, desarrollo sustentable de los recursos, así como la conservación y monitoreo de la biodiversidad; un ejemplo de esto, puede ser su uso para la realización de Sistemas de Información Geográfica Medio Ambientales (SIGMA).

Un SIGMA es una base de datos georreferenciada, aunada a datos físicos, biológicos, socioeconómicos y ambientales. Nos permite realizar la caracterización de los recursos de la zona, con la finalidad de gestionar su uso adecuado y razonable, así como para prevenir o identificar vulnerabilidad, como base en la toma de decisiones posteriores al análisis (Chico, 2010).



2.0 Marco Conceptual

2.1 Orden Lepidoptera

El orden lepidoptera, pertenece al filo arthropoda, caracterizado por ser el filo más numeroso y diverso del reino animal. El término arthropoda incluye animales invertebrados dotados de un esqueleto externo y apéndices articulados; entre ellos están, los insectos. Dentro de este filo, se encuentra el subfilo hexápoda, que es el que más especies agrupa y recibe este nombre debido a que a él pertenecen los organismos con seis apéndices locomotores. Dentro de este subfilo, está la clase insecta, que son organismos invertebrados que pueden encontrarse en casi todos los ambientes del planeta y comprenden el grupo más diverso de la Tierra (CONABIO, s.f).

El número de especies de insectos conocidos (alrededor de un millón), representa un número semejante a tres veces el resto de los animales juntos. De hecho, se ha planteado que las especies de insectos pueden alcanzar una cifra entre 10 a 30 millones. Dentro de esta clase hiperdiversa, el orden lepidóptera, es el segundo grupo más abundante (Toro *et al.*, 2003).

De manera general, los insectos son individuos muy antiguos, se tiene registro fósil que data del Carbonífero (Martínez, 1996). La aparición de los primeros fósiles de mariposas, data de más de cien millones de años, con adaptaciones tan asombrosas que han hecho posible su sobrevivencia en la gran mayoría de ecosistemas terrestres (González y Solís, 2008).

Los lepidópteros han traído consigo, desde muchos siglos atrás, diversas connotaciones culturales para el ser humano. En México, desde la antigüedad, mayas, chimecas, teotihuacanos, mixtecas, cholultecas y aztecas, culturas que para la historia han sido poseedoras de gran conocimiento, las mariposas y otros insectos generaron enorme curiosidad, que se expresó en la escritura y pintura, o que se tomaron como seres divinos, que daban explicaciones de la vida y la muerte, y eran representaciones de fuego, alma, guerreros y problemas (Llorente *et al.*, 2004).



El término lepidoptera, tiene origen griego: *lepidos*, que significa escamas y *pteron*, que quiere decir ala; es decir, que presenta alas cubiertas con pequeñas escamas, que en la mayoría, dan forma a los colores que ostentan (García, 1999).

Las alas de los lepidópteros, están recubiertas por escamas pigmentadas, que son secretadas en el estadio de pupa, definiendo así el patrón que tendrá el adulto (Pineda, 2013).

Este orden cuenta con casi 120 000 especies a nivel mundial. Habitan predominantemente en los trópicos, pero también se pueden encontrar en climas fríos. Su expansión coincide con la de los vegetales superiores, durante el Cretácico y Terciario (Urretabizkaya *et al.*, 2010).

Dentro del orden lepidoptera, se tienen dos subordenes: Rhopalocera (diurnos) y Heterocera (nocturnos). El primer suborden se caracteriza por tener la disposición de las alas de manera vertical, respecto al eje del cuerpo, mientras que los organismos del suborden Heterocera, tienen un acomodo de alas horizontal respecto al eje del cuerpo (Bar, 2002). En el presente estudio, únicamente se trabajó con organismos del suborden Rhopalocera.

El suborden Rhopalocera, está representado por seis familias principalmente: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae, Lycaenidae, Riodinidae y Hesperidae.

Según la familia o especie a la que pertenezca algún individuo, las venas de las alas forman un diseño característico. Conocer este patrón es, en algunos casos, imprescindible para la correcta determinación de una especie concreta (Pineda, 2013).

2.1.1 Ciclo de vida

Los lepidópteros son insectos holometábolos, es decir, que poseen metamorfosis completa (Figura 1), representada por un cambio brusco y sucesivo en la forma y estructura corporal, iniciado por el estado de huevo, seguido de larva (oruga), pupa (también denominada crisálida) y, por último, adulto (Triplehorn y Johnson, 2005).



Generalmente, la duración completa del ciclo de vida de los estados inmaduros (huevo, larva y pupa) de una mariposa se encuentra entre 30 y 120 días, dependiendo de la especie y las condiciones ambientales (Vélez, 2005).

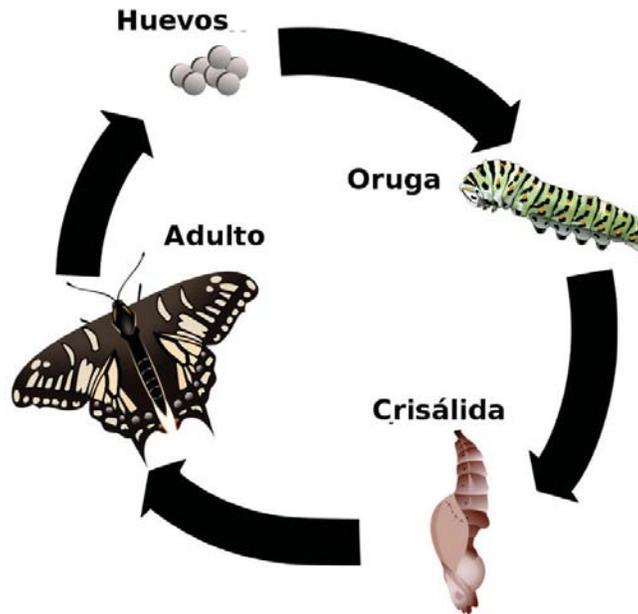


Figura 1. Ciclo de vida del orden lepidóptera.

Fuente: <https://www.pinterest.com/daleb0207/insects/>

- *Huevo*: Son colocados en forma aislada o agrupados, en fila o en una o varias franjas, es la fase más delicada, como consecuencia del ataque de depredadores. La hembra deposita los huevos en las plantas hospederas o cerca de ellas; y en diferentes partes de la planta, como pueden ser: el envés y/o el haz de las hojas, las hendiduras de los troncos, las flores y los nuevos brotes; con la finalidad de tratar de asegurar la sobrevivencia. El tamaño varía de 0.2 a 3 o 4 mm (Vélez, 2005).
- *Larva (oruga)*: Durante este periodo, los requerimientos alimenticios para el crecimiento y como reserva energética, son muy altos. La larva, posee una cabeza bien desarrollada, y un cuerpo cilíndrico, dividido en 13 metámeros (3 torácicos y 10 abdominales) (Vélez, 2005).



- *Pupa (Crisálida)*: En algunas especies de mariposas, la crisálida se encuentra unida a una hoja o rama por el cremáster, que es una estructura espinosa ubicada en el extremo posterior del cuerpo, esto las mantiene colgando cabeza abajo. En otros casos, la pupa se mantiene en una posición más o menos vertical, por una faja de seda que poseen alrededor de la mitad del cuerpo. Durante esta etapa, el organismo permanece casi inmóvil, salvo por algunos movimientos abdominales (Vélez, 2005).
- *Adulto (Imago)*: Fase final del ciclo de vida. Su tamaño varía de los pocos mm, a los ± 35 cm de envergadura; es un organismo alado, apto para la reproducción (Vélez, 2005).

2.1.2 Morfología del adulto

Como todos los insectos, carece de un verdadero esqueleto interno, por lo que posee un exoesqueleto. La regionalización de estos organismos, está conformada por tres tagmas: cabeza, tórax y abdomen (Patrimonio Natural de Argentina, 2003) (Figura 2).

- *Cabeza*: Posee un par de ojos compuestos, que permiten la visión de colores y formas. También tiene dos antenas ubicadas junto a los ojos, en ellas están presentes quimiorreceptores. Su aparato bucal es de tipo chupador, que está modificado en una probóscide llamada “espiritrompa”.
- *Tórax*: Está compuesto por prototórax, mesotórax y metatórax; cada uno de ellos posee un par de apéndices. Prototórax carece de alas y suele ser pequeño, el segundo segmento, mesotórax, porta el primer par de alas, el segundo par de alas, que suele ser más pequeño, se encuentra en el metatórax.

Las alas están formadas por una doble membrana atravesadas por engrosamientos tubulares denominados nerviaciones. Las escamas que cubren las alas, pueden cumplir diversas funciones, como la emisión de olores o la determinación de los patrones de coloración que presenta cada organismo.



- *Abdomen:* Carece de apéndices, aloja los órganos del cuerpo, entre ellos al aparato reproductor. Posee una placa, que une la parte dorsal y ventral, en la que se encuentran los estigmas, que son las aberturas externas con las que inicia el sistema respiratorio.

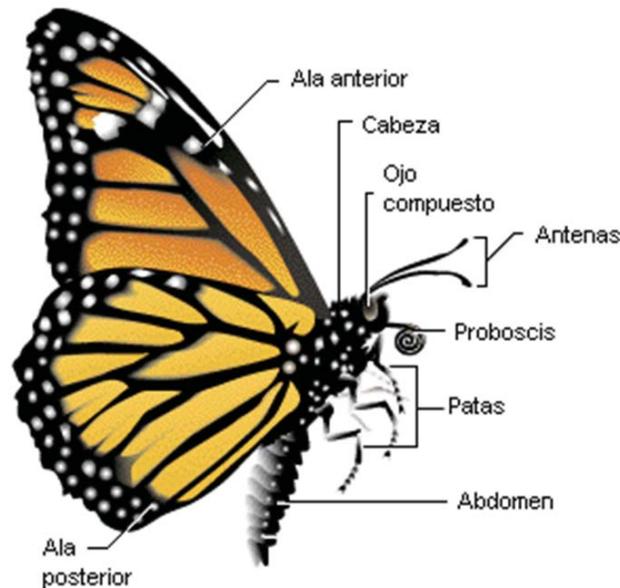


Figura 2. Morfología de lepidópteros.

Fuente: <http://mariposaspain.blogspot.mx/2015/01/el-imago-la-mariposa.html>

Los imagos o adultos, por medio de la probóscide, succionan o absorben sus alimentos. El néctar de las flores constituye su principal alimento, aunque también la savia de los árboles y el jugo de las frutas en descomposición, son componentes importantes de la dieta de algunas especies (Fernández y Baz, 2006).

En algunos casos específicos (lepidópteros con mandíbulas funcionales) se alimentan fundamentalmente de polen y esporas de los hongos (Fernández y Baz, 2006).



2.2 Sistemas de Información Geográfica

La aparición de los SIG, mostró una de sus primeras experiencias en 1959, cuando Waldo Tobler definió los principios de un sistema denominado MIMO (map in-map out) con la finalidad de aplicar a las computadoras al campo de la cartografía. En él, establece los principios básicos para la creación de datos geográficos, su codificación, análisis y representación dentro de un sistema informatizado. Estos son los elementos principales del software que integra un SIG, y que habrán de aparecer en todas las aplicaciones desarrolladas desde ese momento (Olaya, 2011).

Los estudios para la conservación de la biodiversidad poseen un componente espacial muy marcado. Para la conservación de especies, comunidades y ecosistemas es imprescindible el conocimiento de su localización y distribución en el territorio. Esto hace de los SIG, cuya principal característica es su capacidad de manejar información espacial, un instrumento cada vez más relevante para la toma de decisiones en esta materia (Moreira, 1996).

Estas herramientas, permiten recopilar y expresar cartográficamente un alto volumen de información que hubiese sido imposible procesar en tan poco tiempo, por métodos análogos, sobre todo para incorporar datos de alto valor científico a los procesos de manejo, toma de decisiones, de política y estrategia de desarrollo, entre otras tareas (García, 1999).

Los SIG poseen una gran variedad de campos de aplicación, los límites más comunes son los que dan la profundidad de los conocimientos, la claridad de los objetivos, la experiencia, el ingenio, imaginación y creatividad del grupo de usuarios que aplica dicha tecnología (Espinosa, 2011).



2.2.1 Definiciones de Sistemas de Información Geográfica

Los SIG pueden definirse como herramientas para el lenguaje cartográfico y la relación que establece el hombre, el medio ambiente y el medio físico; sin embargo, esto puede variar del enfoque que le de cada autor.

Burrough (1989), define los SIG como “un potente conjunto de herramientas para recolectar, almacenar, recuperar a voluntad, transformar y presentar datos espaciales procedentes del mundo real.”

Por su parte, ESRI España, define un Sistema de Información Geográfica como: “un sistema para la gestión, análisis y visualización de conocimiento geográfico que se estructura en diferentes conjuntos de información: mapas interactivos, datos geográficos, modelos de geoprocésamiento, modelos de datos y metadatos.

Rodríguez en el año 2000, menciona que el National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA, 1991), define al SIG como “sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y representación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas de planificación y gestión.”

Las definiciones citadas anteriormente, coinciden al resaltar el elemento fundamental de referencia geográfica presente en todos los SIG. Este elemento diferencia a los SIG de otras bases de datos especializadas. El dato espacial contiene, en su componente más elemental, características de localización (X, Y) y características temáticas (Z), en las cuales se asienta la base de todas las operaciones posibles que puede realizar un SIG (Chico, 2010).



2.2.2 Estructura de los Sistemas de Información Geográfica

Los datos espaciales contenidos en un SIG pueden entenderse como un conjunto de mapas de una proporción específica de la superficie, que representan una variable temática, como puede ser: red vial, edafología, geología, hidrografía, asentamientos urbanos, entre muchos otros. Una vez que la variable temática ha sido importada en la interfaz de un SIG, recibe el nombre de capa temática, en la cual, existe la representación de una topología específica de elementos del mundo real (Chico, 2010).

Aronoff, en 1989, definió una capa temática como “conjunto de elementos geográficos lógicamente relacionados, que además, incluye a sus atributos temáticos”. También se puede entender como la separación lógica de los datos espaciales de un mapa, de acuerdo con un tema determinado; así, cada capa almacena un tipo particular y homogéneo de objetos espaciales.

La representación visual de estas capas, es mediante los mapas temáticos. Según la ICA (Asociación Internacional de Cartografía) “un mapa temático es aquel que está diseñado para mostrar características o conceptos particulares. En el uso convencional de los mapas, este término excluye los mapas topográficos o generales” (Red Idrisi, 2010).

Por esto, los mapas pueden definirse como una representación del entorno, lo que representa un concepto tan amplio, que abarca no sólo elementos visibles de la superficie terrestre, sino a cualquier clase de fenómeno que posea una variabilidad espacial, por pequeña que esta sea (Gutiérrez, 2011).

La representación de los objetos espaciales, se realiza en función de los distintos tipos de unidades de observación que se pueden distinguir en la realidad. Por consiguiente, tenemos que, a partir de las propiedades geométricas de un hecho espacial real, éste puede representarse en una capa por medio de tres elementos establecidos: puntos (1 par de coordenadas), líneas (al menos 2 pares de coordenadas) y polígonos (al menos 3 pares de coordenadas) en el modelo de



datos vectorial, mientras que para el modelo raster, la representación es por medio de celdas (pixeles) (Figura 3) (Olaya, 2011).

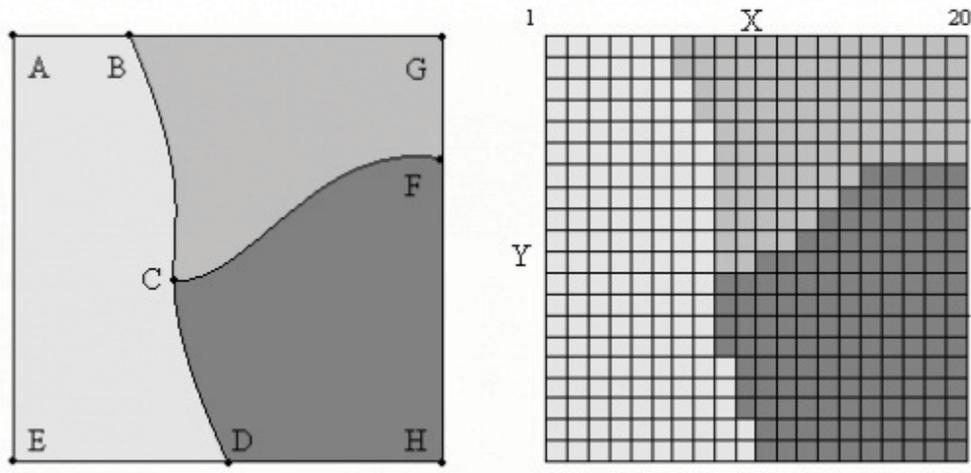


Figura 3. Tipos de representación en SIG.
Fuente: <https://msvportfolio.wordpress.com/>

2.2.3 Modelo Vectorial

El modelo vectorial constituye una codificación de los datos geográficos en la que se representa una variable geográfica por su geometría y son almacenadas con un formato digital fácilmente visualizado como una imagen gráfica; las porciones del territorio y su representación digital suelen constituir una lista de coordenadas de puntos y vértices que definen la geometría de los elementos. Su codificación se realiza a través de una base de datos de tipo relacional asociada a la representación gráfica (INAH, 2014).

El punto, se puede utilizar para representar elementos del medio que por su escala no es posible representar mediante un polígono; esto se ve completamente influenciado por la escala que se utilice en la representación del terreno. A escalas pequeñas, se pueden representar árboles, torres de electricidad; mientras que a escalas grandes, puede ser empleado para núcleos urbanos (INAH, 2014).

La línea, representa elementos lineales como: vías de comunicación, hidrografía, curvas de nivel, etc.



El polígono, representa superficies como parcelas, núcleos de población, Áreas Naturales Protegidas, etc. Es la geometría que representa la mayor cantidad de información, por lo que permite la realización de análisis más complejos (FIGURA 4).

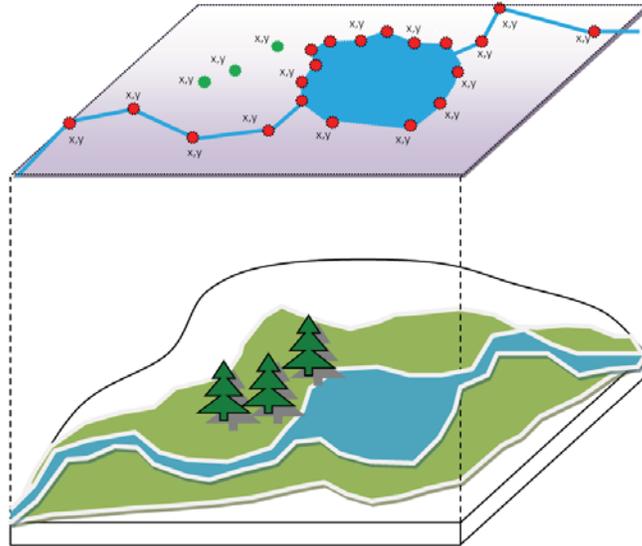


Figura 4. Representación vectorial de la información geográfica.

Fuente: http://educaciongeograficalicenciatura.blogspot.mx/2015_03_01_archive.html

2.2.4 Modelo Ráster

El modelo ráster, supone la existencia de un área de estudio sobre la cual se sobrepone un sistema de cuadrículas, donde cada unidad se denomina celda o pixel y tienen la misma forma y tamaño.

Es decir, los conjuntos de datos ráster son matrices compuestas de celdas, con un sistema de posición basado en filas y columnas, cada una de ellas tiene un valor asignado, estos datos se representan gráficamente mediante píxeles (INAH, 2014).

En este sistema, un elemento esencial es el tamaño del píxel y asociado con él, el número total de filas y columnas de la cuadrícula (Figura 5); el tamaño del píxel establece la escala del mapa, es decir, la relación que existe entre una longitud o superficie de la realidad y su representación en el mapa. Por ello, cuanto más pequeño sea el píxel, más precisa será la representación de la realidad, pero al



mismo tiempo cuanto más pequeño sea el elemento base, mayor número de filas y columnas se necesitará para representar una misma porción del terreno y por lo tanto, más grande tendrá que ser el espacio de almacenamiento del mapa y más laborioso será su tratamiento y análisis (Bosque, 1992).

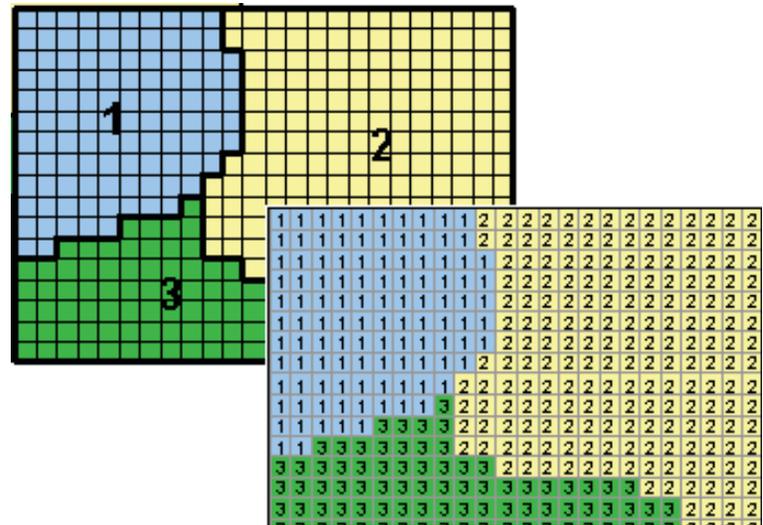


Figura 5. Representación raster de la Información Geográfica.
 Fuente: http://educaciongeograficalicenciatura.blogspot.mx/2015_03_01_archive.html

2.2.5 Clasificación de las Funciones de los Sistemas de Información Geográfica

Otra de las definiciones base de un SIG es, un programa de computadora con capacidades específicas que se pueden resumir en los siguientes subsistemas o componentes lógicos (Bosque *et al.*, 1997):

Entrada de datos: Los datos espaciales y sus características temáticas asociadas, provienen por lo general de diversas fuentes y en distintos formatos, por lo que esta información debe ser homogeneizada para integrarla al sistema. Estos procedimientos, permiten convertir la información geográfica del formato analógico, el habitual en el mundo real, al formato digital que puede manejar la computadora.



Salida/representación gráfica y cartográfica de la información: existen diversas formas de mostrar los datos salientes, que pueden ser los propios datos incorporados a la interfaz del SIG o el resultado de las operaciones analíticas realizadas sobre ellos. Entre las diversas opciones que se tienen, están los mapas, gráficos, tablas numéricas y algunos otros.

Gestión de información espacial: En este componente, están incluidas las operaciones de almacenamiento, organización y control de los datos tanto espaciales como temáticos, que se encuentran en la base de datos.

Analíticas: Es el elemento más característico de un SIG, ya que permite el procesamiento de los datos, con el fin de obtener la mayor cantidad de información posible y deseada. Por medio de su adecuada aplicación y explotación, se puede llegar al modelado cartográfico, logrando incluso, prever los resultados de las decisiones tomadas, o bien, plantear diversos escenarios o propuestas virtuales para efectuar la toma de decisiones de manera más acertada.

Sin embargo, la aplicación de estos procesos, dependerá de los objetivos del investigador y del proyecto a desarrollar.



3.0 Antecedentes

3.1 Temascaltepec

En el presente apartado se consultarán los trabajos encontrados para el municipio. No obstante es importante mencionar que los estudios realizados en el área son poco con respecto a otras entidades del Estado de México y además, que la búsqueda de información no arrojó resultados para estudios dirigidos a insectos.

Uno de los trabajos que incluyen inventarios de fauna, es el de Silva (1997), que realizó un análisis avifaunístico del municipio; con esta investigación, se agregaron 61 especies a las ya conocidas en la zona, generando un total de 178 especies para el municipio.

Por otro lado, Monroy y Mundo en 2009 estudiaron el nicho trófico de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en un ambiente modificado, en el municipio. Analizaron los cambios de dieta de la nutria, en dos ríos que presentan intervención humana causada por el establecimiento de criaderos de peces comerciales.

Posteriormente en el 2011, Pérez y colaboradores en su trabajo arrojaron nuevos registro de Macromicetos para el municipio. Presentaron un listado de 43 especies siendo todas nuevas registros para Temascaltepec y una de ellas fue nuevo registro para México. La mayoría de las especies provienen de bosque de *Quercus spp.* o de *Abies religiosa*. Reportaron especies comestibles, tóxicas y ectomicorrízicas.

Existen algunos otros trabajos en los que se estudia parte del municipio o zonas colindantes, pero no se encontraron registros de investigaciones en los que el área de estudio esté enfocada propiamente Temascaltepec.



3.2 Modelo de Distribución Potencial

3.2.1 Distribución Potencial de Lepidopterofauna

El modelado de la distribución potencial es poco utilizado para grupos de invertebrados y de manera particular en la lepidopterofauna. Es por ello que los antecedentes que se presentan para este grupo, son de otros países, ya que para México no se encontraron estudios al respecto.

Romo y colaboradores, en el 2006 realizaron el estudio titulado: "Distribución potencial de trece especies de mariposas diurnas amenazadas o raras en el área ibero-balear (Lepidoptera: Papilionidae & Hesperioidea). Utilizaron dos aplicaciones libres: DOMAIN y Desktop GARP; se validaron resultados mediante una estimación del número de cuadrículas del área de distribución calculadas a partir de siete estimadores. Utilizaron cinco variables ambientales: temperatura máxima del mes más cálido, temperatura anual, altitud, precipitación anual e inclinación del terreno.

Heit y colaboradores, en el 2013, investigaron sobre un modelo de distribución potencial de *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae), como una herramienta de planificación para su detección temprana a nivel regional, en Argentina. Categorizaron y delimitaron cartográficamente áreas de riesgo diferencial mediante la utilización de un enfoque ecológico deductivo; utilizaron estadísticas climáticas diarias. Plantearon que dicho análisis de riesgo territorial permitiría optimizar la planificación espacio-temporal de las actividades de monitoreo preventivo de esta especie invasora.

En el año 2014, Azor y Barro realizaron la modelación de la distribución potencial de mariposas endémicas para Cuba (Lepidoptera: Papilionidae). Se recopilaron datos de presencias de muestreos realizados en el periodo 1992 - 2013, en 116 localidades distribuidas en el territorio Cubano, la distribución potencial se modeló con entre 4 y 50 datos de presencias, según la información existente para cada especie. Utilizaron el método de Máxima Entropía y en total modelaron 15 especies.



3.2.2 Distribución potencial de fauna en México

Bolivar, 2009, realizó el análisis del hábitat óptimo y modelado de nicho ecológico para la conservación del venado cola blanca en el centro de Veracruz. Su objetivo fue determinar áreas que tuvieran las condiciones apropiadas para el mantenimiento de poblaciones de venado cola blanca. Se realizaron dos aproximaciones: la cuantificación del hábitat, con el Modelo de Unidad de Hábitat Óptimo; y la segunda aproximación, el modelado de nicho ecológico, para ello se utilizó el Modelo de Máxima Entropía.

Trotta y colaboradores, por parte del Instituto de Ecología, A. C., en el año 2008, estudiaron la “Distribución conocida y potencial de las especies de geotrupinae (coleóptera: scarabaeoidea) en México. Se recopiló la información disponible de los geotrúpidos presentes en la república mexicana, con lo que se elaboró una base de datos; también se elaboraron mapas de distribución conocida, así como mapas que muestran la distribución potencial utilizando una metodología basada en los modelos de máxima entropía (MaxEnt).

Cuervo y Monroy en el 2012, analizaron la “Distribución potencial del jaguar *Panthera onca* (Carnivora: Felidae) en Guerrero, México: persistencia de zonas para su conservación. De igual forma, se basaron en la metodología de MaxEnt para la predicción realizada.

Finalmente, Espinoza y colaboradores en el año 2014, realizaron una investigación titulada: “Distribución potencial del coatí (*Nasua narica*) en el noreste de México: implicaciones para su conservación. Utilizaron 26 variables para el modelo y las presencias fueron obtenidas de bases de datos.



4.0 Objetivos

4.1 Objetivo General

Analizar la distribución espacial actual de la lepidopterofauna diurna y evaluar la distribución potencial de la misma en el municipio de Temascaltepec, Estado de México.

4.2 Objetivos Particulares

- Recopilar la base cartográfica para la caracterización del municipio (SIGMA)
- Diseñar cartografía con la información del SIGMA.
- Generar cartografía de la distribución espacial actual de los organismos.
- Elaborar un listado taxonómico georreferenciado con las especies encontradas.
- Analizar la relación espacial de presencias de lepidópteros con variables climáticas (temperatura, precipitación y evaporación).
- Realizar una propuesta de un modelo ponderado, para evaluar la distribución potencial.
- Elaborar la cartografía de la distribución potencial de lepidopterofauna, como resultado de los modelos de ArcView y MaxEnt.



5.0 Área de Estudio

5.1 Historia

Temascaltepec, deriva del náhuatl temazcalli: “baño de vapor” y de tepetl: “cerro” y el locativo co, “c”; significa “Cerro de los temascales o baños de vapor”. El territorio de este municipio fue habitado por los matlatzincas y es probable que a ellos se deba la fundación del poblado en torno a las minas. El nombre anterior, fue Cocalostoc, “Cueva de cuervos”, y fue en el año 1824 que por decreto, su nombre cambió al que recibe actualmente (INAFED, 2008).

En el ámbito minero, durante la colonia y aún después de la independencia, Temascaltepec fue una de las zonas más ricas del país en minerales. Su poblamiento se inició después de 1556 D.C., al descubrirse el mineral de plata. Para 1569 D.C, se contaba con parroquia, 55 vecinos, más de 250 indígenas y más de 200 negros (INAFED, 2008).

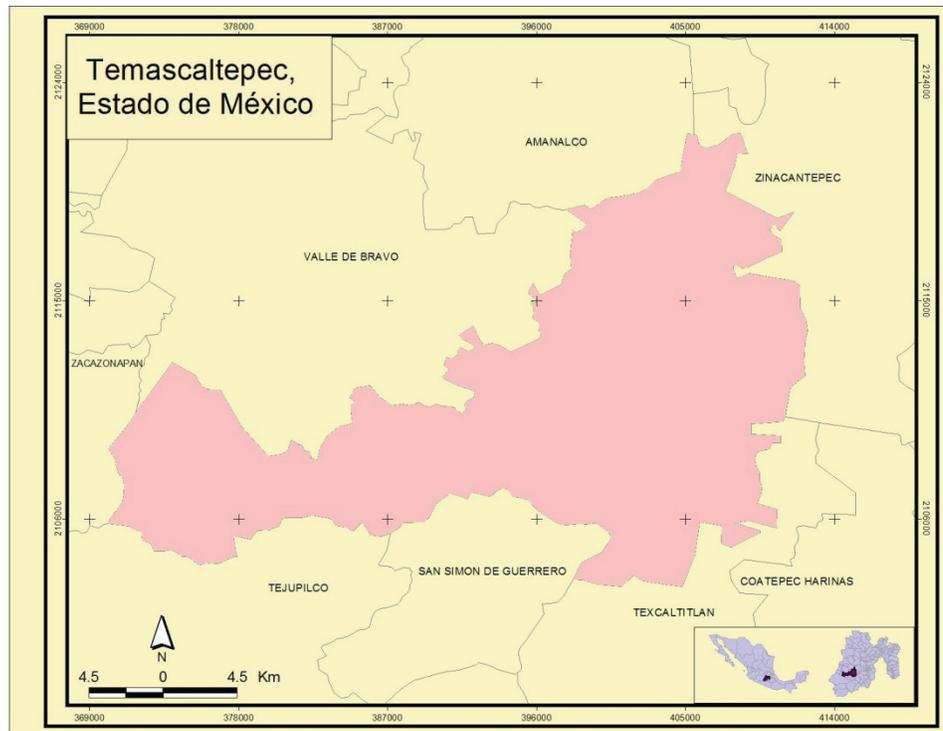
Según el censo realizado en 2010, el municipio cuenta con 32, 870 habitantes, 16, 142 hombres y 16, 728 mujeres (INEGI 2010).

5.2 Localización

El municipio de Temascaltepec, se ubica en el Suroeste del Estado de México, dentro del Eje Neovolcánico Transversal, aproximadamente a 40 kilómetros de la ciudad de Toluca. Las coordenadas UTM de su cabecera municipal, son: 390421 m Este y 2105919 m Norte, tiene una altitud de 1, 730 msnm. El municipio tiene una extensión total de 56,798 hectáreas.



Al Norte colinda con los municipios de Amanalco y Valle de Bravo; al Sur con Tejupilco de Hidalgo, San Simón de Guerrero, Texcaltitlan y Coatepec Harinas; al Oeste con Zacazonapan y al Este con Zinacantepec (Mapa 1).



Mapa 1. Localización del área de estudio.

5.3 Vegetación y Usos de Suelo

La vegetación es un tanto variada por el tipo de clima y aspectos geológicos, edáficos, fisiográficos y ecológicos, aunado al gradiente altitudinal, que influye en la heterogeneidad de las comunidades.

La vegetación predominante corresponde a bosque de pino, bosque de pino-encino y agricultura (INEGI, 2001).

5.3.1 Bosque de pino

Este tipo de cobertura vegetal, constituye el recurso forestal por excelencia, son poblaciones arboladas con crecimiento relativamente rápido. Los organismos alcanzan en promedio una altura de 15 a 30 metros. Estos bosques, tienen un estrato inferior pobre en arbustos, pero abundante en gramíneas (INEGI, 2001).



Gran parte de ellos se asientan en las partes altas de las sierras volcánicas, en altitudes entre 2, 500 y 4, 000 msnm; crecen sobre suelos profundos, tipo andosol, o de escaso desarrollo, como regosol y cambisol (INEGI, 2001).

Las especies más comunes en esta zona son: *Pinus leiophylla* (pino chino), *Pinus hartwegii* (pino), *Pinus montezumae* (ocote blanco), *Pinus pseudostrobus* (pino lacio), *Pinus michoacana* (pino escobetón) y *Pinus oocarpa* (ocote trompillo) (INEGI, 2001).

5.3.2 Bosque de pino-encino

Es una comunidad conformada por diferentes especies de pinos y encinos; su altitud varía de 2, 000 a 3, 000 msnm, se desarrollan sobre suelos de origen ígneo, metamórfico y sedimentario en su mayoría de tipo andosol, cambisol, regosol y luvisol (INEGI, 2001).

La precipitación promedio en estos lugares fluctúa de 1, 000 a 1, 500 mm anuales, la mayor parte de esta vegetación se encuentra en el clima templado subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 2001).

En el estrato arbóreo, que va de 5 a 20 metros de alto, se encuentran las especies de pino mencionadas anteriormente, mientras que de encino, se encuentran las siguientes: *Quercus laurina* (encino laurelillo), *Quercus rugosa* (encino quebracho), *Quercus crassifolia* (roble), entre algunas otras especies en menor densidad (INEGI, 2001).

5.3.3 Agricultura

La agricultura en la entidad enfrenta grandes retos, es una función básica en la estructura económica y social del municipio, sin embargo, no ha despegado con la fuerza que lo han hecho otros sectores productivos más privilegiados (INEGI, 2001).

La agricultura que se practica en el municipio, es de temporal en la mayor parte, aunque en algunos otros sitios, se establecen pequeños cultivos de hortalizas



(papa, chícharo, cebolla, haba y jitomate), otro como: caña de azúcar y frutales (durazno y aguacate) (INEGI, 2001).

El municipio de Temascaltepec es pionero en el Estado de México para la producción de aguacate (*Persea americana*) (INEGI, 2001).

5.4 Clima

El clima característico del municipio es templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad. Los climas templados, son considerados mesotérmicos (INEGI, 2001).

En el clima característico del municipio, la precipitación invernal, es decir, la ocurrida en los meses de enero, febrero y marzo, corresponde a menos del 5% de la lluvia total anual. Se presenta en terrenos cuya altitud va de 1, 800 a 2, 700 m, en los cuales la precipitación total anual es mayor de 700 mm y la temperatura media anual varía de 12° a 18° C (INEGI, 2001).

La temperatura y precipitación que se producen en estos terrenos permiten el desarrollo de la agricultura de temporal, aunque únicamente se puede implantar un ciclo agrícola en la época lluviosa del año, proporcionando riego de auxilio (INEGI, 2001).



6.0 Materiales y método

6.1 SIGMA

Para la elaboración del SIGMA, se utilizó la aplicación ArcView 3.2. Se recopiló la información de los factores físicos (geología, edafología, altitud, áreas naturales protegidas), biológicos (vegetación y usos de suelo) y climatológicos (temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima, precipitación, evaporación y días con lluvia) del municipio. Tomados de fuentes como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y el Sistema Meteorológico Nacional (SMN-CNA), en escala 1:250 000 y fueron proyectadas en un sistema de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), Datum WGS84, zona 14Q Norte.

Toda la información recabada, fue importada a bases de datos del SIG, para la elaboración de la cartografía temática.

6.2 Trabajo de campo, colecta y preservación

Se realizaron muestreos mensuales durante el lapso de un año (octubre de 2014 a septiembre de 2015) con la finalidad de abarcar todas las temporalidades. Los muestreos se realizaron en un horario de 11:00 a 17:00 horas aproximadamente, lapso en el que se observaba mayor actividad de los lepidópteros.

El polígono de muestreo comprendió un área total de 11 hectáreas, de las cuales se muestrearon 10, en el resto, el acceso era imposible debido a la pronunciada pendiente del terreno y en otros casos, por ser áreas privadas con acceso controlado.

Se utilizaron dos métodos de captura:

- Red aérea: consiste en un aro de 40 cm de diámetro, tiene un cono de tela en tul, el largo de este cono es de aproximadamente 100 cm y la punta debe terminar de manera redondeada, para evitar daño en las alas de los organismos. Tiene un mango de aproximadamente dos metros, sujeto al



aro inicial. Estas redes fueron utilizadas durante los recorridos realizados en el polígono de muestreo (Andrade *et al.*, 2013). Este método se utilizó todos los días de trabajo en campo, durante las horas que duraba el recorrido del polígono de muestreo.

- Trampa van Someren-Rydos (carpotrampa): consiste en un cilindro de tela tul, que tiene tapada la parte superior, mientras que la parte inferior no está cerrada, ya que debe tener sujeto un plato en el que se colocó el cebo (piña fermentada), la distancia entre la parte inferior del cilindro y el plato, no debe superar 2.5 cm (Andrade *et al.*, 2013). Se utilizaron dos carpotrampas que eran colocadas al inicio de la jordana y se retiraban al finalizar el muestreo del día.

Una vez capturados los organismos, se desarticulaban las alas para evitar daños, ya que el patrón de escamas de las alas se utilizan en la determinación taxonómica, posteriormente, fueron sacrificados utilizando una cámara letal con cianuro de potasio (Márquez, 2005).

6.3 Trabajo de laboratorio

En laboratorio se sometieron a una preservación temporal, manteniendo cada organismo en bolsas de papel glasine, dentro de cámaras húmedas.

La cámara húmeda se elaboró con un recipiente plano y largo, con tapa que cierra firmemente, a éste se le agrega una cama de arena mezclada con cristales de fenol. Una vez lista la cámara, se coloca una malla de plástico o de un material similar para que los insectos no estén en contacto directo con el sustrato, sobre ellas se colocan los insectos (con sus datos de colecta o clave) y se cierra lo mejor posible el recipiente. Después de varios días los insectos estarán rehidratados y blandos, listos para el montaje (Márquez, 2005).

Finalmente, se realizó el montaje entomológico, incluyendo el acomodo adecuado de las alas de los lepidópteros. La determinación se hizo con claves taxonómicas ilustradas de UNAM-CONABIO (2010) y una guía de campo de CONABIO (2013), con las especies determinadas, se realizó el listado taxonómico.



De cada organismo capturado, se registraron datos como coordenadas geográficas del punto de captura, elevación, vegetación y observaciones específicas de la condición del organismo. Con esta información se realizó una base de datos, misma que posteriormente fue llevada a la interfaz del SIG ArcView 3.2, con los puntos de captura y el polígono de muestreo digitalizado y seccionado, se realizó la cartografía de distribución conocida por unidad de muestreo.

6.4 Relación espacial de la presencia de los lepidópteros con variables climáticas (usando mapas bivariados)

Para realizar la visualización y el análisis espacial de las relaciones presencia-elementos del clima, se usó una metodología conocida como mapas coropléticos bivariados. Los mapas coropléticos sencillos permiten la representación de una variable cuantitativa, incluyendo los datos ordinales (Kraak & Ormeling, 2010) en cada mapa, a través de una variación sistemática de los parámetros de color (Hruby, 2015). Los mapas coropléticos facilitan el diseño para lograr una visualización simultánea de dos variables.

Lo que hace especialmente útiles a los mapas no es sólo la visualización de posiciones y distribuciones, sino la posibilidad de leer las relaciones entre estas (Hruby, 2015). Sin embargo una de las potencialidades de los mapas bivariados es que se representan dos variables espacialmente relacionadas, como pueden ser la presencia y la cobertura vegetal, densidad poblacional e índice de marginación, individuos por especie y elevación, etc.

Uno de los principales objetivos de los mapas bivariados es visualizar patrones y encontrar relaciones espaciales entre dos variables, por lo que es necesario representar fenómenos relacionados, analizados en un mismo contexto geográfico. Es decir, con estos mapas se logra representar en un mapa integral, la relación entre dos variables, evitando así el uso de dos mapas. Si bien los mapas bivariados coropléticos no pueden medir las correlaciones entre dos variables



(Leonowicz, 2006), son útiles en la formulación de hipótesis espaciales y la visualización de los resultados de los análisis estadísticos.

Para la representación de los mapas bivariados coropléticos se puede utilizar el modelo Hue- Saturation- Value (HSV)- que describe cada color mediante su matiz, saturación y valor. Estos parámetros se representan comúnmente dentro de una ruleta HSV en la cual el *matiz* se representa por una región circular; una región triangular separada, puede ser usada para representar la saturación y el valor del color. Normalmente, el eje horizontal del triángulo denota la saturación, mientras que el eje vertical corresponde al valor del color.

En el caso de la representación de los mapas bivariados, la leyenda del mapa se basa en una estadística de diagrama de dispersión en el que cada eje representa los valores de una variable (Leonowicz, 2006). Es decir la leyenda siempre será una caja que tendrá el eje de las X y el Y, cada uno con una variable, que a su vez se integra de cajas más pequeñas en función de las clases definidas para cada variable, que deben ser el mismo número para ambas variables (Fig. 6); y que deben de elegirse con el fin de beneficiar la lectura. En este sentido, el número de clases está limitado a 4 (2 x 2) y 9 (3 x 3), ya que pueden ser fácilmente interpretadas entre valores bajos y altos, medios y bajos, y medios y altos, aquellas con más de 9 clases, son más complejas para los usuarios mermando la interpretación (Olson, 1981).

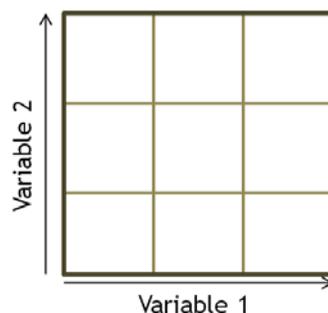


Figura 6. Leyenda caja de dos variables en mapa coroplético.



En esta caja se tienen tres grupos de relaciones, los primeros son aquellos que guardan una fuerte relación entre las variables, que puede ser positiva esto es si los valores de la primera son bajos y los de la segunda también son bajos; y si los valores de la primera variable son altos y los de la segunda también lo son, estas relaciones estarán dentro de la diagonal en la caja de la leyenda ($V1A-V2A$, $V1B-V2B$, $V1C-V2C$) (Figura 6). Otro grupo son aquellos valores positivos ($V1B-V2A$, $V1C-V2A$, $V1C-V2B$) y negativos ($V1A-V2B$, $V1A-V2C$, $V1B-V2C$) (Figura 7) en donde la relación es lineal, estarán fuera de la diagonal, también conocidos como residuos positivos o negativos.

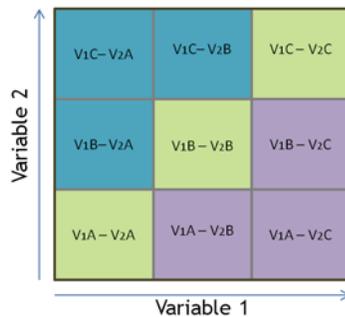


Figura 7. Leyenda de mapa bivariado coroplético, con los 3 grupos, la diagonal que representa la fuerte relación entre las variables y clases de las relaciones no esperadas del grupo residuales positivo y negativo.

En el sentido visual, tendremos que el diseño de esta leyenda es como una mezcla de dos leyendas de coropletas simples, es decir que estarán definidas en clases en donde cada clase tiene un color diferente, que tendrá un gradiente (Fig. 8 A y C), éstas al combinarse (multiplicarse) nos dará por lo tanto el número de cajas, (ejemplo si son 3 x 3 clases serán 9 cajas). Por lo tanto el resultado será la combinación de color de las dos coropletas sencillas (Fig. 8 B), en donde cada caja estará dada por un grupo de relaciones y por un color particular, de tal forma que existirá una relación de las clases de cada variable por cada color dentro de esta caja.

Como se observa en la caja B el orden de los valores se representa mediante el orden de algún atributo de color, se ve cómo en el sentido de la diagonal; se



aumenta la intensidad desde los valores bajos hasta los altos, siendo que en las clases V1C – V2C (alto- alto) el color es más saturado y de color más oscuro.

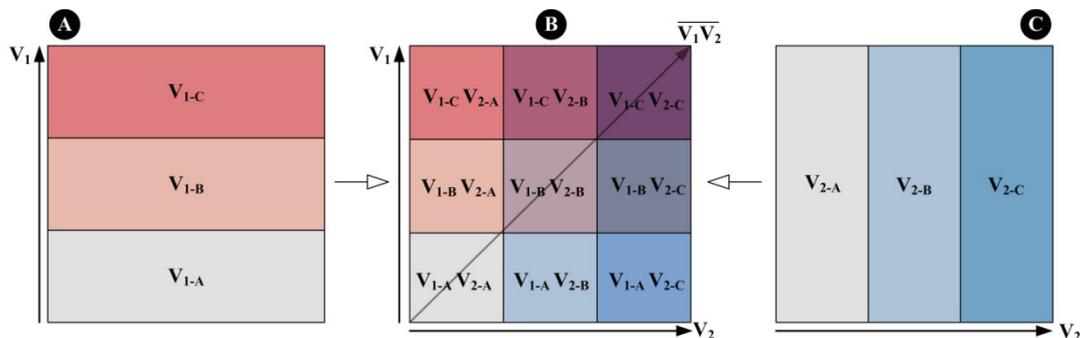


Figura 8. Representación gráfica de la composición de color en la leyenda de caja de dos variables. Tomada de Hruby, 2016.

Para el trabajo se utilizó esta técnica cartográfica, en la cual se aplicó una malla regular de cuadrantes de 20 m x 20 m, en donde se incluyeron dos variables, una fue el número de individuos por cuadrante y la otra los elementos del clima como temperatura, precipitación y evaporación, diseñando en primer lugar mapas coropléticos sencillos con tres clases para cada uno. Una vez definidas las clases se hizo el giro de una de las dos leyendas, para generar la leyenda de caja bivariable.

6.5 Modelado de la distribución potencial

Los modelos de distribución de especies permiten estimar la relación entre los registros de especies y el ambiente y/o las características de esos sitios (Franklin, 2009). Estos pueden ser aplicados con la finalidad de sustentar proyectos de biogeografía, conservación biológica y ecología (Elith y Leathwick, 2009), ya que estos brindan información de suma importancia de los ámbitos de distribución.

El área geográfica donde una especie animal o vegetal aparece, suele ser solamente una fracción del área potencial que realmente podría ocupar. La reducción del área de distribución real, respecto al área de distribución potencial, se debe a un conjunto de causas, que pueden ser tanto naturales, como antropogénicas.



Entre las causas naturales se pueden encontrar factores abióticos, como: topográficos, geológicos y climáticos; y bióticos: capacidad de dispersión, competencia interespecífica, etcétera.

6.5.1 Modelo Arc View 3.2

Para el modelado con el SIG Arc View versión 3.2, se realizó un modelo ponderado, es decir, se asignó un valor o “peso” a cada variable incluida, este peso es fraccionado con el objetivo, de que la sumatoria de todas las ponderaciones (Cuadro 1) de todas las variables, de cómo resultado la unidad (1). Por lo tanto, si hubiesen zonas con alta probabilidad para todas las variables se obtendría el máximo valor uno y como mínimo cero, que correspondería a las zonas con probabilidad nula.

Las reclasificaciones se efectuaron en función de las características ambientales de los pixeles de presencia (colectas), utilizando las mismas variables incluidas en el análisis con MaxEnt, que fueron elevación, orientación, suelos, vegetación, temperatura, precipitación y evaporación (Cuadro 1).

En el caso de los valores de ponderación, se realizaron en base a los niveles de permutación y contribución de la distribución en un análisis previo con MaxEnt, con el objetivo de realizar una comparación entre los dos modelos. Siendo la elevación aquella que mayor peso tiene para determinar la distribución potencial, con elevaciones que van de 1757 a 1813 msnm con la mayor idoneidad, seguida de la orientación que tiene el segundo lugar de ponderación en donde el Sur y Suroeste son las más aptas. La siguiente variable que aporta dentro del modelo ponderado son las unidades de suelo, siendo el Andosol, Cambisol y Vertisol aquellos suelos con mayor contribución, que probablemente se asocian a los usos de suelo que favorecen a la distribución del grupo, estas unidades de uso que aportan mayormente a la distribución son agricultura de riego y temporal (Cuadro 1).

Por su parte las variables climáticas son aquellas que tienen la menor ponderación; la temperatura es la que más aporta dentro del modelo, siendo la



máxima idoneidad en los 18.5 a 19.5 ° C, para la precipitación se tiene que aquellos sitios con lluvia moderada (1100 – 1350 mm) son las más determinantes de la distribución. Por último la evaporación únicamente se tiene el intervalo con mayor aptitud que es de 1400 a 1450 mm (Cuadro 1).

Cuadro 1. Reclasificaciones y ponderación para modelado de distribución potencial con ArcView

Atributo: Elevación msnm		Ponderación: 0.3089
Variable	Valor asignado	
1757 – 1813	1	
1500-1757	0.5	
1813-2000	0.25	
Atributo: Orientación		Ponderación: 0.1167
Variable	Valor asignado	
S, SO	1	
SE, E	0.50	
NE	0.25	
Atributo: Suelos		Ponderación: 0.1615
Variable	Valor asignado	
Andosol Cambisol, Vertisol	1	
Acrisol	0.5	
Luvisol, Feozem, Litosol, Regosol, Ranker	0.25	
Atributo: Vegetación		Ponderación: 0.0845
Variable	Valor asignado	
Agricultura de riego y temporal	1	
Bosque de Encino-Pino, Bosque de Pino-Encino	0.50	
Bosque de Encino, Pino, Oyamel	0.25	
Atributo: Temperatura °C		Ponderación: 0.05255
Variable	Valor asignado	
18.5-19.5	1	
17.5-18.5	0.50	
19.5-21	0.25	
Atributo: Precipitación mm		Ponderación: 0.05255
Variable	Valor asignado	
1100-1350	1	
1000-1100, 1350-1400	0.50	
1400-1500	0.25	



Atributo: Evaporación mm		Ponderación: 0.2233
Variable	Valor asignado	
1400-1450	1	
1300-1400	0.5	
1450-1600	0.25	

Nota: la suma de todas las ponderaciones arroja un valor de 1.

6.5.2 MaxEnt

El modelado de MaxEnt, es mediante la aplicación de un algoritmo que ha sido adaptado para modelos de distribución potencial por Steven J. Phillips *et al.*, 2006.

Además del modelado de la distribución potencial, este algoritmo, otorga información que permite analizar las posibles relaciones entre el o los taxones estudiados y las variables empleadas en el modelo.

Para el modelado, se utilizó la aplicación MaxEnt, versión 3.3.3. Previamente se realizó la base de datos de las especies analizadas y las coordenadas del punto de colecta, así como los archivos en formato ASCII de cada variable empleada (elevación, orientación, suelos, vegetación, temperatura, precipitación y evaporación).

Tanto la base de datos como la capa de cada variable, fue llevada a la interfaz de MaxEnt para correr el modelo y obtener los resultados a analizar.

Finalmente, con los archivos, imágenes y datos resultantes, se generó cartografía del área potencial de distribución y se realizaron los análisis correspondientes, con los datos que ofrece MaxEnt (mapa, gráficas de AUC-ROC, curvas de respuesta, etc).

Se corrió el modelo por presencias totales y el modelo de la especie con mayor número de presencias: *Leptophobia aripa*.



7.0 Resultados y Análisis

7.1 SIGMA

A partir de la elaboración del Sistema de Información Geográfica Medio Ambiental (SIGMA) se obtuvo una base de datos georreferenciada en formato digital con factores biológicos y físicos con la cual se generó cartografía temática y el mapa base del municipio de Temascaltepec. Ver mapa 2 (anexo cartográfico).

El municipio se encuentra inmerso dentro de dos Áreas Naturales Protegidas (ANP): Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Nevado de Toluca y Zona de Protección de Recursos Naturales (ZPRN) de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec. Ver mapa 3 (anexo cartográfico).

El área Nevado de Toluca, abarca el 12.4% del territorio total del municipio. Es una de las ANP más antiguas del país, ya que fue decretada por primera vez en el año 1936 en la categoría de Parque Nacional, sufrió una última modificación en el año 2013, para establecerla como APFF (CONANP, s. f.).

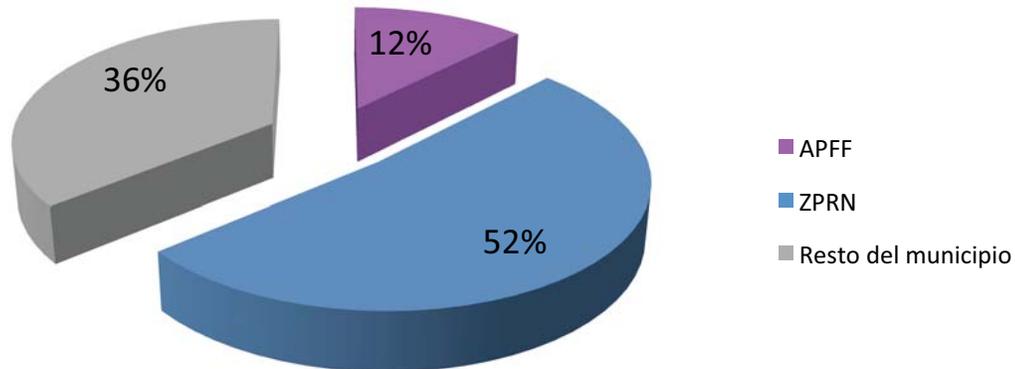
El Nevado de Toluca forma parte del Sistema Volcánico Transversal, por lo que su nuevo estatus, se asignó para impulsar un moderno modelo de conservación participativa para mantener superficies bien conservadas libres de impacto, recuperar áreas deterioradas y promover acciones comunitarias de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (CONANP, 2014).

La ZPRN de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, abarca el 51.6% del territorio municipal. Fue decretada ANP inicialmente en 1941 y recategorizada en 2005. Entre las principales problemáticas ambientales identificadas en esta zona, están la tala clandestina, los incendios forestales, el crecimiento urbano desordenado y la contaminación de agua (CONANP, 2015) (Gráfica 1).

En el contexto de zonas de conservación, únicamente el 36% del municipio no pertenece a un ANP, lo que resalta la importante necesidad de implementar planes de manejo de los recursos en el municipio.



Áreas Naturales Protegidas



Gráfica 1. Superficie del municipio Temascaltepec, Edo. de México en porcentaje, considerada como ANP. INEGI, 2005. Escala 1:250 000

7.1.1 Subsistema biológico

- **Vegetación y Usos de Suelo**

De acuerdo con la cartografía de USV escala 1:250 000 (INEGI, 2005), la vegetación con mayor cobertura es el bosque de pino-encino, presentando una extensión de 15,373 ha, equivalentes al 27% del territorio. El gradiente altitudinal en el que se presenta este tipo de vegetación va de los 1,600 a los 2,400 msnm, alcanzando en algunas zonas los 2,700 msnm. Este tipo de vegetación está mayormente asociada a suelo tipo Cambisol y se presenta predominantemente en la zona centro y Oeste del municipio.

Entre las especies de pino mayormente representadas, se encuentran: *Pinus leiophylla* (Pino chino), *P. oocarpa* (Ocote trompillo), *P. michoacana* (Pino escobetón), *P. montezumae* (Ocote blanco) y *P. pseudostrobus* (Pino lacio) (INEGI, 2001).

Mientras que las especies más comunes de encino son *Quercus crassifolia* y *Q. candicans* (Rubio *et al.*, 2011).



Siguiendo al bosque de pino-encino, el uso de suelo con mayor superficie es la agricultura de temporal, con el 25%, es decir, 14,250 ha. En este caso, el gradiente altitudinal va de 1,300 msnm a 2,900 msnm. No se presenta alguna asociación marcada con algún tipo de suelo, ya que se encuentra en la mayoría de los suelos presentes en el municipio.

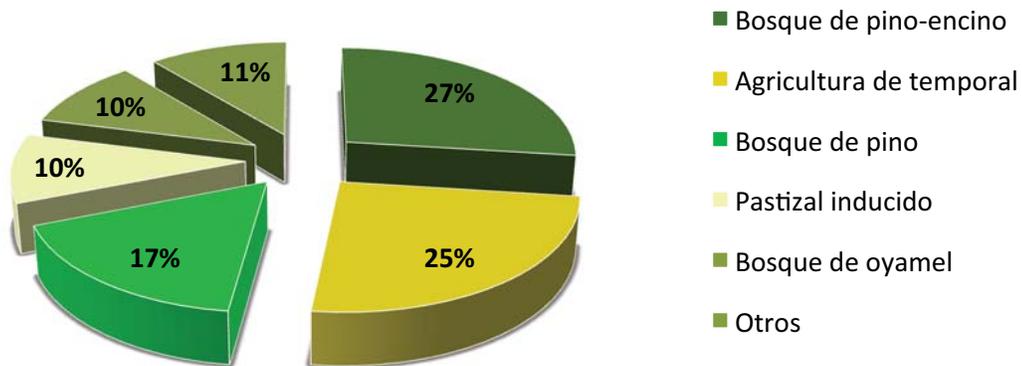
Posteriormente, se encuentra el bosque de pino, con el 17% de cobertura en el municipio (Gráfica 2), relacionado con el suelo tipo Andosol y presente en un gradiente altitudinal de 2,200 a 3,600 msnm. Seguido por el pastizal inducido y bosque de oyamel, con el 10% cada uno, presentes en altitudes que van desde los 1,300 hasta los 3,400 msnm, con suelos Andosol y Feozem.

El bosque de tipo encino-pino, caracterizado por ser comunidades dominadas por árboles altos y ecosistemas con clima templado, está representado en el 5.3% del territorio del municipio (Balvanera y Cotler, 2009).

En el municipio, el bosque mesófilo de montaña ocupa el 4.1%. Finalmente, están el bosque de encino, con el 1% del territorio y agricultura de riego con 0.53%. Ver mapa 3 (anexo cartográfico). Este ecosistema es el más amenazado en el país y el ecosistema tropical que ocupa menos superficie a nivel mundial. Se estima que menos del 1% del territorio nacional está ocupado por vegetación primaria de BMM y aproximadamente un 50% de la superficie original ha sido reemplazada por otros tipos de cobertura (Toledo, 2010).



Usos de suelo y vegetación



Gráfica 2. Superficie en porcentaje de los usos de suelo y vegetación en el municipio de Temascaltepec, Edo. de México. INEGI, 2005. Escala 1:250 000

7.1.2 Subsistema físico

- **Unidades de suelo**

El análisis de la edafología permite comprender mejor la distribución espacial de la vegetación y por consiguiente, de los lepidópteros, así como también las potencialidades y limitaciones de uso del territorio (Garrido *et al.*, 2013).

El suelo predominante en Temascaltepec es andosol, con el 41% de distribución en el territorio; seguido por Cambisol con el 34%, ambos de textura media. El suelo principal presenta dos subunidades: Andosol húmico y Andosol ócrico (Th+to/2), el Andosol está mayormente distribuido en la zona Este del municipio, con algunos manchones en el centro y Noroeste; por su lado, el Cambisol está en el área centro y la Suroeste principalmente (Gráfica 3).

El Andosol se asocia a los diferentes tipos de bosques que hay en el municipio, principalmente bosque de pino encino, pino y oyamel; mientras que Cambisol se asocia más a la agricultura de temporal.



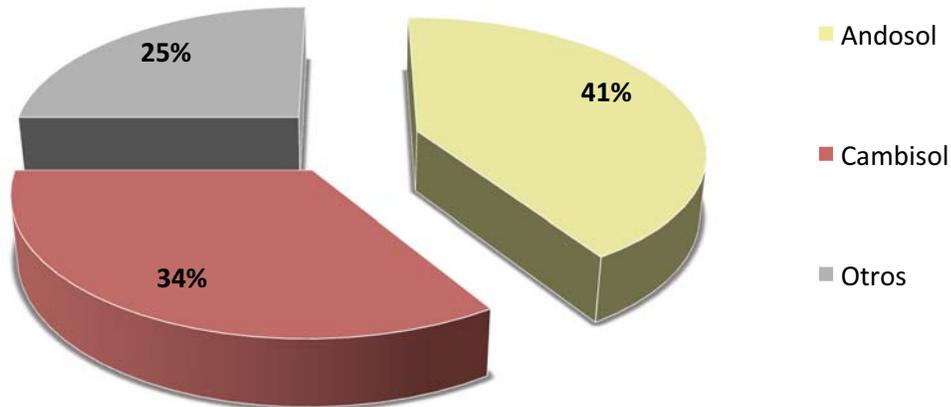
En el caso del Andosol es característico por ser un suelo oscuro de formación volcánica, producto de la intemperización de cenizas volcánicas. Son suelos muy ligeros, con una alta capacidad de retención de agua y fijación de fósforo, debido al alófono (INIFAP, 2011). Son muy susceptibles a la erosión y el drenaje que presentan, va de drenado, a muy drenado. Para su mejor conservación, deben ser utilizados con fines forestales (SEMARNAT, 2015).

La subunidad Andosol húmico, es rico en materia orgánica, tiene una capa orgánica, principalmente compuesta de hojarasca de pinos y encinos. Mientras que el Andosol ócrico, por el contrario, presenta un horizonte pobre en materia orgánica, y por ende un contenido de nutrientes bajo (INEGI, 2001), en el municipio son suelos asociados principalmente a vegetación de bosque de oyamel y bosque de pino encino, así como a un uso de suelo agrícola. Ver mapa 5 (anexo cartográfico).

El cambisol, es un suelo que se puede encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima, excepto en zonas áridas. Es muy abundante, se destina a muchos usos y su rendimiento es variable, pues depende del clima donde se encuentre el suelo (INEGI, s.f.). En el municipio se le da un uso agrícola principalmente.



Unidades de suelo



Gráfica 3. Superficie en porcentaje de cobertura de los tipos de suelo en el municipio de Temascaltepec, Edo. de México. INEGI, 2005. Escala 1:250 000

- **Rocas**

La geología pertenece principalmente a rocas basálticas del Cenozoico, específicamente a los periodos cuaternario y neógeno que se presentan en manchones distribuidos en el Sureste, centro y Oeste del territorio, ocupando el 33% de la totalidad.

También, hay presencia de unidades del Mesozoico, como andesita, brecha sedimentaria, toba y esquisto, todas distribuidas sólo en la parte Oeste del municipio, ocupando el 42%.

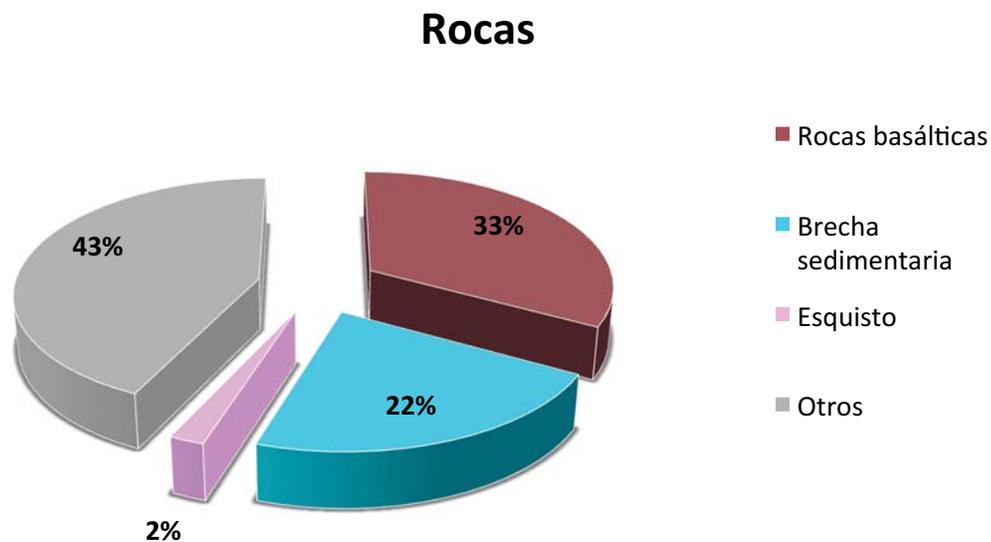
La brecha sedimentaria, se presenta en el 22% del territorio y está relacionada con suelo Andosol. Éstas son rocas formadas por fragmentos líticos que se mantienen asociados por minerales, debido a la intemperización y procesos relacionados (Universidad de Chile, s. f.).

La Andesita, es una roca magmática que contiene más del 50% de sílice en su composición, también es muy rica en hierro y magnesio. Su color puede variar entre negro, tonos verduzcos o rojizos (Universidad Complutense de Madrid,



2014). Al igual que la brecha sedimentaria, está asociada con suelo Andosol del norte y este del municipio.

Por otro lado, el esquisto, que sólo se ubica en el 2% del municipio, se caracteriza por ser producida cuando sedimentos ricos en arcillas son enterrados profundamente en la corteza terrestre, en su composición hay abundantes minerales formando cristales de forma laminar y muy fina; su asociación es con suelo Cambisol y uso de suelo agrícola (ieshumanes, s. f.). Ver mapa 6 (anexo cartográfico).



Gráfica 4. Superficie en porcentaje que cubren las rocas en el municipio de Temascaltepec, Edo. de México. INEGI, 2005. Escala 1:250 000

- **Aspectos climáticos**

A partir de la base de datos, se realizaron interpolaciones con los parámetros climáticos de 33 estaciones climatológicas aledañas y cuatro pertenecientes al municipio (San Francisco Oxtotilpan, Temascaltepec, San Pedro Temayac y Cajones E-26). De estas últimas, se realizaron climogramas, para mostrar datos termopluviométricos de distintas zonas del municipio. Ver mapas 7 y 8 (anexo cartográfico).



Los datos analizados sobre la temperatura mínima, muestran un intervalo anual promedio de 3.1 a 16.8° C, la mínima dentro de las mínimas se presenta en el mes de diciembre, llegando a valores de hasta -1.19° C. Por el contrario, la temperatura máxima, dentro de las mínimas es en los meses de abril, mayo y junio, alcanzando hasta los 17.7° C. Ver mapa 9 (anexo cartográfico).

Dentro de las temperaturas máximas, se observa un intervalo anual promedio que va de los 13.4 a los 28.6° C. La temperatura máxima registrada en el municipio es de 31° C para el mes de abril. Ver mapa 10 (anexo cartográfico).

Es evidente la presencia de un marcado gradiente de temperatura, presentando las zonas más frías en la parte Noreste del municipio, hasta llegar a las más altas en la zona Oeste. La porción Noreste del territorio, se caracteriza por ser la zona con mayor altitud, presentando la máxima en el municipio que es de 3600 msnm; por el contrario, en la zona oeste, la altitud predominante es la mínima registrada en el municipio, 1200 msnm. En la zona Este, se encuentran principalmente los tipos de bosque existentes en el municipio, mientras que en la zona Oeste, se presenta bosque de pino encino y áreas agrícolas.

En cuanto a la precipitación, agosto es el mes con más lluvias en el año, alcanzando los 373.4 mm y teniendo como mínima 2.8 mm, mientras que el mes más seco es diciembre, con un rango de 2.8 a 92.7 mm. La zona con precipitación más abundante se ubica en el Suroeste del municipio, y presenta relación con un gradiente altitudinal que va de 2,900 a 3,100 msnm; en esta zona. Los tipos de vegetación mayormente asociados a esta zona con fuerte precipitación, son bosque de oyamel, bosque de pino y pastizal. Ver mapa 11 (anexo cartográfico).

Las zonas centro y noreste del municipio son las que presentan el mayor número de días con lluvia, llegando a los 142 días. El mes con mayor número de días con lluvia, es agosto, coincidiendo con los análisis realizados con los datos de precipitación; sin embargo, el mes con menor número de días con lluvia es febrero, a pesar de esto, no es el mes más seco, debido a que las lluvias (cuando se presentan) son abundantes.



Por un lado, la zona con menor número de días con lluvia, corresponde a la zona Oeste del municipio; los tipos de vegetación y usos de suelo asociados son: bosque de pino-encino, agricultura de temporal y pastizal inducido; en esta área se presenta un gradiente altitudinal de 1 700 a 2 500 msnm.

Por lo tanto, se puede decir que en diciembre hay más días con lluvia que en febrero, sin embargo, no es el mes más seco del año.

En cuanto a evaporación, los mayores niveles se encuentran en la zona Oeste del municipio, esto debido a que en tal área se presentan las temperaturas más altas y los niveles de precipitación más bajos. Esta zona, tiene altitudes que varían entre los 2600 y los 3400 msnm y presenta una vegetación predominante de bosque de pino encino y pastizal inducido.

Según la propuesta de clasificación climatológica de (INEGI 2001), el clima característico del municipio es semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad.



Como previamente se mencionó, se realizaron climogramas de cuatro estaciones, que muestran los datos termopluviométricos mensuales de las estaciones meteorológicas ubicadas dentro del municipio de Temascaltepec.

En la Figura 9, se puede observar la tendencia de la disminución de temperatura, conforme aumentan los niveles de precipitación. Se observa la presencia de veranos húmedos y con temperaturas casi tan bajas como en invierno. La estación San Francisco Oxtotilpan está ubicada en la zona noreste del municipio, la cual se caracteriza por presentar las temperaturas más bajas, debido a los altos niveles altitudinales y su cercanía con el Nevado de Toluca. La temporalidad de secas, en este caso, abarca los meses de octubre a mayo.

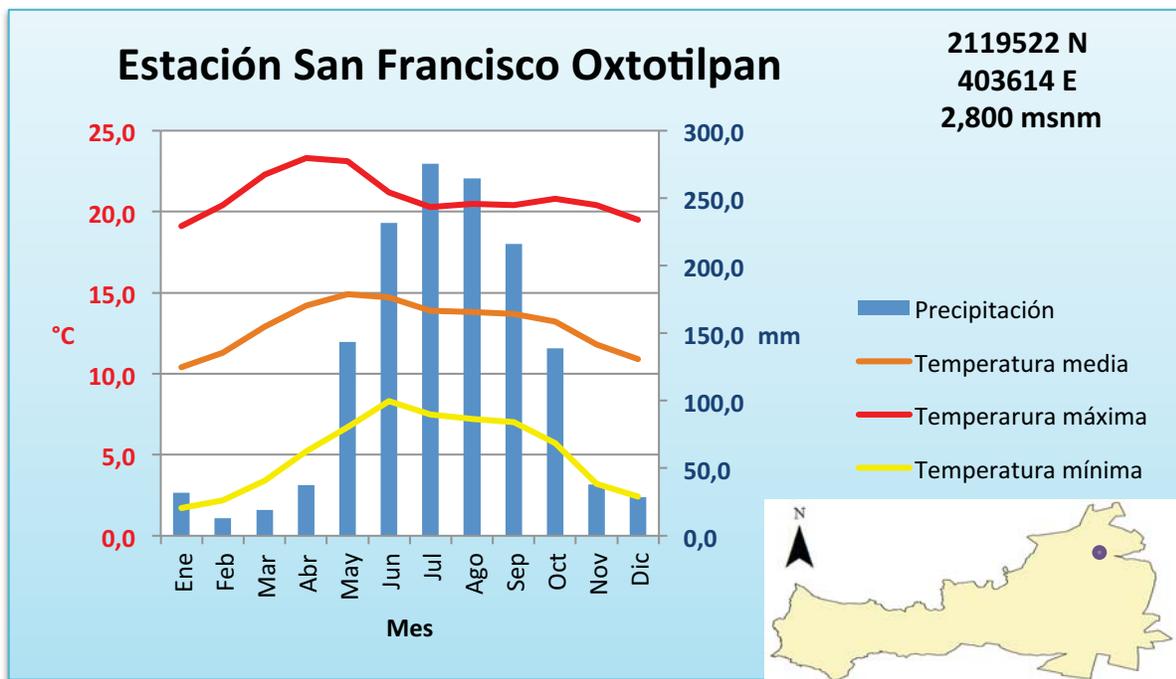


Figura 9. Climograma de la estación meteorológica San Francisco Oxtotilpan



Por su parte, la estación Temascaltepec, que corresponde a la cabecera municipal, muestra datos pertenecientes a la zona Sur del territorio. Es notoria la temporada de secas presente desde el mes de noviembre, hasta mayo, aunado a esto, las temperaturas presentes en primavera son elevadas. El mes más lluvioso es agosto, teniendo una media de 274 mm (Figura 10).

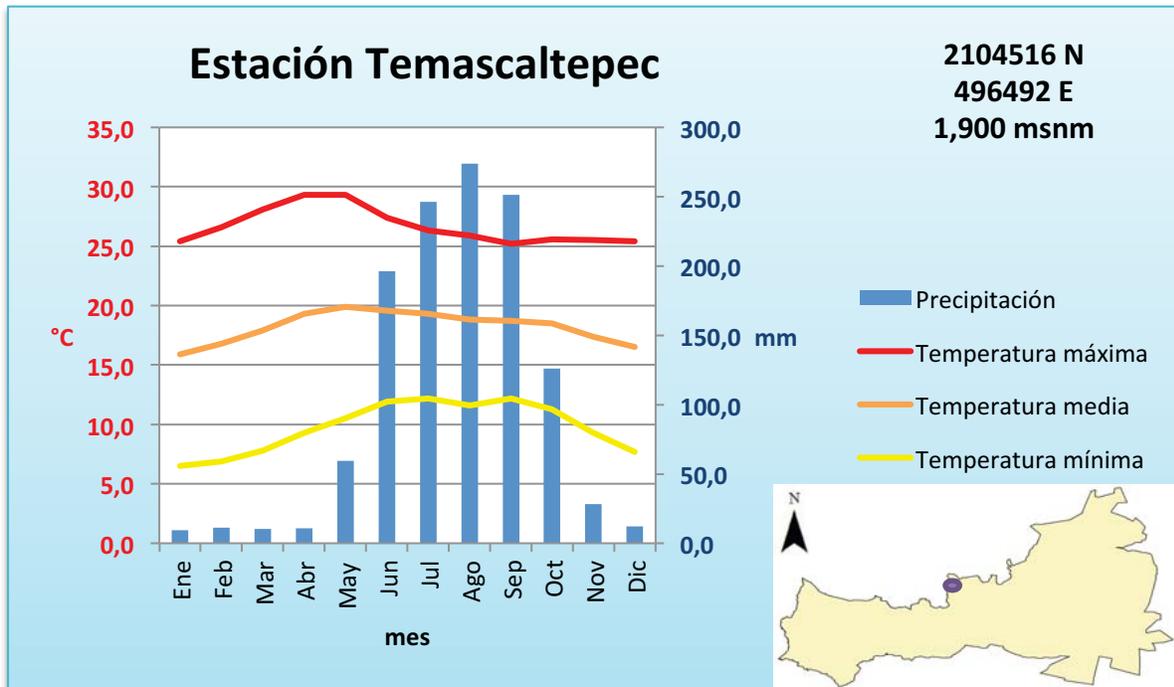


Figura 10. Climograma de la estación meteorológica Temascaltepec



En la porción Noroeste, se observa una marcada disminución de la temperatura según aumentan los niveles de precipitación. Los niveles de temperatura máxima son más elevados que en los otros casos, ya que alcanza valores superiores a los 30° C. Debido a su localización y elevación, se presentan temperaturas altas, con respecto a las estaciones ubicadas en la zona Este. La temporada de secas, se encuentra en los mismos meses que el caso anterior, de noviembre a mayo, al igual que las lluviosas de junio a septiembre (Figura 11).

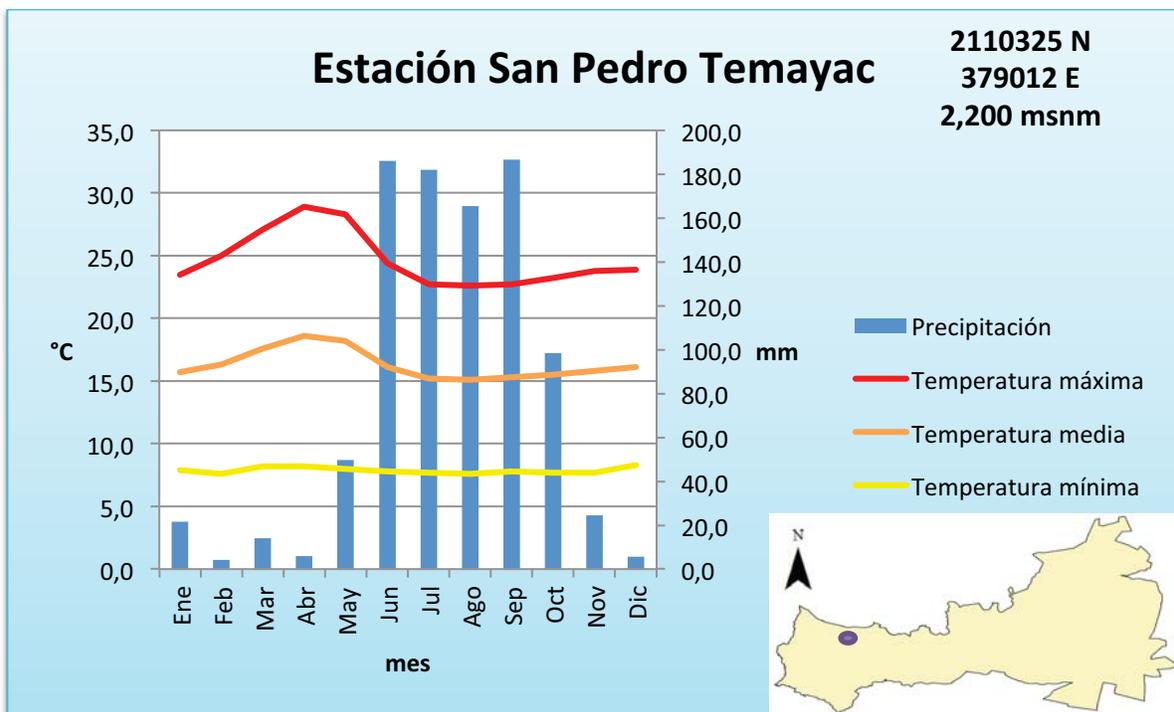


Figura 11. Climograma de la estación meteorológica San Pedro Temayac



Finalmente, en la estación Cajones E-26, se encontró un incremento evidente en la precipitación es evidente y una disminución de las temperaturas, respecto a las otras estaciones. Una vez más, en este caso, las características ambientales de la zona donde está ubicada la estación meteorológica influyen directamente sobre los niveles de temperatura, ya que la estación está ubicada en la porción más fría del municipio, es decir, la zona Este. En esta zona, los meses más secos, van de diciembre a mayo, mientras que las lluvias comprenden de junio a noviembre. Por lo anterior la vegetación dominante es el bosque de oyamel (Figura 12).

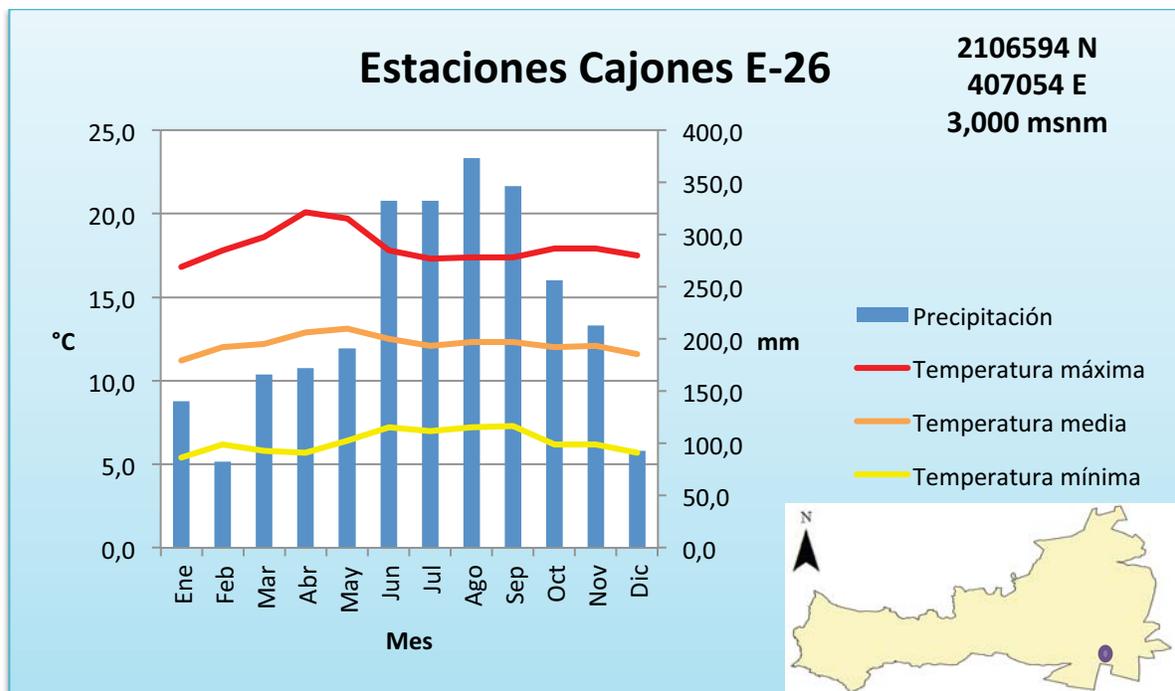


Figura 12. Climograma de la estación meteorológica Cajones E-26



- **Datos geomorfométricos**

Curvas de nivel

La distribución espacial de las curvas de nivel expresa la morfología del terreno, ya que, existe una correspondencia entre accidentes geográficos y su representación por este método (Ministerio de Medio Ambiente de España, 2004). Las cotas más bajas son de 1200 msnm, mientras que las más altas son de 3600 msnm, el gradiente aumenta de oeste a este, presentando las cotas más altas en la porción Este, asociadas a cerros.

Las curvas de nivel son la representación gráfica de los puntos del terreno situados a la misma cota sobre un nivel de referencia (nivel del mar); se trazan a intervalos fijos de altitud, equidistancia, que se mantiene constante. La separación horizontal de las curvas de nivel representa la pendiente del terreno: a medida que las curvas se aproximan, la pendiente se hace mayor, mientras que más lejanas están, disminuye la inclinación del terreno (Ministerio de Medio Ambiente de España, 2004).

Pendiente

Según la clasificación propuesta por Soil Survey Staff (1951), basada en el grado de pendiente y su respectivo concepto de pendiente simple o compleja (cuadro 2), el territorio del municipio presenta zonas con pendientes simples, encontradas casi a nivel del terreno, llegando hasta zonas con pendientes muy escarpadas. Sin embargo, lo que predomina son clase A, B y C, caracterizadas por presentar una escorrentía lenta o media, pudiendo llegar a ser rápida (Ministerio de Medio Ambiente de España, 2004).

La clase predominante en el territorio, es la B, con el 37.32% del territorio; es caracterizada por presentar pendientes que van desde muy suaves hasta suavemente onduladas. Le sigue la clase C, con el 26.43% del municipio, abarca desde pendientes simples, hasta quebradas. Posteriormente está la clase A, que



se encuentra en el 20.10% del territorio, esta clase presenta pendientes a nivel o casi a nivel.

Posteriormente, le siguen las clases D y E con el 13.96% y 2.19% respectivamente. Estas dos clases, abarcan desde pendientes simples hasta muy escarpadas.

La importancia de evaluar la pendiente, radica en la información que brinda, ya que dependiendo de este factor, se define el uso que tenga el terreno o la actividad económica que se desarrolle o pueda desarrollarse (Romo, 2013).

Las zonas con cañadas, se asocian a un gradiente altitudinal de 1 700 a 2 600 msnm, a una pendiente que se encuentra entre las clases B, C y D principalmente; la vegetación asociada es bosque de pino-encino y un uso de suelo correspondiente a agricultura de temporal. Ver mapa 12 (anexo cartográfico).

Cuadro 2. Clasificación de pendientes según Soil Survey Staff (1951).

Clase	Límites %	Denominaciones
A	Inferior: 0 Superior: 1-3	Pendientes simples a nivel o a nivel y casi nivel Pendientes complejas a nivel o a nivel y casi nivel
B	Inferior: 1-3 Superior: 5-8	Pendientes simples suaves o muy suaves y suaves Pendientes complejas, onduladas o suavemente onduladas y onduladas
C	Inferior: 5-8 Superior: 10-16	Pendientes simples: fuertes o fuertes y muy fuertes Pendientes complejas: quebradas o suavemente quebradas y quebradas
D	Inferior: 10-16 Superior: 20-30	Pendientes simples, moderadamente escarpada Pendientes complejas, onduladas
E	Inferior: 20-30 Superior: 45-65	Pendientes simples, escarpadas Pendientes complejas, escarpadas
F	Inferior: 46-65 Superior: ninguno	Pendientes muy escarpadas



7.2 Lepidopterofauna

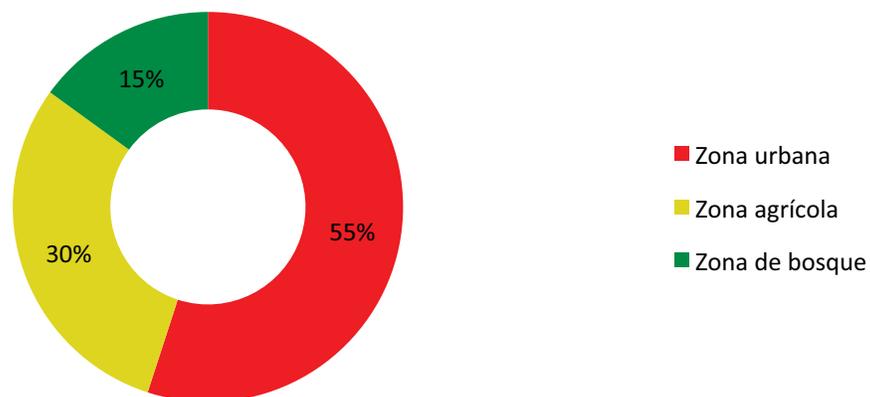
7.2.1 Registros de presencias mensuales

Como se mencionó, se realizó el muestreo (mensual durante un año) en la porción al sur del municipio, para lo que se definió un polígono con un área total de 11 hectáreas, de las cuales se muestrearon 10, en el resto, el acceso era imposible debido a la pronunciada pendiente del terreno y en otros casos, por ser áreas privadas con acceso controlado. Ver mapa 13 (anexo cartográfico).

Para mantener la unificación en las unidades muestrales, al polígono, se le realizó una malla con cuadrantes de 20 x 20 m.

El polígono de muestreo, presenta las siguientes coberturas y proporciones, 55% corresponde a zona urbana (152 cuadrantes), ubicado en la porción sur del polígono, 30% a zona agrícola (82 cuadrantes) en la porción norte y el 15% a zona de bosque (42 cuadrantes), en la zona centro del polígono de muestreo (gráfica 5). Ver mapa 14 (anexo cartográfico).

Zonificación por cobertura del polígono de muestreo



Gráfica 5. Porcentaje de las coberturas presentes en el polígono de muestreo.



El número total de organismos colectados durante el periodo de trabajo fue de 146, que se registraron de la siguiente manera a lo largo de los meses muestreados:

Cuadro 3. Número de organismos muestreados.

Mes	Número de organismos
Octubre	19
Noviembre	8
Diciembre	3**
Enero	13
Febrero	8
Marzo	20*
Abril	19
Mayo	13
Junio	15
Julio	10
Agosto	11
Septiembre	7
Total	146

*Mes con mayor número de presencias.

**Mes con menor número de presencias.

Por lo que se encontró que durante el periodo de muestreo, los meses con mayor número de presencias, fueron marzo, abril y octubre, mientras que aquellos con menor número de registros fueron diciembre y septiembre, como se observa en la Gráfica 6.

La relación entre temperatura y número de presencias, es relativamente proporcional, ya que, los meses en que hubo mayor número de presencias, son aquellos con los niveles más altos de temperatura; en cuanto a la precipitación, se tienen registrados valores medios durante estos meses.



Por otro lado, de los meses con menor número de presencias, diciembre se caracteriza por tener la temperatura más baja, septiembre, también presenta temperaturas bajas con respecto a otros meses y de igual forma, es de los meses con menor número de presencias registradas; por lo que se puede encontrar una relación directamente proporcional entre esta variable y el número de presencias, ya que entre más baja sea la temperatura, menor será el número de organismos.

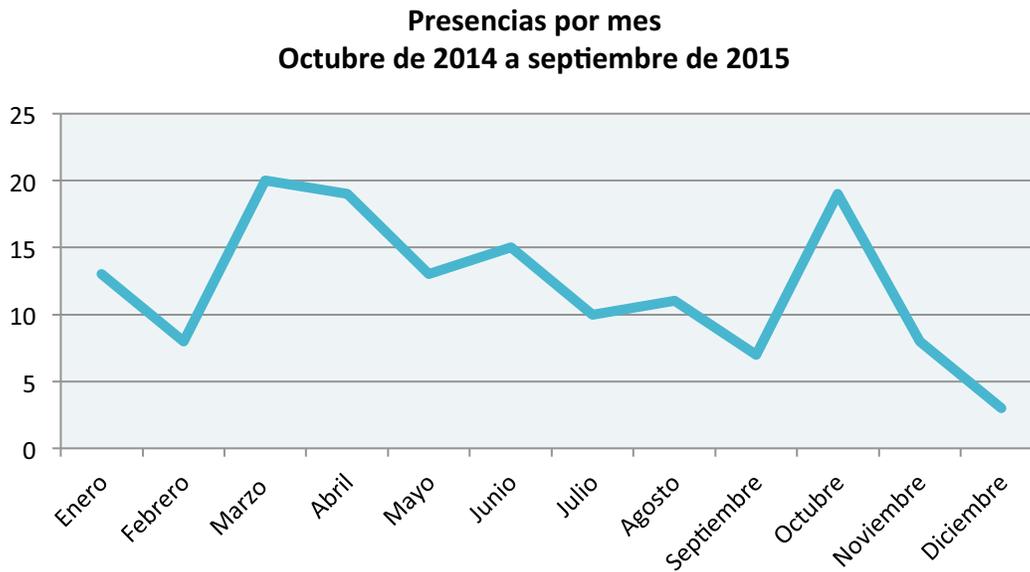
Es sabido, que los insectos de ciclo de vida corto, capaces de más de una generación anual, especialmente si éstas suceden una tras otra, manifiestan una palpable influencia de los factores temperatura y humedad, tanto en la velocidad de desarrollo, como en el comportamiento durante su ciclo (Palanca, 1987).

Durante los muestreos se observó el hábitat perturbado por las actividades de la población del municipio. Devastación de áreas boscosas para la construcción de casas o para la agricultura, contaminación excesiva y mal manejo de los desechos urbanos en general, por lo que, esto influye directamente en las presencias de lepidópteros en el área.

Los lepidópteros, además de ser sensibles a los cambios de temperatura y humedad, se ven afectados por variaciones en el microclima y nivel de luminosidad, y estos cuatro, son parámetros que típicamente se alteran con la perturbación de un hábitat determinado (Ehrlich y Raven, 1964).

Un ejemplo de esto es *Leptophobia aripa*, la especie con mayor registros que se registró en la zona de estudio, que tiene en promedio cinco generaciones al año y su promedio de vida es de tres meses. Se ha comprobado que la distribución de estos organismos, se debe a diversos factores: vegetación, clima y altitud primordialmente (Maes, 2007).





Gráfica 6. Número de presencias de lepidópteros por mes de muestreo.

Para el mes de enero, se registraron 13 presencias, de las cuales 7 se encontraron en la zona agrícola, 3 en zona de bosque y 3 en zona urbana. El cuadrante con mayor número de presencias, está ubicado en la zona norte del polígono, en zona agrícola y obtuvo 4 presencias. En este mes, la temperatura media es la más baja del año y presenta niveles medios de humedad. Ver mapa 15 (anexo cartográfico).

El número de registros para el mes de febrero fue de 8 presencias, 5 en zona agrícola y 3 en zona de bosque. En este caso el número de organismos se vió afectado por las condiciones climáticas (frente frío no. 37), que afectó el territorio mexicano, presentando nubosidad y temperaturas bajas (SMN-CNA, 2015). Ver mapa 16 (anexo cartográfico).

En el mes de marzo fue aquel en donde se tuvieron el mayor número de presencias, hubo un aumento a 20 organismos registrados. 9 de ellos en zona urbana, 4 en zona de bosque y finalmente 7 en zona agrícola. En este mes, se comienza a observar el aumento notorio en la temperatura; la precipitación también aumenta, pero se mantiene dentro de los valores medios anuales. Ver mapa 17 (anexo cartográfico).



El total de presencias fue de 19 para el mes de abril, manteniéndose casi igual que el mes anterior. En este mes, la cobertura con mayor número de presencias fue zona urbana, con 9 registros, seguido por zona de bosque con 6 organismos y finalmente zona agrícola con 4 presencias. Ver mapa 18 (anexo cartográfico).

Para mayo, hubo un total de 13 presencias registradas, seis fueron en zona urbana, dos en zona de bosque y cinco en zona de agricultura. Este mes, se caracteriza por presentar la temperatura media más elevada del año, misma que va acompañada con un aumento en la precipitación. Ver mapa 19 (anexo cartográfico).

En junio, el registro de 15 organismos, mostró que siete de ellos se encontraron en zona urbana, siete más en zona de bosque y solamente uno en zona agrícola. Este es el primer mes en que se obtuvieron registros en la zona oeste del polígono de muestreo. La temperatura se mantiene casi igual que el mes anterior, sin embargo, hay un aumento considerable en los registros de precipitación. Ver mapa 20 (anexo cartográfico).

Se registraron 10 presencias en el mes de julio, mayormente distribuidas en la zona agrícola (cinco presencias), seguido por la zona de bosque con tres presencias y finalmente la zona urbana con dos. Julio, mantiene relativamente los mismos valores en las variables climáticas que el mes anterior. Ver mapa 21 (anexo cartográfico).

En el caso de agosto, las presencias fueron 11, siete de ellas en zona agrícola, tres en zona urbana y solamente una en zona de bosque. La temperatura es estable en estos meses, la precipitación aumenta ligeramente. Ver mapa 22 (anexo cartográfico).

En septiembre, el número de presencias registrado fue de siete, cinco en zona agrícola y dos en zona urbana. En este caso, se presenta un aumento en la precipitación, llegando casi al doble del mes anterior, septiembre es el mes más lluvioso del año en esta zona, sin embargo, la temperatura se mantiene casi igual. Ver mapa 23 (anexo cartográfico).



Octubre es el segundo mes con mayor número de organismos, un total de 19, ocho de ellos en zona urbana, siete en zona agrícola y cuatro en zona de bosque. La temperatura disminuye un poco, pero sigue siendo elevada con respecto a otros meses. Ver mapa 24 (anexo cartográfico).

En noviembre, se tuvieron ocho registros, de los cuales, cinco estuvieron en zona agrícola, uno en zona de bosque y dos en zona urbana. La temperatura continúa disminuyendo, al igual que la precipitación. Ver mapa 25 (anexo cartográfico).

Diciembre es el mes con el menor número de presencias, únicamente tres organismos. Dos fueron registrados en zona agrícola y uno en zona urbana. Existe un cambio brusco en las variables climáticas, este mes registra los menores valores del año tanto para temperatura, como para precipitación (Cuadro 4). Ver mapa 26 (anexo cartográfico).

Cuadro 4. Número de organismo por mes y presencias por cobertura.

Mes	No. org.	Agrícola	Bosque	Zona urbana
Octubre	19	7	4	8
Noviembre	8	5	1	2
Diciembre	3	2	--	1
Enero	13	7	3	3
Febrero	8	5	3	--
Marzo	20	7	4	9
Abril	19	4	6	9
Mayo	13	1	7	6
Junio	15	1	6	7
Julio	10	5	3	2
Agosto	11	7	1	3
Septiembre	7	5	--	2
Total	146	56	38	52



El gradiente altitudinal, es uno de los factores que determina aspectos importantes en los lepidópteros. En el caso del polígono de muestreo, el gradiente altitudinal aumenta de Oeste a Este (200 msnm), por lo que, según los resultados obtenidos por Carrero y colaboradores (2013), se esperaban mayor número de presencias en la zona Oeste y centro del polígono, ya que estudios anteriores registran una relación inversa entre altitud y abundancia de lepidópteros, disminuyendo el número de organismos, conforme aumenta el gradiente altitudinal.

Los resultados obtenidos no coinciden con lo esperado, ya que el mayor número de presencias fue en la zona este del municipio, seguido por la zona oeste y finalmente la zona centro del polígono de muestreo. Esto puede atribuirse por el tamaño del polígono de muestreo y la poca variabilidad de altitud que hay en el mismo, ya que sólo son 200 msnm

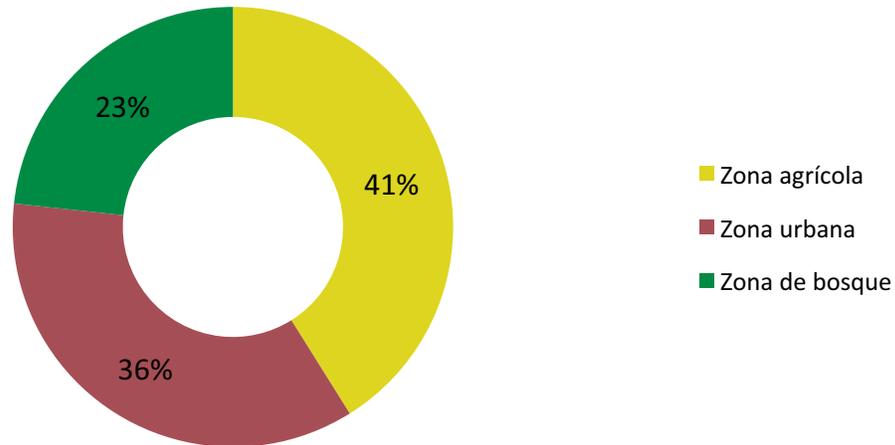
Algunos lepidópteros tienen un número de generaciones que varía según las condiciones climáticas de cada año: si el verano ha sido caluroso, puede emerger una segunda generación parcial, esto es, una parte de las orugas crisálidas pasa a convertirse en mariposa, mientras que otra parte de las orugas siguen en el mismo estado hasta el año siguiente (Mortera, s.f).

Aquí reside la importancia de las variables climáticas analizadas mes con mes, principalmente en primavera-verano, (marzo-junio), ya que en estos meses se encontraron los máximos registros (20, 19, 13, 15) (Cuadro 4).

Según la información antes descrita, la cobertura con mayor número de presencias durante el año fue zona agrícola con el 41.1% de los registros totales, seguido por zona urbana con el 35.6% y finalmente la zona de bosque con 23.3%, esto se atribuye a los hábitos del grupo (Gráfica 7).



Presencias por cobertura



Gráfica 7. Porcentaje de presencias de lepidópteros por cobertura.

Esto es importante ya que debido a los hábitos de los lepidópteros, pueden llegar a representar un problema como plagas claves, que son aquellas que ocurren en forma permanente en altas poblaciones y muchas veces no pueden ser dominadas, pues por lo general, es en su estado larval cuando estas plagas causan el daño a los cultivos (Brechelt, 2004). Por lo que estos datos que muestran la mayor presencia de los organismos en esta cobertura, pueden ser de gran importancia para la definición de zonas vulnerables. Es decir, es el área que cuenta con mayor facilidad para la obtención de plantas hospederas y nutricias.



7.2.2 Listado Taxonómico

A continuación se muestran los resultados del listado taxonómico generado, después de un año de colecta. Este listado se agrupa en cuatro familias, 14 géneros y 20 especies.

Cuadro 5. Listado taxonómico de la lepidopterofauna de Temascaltepec, Edo. de México.

Reino Animalia			
Phylum Arthropoda			
Clase Insecta			
Orden Lepidoptera			
Familia	Género	Especie	Autor
Lycaenidae	<i>Brephidium</i>	<i>Brephidium exilis</i>	Scudder, 1876
Nymphalidae	<i>Chlosyne</i>	<i>Chlosyne ehrenbergii</i>	Geyer, 1833
	<i>Colobura</i>	<i>Colobura dirce</i>	Linnaeus, 1758
	<i>Dione</i>	<i>Dione junio huascuma</i>	Reakirt, 1866
	<i>Morpho</i>	<i>Morpho polyphemus</i>	Westwood, 1850
	<i>Nymphalis</i>	<i>Nymphalis antiopa</i>	Linnaeus, 1758
	<i>Phyciodes</i>	<i>Phyciodes texana</i>	Edwards, 1863
Papilionidae	<i>Pterourus</i>	<i>Pterourus multicaudata</i>	Kirby, 1884
Pieridae	<i>Anteos</i>	<i>Anteos maerula</i>	Fabricius, 1775
	<i>Enantia</i>	<i>Enantia melite</i>	Linnaeus, 1763
	<i>Eurema</i>	<i>Eurema alitha</i>	Felder, 1862
	<i>Leptophobia</i>	<i>Leptophobia aripa</i>	Boisduval, 1836
	<i>Phoebis</i>	<i>Phoebis agarithe</i>	Boisduval, 1836
	<i>Zerene</i>	<i>Zerene cesonia</i>	Stoll, 1790



7.2.3 Nuevos registros de lepidopterofauna

Algo que es muy importante resaltar de los resultados obtenidos de este proyecto, es que son los primeros registros de la lepidopterofauna y de las especies reportadas para el área de estudio, ya que al consultar la base global de GBIF (www.gbif.org) se obtuvieron datos de 6 especies para México, las cuales se depuraron para el Estado de México, encontrando un total de 37 registros, sin embargo ninguno para el municipio (Figura 13), lo cual se considera un importante aporte para los estudios taxonómicos y biogeográficos, del grupo para el estado.

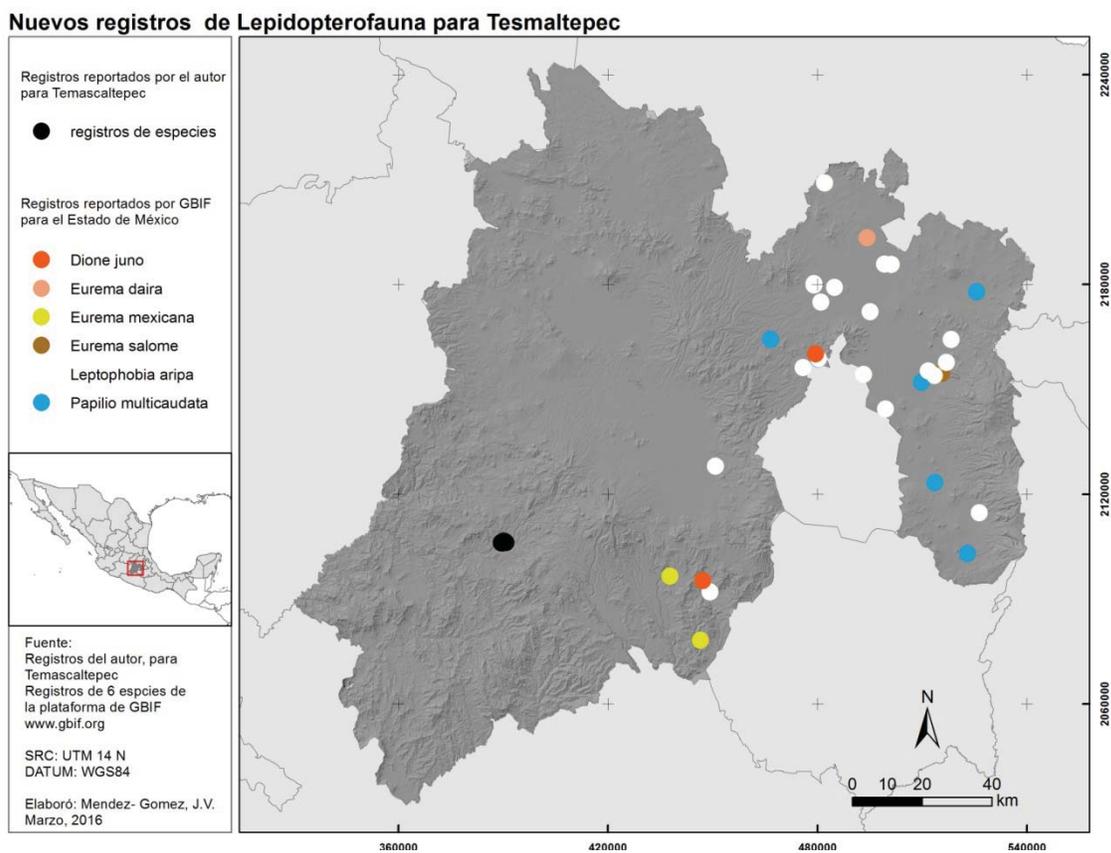


Figura 13. Nuevos registros de lepidopterofauna, comparados con la base global GBIF, para el municipio de Temascaltepec.



7.2.4 Fichas descriptivas

En este apartado se muestran las fichas descriptivas para las especies reportadas en el presente trabajo

							
<p>Fuente: http://butterfliesofamerica.com/brephidium_exilis_jsophthalma_specimens.htm</p>							
<table border="1"> <tr> <td>Phylum: Arthropoda</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <p>Nombre científico: <i>Brephidium exilis</i> (Scudder, 1876)</p> </td> </tr> <tr> <td>Clase: Insecta</td> </tr> <tr> <td>Orden: Lepidoptera</td> </tr> <tr> <td>Familia: Lycaenidae</td> </tr> <tr> <td>Género: Brephidium</td> </tr> </table>	Phylum: Arthropoda	<p>Nombre científico: <i>Brephidium exilis</i> (Scudder, 1876)</p>	Clase: Insecta	Orden: Lepidoptera	Familia: Lycaenidae	Género: Brephidium	
Phylum: Arthropoda	<p>Nombre científico: <i>Brephidium exilis</i> (Scudder, 1876)</p>						
Clase: Insecta							
Orden: Lepidoptera							
Familia: Lycaenidae							
Género: Brephidium							
<p>Los registros de su distribución, están limitados a México, principalmente en Mazatlán, Sinaloa, así como a algunos sitios de Estados Unidos.</p>							
<p>Fuente: http://www.learnaboutbutterflies.com/North%20America%20-%20Brephidium%20exilis.htm</p>	 <p>Fuente: CONABIO, 2007</p>						
<p>Descripción:</p> <p>Es una especie de la familia lycaenidae, los organismos pertenecientes a esta familia, son conocidos como "alas de telaraña" debido a su aspecto. Fue descrita por Scudder en 1876.</p> <p>Los machos, presentan una leve iridiscencia en tonos violetas y azules a través del lado superior de las alas.</p> <p>Sus hábitats son prados cubiertos de maleza, y semi-desierto. No se asocia con alguna planta en específico</p> <p>Fuente: http://www.learnaboutbutterflies.com/North%20America%20-%20Brephidium%20exilis.htm</p>	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><i>Brephidium exilis</i> en su hábitat natural</p> <p>Fuente: http://butterfliesofamerica.com/brephidium_e_exilis_live1.htm</p> </div>						

Ficha 1. *Brephidium exilis*



							
<p>Fuente: http://butterfliesofamerica.com/chlosyne_ehrenbergii_specimens.htm</p>							
<table border="1"> <tr> <td>Phylum: Arthropoda</td> <td rowspan="5" style="text-align: center;"> <p>Nombre científico: <i>Chlosyne ehrenbergii</i> (Geyer, 1833)</p> <p>Nombre común: Mariposa parche negra</p> </td> </tr> <tr> <td>Clase: Insecta</td> </tr> <tr> <td>Orden: Lepidoptera</td> </tr> <tr> <td>Familia: Nymphalidae</td> </tr> <tr> <td>Género: Chlosyne</td> </tr> </table>	Phylum: Arthropoda	<p>Nombre científico: <i>Chlosyne ehrenbergii</i> (Geyer, 1833)</p> <p>Nombre común: Mariposa parche negra</p>	Clase: Insecta	Orden: Lepidoptera	Familia: Nymphalidae	Género: Chlosyne	
Phylum: Arthropoda	<p>Nombre científico: <i>Chlosyne ehrenbergii</i> (Geyer, 1833)</p> <p>Nombre común: Mariposa parche negra</p>						
Clase: Insecta							
Orden: Lepidoptera							
Familia: Nymphalidae							
Género: Chlosyne							
<p>Según registros, este género se distribuye únicamente en norte América y la especie <i>Chlosyne ehrenbergii</i> es endémica de México.</p> <p>Fuente: http://www.learnaboutbutterflies.com/North%20America%20-%20Chlosyne%20ehrenbergii.htm</p>							
<p>Descripción:</p> <p>Es una especie de la familia Nymphalidae. Sus alas presentan coloración negra por ambos lados, con líneas horizontales en color claro. Fue descrita por Geyer en 1833.</p> <p>Se encuentra en lugares con maleza, así como junto a los caminos.</p> <p>Las hembras tienen hábitos gregarios, se pueden encontrar por docena o incluso más organismos. Están asociados a arbustos de <i>Buddleja</i> y especies de Asteraceae.</p> <p>Fuente: http://www.learnaboutbutterflies.com/North%20America%20-%20Chlosyne%20ehrenbergii.htm</p>	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><i>Buddleja americana</i> Fuente: http://www.tropicjoes.com/es/content/buddleja-americana-1</p> </div>						

Ficha 2. *Chlosyne ehrenbergii*



						
<p>Fuente: http://www.butterfliesofamerica.com/colobura_d_dirce_live2.htm</p>						
<table border="1"> <tr> <td>Phylum: Arthropoda</td> </tr> <tr> <td>Clase: Insecta</td> </tr> <tr> <td>Orden: Lepidoptera</td> </tr> <tr> <td>Familia: Nymphalidae</td> </tr> <tr> <td>Género: Colobura</td> </tr> </table>	Phylum: Arthropoda	Clase: Insecta	Orden: Lepidoptera	Familia: Nymphalidae	Género: Colobura	<p>Nombre científico: <i>Colobura dirce</i> (Linnaeus, 1758)</p> <p>Nombre común: Mariposa laberinto</p>
Phylum: Arthropoda						
Clase: Insecta						
Orden: Lepidoptera						
Familia: Nymphalidae						
Género: Colobura						
<p>Tiene una distribución extendida por parte de Norte América (México), Centro y Sur América.</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  </div> <p>Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.</p>						
<p>Descripción:</p> <p>Es una especie de la familia Nymphalidae. El ala anterior tiene color oscuro y presenta una franja transversal de color amarillo. Fue descrita originalmente por Linnaeus en 1758.</p> <p>Su hábitat es principalmente bosque. La planta hospedera con la que se le relaciona es <i>Cecropia obtusifolia</i>.</p> <p>Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><i>Cecropia obtusifolia</i> Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cecropia_obtusifolia.JPG</p> </div>					

Ficha 3. *Colobura dirce*





Fuente: http://www.butterfliesofamerica.com/colobura_d_dirce_live2.htm

Phylum: Arthropoda	Nombre científico: <i>Dione juno huascuma</i> (Reakirt, 1866) Nombre común: Pasionaria de alas largas
Clase: Insecta	
Orden: Lepidoptera	
Familia: Nymphalidae	
Género: Dione	

Tiene una distribución extendida por parte de Norte América (México), Centro y Sur América.

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.



Descripción:

Es una especie de la familia Nymphalidae. Presenta alas de color anaranjado, con venaciones negras. Su amplitud alar varía entre 35 y 40 mm aproximadamente.

Su hábitat principal es bosque, y caminos bordeados por el mismo.

Se asocia a *Passiflora Vitifolia* como su planta hospedera

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.



Passiflora Vitifolia

Fuente:
<http://vprsearch.tamu.edu/content/plants>

Ficha 4. *Dione juno huascuma*





Fuente: http://www.butterfliesofamerica.com/L/dione_moneta_poeyii_specimens.htm

Phylum: Arthropoda	Nombre científico: <i>Dione moneta</i> (Cramer, 1779)
Clase: Insecta	
Orden: Lepidoptera	
Familia: Nymphalidae	
Género: Dione	
Nombre común: Pasionaria mexicana	

La distribución general de la especie es en el sur de los Estados Unidos, Centro y Sur América.



Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.

Descripción:

Es una especie de la familia Nymphalidae. Presenta alas de color anaranjado, con venaciones negras. Su amplitud alar varía entre 35 y 38 mm aproximadamente.

Su hábitat principal es bosque.

Se asocia a *Passiflora lobata* como su planta hospedera

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.



Passiflora lobata

Fuente:
<http://johnterahsmiley.com/heliconius-passiflora-flea%20beetle/passiflora/lobata/lobata.html>

Ficha 5. *Dione moneta*



	
Fuente: Fotografía propia.	
Phylum: Arthropoda	Nombre científico: <i>Morpho polyphemus</i> (Westwood, 1850) Nombre común: Mariposa morfo blanca
Clase: Insecta	
Orden: Lepidoptera	
Familia: Nymphalidae	
Género: Morpho	
<p><i>Su distribución está limitada a México y América Central.</i></p> <p>Fuente: http://www.learnaboutbutterflies.com/%20Morpho%20polyphemus.htm</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Es una especie de la familia Nymphalidae. Fue descrita originalmente por Westwood en 1850. Posee alas en color blanco, con algunas marcas anilladas e lo largo de los dos pares.</p> <p>La planta hospedera con la que se asocia es, <i>Paullinia pinnata</i>.</p> <p>Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.</p>	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;"><i>Paullinia pinnata</i></p> <p style="text-align: center;">Fuente: http://botany.si.edu/bdg/plants.html</p> </div>

Ficha 6. *Morpho polyphemus*





Fuente: Fotografía propia.

Phylum: Arthropoda	Nombre científico: <i>Nymphalis antiopa</i> (Linnaeus, 1758)
Clase: Insecta	
Orden: Lepidoptera	
Familia: Nymphalidae	
Género: Nymphalis	
Nombre común: Velo de duelo	

Distribución muy extensa, está extendida por Europa, Asia y gran parte de Norte América.

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.

Descripción:

Es una especie de la familia Nymphalidae. Fue descrita originalmente por Linnaeus en 1758. Posee alas en tonos oscuros, con una franja amarilla en las orillas de las alas, y una línea de lunares azules o violetas (muy poco visibles en la imagen).

Su hábitat principal es bosque y caminos bordeados por el mismo.

La planta hospedera con la que se asocia es, *Salix alba*.

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.



Salix alba

Fuente:

<http://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Salix+alba+vitellina>

Ficha 7. *Nymphalis antiopa*





Fuente: http://butterfliesofamerica.com/nymphalis_cyanomelas.htm

Phylum: Arthropoda	Nombre científico: <i>Nymphalis cyanomelas</i> (Doubleday, 1848)
Clase: Insecta	
Orden: Lepidoptera	
Familia: Nymphalidae	
Género: Nymphalis	

Está distribuida desde el sur de México, hasta El Salvador

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.

Descripción:

Es una especie de la familia Nymphalidae. Fue descrita originalmente por Doubleday en 1848. Sus alas tienen tonos café, que van cambiando a tonos azules.

Su hábitat principal es bosque y caminos bordeados por el mismo.

La planta hospedera con la que se asocia es, *Salix alba*.

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.



Salix alba
Fuente:
<http://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Salix+alba+vitellina>

Ficha 8. *Nymphalis cyanomelas*





Fuente: <http://www.butterfliesunlimited.net/Species/texana.htm>

Phylum: Arthropoda	Nombre científico: <i>Phyciodes texana</i> (Edwards, 1863)
Clase: Insecta	
Orden: Lepidoptera	
Familia: Nymphalidae	
Género: Phyciodes	

Su distribución es desde el norte de Guatemala, hasta el sureste de Estados Unidos.

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.

Descripción:

Es una especie de la familia Nymphalidae. Fue descrita originalmente por Edwards, en 1863. Sus alas tienen tonos cafés, con lunares blancos y algunas franjas anaranjadas o café claro en el par anterior.

Sus hábitats principales son bosque y caminos bordeados por el mismo.

La planta hospedera con la que se asocia es, *Dicliptera brachiata*.

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.



Dicliptera brachiata

Fuente:

https://npsot.org/wp/wilco/photo-gallery/berry-springs-park-plant-survey/_mg_0316-dicliptera-brachiata-dicliptera/

Ficha 9. *Phyciodes texana*





Fuente: Foto propia.

Phylum: Arthropoda	Nombre científico: <i>Papilio multicaudata</i> (Kirby, 1884) Nombre común: Mariposa cometa, Llamadora
Clase: Insecta	
Orden: Lepidoptera	
Familia: Papilionidae	
Género: Phyciodes	

Su distribución es principalmente en Norte América.

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.



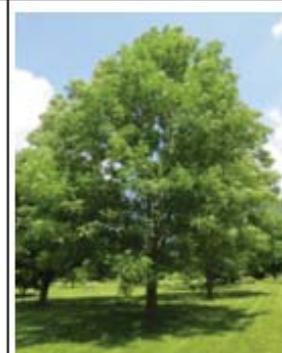
Descripción:

Es una especie de la familia Papilionidae. Fue descrita originalmente por Kirby, en 1884. Sus alas son amarillas, con franjas cafés.

Su hábitat principal es bosque y su vuelo es demasiado alto, en raras ocasiones baja para alimentarse, ya que lo hace de especies altas.

La especies vegetales con las que se asocia, con del género *Fraxinus*, conocidos como fresnos.

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.



Fraxinus nigra

Fuente:

<http://eabguelph.com/2013/06/25/fraxinus-comparison-chart/>

Ficha 10. *Papilio multicaudata*





Fuente: http://butterfliesofamerica.com/anteos_maerula_specimens.htm

Phylum: Arthropoda	Nombre científico: <i>Anteos maerula</i> (Fabricius, 1775) Nombre común: Mariposa citrina de hoja
Clase: Insecta	
Orden: Lepidoptera	
Familia: Pieridae	
Género: Anteos	

Tiene una distribución entre las regiones Neotropical y Neártica, y ha sido reportada en quince países.



Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.

Descripción:

Es una especie de la familia Pieridae, fue descrita por Fabricius, en 1775, a partir de ejemplares procedentes de América.

Las larvas de esta especie, se alimentan de plantas de las familias Fabaceae y Rhamnaceae. Entre las plantas hospederas registradas, se encuentran: *Senna bicapsularis*, *S. atomaria* y *S. hayesiana*.

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.



Senna bicapsularis
Fuente:
https://toptropicals.com/catalog/uid/SENNA_BICAPSULARIS.htm

Ficha 11. *Anteos maerula*



						
<p>Fuente: http://www.sangay.eu/popup.php?picture=http://www.sangay.eu/1/b//pic-vi-b-enantia-melite.jpg&login=Enantia-melite</p>						
<table border="1"> <tr> <td>Phylum: Arthropoda</td> </tr> <tr> <td>Clase: Insecta</td> </tr> <tr> <td>Orden: Lepidoptera</td> </tr> <tr> <td>Familia: Pieridae</td> </tr> <tr> <td>Género: Enantia</td> </tr> </table>	Phylum: Arthropoda	Clase: Insecta	Orden: Lepidoptera	Familia: Pieridae	Género: Enantia	<p>Nombre científico: <i>Enantia melite</i> (Linnaeus, 1763)</p>
Phylum: Arthropoda						
Clase: Insecta						
Orden: Lepidoptera						
Familia: Pieridae						
Género: Enantia						
<p><i>E. melite</i>, está distribuida entre las regiones Neotropical y Neártica y ha sido reportada en 12 países.</p> <p>Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.</p>						
<p>Descripción:</p> <p>Es una especie de la familia Pieridae. Presenta alas de color amarillo.</p> <p>Su hábitat principal es bosque y sitios con maleza.</p> <p>Se asocia con flores del género <i>Lantana</i>.</p> <p>Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;"><i>Lantana</i> sp.</p> <p style="text-align: center;">Fuente: http://www.northcoastweeds.org.au/weed/lantana/</p> </div>					

Ficha 12. *Enantia melite*





Fuente: http://gvcocks.homeip.net/Lepidoptera/Pieridae/eurema_alitha.htm

Phylum: Arthropoda	Nombre científico: <i>Eurema alitha</i> (Felder, 1862)
Clase: Insecta	
Orden: Lepidoptera	
Familia: Pieridae	
Género: Eurema	

Tiene una distribución bastante extensa, desde China y Taiwán, hasta el sureste de Asia, Nueva Guinea, el noreste de Australia y algunas regiones de América.

Fuente: <http://www.iucnredlist.org/details/159937/0>

Descripción:

Es una especie de la familia Pieridae. Presenta alas de color amarillo, con patrones de coloración oscuros en los extremos.

Su hábitat principal es bosque, y caminos bordeados por el mismo.

Se asocia a plantas de la familia Fabaceae o Leguminosae.

En IUCN, se encuentra en la categoría de "menor preocupación".

Fuente: <http://www.iucnredlist.org/details/159937/0>



Cytisus battandieri

Fuente:
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cytisus_battandieri_%27Pineapple_broom%27_\(Leguminosae\)_flower.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cytisus_battandieri_%27Pineapple_broom%27_(Leguminosae)_flower.JPG)

Ficha 13. *Eurema alitha*



							
<p>Fuente: http://butterfliesofamerica.com/eurema_daira_sioonia_specimens.ntm</p>							
<table border="1"> <tr> <td>Phylum: Arthropoda</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> Nombre científico: <i>Eurema daira</i> (Godart, 1819) </td> </tr> <tr> <td>Clase: Insecta</td> </tr> <tr> <td>Orden: Lepidoptera</td> </tr> <tr> <td>Familia: Pieridae</td> </tr> <tr> <td>Género: Eurema</td> </tr> </table>	Phylum: Arthropoda	Nombre científico: <i>Eurema daira</i> (Godart, 1819)	Clase: Insecta	Orden: Lepidoptera	Familia: Pieridae	Género: Eurema	
Phylum: Arthropoda	Nombre científico: <i>Eurema daira</i> (Godart, 1819)						
Clase: Insecta							
Orden: Lepidoptera							
Familia: Pieridae							
Género: Eurema							
<p>Tiene una distribución en el continente Americano, principalmente en Argentina, México y Estados Unidos.</p> <p>Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.</p>							
<p>Descripción:</p> <p>Es una especie de la familia Pieridae.</p> <p>Su hábitat principal es bosque, y caminos bordeados por el mismo.</p> <p>Se asocia a plantas de la familia Fabaceae o Leguminosae, principalmente con la especie <i>Stylosanthes biflora</i>.</p> <p>Fuente: http://www.iucnredlist.org/details/159937/0</p>	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><i>Stylosanthes biflora</i> Fuente: http://2bnthewild.com/plants/H456.htm</p> </div>						

Ficha 14. *Eurema daira*





Fuente: http://neotropicalbutterflies.com/Site%20Revision/Pages/PieridPages/Eurema_mexicana.htm

Phylum: Arthropoda	Nombre científico: <i>Eurema mexicana</i> (Boisduval, 1836) Nombre común: Amarilla mexicana
Clase: Insecta	
Orden: Lepidoptera	
Familia: Pieridae	
Género: Eurema	

Se encuentra distribuida en países como México, Estados Unidos y parte de Canadá, al igual que en algunos países de Sudamérica.



Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.

Descripción:

Es una especie de la familia Pieridae. Tiene una amplitud alar de 20 a 25 mm aproximadamente.

Su hábitat principal es bosque, y caminos bordeados por el mismo.

La planta hospedera con que se asocia es *Diphysa americana*.

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.



Diphysa americana

Fuente:
<http://biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/sarigua/species/44>

Ficha 15. *Eurema mexicana*





Fuente: <http://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Eurema+proterpia>

Phylum: Arthropoda	Nombre científico: <i>Eurema proterpia</i> (Fabricius, 1775)
Clase: Insecta	
Orden: Lepidoptera	
Familia: Pieridae	
Género: Eurema	

Es una especie que se encuentra en Norte y Sudamérica.

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.

Descripción:

Es una especie de la familia Pieridae. Presenta alas en color anaranjado, con venaciones negras.

Su hábitat principal es bosque, pero se tienen registros en variados ecosistemas, incluso hasta desierto.

Las plantas hospederas con las que se asocia, son del género *Desmodium*.

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.



Desmodium sp.

Fuente:

<http://biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/sarigua/species/44>

Ficha 16. *Eurema proterpia*



							
<p>Fuente: http://butterfliesofamerica.com/eurema_salome_jamapa_specimens.ntm</p>							
<table border="1"> <tr> <td>Phylum: Arthropoda</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> Nombre científico: <i>Eurema salome</i> (Felder, 1861) </td> </tr> <tr> <td>Clase: Insecta</td> </tr> <tr> <td>Orden: Lepidoptera</td> </tr> <tr> <td>Familia: Pieridae</td> </tr> <tr> <td>Género: Eurema</td> </tr> </table>	Phylum: Arthropoda	Nombre científico: <i>Eurema salome</i> (Felder, 1861)	Clase: Insecta	Orden: Lepidoptera	Familia: Pieridae	Género: Eurema	
Phylum: Arthropoda	Nombre científico: <i>Eurema salome</i> (Felder, 1861)						
Clase: Insecta							
Orden: Lepidoptera							
Familia: Pieridae							
Género: Eurema							
<p>Su distribución es principalmente en el continente Americano.</p> <p>Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.</p>							
<p>Descripción:</p> <p>Es una especie de la familia Pieridae. Presenta alas en color amarillo, con los márgenes en tonos oscuros.</p> <p>Su hábitat principal es bosque, pero se tienen registros en variados ecosistemas.</p> <p>Las plantas hospederas con las que se asocia, son del género <i>Diphysa</i>.</p> <p>Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><i>Diphysa americana</i> Fuente: http://biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/sarigua/species/44</p> </div>						

Ficha 17. *Eurema salome*





Fuente: http://butterfliesofamerica.com/leptophobia_aripa_elodia_specimens.htm

Phylum: Arthropoda	Nombre científico: <i>Leptophobia aripa</i> (Boisduval, 1836)
Clase: Insecta	
Orden: Lepidoptera	
Familia: Pieridae	
Género: Leptophobia	
Nombre común: Mariposa blanca de ojos verdes; Mariposa blanca de la col	

Tiene una distribución restringida a la región Neotropical y ha sido reportada en 11 países del centro de México al norte de Ecuador.



Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.

Descripción:

Es una especie de la familia Pieridae. Sus alas son blancas, con la orilla de las alas anteriores negra. Sus ojos son verdes. Fue descrita originalmente con el nombre de *Pieris aripa*, por Boisduval en 1836.

Entre las plantas hospederas reportadas para esta especie, se encuentra la col silvestre (*Brassica oleracea*).

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.



Brassica oleracea

Fuente: <http://natural-healthspot.blogspot.mx/2010/06/brassica-oleracea-benefits-for-health.html>

Ficha 18. *Leptophobia aripa*



						
<p>Fuente: http://butterfliesofamerica.com/phoebis_agarithe_pupillata_specimens.htm</p>						
<table border="1"> <tr> <td>Phylum: Arthropoda</td> </tr> <tr> <td>Clase: Insecta</td> </tr> <tr> <td>Orden: Lepidoptera</td> </tr> <tr> <td>Familia: Pieridae</td> </tr> <tr> <td>Género: Phoebis</td> </tr> </table>	Phylum: Arthropoda	Clase: Insecta	Orden: Lepidoptera	Familia: Pieridae	Género: Phoebis	<p>Nombre científico: <i>Phoebis agarithe</i> (Boisduval, 1836)</p>
Phylum: Arthropoda						
Clase: Insecta						
Orden: Lepidoptera						
Familia: Pieridae						
Género: Phoebis						
<p>Su distribución es desde Perú, hasta los Estados Unidos. Es una de las especies introducidas en Hawaii.</p> <p>Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.</p>						
<p>Descripción:</p> <p>Es una especie de la familia Pieridae. Presenta alas en tonos que van de amarillo a naranja, sin marcas distintivas visibles.</p> <p>Su hábitat principal es bosque, pero se tienen registros en variados ecosistemas.</p> <p>Las plantas hospederas con las que se asocia, son del género <i>Pithecellobium</i>.</p> <p>Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.</p>	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p><i>Pithecellobium dulce</i></p> <p>Fuente: http://chalk.richmond.edu/flora-kaxil-kiuic/p/pithecellobium_dulce.html</p> </div>					

Ficha 19. *Phoebis agarithe*



							
<p>Fuente: http://butterfliesofamerica.com/zerene_cesonias_cynops_specimens.htm</p>							
<table border="1"> <tr> <td>Phylum: Arthropoda</td> <td rowspan="5" style="vertical-align: top;"> <p>Nombre científico: <i>Zerene cesonia</i> (Stoll, 1790)</p> <p>Nombre común: Mariposa cara de perro sureña</p> </td> </tr> <tr> <td>Clase: Insecta</td> </tr> <tr> <td>Orden: Lepidoptera</td> </tr> <tr> <td>Familia: Pieridae</td> </tr> <tr> <td>Género: Zerene</td> </tr> </table>	Phylum: Arthropoda	<p>Nombre científico: <i>Zerene cesonia</i> (Stoll, 1790)</p> <p>Nombre común: Mariposa cara de perro sureña</p>	Clase: Insecta	Orden: Lepidoptera	Familia: Pieridae	Género: Zerene	
Phylum: Arthropoda	<p>Nombre científico: <i>Zerene cesonia</i> (Stoll, 1790)</p> <p>Nombre común: Mariposa cara de perro sureña</p>						
Clase: Insecta							
Orden: Lepidoptera							
Familia: Pieridae							
Género: Zerene							
<p><i>Zerene cesonia</i> está distribuida en las regiones Neotropical y Neártica, y ha sido reportada en al menos 17 países.</p> <p>Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.</p>							
<p>Descripción:</p> <p>Es una especie de la familia Pieridae. Fue descrita originalmente por Stoll, en 1790, a partir de ejemplares procedentes de Georgia, Estados Unidos.</p> <p>La planta hospedera con la que se asocia, es <i>Amorpha californica</i>.</p> <p>Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2007.</p>	 <p><i>Amorpha californica</i> Fuente: http://www.laspilitas.com/nature-of-california/plants/28--amorpha-californica</p>						

Ficha 20. *Zerene cesonia*



7.3 Otros aspectos taxonómicos

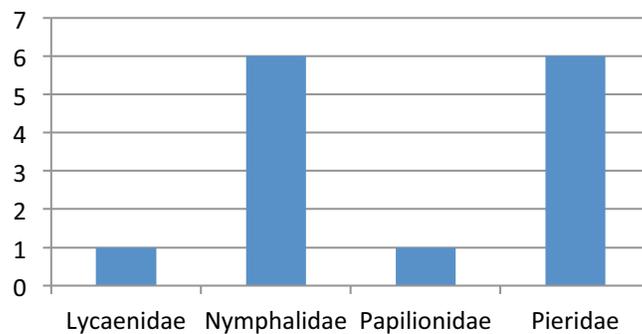
Como ya se mencionó, el total de organismos registrados (146), se agrupan en cuatro familias, 14 géneros y 20 especies (Cuadro 6).

Cuadro 6. Especies y número de organismos por familia.

Familia	No. de géneros	No. de especies	No. de organismos
Lycaenidae	1	1	5
Nymphalidae	6	8	52
Papilionidae	1	1	5
Pieridae	6	10	84
<u>TOTAL</u>	<u>14</u>	<u>20</u>	<u>146</u>

Las familias presentes fueron Lycaenidae, Papilionidae, Nymphalidae y Pieridae, siendo estas dos últimas aquellas con mayor número de géneros. Por su parte, Lycaenidae y Papilionidae cuentan únicamente con un género (Gráfica 8).

Géneros por familia

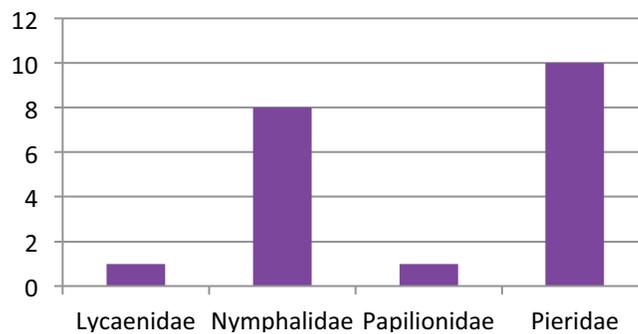


Gráfica 8. Número de géneros por familia.



La familia Pieridae, presentó la mayor riqueza específica para Temascaltepec, seguida por Nymphalidae, con diez y ocho especies, respectivamente. Lycaenidae y Papilionidae, sólo registraron una especie cada una (Gráfica 9).

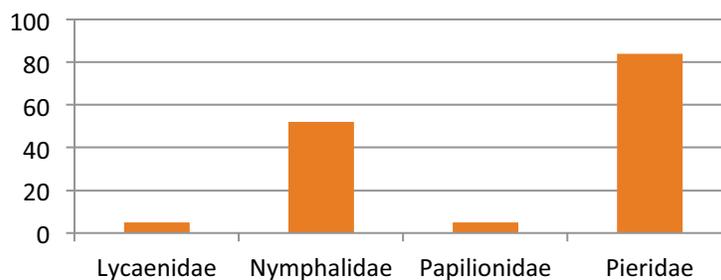
Especies por familia



Gráfica 9. Número de especies por familia.

En cuanto al número de individuos en cada familia, se observa el mismo patrón, siendo Pieridae la familia con más individuos, con 84, seguida por Nymphalidae que registró 52. En el caso de Lycaenidae y Papilionidae, únicamente contaron con 5 individuos cada una (Gráfica 10).

Individuos por familia



Gráfica 10. Número total de organismos por familia.



Cuadro 7. Presencia de organismos en estado adulto por mes.

Especie	Ene	Feb	Mzo	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
<i>Anteos maerula</i>				Red				Red		Red	Red	
<i>Brephidium exilis</i>			Light Red				Light Red	Light Red	Light Red			
<i>Chlosyne ehrenbergii</i>										Light Blue		Light Blue
<i>Colobura dirce</i>			Light Purple	Light Purple								
<i>Dione juno</i>			Light Green		Light Green							
<i>Dione moneta</i>	Orange			Orange	Orange							
<i>Enantia melite</i>	Grey						Grey	Grey				
<i>Eurema alitha</i>		Olive	Olive	Olive								
<i>Eurema daira</i>	Blue		Blue	Blue		Blue	Blue		Blue			
<i>Eurema mexicana</i>	Dark Red			Dark Red	Dark Red	Dark Red	Dark Red	Dark Red	Dark Red	Dark Red	Dark Red	Dark Red
<i>Eurema proterpia</i>	Yellow								Yellow			
<i>Eurema salome</i>	Green	Green	Green	Green	Green				Green	Green		
<i>Leptophobia aripa</i>	Light Blue		Light Blue	Light Blue		Light Blue	Light Blue	Light Blue		Light Blue	Light Blue	
<i>Morpho polyphemus</i>	Purple											
<i>Nymphalis antiopa</i>		Dark Olive									Dark Olive	
<i>Nymphalis cyanomelas</i>					Light Blue			Light Blue				
<i>Papilio multicaudata</i>					Pink	Pink				Pink		
<i>Phoebis agarithe</i>					Dark Blue				Dark Blue			
<i>Phyciodes texana</i>	Teal	Teal	Teal		Teal	Teal		Teal		Teal	Teal	Teal
<i>Zerene cesonia</i>				Orange						Orange		

Gráfica 13. Número total de organismos por familia.



La familia Pieridae se encuentra ampliamente distribuida en el mundo y contiene aproximadamente 1, 220 especies (Ospina *et al.*, 2010).

Warren (2000) menciona que los individuos de esta familia, constituyen cerca del 40% de las mariposas diurnas presentes en cualquier localidad en la República Mexicana, sin importar la época o el ambiente donde se recolecten. En este caso, coincide con la cifra establecida por Warren, ya que los organismos de esta familia, representan el 58% del total de individuos registrados para el presente estudio.

Hernández *et al.*, (2008) estimaron que existen cerca de 800 especies pertenecientes a la familia Pieridae en el país, pero actualmente se conocen 741, cifra que simboliza casi el 40% de la lepidopteroфаuna diurna de México.

Leptophobia aripa (Ficha 18), es una especie de lepidóptero perteneciente a la familia Pieridae, fue la especie con mayor número de registros, representando el 15% del total de presencias de lepidopteroфаuna registradas; más de una cuarta parte de las presencias registradas para la familia Pieridae, corresponden a este organismo. La segunda especie con altos registros de esta familia, es *Eurema mexicana* (Ficha 15), con el 14% de las presencias totales y el 24% de las presencias de la familias, encontrándose justo debajo de la especie anterior.

Por otro lado, la familia Nymphalidae, contiene unas 7,250 especies, lo que la convierte en la familia más diversa de mariposas diurnas en el mundo (García *et al.*, 2007). A pesar de esto, no fue la familia con mayor riqueza específica, ni mayor número de individuos, representó el 36% del total de registros.

En este caso, la especie con mayor número de presencias registradas para esta familia, fue *Dione juno* (Ficha 4), representando el 14% del total de registros y el 39% de los registros para la familia.

Lycaenidae, presentó únicamente una especie, *Brephidium exilis* (Ficha 1), misma que tuvo registro de presencia en cinco ocasiones, representando el 3.4% de los registros totales y el 100% de presencias de la familia. Según Munguira y



colaboradores en 1997, más de la mitad de las especies de esta familia, se alimentan de leguminosas; según la observación en campo sobre la vegetación y la asociación de los organismos con la misma, se observaron escasos especímenes pertenecientes a la familia Leguminosae, por lo que puede ser un factor que explique la baja cantidad de presencias de organismos de la familia Lycaenidae.

En el caso de la familia Papilionidae, se observó el mismo patrón que para Lycaenidae, presentando una especie, con cinco presencias.

Los Papilionidae, son probablemente los lepidópteros más populares, conocidos por su tamaño grande y sus colores vistosos (Maes, 2006). Esto ha incentivado el interés por realizar estudios con tal grupo, como es el caso de Hernández *et al.* (2008), que al estudiar la distribución de lepidopterofauna en Malinalco, Estado de México, descubrió que la distribución óptima para los organismos de esta familia, es en una altitud aproximada de 1 111 msnm, contrarrestándose con nuestros resultados ya que la mayor parte del polígono de muestreo se encuentra a una altitud promedio de 1 800 msnm.

7.4 Relación espacial de presencias con variables climáticas (Mapas bivariados)

Los mapas bivariados o de coropletas muestran la relación espacial entre dos variables, que en este caso son variables climáticas y la presencia de los lepidópteros.

El microclima es una serie de variables atmosféricas que distinguen una zona o espacio medianamente reducido. También depende de la existencia de otra serie de variables que lo caracterizan, como: temperatura, altitud, topografía, humedad, vegetación, evaporación, luz, etcétera (Guerrero, 2012).

En este caso, se tomaron en cuenta tres variables del microclima: temperatura, precipitación y evaporación, y cada una de ellas se relacionó con el número de presencias registradas de lepidópteros. Cada variable tuvo tres intervalos.



Para enero, el intervalo de temperatura fue de 15.997 a 16.155° C, el mayor número de presencias fue en el intervalo medio, que va de 16.050 a 16.103° C. Para precipitación, el rango iba de los 11.481 a 12.839 mm, de igual forma, el mayor número de presencias fue en el intervalo medio, es decir, de los 12.160 a los 12.839 mm. Finalmente, para la evaporación en este mes, varió de 94.646 a 100.022 mm/año. Ver mapas 27, 28 y 29 (anexo cartográfico).

En febrero, la temperatura aumentó un poco, el rango fue de 16.905 a 17.053° C, en este caso, todos los organismos se registraron en el intervalo medio, no se registró ninguna en los intervalos extremos. La precipitación, mostró un rango de 10.890-11.133 mm y sucedió lo mismo, presentándose individuos en el intervalo medio. Finalmente, la evaporación, muestra el mismo patrón, en este caso el intervalo medio fue de 112.211 a 114.486 mm/año. Ver mapas 30, 31 y 32 (anexo cartográfico).

Marzo, presentó registros en los intervalos bajo y medio para temperatura, pero principalmente en el intervalo medio, que fue de 18.23 a 18.34° C, mientras que el bajo fue de 18.12 a 18.23° C. Para precipitación, las presencias se limitaron al intervalo medio (9.77 a 9.91 mm), mientras que para evaporación, el rango fue de 149.79 a 158.00 mm/año. Ver mapas 33, 34 y 35 (anexo cartográfico).

En abril la temperatura varió de 19.526 a 19.780° C, los individuos se registraron en el intervalo medio que fue de 19.611 a 19.696 ° C. En cuanto a precipitación, las presencias se registraron en los niveles bajo y medio que fueron de 13.564 a 14.259 y de 14.259 a 14.954 mm respectivamente. Finalmente, para evaporación sólo hubo registros en el intervalo medio que fue de 19.611 a 19.696 mm/año. Ver mapas 36, 37 y 38 (anexo cartográfico).

Mayo, mostró un intervalo de temperatura de 20.066 a 20.138° C, las presencias se limitaron al intervalo medio que fue de 20.138 a 20.202° C. Para la precipitación, se registraron presencias en los intervalos medio y bajo que tuvieron un rango de 65.142 a 66.161 mm y de 64.123 a 65.142 mm respectivamente. En cuanto a la evaporación, se mostró el mismo patrón, presentando registros en los



intervalos medio y bajo, pero principalmente en el medio, que fue de 163.172 a 165.514 mm/año. Ver mapas 39, 40 y 41 (anexo cartográfico).

En junio, para la variable temperatura, hubo presencias registradas en los tres intervalos, el alto fue de 19.603 a 19.614° C, el medio de 19.591 a 19.603 y finalmente, el bajo fue de 19.579 a 19.591° C, sucediendo lo mismo en las otras dos variables analizadas. Ver mapas 42, 43 y 44 (anexo cartográfico).

Para julio, los individuos se registraron en el intervalo medio de temperatura que fue de 19.121 a 19.159° C, la precipitación, de igual manera, sólo tuvo registros en el intervalo medio, que en este caso fue de 233.820 a 236.936 mm; finalmente, los intervalos bajo y medio de evaporación presentaron registros, el medio presentó la mayoría de presencias y fue de 116.137 a 116.202 mm/año. Ver mapas 45, 46 y 47 (anexo cartográfico).

Agosto muestra presencias en los intervalos medio y bajo, sin embargo, por primera vez no predomina el medio, ya que el mayor número de presencias se obtuvo en el rango bajo que fue de 9.68 a 14.15° C. Ver mapas 48, 49 y 50 (anexo cartográfico).

Septiembre mostró el mayor número de presencias en la clase baja para temperatura y media para precipitación y evaporación. Ver mapas 51, 52 y 53 (anexo cartográfico).

Octubre muestra por igual presencias tanto en clase baja como media, para precipitación y temperatura, mientras que para evaporación predominan más en la clase media. Ver mapas 54, 55 y 56 (anexo cartográfico).

En el mes de Noviembre, predominaron los intervalos medios en las tres variables, seguidos por los intervalos bajos. Ver mapas 57, 58 y 59 (anexo cartográfico).

Finalmente, Diciembre que fue el mes con menor número de presencias registradas, mostró los registros únicamente en los rangos medios de las tres variables. Ver mapas 60, 61 y 62 (anexo cartográfico).



Según Blair, (1999) los lepidópteros son indicadores excelentes de las transformaciones antrópicas del paisaje, en particular de la urbanización. Son sensibles a cambios de temperatura, humedad y demás factores del microclima, así como nivel de luminosidad, parámetros que típicamente se alteran con la perturbación de un hábitat determinado.

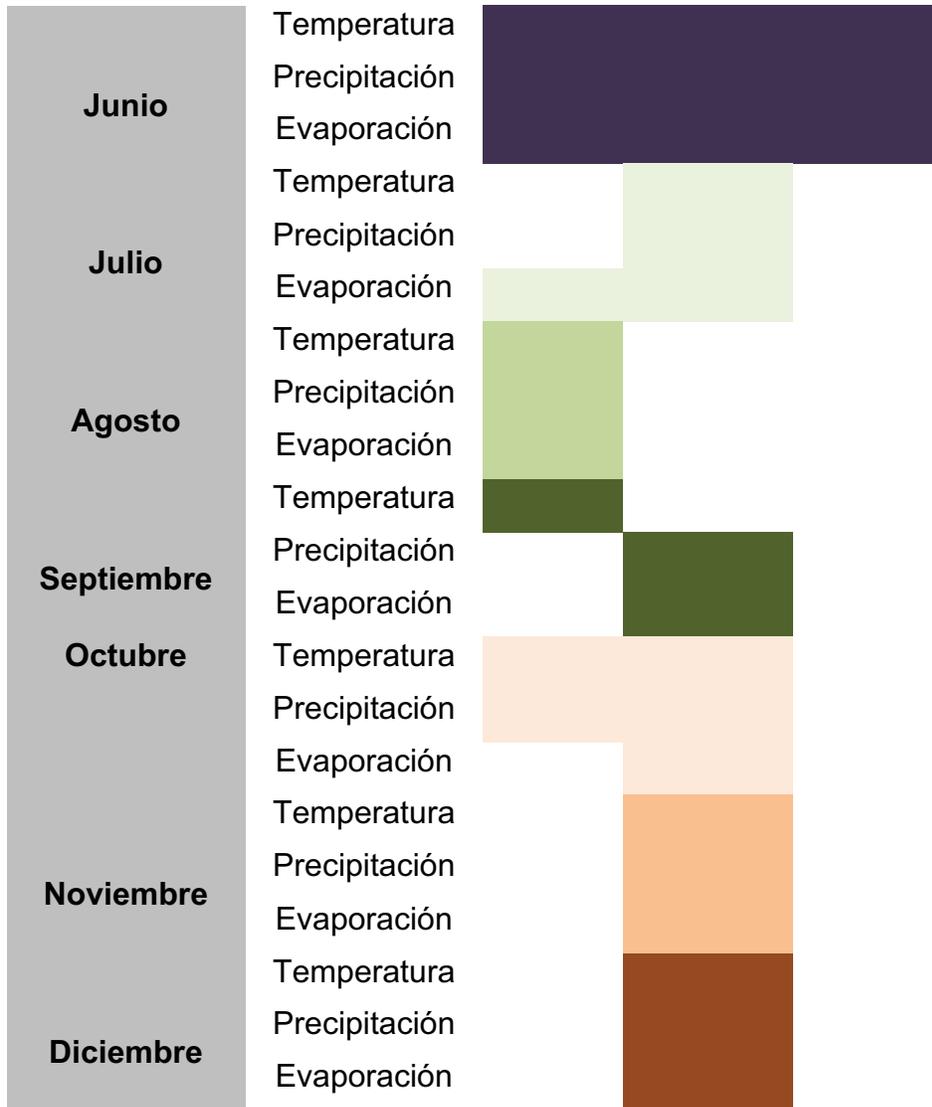
El siguiente cuadro muestra la clase en la que se encuentra cada mes, respecto a las tres variables climáticas utilizadas. Demostrando visualmente, la tendencia por prevalecer en la clase o los intervalos medios en la mayoría de los meses para las tres variables.

Junio, es una de las excepciones, mostrando presencias en las tres clases de cada variable, así como agosto, que registró sus presencias únicamente en la clase baja.

Cuadro 8. Presencias en clases de variables climáticas.

Mes	Variable	Clase		
		Baja	Media	Alta
Enero	Temperatura			
	Precipitación			
	Evaporación			
Febrero	Temperatura			
	Precipitación			
	Evaporación			
Marzo	Temperatura			
	Precipitación			
	Evaporación			
Abril	Temperatura			
	Precipitación			
	Evaporación			
Mayo	Temperatura			
	Precipitación			
	Evaporación			





Según lo observado en el cuadro anterior existe una tendencia de los organismos por los intervalos medios de cada variable, evitando así los extremos más bajos y más altos.



8.0 Modelados de la distribución potencial

8.1 Modelado ponderado (ArcView)

Para el modelado de la distribución potencial de lepidopterofauna como se mencionó anteriormente los valores teóricos están desde cero (zonas con nula probabilidad) hasta uno (zonas con muy alta probabilidad). Para el municipio, se obtuvieron valores que van de los 0.060 a 0.93, es decir no existen lugares que no cumplan por lo menos con alguna de las características ambientales, siendo aquellas que van de los 0.5 a 0.7 las que cuentan con espacios con características que tienen una alta probabilidad de distribución del grupo, mientras que las que tienen la mayor probabilidad son las que presentan de 0.75 a 0.93, que son las que cumplen con la mayoría de las características con alta probabilidad (Mapa 65).

Estos valores se agruparon en 5 categorías, las cuales agrupan intervalos de probabilidad que van de la Nula (0.060 - 0.01), Baja (0.02 - 0.25), Media (0.26 - 0.45), Alta (0.46 - 0.65) y Muy alta (0.66 - 0.93). Estos resultados mostraron que el 35% del municipio presenta una probabilidad nula de distribución del grupo. En la mayor parte del territorio, la probabilidad de distribución es baja comprendiendo el 37.1%, distribuyéndose homogéneamente en el territorio. La probabilidad media representa el 25.7%. Finalmente, las probabilidades alta y muy alta, cubren el 1.7 y 0.6 % respectivamente del total municipal, principalmente en la zona centro del mismo, que es el área de muestreo y zonas contiguas. Asociadas principalmente a las zonas con idoneidad por elevación y temperatura, que son las variables que restringen la distribución potencial del grupo.

En esta zona con probabilidad muy alta de distribución, se encuentran las zonas de mayor idoneidad, basado en los registros de colecta, estas áreas presentan una elevación que va de los 1757 – 1813 msnm, con orientaciones sur y suroeste, con vegetación forestal y usos agrícolas, con unidades de suelo Andosol, Cambisol y Vertisol, siendo de las zonas más secas y con temperaturas de 18.5-19.5 °C (Mapa 65).



Esto se atribuye a que la mayoría de los modelos que predicen la presencia de una especie en un sitio no explorado, generalmente correlacionan los sitios ya conocidos donde la especie prospera con un conjunto de factores ambientales, especialmente climáticos (Villaseñor, 2004). Es por esto, que la probabilidad alta se acota al área muestreada, pues a partir de los datos obtenidos de estos puntos, se extrapola a los demás sitios del territorio que cumplan con las características establecidas en las variables del modelo.

Después de esta zona centro con la mayor probabilidad de distribución, el área suroeste del municipio es la que muestra alta probabilidad, lo que nos indica que es la zona que tiene la mayoría de las variables, físicas y biológicas, similares al área de muestreo, como la elevación que está en los 1,757 – 1,813 msnm, la vegetación forestal, unidades de suelo y las orientaciones sureste, este, sur y suroeste (Mapa 65)

En la porción este del municipio, se muestra baja probabilidad debido al gradiente de altitud, que se encuentran por arriba de los 2 000 msnm que es el intervalo máximo para el grupo basado en los registros (Mapa 12), en dicha zona las temperaturas son más bajas (17.5-18.5 °C), con mayores precipitaciones, incluso superan los 1,500mm del intervalo máximo (Mapa 11), esto se puede deber a la cercanía con el Nevado de Toluca (Leal, 2012). Es decir esta porción del territorio no presenta similitud con respecto a las variables incluidas en el modelo y a los espacios en donde se colectaron los individuos, pero no con eso se quiere decir que son zonas en las que no exista Lepidoptero fauna. Ver mapa 65 (anexo cartográfico).

Para saber en qué medida las variables favorecen o limitan la distribución potencial se tiene que el atributo que la restringe es la elevación. Esta variable determina áreas con probabilidad nula que comprenden 44, 055.69 ha que se concentran hacia la porción este del municipio, siendo la variable con la mayor superficie para esta probabilidad nula, pues este atributo cuenta sólo con 1, 832 ha que presentan probabilidad alta, en la porción Oeste de la entidad (Mapa 66 A).



Otra variable que limita la distribución del grupo, es la temperatura con 36, 202.25 ha con probabilidad nula, que al igual que la elevación se concentra en la porción Este, sin embargo cuenta con 5, 062.94 ha de probabilidad alta, estas comparten los mismos espacios que la zonas de probabilidad alta para la elevación (Mapa 66 B). Esta limitante se atribuye a que el grupo se desarrolla principalmente en zonas tropicales en donde las temperaturas van de los 18 a los 32 °C (Heit *et al.*, 2013). En el municipio la temperatura media anual oscila entre los 10.5 a 22.4 °, este gradiente se desarrolla de este a oeste, es decir al este tenemos las menores temperaturas que se encuentran fuera de tal intervalo bioecológico, esto puede deberse a la relación existente entre elevación y temperatura.

La siguiente variable que mostró una superficie importante de probabilidad nula fue la precipitación que presentó 25, 867.56 ha, estas zonas se concentran en las porciones este y oeste, mientras que 19, 225.88 ha tienen una probabilidad alta de distribución localizadas en la porción central y noreste del municipio (Mapa 67 A). En el caso de este atributo, Venette *et al.* (2003) registraron que el límite superior máximo de precipitación es de 600 mm anuales, para una especie que está asociada a cultivos de vid, es decir las zonas con precipitaciones bajas y altas en el municipio (Mapa 11) son aquellas que tienen una probabilidad nula, ya que el grupo si bien prefiere zonas secas, depende a su vez de vegetación que requiere de ciertos intervalos de precipitación.

Para la orientación se tiene que 22, 190.94 ha tienen probabilidad nula, no obstante la zonas con probabilidad alta presentan una superficie muy similar a esta comprendiendo 22, 913.81 ha, en este caso la distribución es heterogénea en el municipio (Mapa 67 B).

En el caso contrario, las unidades de suelo fueron las que menos limitaron la probabilidad de distribución, ya que estas no presentan áreas con probabilidad nula, esta variable resulto ser aquella que obtuvo la mayor superficie con probabilidad alta con 45,638.31 ha (Mapa 68 A), al igual que las coberturas vegetales con 20, 096 ha (Mapa 68 B); distribuyéndose en gran parte por el



municipio. Estas variables son las únicas que no presentan categorías nulas (Mapa 68)

Es importante mencionar, que aunque no es posible determinar cuánto sobreestiman o subestiman los modelos de distribución potencial y uno de los problemas más comunes es que tienden a estimar distribuciones significativamente diferentes (Naoki *et al.*, 2006), los resultados sugieren que ArcView estima de manera satisfactoria la distribución potencial de especies, ya que al compararlo con el modelo de MaxEnt las diferencias en superficie son pocas.

Esta cartografía obtenida puede ser utilizada para delimitar áreas prioritarias para la conservación de estas especies o como una guía de campo.

Aunado a que debido a la gran complejidad y heterogeneidad de los sistemas, no se espera que los modelos deductivos de la distribución potencial reflejen con exactitud los mecanismos inherentes de la distribución real. Sin embargo se obtuvo un acercamiento de los parámetros biológicos del grupo, que si se realiza mayor investigación se puede lograr una predicción más certera, mediante modelos de distribución potencial.



8.2 Modelado con MaxEnt

Para el modelo de la lepidopterofauna con MaxEnt, con base en el análisis de cómo las variables limitan o favorecen la distribución potencial (Mapas 66; 67; 68) del apartado anterior, de las siete variables, se han seleccionado aquellas que favorecen a la distribución, que son vegetación, suelos, orientación, evaporación y precipitación. Con esto se puede decir que aquellas variables con mayor limitante son la elevación y temperatura, que están ampliamente relacionados.

Los resultados del modelo de la distribución potencial con MaxEnt, mostraron datos que van de los 0.0065, es decir las zonas que no se acercan a la idoneidad de las características ambientales, obteniendo como máximos valores de entropía 0.95 , es decir las zonas con mayor similitud con respecto a las características donde se tienen presencias (Mapa 69).

Se realizó una reclasificación de estos valores, a cinco clases de probabilidad siendo nula, baja, media, alta y muy alta, correspondiendo a los valores de 0.065 – 0.01; 0.02 - 0.25; 0.26 - 0.45; 0.46 - 0.65 y 0.66 - 0.95 respectivamente (Mapa 69).

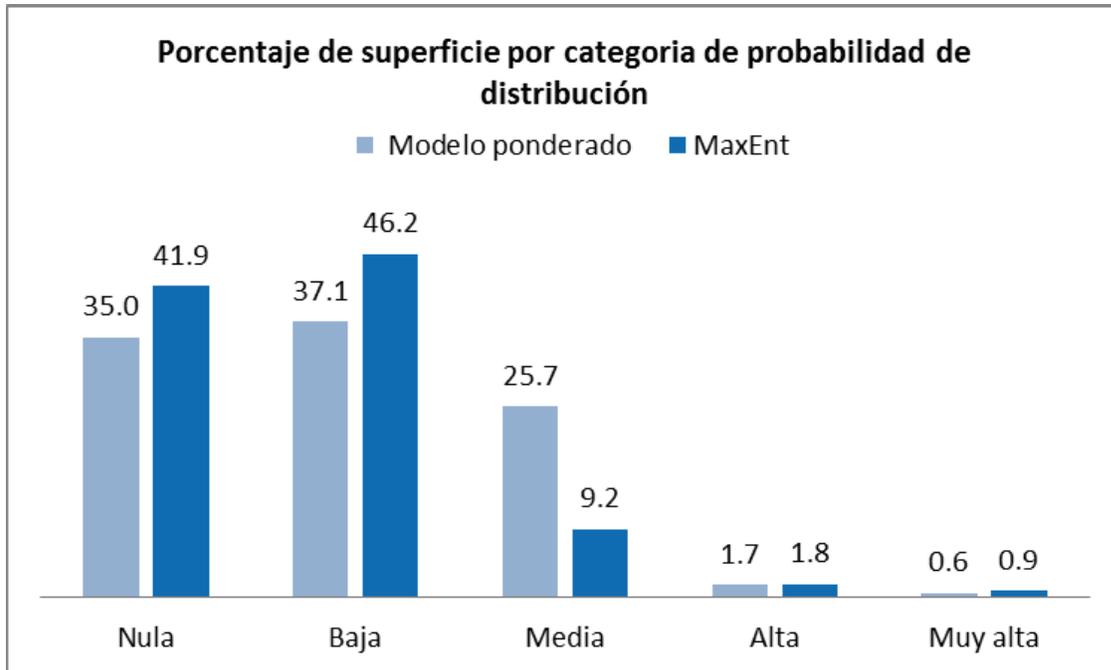
Los resultados con el modelo anterior resultan similares, ya que el modelo ponderado tiene valores de 0.060 como mínimos y el modelo con MaxEnt 0.065; Mientras que los máximos con MaxEnt resultaron en 0.95 y con el ponderado de 0.93.

Así mismo a partir de las clases de probabilidad de distribución las zonas que favorecen a la lepidopterofauna en ambos modelos se localizan principalmente en la porción central, otros de menor probabilidad en la porción oeste y noreste (Mapa 65 y 69)

A su vez, basado en los análisis de cálculo de superficie obtenida, los resultados son muy parecidos ya que en el modelo con MaxEnt el 0.9% de terreno cuenta con una probabilidad alta de distribución. Al igual que en el modelo ponderado, la clase con mayor área representada es la de probabilidad baja, ocupando el 46.2% del municipio; posteriormente, se encuentra la clase nula con 41.9%, continuando



con la probabilidad media con el 9.2 % y finalmente probabilidad alta, ocupando únicamente el 1.8 % del territorio (Gráfica 11. Comparación de superficie).



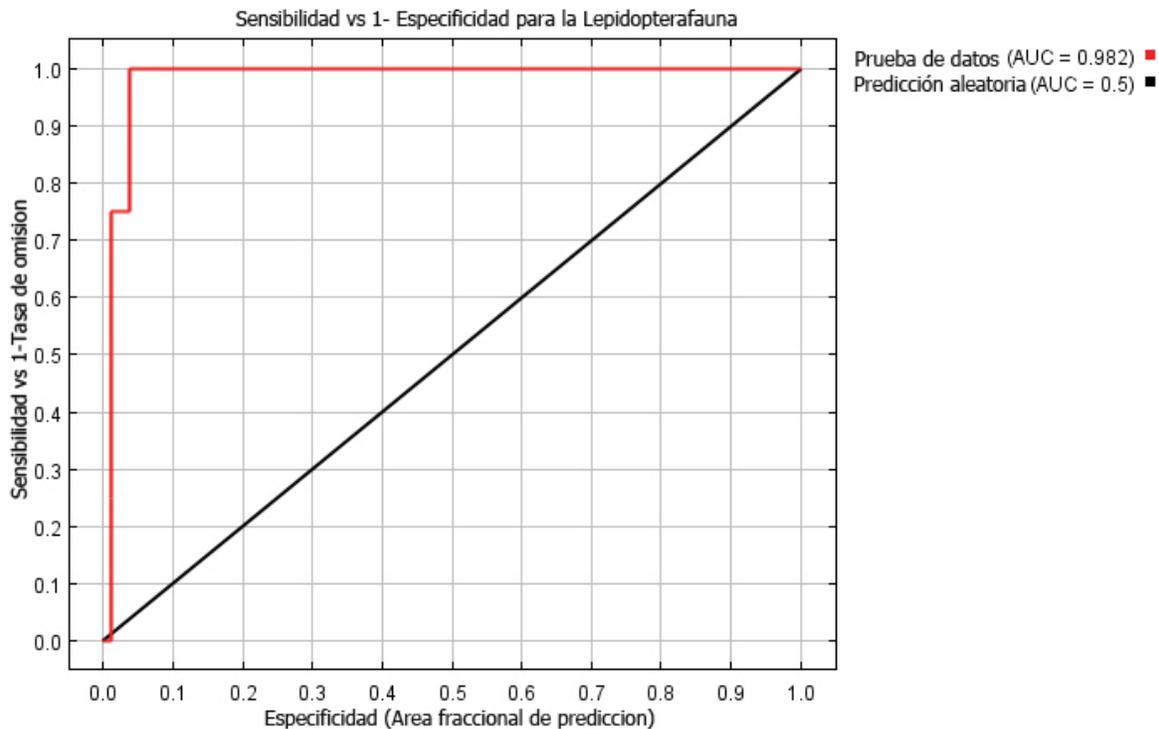
Gráfica 11. Comparación de la superficie en porcentaje de cada categoría de probabilidad de distribución, del modelo ponderado y con MaxEnt.

Una de las potencialidades de MaxEnt, es la capacidad que tiene para evaluar qué tan explicativos son los registros de presencia, es decir que no sean tan fuertemente aleatorios que no se puedan explicar con el algoritmo y en qué medida las variables contribuyen a demostrar la distribución; es decir, calcula la proporción de ocurrencias observadas correctamente predichas. Para esto MaxEnt, realiza una prueba de datos, evaluando una curva de sensibilidad y especificidad (AUC). En ella se representa la sensibilidad de la técnica diagnóstica frente el valor que se obtiene al restarle la especificidad a la unidad (1-especificidad).

Para el modelo se obtuvo un valor de 0.982 y una predicción al azar de 0.5; lo que indica que la predicción del modelo es aceptable y que las variables que se utilizaron para esta prueba de distribución potencial fueron las óptimas. Ya que de acuerdo con Phillips *et al.*, (2005), un buen modelo genera un AUC (Área Bajo la



Curva) con valores entre 0.83 y 1 (Gráfica 12. AUC-ROC). Estos valores están dados en función de cómo se comporta nuestra probable distribución con respecto a las presencias, se evalúa en función de la sensibilidad y especificidad, de igual manera evalúa la tasa de omisión que puede generar falsos negativos, es decir que no predice lugares de presencia que pueden ser importante para el ámbito de supervivencia de las especies.



Gráfica 12. Análisis estadístico con base en AUC (Área bajo la curva ROC)

Otra de las ventajas de utilizar MaxEnt, es que además de hacer la prueba de datos, nos brinda información de la contribución relativa de las variables incluidas en el modelo, este se calcula cada que se incorpora en el proceso a cada una de las variables, el cual cambia al incrementar la ganancia del modelo modificando el coeficiente de cada característica; y el algoritmo genera un porcentaje final de contribución. En el caso del modelo se encontró que las variables que más contribuyen al modelo son la cobertura vegetal, las unidades de suelo y la evaporación (Cuadro 8. Contribución y permutación); la cuales como se revisó en



el modelo ponderado son las que favorecen a la distribución probable de la lepidopterofauna.

Variable	Porcentaje de contribución	Permutación de importancia
Cobertura vegetal	57.9	75.8
Unidades de suelo	23.8	6.6
Evaporación	17.7	13.7
Precipitación	0.3	3.9
Orientación	0.3	0

Cuadro 8. Contribución relativa de variables en el modelo con MaxEnt

En el caso de la permutación de la importancia muestra en qué medida cada variable en el modelo total, disminuye el valor del AUC, es decir si disminuye considerablemente, esto indica que la predicción depende en gran medida de la variable, en otras palabras mientras más grande sea el valor de permutación es que si se quita la variable del modelo, los valores de predicción disminuirán significativamente, mientras que si es más pequeño, indica que si esa variable se omite del modelo no afectará a la predicción.

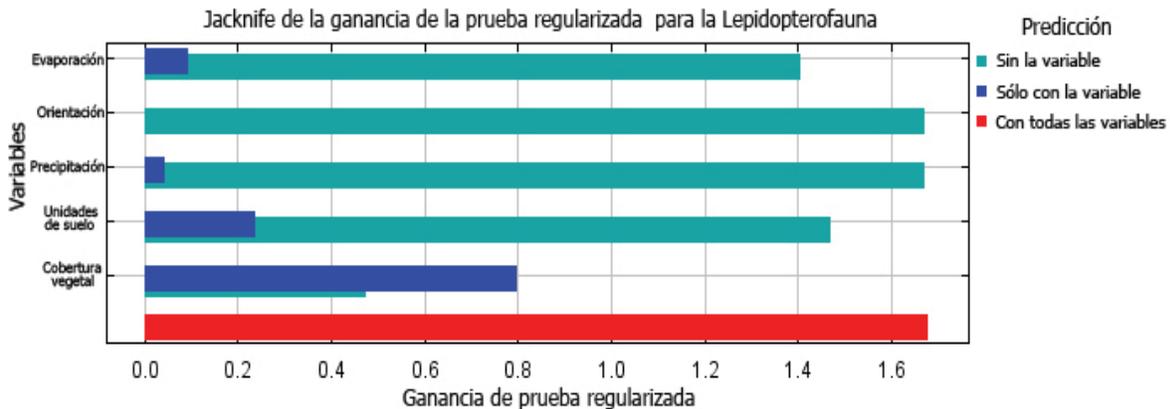
Esto se apoya a su vez con el análisis de Jackknife que también se obtuvo con la aplicación MaxEnt (Gráfica 13); en donde las barras sin la variable indican cuál sería la predicción del modelo sin la variable, siendo la orientación aquella que tiene la menor permutación (Orientación) esto indica que en el caso de que la variable fuera omitida el valor de AUC no disminuiría drásticamente, seguida por la precipitación, las unidades de suelo y evaporación.

En el caso de las coberturas vegetales, si esta se eliminara en la prueba la AUC disminuiría significativamente alcanzando únicamente 0.48 de la ganancia de prueba (Gráfica 13).

Por otro lado las barras solo con la variable indican cómo las variables solas contribuyen al aumento o decremento de la AUC; en este caso la variable que



más contribuye a la ganancia de la prueba son las coberturas vegetales, ya que si el modelo se corre sólo con esa variable acumularía una ganancia de 0.8 (Gráfica 13).



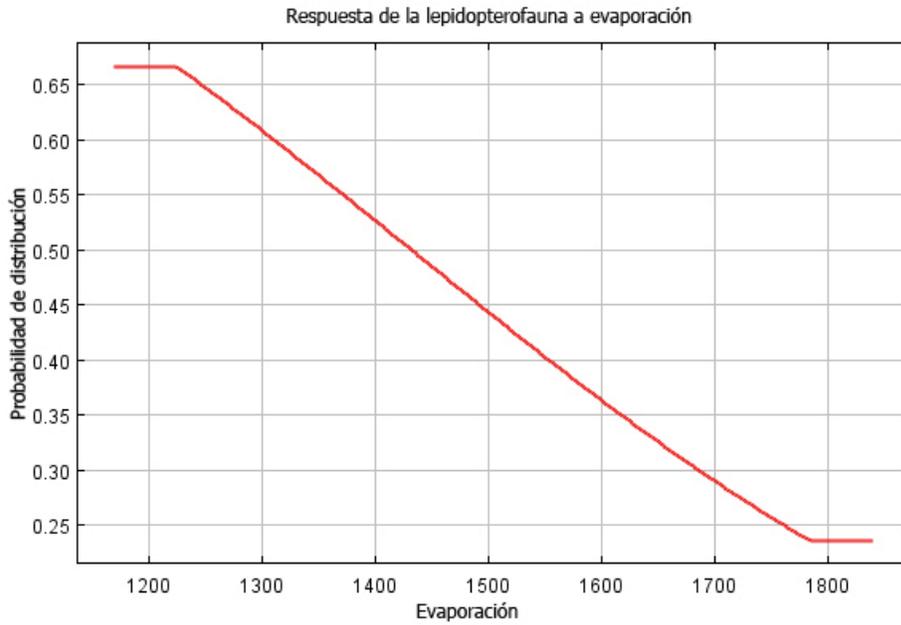
Gráfica 13. Análisis de Jacknife para la lepidopterofauna.

Si bien el modelo arroja un resultado integral de todas las variables, también se obtuvieron las curvas de respuesta para las variables con mayor porcentaje de contribución a la predicción.

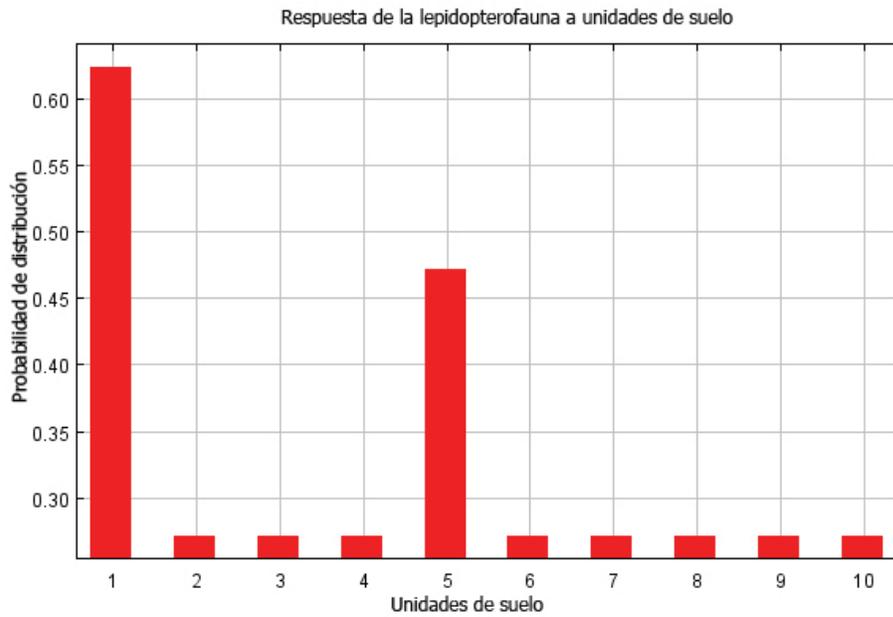
Se encontró que la máxima probabilidad de distribución de la lepidopterofauna se encuentra en zonas con 1,150 a 1,220 mm/año de evaporación; es decir las zonas con menor evaporación (Gráfica 14), alcanzando una probabilidad de 0.67, mientras que conforme aumente la humedad disminuye la probabilidad llegando a 0.23 como mínimo.

Por su parte las unidades de suelo que presentaron la mayor entropía fueron Andosol y Acrisol (Gráfica 15), alcanzando una probabilidad de distribución de 0.63 y 0.47 respectivamente. Esto puede deberse a que las coberturas vegetales que presentaron la mayor probabilidad de distribución fueron el bosque de pino encino (0.59), la agricultura de temporal (0.35) y el pastizal inducido (0.35) (Gráfica 16), lo cual se atribuye principalmente a que el grupo es principalmente de hábitos polinizadores cuando son adultos, y plagas de cultivos en estado larval; aunado a que la mayoría de sus plantas hospederas y nutricias son de hábitos herbáceos.



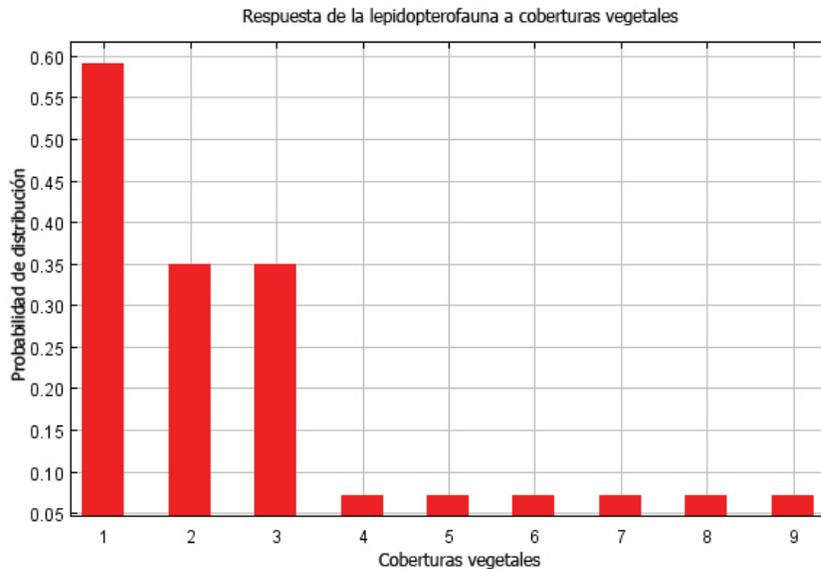


Gráfica 14. Curva de respuesta de la lepidopteroфаuna a la evaporación anual



Gráfica 15. Respuesta de la lepidopteroфаuna a los tipos de suelo (1=Andosol, 2=Cambisol, 3=N/A, 4=Luvisol, 5=Acrisol, 6=Feozem, 7=Litosol, 8=Regosol, 9=Ranker, 10=Vertisol.)





Gráfica 16. Cuerva de respuesta de la lepidopterofauna a las coberturas vegetales (1=Bosque de Pino-Encino, 2=Agr. Temporal, 3=Pastizal Inducido, 4=Bosque de Encino-Pino, 5=Bosque de Encino, 6=Bosque de Oyamel, 7=Bosque de Pino, 8=Bosque Mesó filo de Montaña, 9=Agr. Riego.)

Es necesario mencionar que algunos autores consideran que, pese a que MaxEnt puede trabajar con pequeños números de muestras, los resultados no representan la realidad de la distribución, muestran únicamente la estimación basada en los registros generados en el trabajo; sin embargo se considera que el número de registros es adecuado para el modelo con el algoritmo, como en otros estudios, no obstante es importante mencionar que entre mayor sea el número de muestras, el nivel de confiabilidad en los resultados aumenta (Benito y Peñas, 2007).



8.3 Modelado de *Leptophobia aripa* con MaxEnt

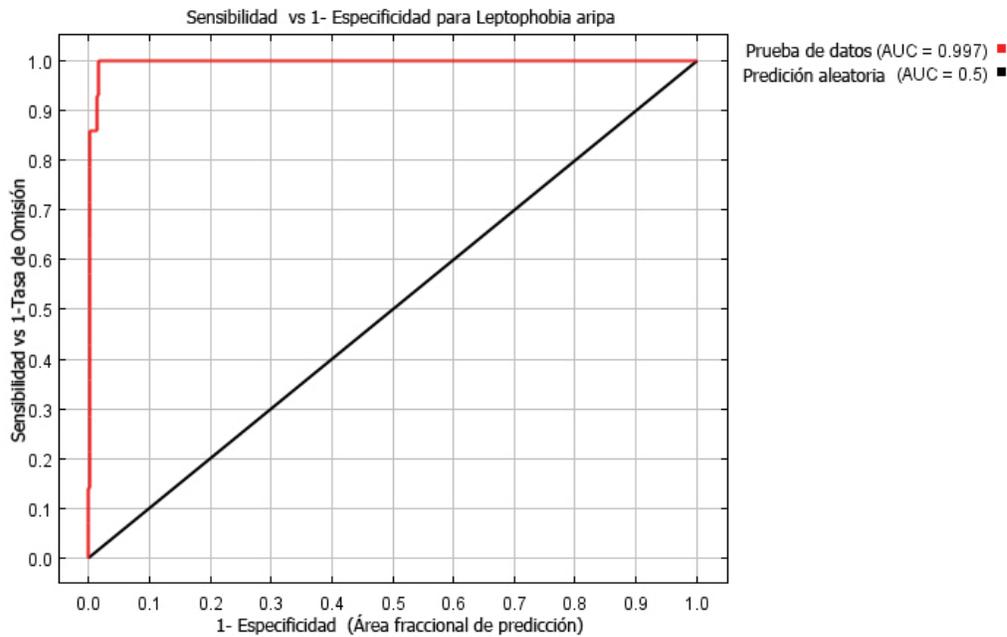
Para este modelo de distribución se utilizaron las variables que fueron coberturas vegetales, unidades de suelo, precipitación, evaporación y orientación.

Los valores de probabilidad de distribución que se obtuvieron con MaxEnt, para *L. aripa* fueron de 0 a 0.84, siendo los valores de 0 aquellas zonas que no presentan similitud con respecto a aquellas en la que se tienen presencias; y los píxeles con valores de 0.84 son las zonas con máxima entropía con respecto a las ocurrencias incluidas en el modelo. Estos valores fueron reclasificados en cinco categorías de probabilidad de distribución, que fueron Nula (0 -0.01), Baja (0.01 – 0.25), Media (0.25 -0.45), Alta (0.45 – 0.65), Muy alta (0.65 -0.84) (Mapa 68).

La superficie total del municipio que presentó al menos una categoría de probabilidad fue de 7, 450 ha, de las cuales la clase baja es que la que mayor probabilidad presenta con el 8.0% (4,796 ha); seguida por la clase media que comprende el 4.0 % que equivale a 2, 262 ha. Por su parte las clases alta y muy alta comprenden el 0.5 % y 0.2 %.

En el caso de la prueba ROC (receiver operating characteristic), se obtuvo un valor considerablemente aceptable ya que fue de 0.997, lo que indica que el 99 % de las presencias coinciden con alguna de las probabilidades de distribución, y con valor de predicción aleatoria de 0.5 (Gráfica 17). Estos valores de AUC, indican que las presencias tienen una tendencia espacial que se puede explicar a partir de las variables incluidas con el modelo.





Gráfica 17. Análisis estadístico con base al AUC (Área bajo la curva de ROC), de *L. aripa*.

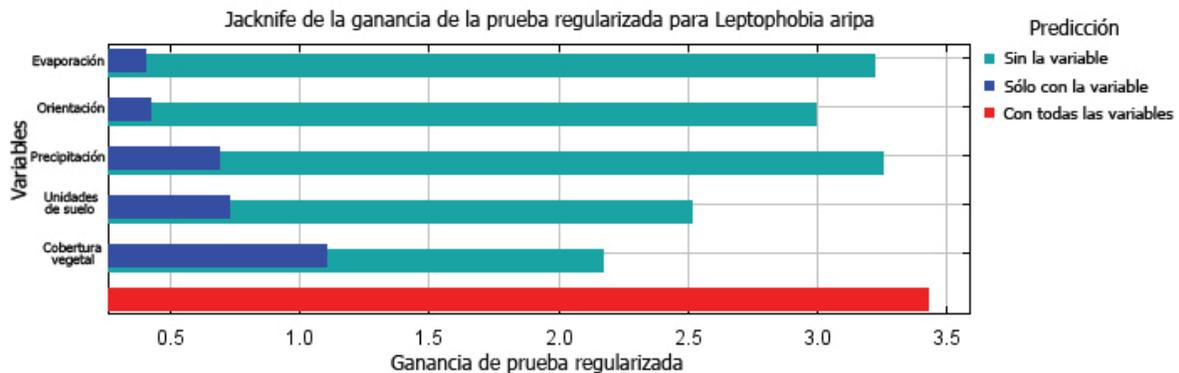
En cuanto a la contribución de las variables se tiene que aquella que más aporta a la distribución potencial son las coberturas vegetales, seguida de las unidades de suelo, posteriormente en contribución esta la evaporación y orientación, y aquella con menor nivel fue la precipitación (Cuadro 10). Esto se apoya con el análisis jackknife del modelo, ya que las barras sólo con la variable muestran en que cambiar cada variable aporta por si sola al modelo, en donde se muestra que la vegetación, suelos y cobertura vegetal, contribuyen en gran medida a la predicción (Gráfica 18).

Variable	Porcentaje de contribución	Permutación de importancia
Cobertura vegetal	42.2	33.7
Unidades de suelo	31.7	28.6
Evaporación	13.1	5.2
Orientación	11	27.2
Precipitación	1.9	5.4

Cuadro 10. Contribución relativa de variables, en el modelo con MaxEnt, para *L. aripa* en el municipio de Temascaltepec



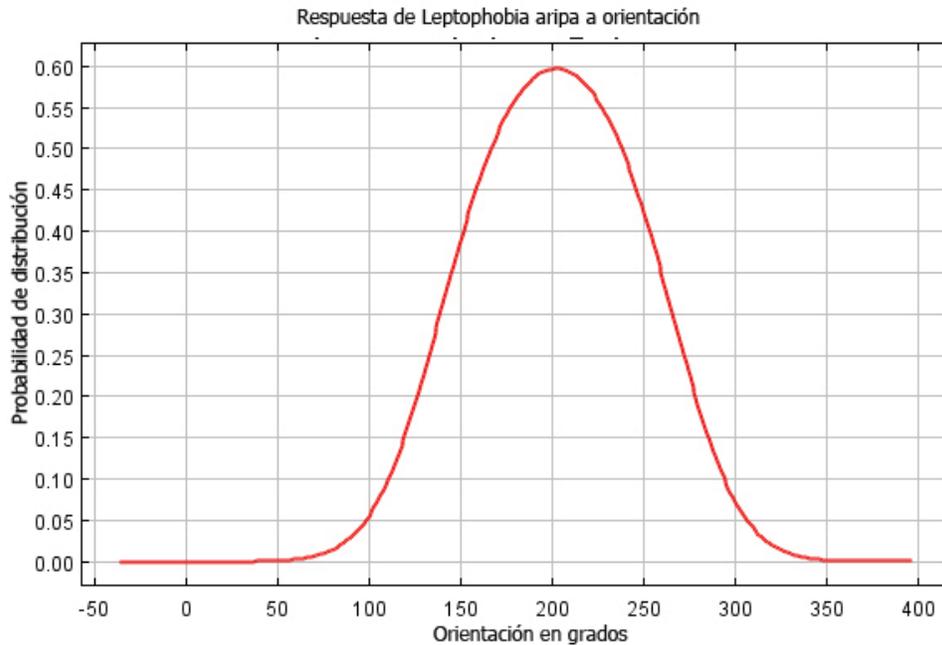
Sin embargo en cuanto a los niveles de permutación aquellas de las cuales depende la predicción en mayor medida son la orientación, la precipitación y la coberturas vegetales, esto se puede observar en el análisis de Jackknife, en las barras turquesa que muestran el resultado de la predicción sin la variables, se nota que al suprimir la orientación, unidades de suelo y coberturas vegetales, disminuyen hipotéticamente los valores (Gráfica 18).



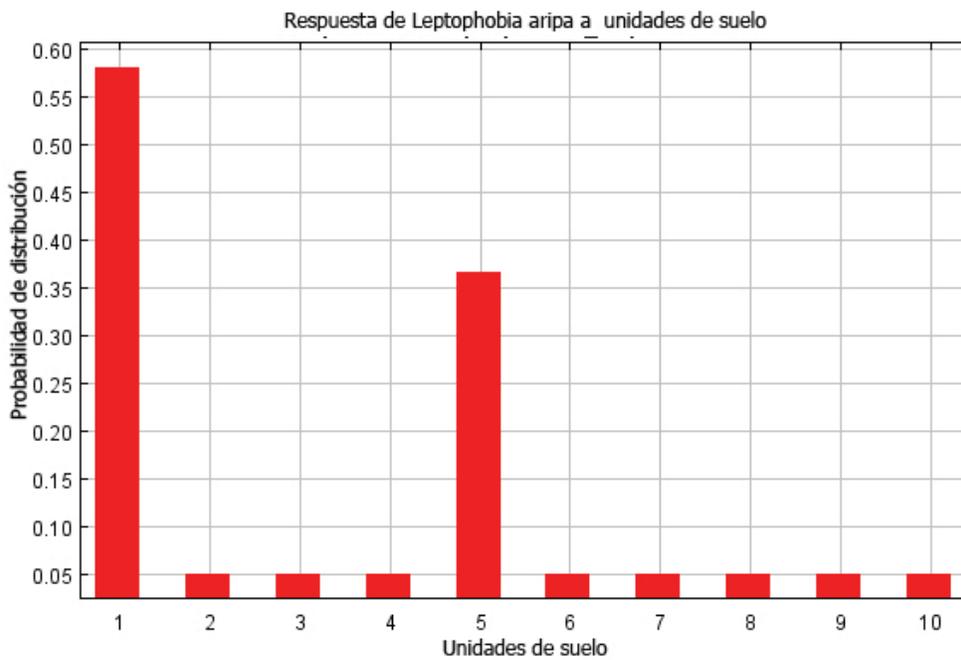
Gráfica 18. Análisis de Jackknife para *L. aripa*

Para estas variables de mayor contribución y permutación, se obtuvieron la curvas de respuesta. Para la orientación se encontró que es en la dirección Suroeste en donde se tiene la mayor entropía, alcanzando 0.6, incrementando desde la porción este, sureste y sur; dejando como excluyentes las orientaciones norte y noroeste (Gráfica 19). En cuanto a las unidades de suelo nuevamente las unidades de suelo son aquellas que alcanzan los mayores valores en la predicción (Gráfica 20) el Andosol alcanzando la mayor probabilidad de distribución de 0.57 y el Acrisol con 0.36.





Gráfica 19. Curva de respuesta de *L. aripa* frente a la orientación.

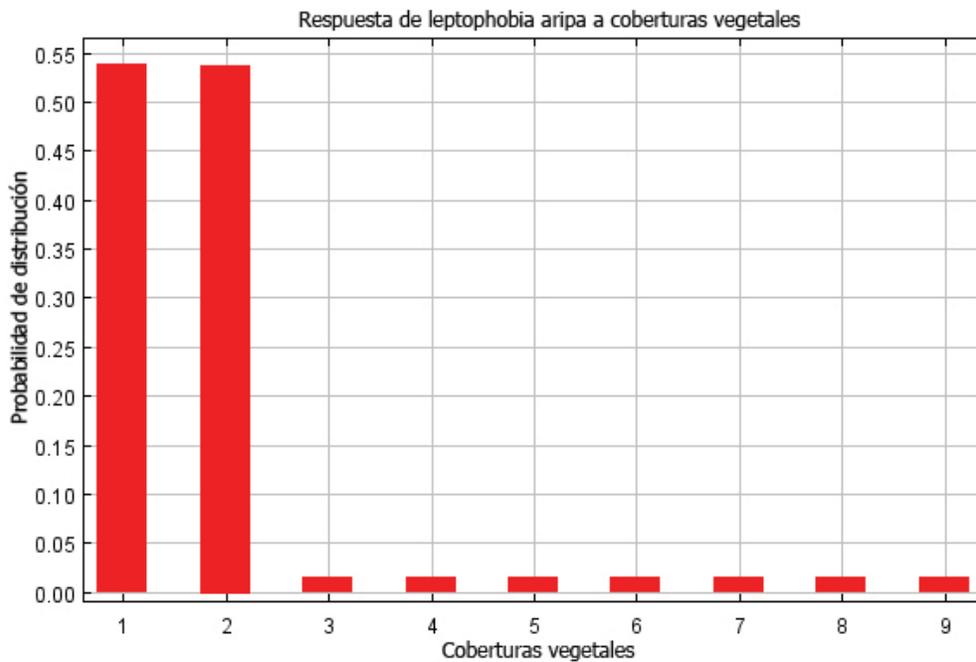


Gráfica 20. Respuesta de *L. aripa* a los tipos de suelo (1=Andosol, 2=Cambisol, 3=N/A, 4=Luvisol, 5=Acrisol, 6=Feozem, 7=Litosol, 8=Regosol, 9=Ranker, 10=Vertisol).

Las coberturas vegetales que son las que más contribuyen en la predicción se encontró que el bosque de pino-encino y la agricultura de temporal son las que



mayores valores en la predicción alcanzan con 0.54 en ambas (Gráfica 21). Esto se puede atribuir a los hábitos propios de la especie, ya que *Leptophobia aripa*, está relacionada con especies del género *Brassica*, principalmente *Brassica oleracea* (col silvestre). En su fase adulta, se alimenta de néctar de flores; tiene un vuelo lento y cercano al suelo. La envergadura alar que posee es aproximadamente de 4 cm (Sánchez, 2004).



Gráfica 21. Curva de respuesta de *L. aripa* a las coberturas vegetales (1=Bosque de Pino-Encino, 2=Agr. Temporal, 3=Pastizal Inducido, 4=Bosque de Encino-Pino, 5=Bosque de Encino, 6=Bosque de Oyamel, 7=Bosque de Pino, 8=Bosque Mesó filo de Montaña, 9=Agr. De Riego).

En la zona centro y este del municipio, se concentra mayormente el uso de suelo agrícola, lo que prueba tanto la presencia, como la probabilidad de distribución de la especie, ya que es una plaga importante en diversas especies, principalmente en cultivos de brasicáceas. Causa malformaciones en el tallo floral del brócoli y de la coliflor, o imperfecciones en las hojas de repollo (Pérez, 2011). Ver mapa 68 (anexo cartográfico).

Aunque *L. aripa* es una especie que afecta los cultivos, produciendo grandes pérdidas económicas, es escasa la información sobre controladores naturales,



incluso, son pocos los trabajos existentes sobre aspectos biológicos y de comportamiento de la especie. Es por esto, que el modelo aquí presentado, puede servir como base para el planteamiento de estrategias de control según su probabilidad de distribución e intervalos de confort ya conocidos.

9.0 Conclusiones

- Únicamente el 36% del municipio no corresponde a un ANP, por lo que es necesaria la implementación de planes de manejo y aprovechamiento para los recursos del municipio.
- La vegetación más abundante en Temascaltepec es bosque de pino-encino, abarcando el 27% del territorio y el suelo predominante es Andosol, con 41%.
- El mes con mayor número de presencias fue marzo, mientras que el que obtuvo el menor número fue diciembre.
- La zona agrícola, fue la cobertura que obtuvo más registros de presencias, seguida por la zona urbana y finalmente el bosque.
- Los 146 organismos muestreados, están agrupados en 20 especies distintas, 14 géneros y 4 familias.
- Según el modelo con ArcView, únicamente el 6.7% del municipio tiene probabilidad nula de distribución, en la mayor parte del territorio la probabilidad es muy baja.
- En el modelo con MaxEnt, la probabilidad nula aumenta a 43.6%.
- *Leptophobia aripa* muestra una tendencia a distribuirse en la zona este del municipio.



10.0 Literatura citada

- Andrade, M., Reinel, E. y Triviño, P., (2013). “Técnicas de procesamientos para la recolección, preservación y montaje de mariposas en estudios de biodiversidad y conservación. (Lepidóptera: Herperoidea-Papilionoidea).” *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, No. 144, 311-325 pp.
- Aronoff, S., (1989). *Geographical Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa. WDL Publications.
- Azor, L. y Barro, A., (2014). “Modelación de la distribución potencial de mariposas endémicas cubanas (Lepidoptera: Papilionoidea).” *Revista cubana de ciencias biológicas*. Vol. 3, 18-30 pp.
- Balvanera, P. y Cotler, H., (2009). “Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos, en capital natural de México.” CONABIO, México, 185-245 pp.
- Bar, M., (2002). Orden lepidóptera. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias.
- Benítez, H. y M. Bellot, (2010). *Biodiversidad: Uso, amenazas y conservación*. CONABIO.
- Blair, R., (1999). “Birds and butterflies along an urban gradient: Surrogate taxa for assessing biodiversity.” *Ecological Applications*. Vol. 9, 164-170 pp.
- Bolívar, B., (2009). “Análisis del hábitat óptimo y modelado de nicho ecológico para la conservación del venado cola blanca en el centro de Veracruz.” Tesis de maestría. Veracruz, México.
- Bosque, S., (1992). *Sistemas de Información Geográfica*. Segunda edición. Rialp, S. A. Madrid, España. 21-90 pp.
- Bosque, S., Gómez, D., Rodríguez, D., Rodríguez, E., y Vela, G., (1997). *Valoración de los aspectos visuales del Paisaje Mediante la Utilización de un SIG*. Documents d’Análisis Geográfica, No. 30.
- Brechelt, A., (2004). “El Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades.” Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina.



- Burrough, P., (1989). Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessmant. Clavendon Press-Oxford, 1-11 pp
- Carrero, D., Sánchez, L. y Tobar, D., (2013). “Diversidad y Distribución de Mariposas Diurnas en un Gradiente Altitudinal en la Región Nororiental Andina de Colombia.” *Boletín Científico del Museo de Historia Natural*. Vol. 17, 168-188 pp.
- Ceballos, G., List, R., Garduño G., López, R., Muñozcano, M., Collado, E. y Eivin, J., (2009). *La diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado*.
- Chico, M., (2010). *Elaboración de un sistema de información geográfica medioambiental (SIGMA) como herramienta base para el programa de ordenamiento ecológico y territorial del municipio de Tequixquiac, Edo. de México*. Tesis de licenciatura. Estado de México. UNAM.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, (2014). “Nevado de Toluca.” Decretos, Programas de manejo CONANP y/o INEGI.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, (2015). “Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostos y Temascaltepec.” Decretos, Programas de manejo CONANP y/o INEGI.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, (s. f.). [En línea]. México, disponible en: <http://nevadodetoluca.conanp.gob.mx/>
- CONABIO, s. f. “Insectos (Clase insecta)” [En línea]. México, disponible en: <http://conabio.inaturalist.org/taxa/47158-Insecta> [Accesado el día 03 de diciembre de 2015]
- CONEVYT, (2008). “Biodiversidad” [En línea]. México, disponible en: http://www.conevyt.org.mx/actividades/diversidad/lectura_biodiversidad.htm [Accesado el día 18 de abril de 2015]
- Cuervo, A. y Monroy, O., (2012). “Distribución potencial del jaguar *Panthera onca* (Carnivora:Felidae) en Guerrero, México: persistencia de zonas para su conservación.” *Revista Biología Tropical*. Vol. 60, 1357-1367 pp.
- Ehrlich, P. y Raven, P., (1964). “Butterflies and Plants.” *Evolution*. Vol. 18, No. 4. Society for the Study of Evolution. 586-608 pp.



- Elith, J. y Leathwick, J., (2009). "Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time." *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* Vol. 40, 677-697 pp.
- Espinosa, I., (2011). *Elaboración de un SIGMA, y su aplicación en modelos de riesgo, calidad y fragilidad de la vegetación en el municipio de Jungapeo, Edo. de Michoacán*. Tesis de licenciatura, Estado de México.
- Espinoza C., Martínez, J., Palacio, J. y Hernández, A., (2014). "Distribución potencial del coatí (*Nasua narica*) en el noreste de México: implicaciones para su conservación." Instituto Tecnológico Superior de Irapuato.
- ESRI España. [En línea]. España, disponible en: <http://www.esri.es/es/formacion/formacion-esri-espana/que-es-un-sig/>
- Fernández, M., y Baz. A., (2006). "Naturaleza y Medio Ambiente. Mariposas." Universidad de Alcalá, EcoCampus Alcalá.
- Franklin, J., (2009). "Mapping Species Distributions. Spatial inference and Prediction." *Ecology, Biodiversity and Conservation*. Cambridge.
- García, C., Páez, M., y Martínez, F., (1999). "Sistema de Información Geográfica (SIG) para el manejo integral del ecosistema Sabana Camagüey." Empresa GEOCUBA-La Habana, Agencia de Cartografía Digital. La Habana, Cuba.
- García, E., (1999). *Evolución y Filogenia de Arthropoda*. Sociedad Entomológica Aragonesa. No. 26, 475-483 pp.
- García, J., Ospina, L., Villa, F., y Reinoso, G., (2007). "Diversidad y distribución de mariposas Satyrinae (Lepidoptera: Nymphalidae) en la cuenca del río Coello, Colombia." *Grupo de Investigación en Zoología*. Facultad de Ciencias, Universidad de Tolima, 645-654 pp.
- Garrido, A., Cotier, H. y Enríquez, C., (2013). "Geomorfología y Suelos." INECC, Condición natural de la cuenca.
- Gobierno de Buenos Aires, (s. f.). "Distribución espacial de la población: El proceso de urbanización de la provincia de Buenos Aires." Departamento de Estudios Demográficos.



- González, R., Solís, M., (2008). *Estado actual del conocimiento de Lepidóptera en el Sector Altamira, Parque Internacional La Amistad*. Tesis de licenciatura. Costa Rica.
- Gutiérrez, J., (2011). *Cartografía temática*. Recopilación de Apuntes. 1-12 pp.
- Heit, G., Sione, W., Aceñolaza, P., Zamboni, L., Blanco, P., Horak, P., Cortese, P., (2013). “Modelo de distribución potencial de *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). Una herramienta de planificación para su detección temprana a nivel regional.” *GeoFocus* (artículos), No. 13, 179-194 pp.
- Hernández, C., Llorente, J., Vargas, I. y Luis, A., (2008). “Las mariposas (Hesperioidea y Papilionoidea) de Malinalco, Estado de México.” *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol. 79, 117-130 pp.
- Instituto de Educación les Humanes (s. f.). [En línea]. Madrid, España, disponible en: <http://www.ieshumanes.com/>
- Instituto Geográfico Nacional de España, (2013). [En línea]. España, disponible en: <http://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesSistemaInfoGeografica.do>
- Instituto Nacional de Antropología e Historia, (2014). *Sistemas de Información Geográfica para el manejo de datos de los sistemas normativos indígenas*. Curso en línea.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2001). *Síntesis de Información Geográfica del Estado de México*. México, Primera edición, 148 pp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2010). [En línea]. México, disponible en: http://buscador.inegi.org.mx/search?tx=temascaltepec&q=temascaltepec&site=sitioINEGI_collection&client=INEGI_Default&proxystylesheet=INEGI_Default&getfields=&entsp=a_inegi_politica&lr=lang_es%257Clang_en&lr=lang_es%257Clang_en&filter=1



- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (s. f.). “Unidades y Subunidades de suelo.” Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, (2011). “Propiedades físicas de un Andosol mólico bajo labranza de conservación.” *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. No. 1, 151-162 pp.
- Instituto Nacional para el Federalismos y Desarrollo Municipal, (2008). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Temascaltepec. [En línea]. México, disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15086a.html>
- Kraak M.J. y Ormeling F., (2010). *Cartography: Visualization of Geospatial Data*, Pearson, 198 pp.
- Leal, O., Mendoza, E., Pérez, D., Geneletti, D., López, E. y Carranza, E., (2012). “Distribución potencial del *Pinus martinezii*: un modelo espacial basado en conocimiento ecológico y análisis multicriterio.” *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol. 83, 1152-1170 pp.
- Leonowicz, A. (2006). Two-variable choropleth maps as a useful tool for visualization of geographical relationship, *Geografija*, vol. 42/issue 1, 33-37 pp.
- Llorente J., Michán, L., Martínez, A., y Castro, D., (2004). *Breve historia de la taxonomía de Lepidóptera en México durante el siglo XX*. Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Facultad de Ciencias, UNAM. Vol. IV, 794-836 pp.
- Llorente, J., Vargas, I., Luis, A., Trujano, M., Hernández, B. y Warren, A., (2014). “Biodiversidad de Lepidóptera en México”. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol. 85, 353 – 371 pp.
- López, R., (2011). *Inventario y distribución potencial del suborden hemíptera: heteróptera en la comunidad de Santiago Tlautla, Tepeji del Río de Ocampo, Hidalgo, México*. Tesis de licenciatura. Edo. de México, UNAM.



- Maes, J., (2006). "Papilionidae (Lepidoptera) de Nicaragua." *Revista Nicaragüense de Entomología*. No. 66, 241 pp.
- Maes, J., (2007). "Mariposas de Nicaragua." *Museo Entomológico*. Nicaragua.
- Márquez, J. (2005). "Técnicas de colecta y preservación de insectos." *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, No. 37, 385-408 pp.
- Martínez, X., (1996). "El registro fósil de los insectos." *Boletín de la Asociación Española de Entomología*. Vol. 0210, 9-30 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente de España, (2004). Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología. Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático. Serie monografías.
- Monroy, O. y Mundo, V., (2009). "Nicho trófico de la nutria Neotropical (*Lontra longicaudis*) en un ambiente modificado, Temascaltepec, México." *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 80. 801-806 pp.
- Moreira, A., (1996). "Los Sistemas de Información Geográfica y sus Aplicaciones en la Conservación de la Diversidad Biológica." *Ciencia y ambiente*. Vol XII-No. 2, 80-86 pp.
- Mortera, H., (s. f.). "Mariposas de Asturias." Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural. Gobierno del Principado de Asturias. KRK Ediciones. 241 pp.
- Munguira, M., García, E. y Martín, J., (1997). "Plantas nutricias de los licénidos y satirinos españoles (Lepidoptera: Lycaenidae y Nymphalidae)." *Boletín Asociación Española Entomológica*. No. 21, 29-53 pp.
- Naoki, K., Isabel, M., López, P., Meneses, R. y Vargas, J., (2006). "Comparación de modelos de distribución de especies para predecir la distribución potencial de vida silvestre en Bolivia." *Ecología en Bolivia*. No. 41, 65-78 pp.
- Olaya, V., (2011). "Sistemas de Información Geográfica." Editorial: Bubok. España.



- Olson, J. (1981). Spectrally encoded two-variable maps. *Annals of the Association of American Geographers*. 71(2): 259–276 pp.
- Ospina, L., García, J., Villa, F. y Reinoso, G., (2010). “Mariposas Pieridae (LEPIDOPTERA:PAPILIONOIDEA) de la Cuenca del Río Coello (Tolima), Colombia.”
- Palanca, A., (1987). Aspectos Faunísticos y Ecológicos de Lepidópteros Altoaragoneses.” Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología.
- Patrimonio Natural de Argentina, (2003). “Las Mariposas”. [En línea]. Argentina, disponible en: <http://www.patrimonionatural.com/HTML/especies/insectos/Lepidopteros/Mariposas.asp> [Accesado el día 17 de noviembre de 2015]
- Pérez, E., Herrera, T. y Ocampo, A., (2011). “Nuevos registros de Macromicetos para el municipio de Temascaltepec, Estado de México.” *Revista mexicana de micología*. Vol. 34, 23-30 pp.
- Phillips, S., Anderson, R y Schapire, E. (2006). “A maximum entropy modeling of species geographic distributions.” *Ecological modeling*, Vol. 190, 231-259 pp.
- Phillips, S., Anderson, R. y Schapire, E., (2005). “Maximum entropy modeling of species geographic distributions.” *Ecological Modelling*. No, 190, 231-259 pp.
- Piera, M., (1997). *Apuntes sobre biodiversidad y conservación de insectos: dilemas, ficciones y soluciones*. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Pineda M., (2013). “Venación alar.” [En línea]. Disponible en: <http://lepidopterasvero.blogspot.mx/2013/11/venacion-alar.html> [Accesado el día 11 de septiembre de 2015]
- Red Idrisi, (2010). [En línea]. México, disponible en: <http://idrissi.uaemex.mx/index.php/component/content/category/9-acerca-de>
- Rodgers, K., (1993). *Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado*. Departamento de



Desarrollo y Medio Ambiente, Organización de Estados Americanos. Washington, D.C.

- Rodríguez, A., (2000). *Conceptos y evolución de los Sistemas de Información Geográfica*. Universidad Politécnica de Madrid, OCW. Madrid, 1-17 pp
- Rodríguez, F., Villalobos, M., y Pozo, M., (2007). *Biodiversidad. Lepidópteros diurnos*. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán.
- Romo, H., García, E. y Munguira, M., (2006). “Distribución potencial de trece especies de mariposas diurnas amenazadas o raras en el área ibero-baleár (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea).” *Boletín de la Sociedad española entomológica*, vol. 30. 25-49 pp.
- Romo, M., (2013). “Funciones matemáticas y matrices.” Universidad Politécnica del Ejército. Ecuador.
- Rubio, L., Romero, S. y Rojas, E., (2011). “Estructura y composición florística de dos comunidades con presencia de *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México.” *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, Vol. 17, 77-90 pp.
- Seoane, J., (2009). *Teoría del nicho ecológico*. Ecología, unidad temática.
- Silva, H., (1997). “Análisis Avifaunístico de Temascaltepec, Estado de México.” *Anales del Instituto de Biología*, UNAM. Vol. 68, 137-152 pp.
- Soil Survey Staff, (1951). “Soil Survey Manual.” Agricultural Research Administration. United States Department of Agriculture.
- Toledo, F., (2010). “El Bosque Mesó filo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible.” CONABIO, 67 pp.
- Toro, H, Chiappa, E y Tobar, C., (2003). “*Biología de insectos*.” Ediciones Universitarias de Valparaíso. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Triplehorn, C., y Johnson, N., (2005). “*Borror and DeLong’s Introduction to the Study of Insects*.” 7th Edition. Ed. Thomson.

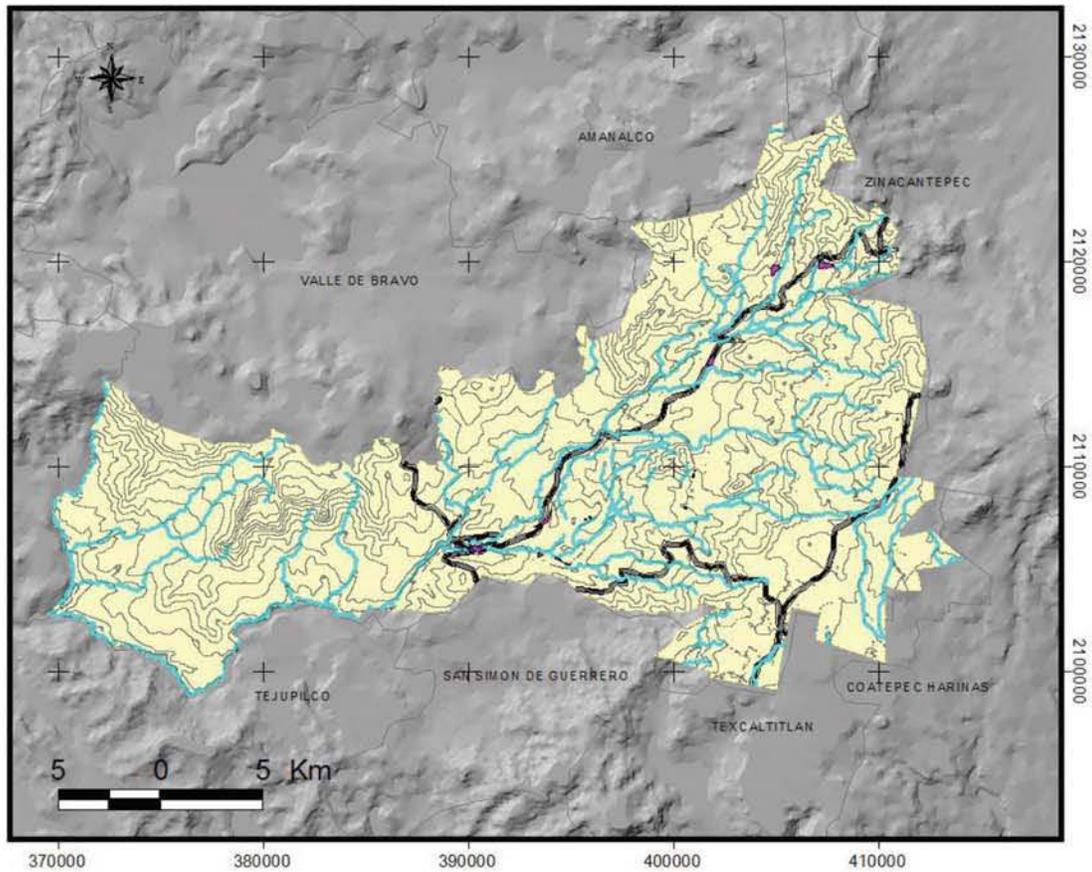


- Trotta, N., Lobo, J. y Cabrero, F., (2008). “Distribución conocida y potencial de las especies de geotrupinae (coleóptera: scarabaeoidea) en México.” *Acta Zoológica Mexicana*. Vol, 24, no. 2, 39-65 pp.
- Universidad Complutense de Madrid, (2014). “Atlas de Rocas Ígneas”. Departamento de Petrología y Geoquímica. [En línea]. Madrid, disponible en: <https://petroigne.wordpress.com/rocas-volcanicas/andesita/>
- Universidad de Chile, (s. f.). Brechas relacionadas a mineralización. [En línea]. Chile, disponible en: <http://www.cec.uchile.cl/~vmaksaev/BRECHAS%20RELACIONADAS%20A%20MINERALIZACION.pdf>
- Urretabizkaya, N., Vasicek, A., y Saini, E., (2010). *Insectos Perjudiciales de Importancia Agronómica*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ediciones INTA. Buenos Aires, Arg.
- Vega, G., (2010). *Guía de plantas hospederas para mariposarios*. Editorial INBio. Costa Rica.
- Vélez, A., (2005). *Ciclo de vida de la Mariposa de marcas metálicas Mesosemia mevania (Lepidoptera: Riodinidae) en el parque ecológico Piedras Blancas, Colombia*. Tesis de licenciatura. Colombia.
- Venette, R., Davis, E., DaCosta, M., Heisler, H. y Larson, M., (2003). “Mini Risk Assessment Grape berry moth, *Lobesia botrana*.” Minnesota, University of Minnesota press.
- Villaseñor, J. y Téllez, O., (2004). “Distribución potencial de las especies del género Jefeá (Asteraceae) en México.” *Anales del Instituto de Biología, UNAM*. Serie Botánica, Vol. 75, 205-220 pp.
- Warren, A., 2000. “Taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento.” *Biodiversidad*, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Vol. 2. 535–580. Pp.



ANEXO 1

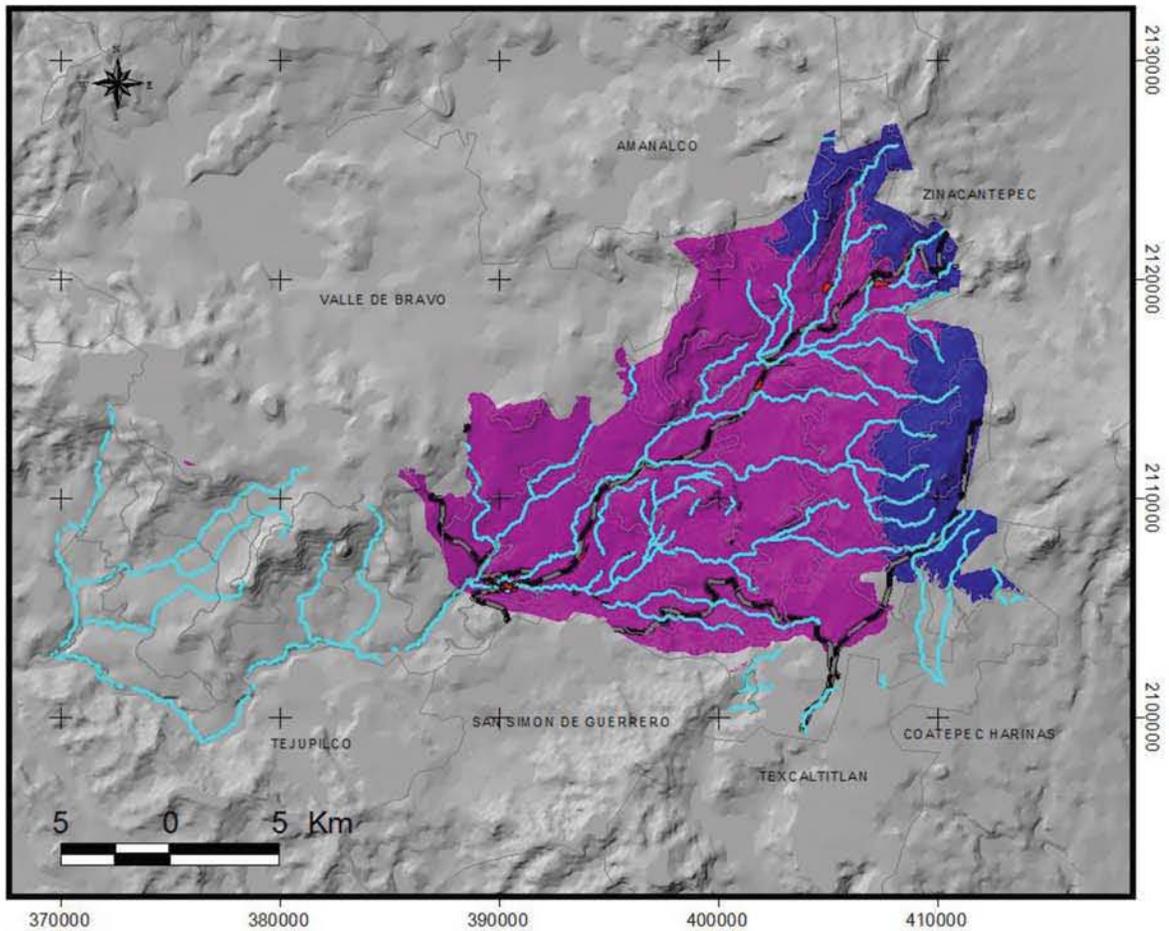
Mapa 2. Mapa base de Temascaltepec



Fuente: INEGI, 2000
Escala 1:250, 000
Sistema de proyección:
WGS84 UTM zona 14N Q
Elaboró: Jessica Méndez
2015



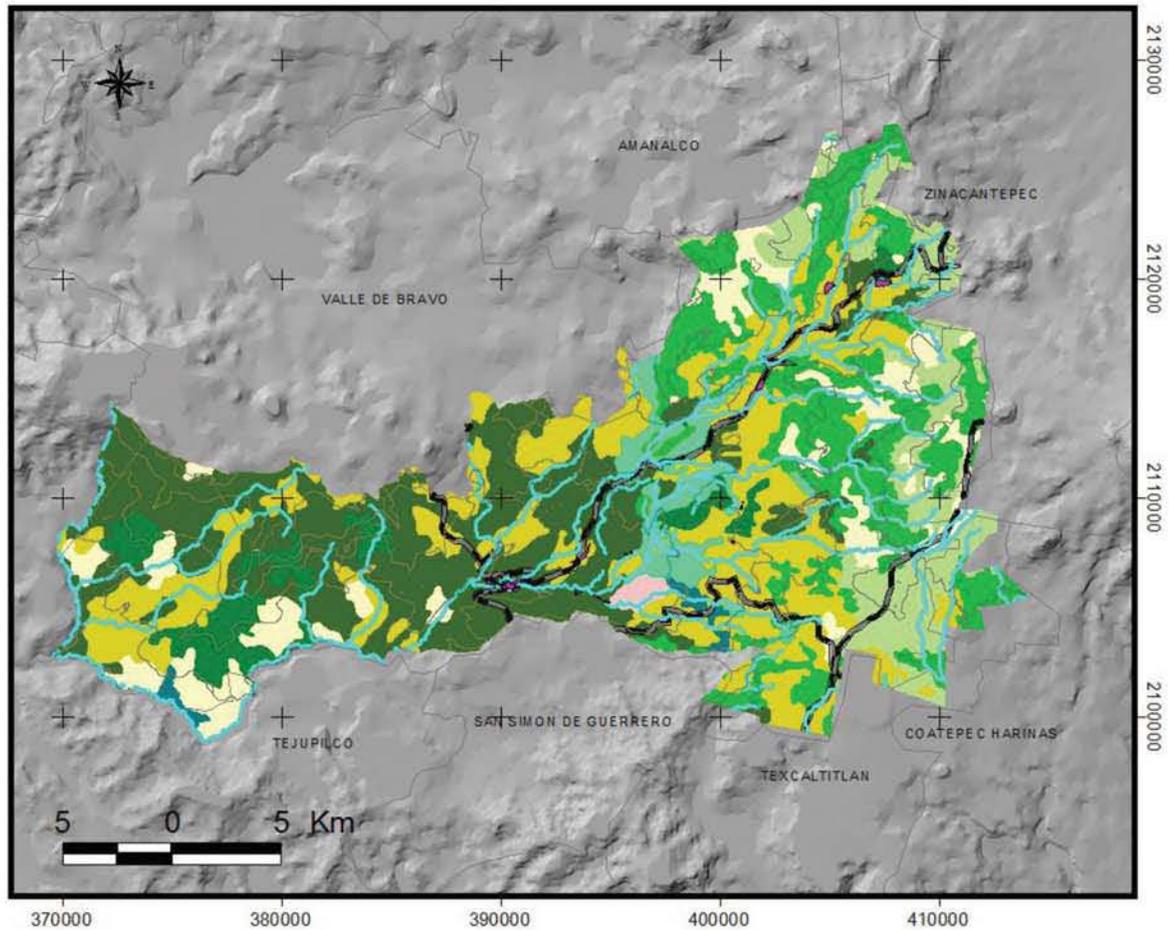
Mapa 3. Áreas Naturales Protegidas en Temascaltepec, Edo. de Méx.



Fuente: INEGI 2001 (serie I)
 Escala 1:250, 000
 Basado en la cartografía temática de ANP's
 Sistema de proyección: WGS84 UTM zona 14N Q
 Elaboró Jessica Méndez 2015



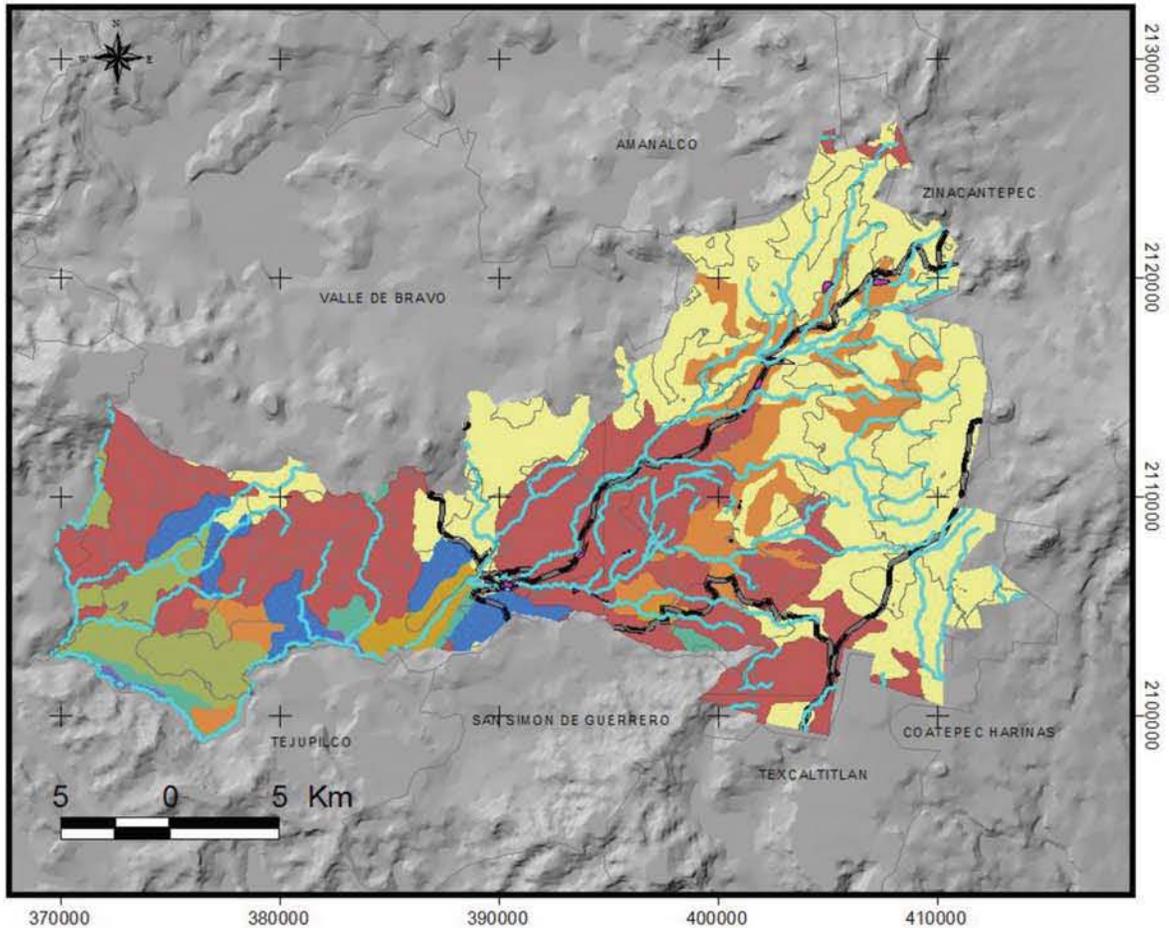
Mapa 4. Vegetación y usos de suelo de Temascaltepec, Edo. de México



Fuente: INEGI 2000 (serie II)
Escala 1:250,000
Basado en la carta topográfica de Vegetación y Usos de suelo.
Sistema de proyección: WGS84 UTM zona 14N Q
Elaboró: Jessica Méndez
2015



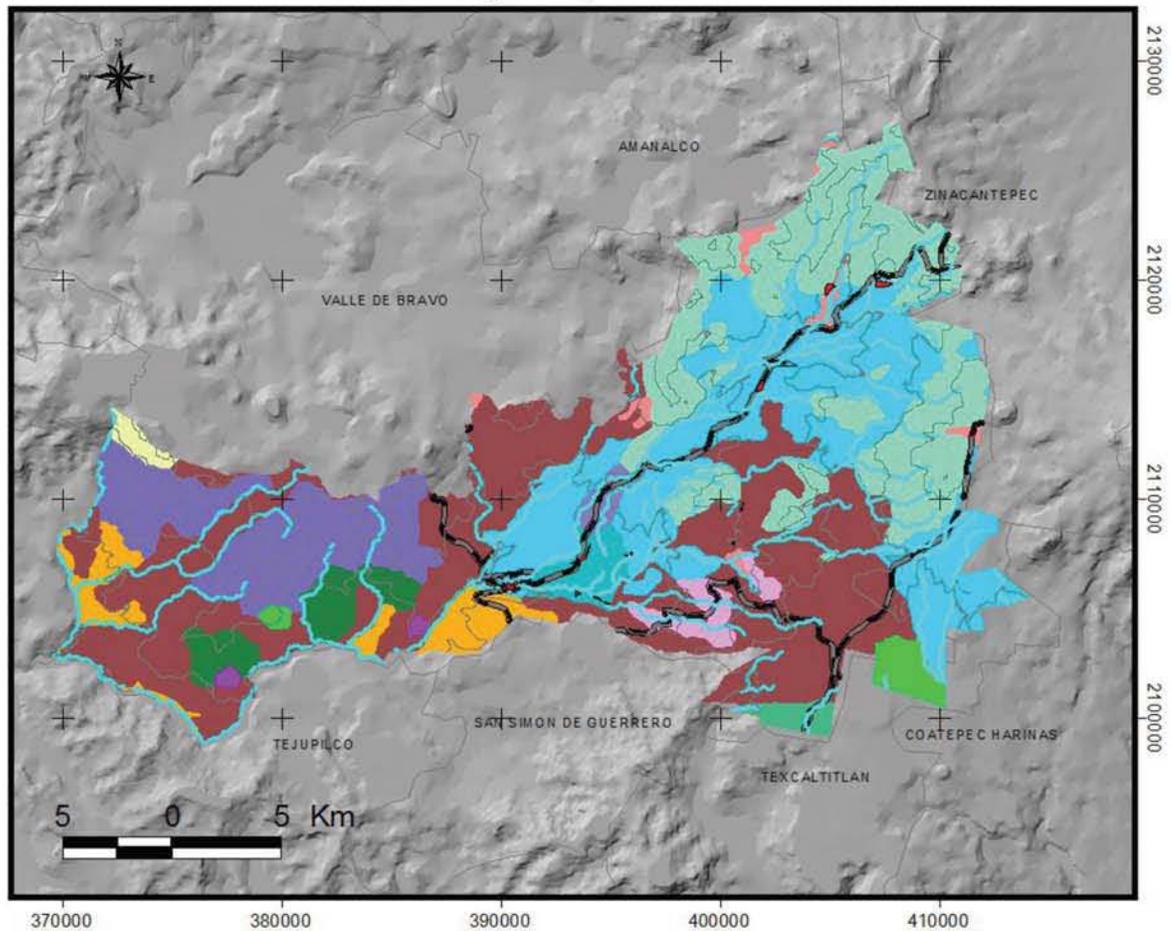
Mapa 5. Unidades de suelo en Temascaltepec, Edo. de México



Fuente: INEGI 2001 (serie I)
 Escala 1:250, 000
 Basado en la cartografía temática de Edafología
 Sistema de proyección: WGS84 UTM zona 14N Q
 Elaboró: Jessica Méndez
 2015



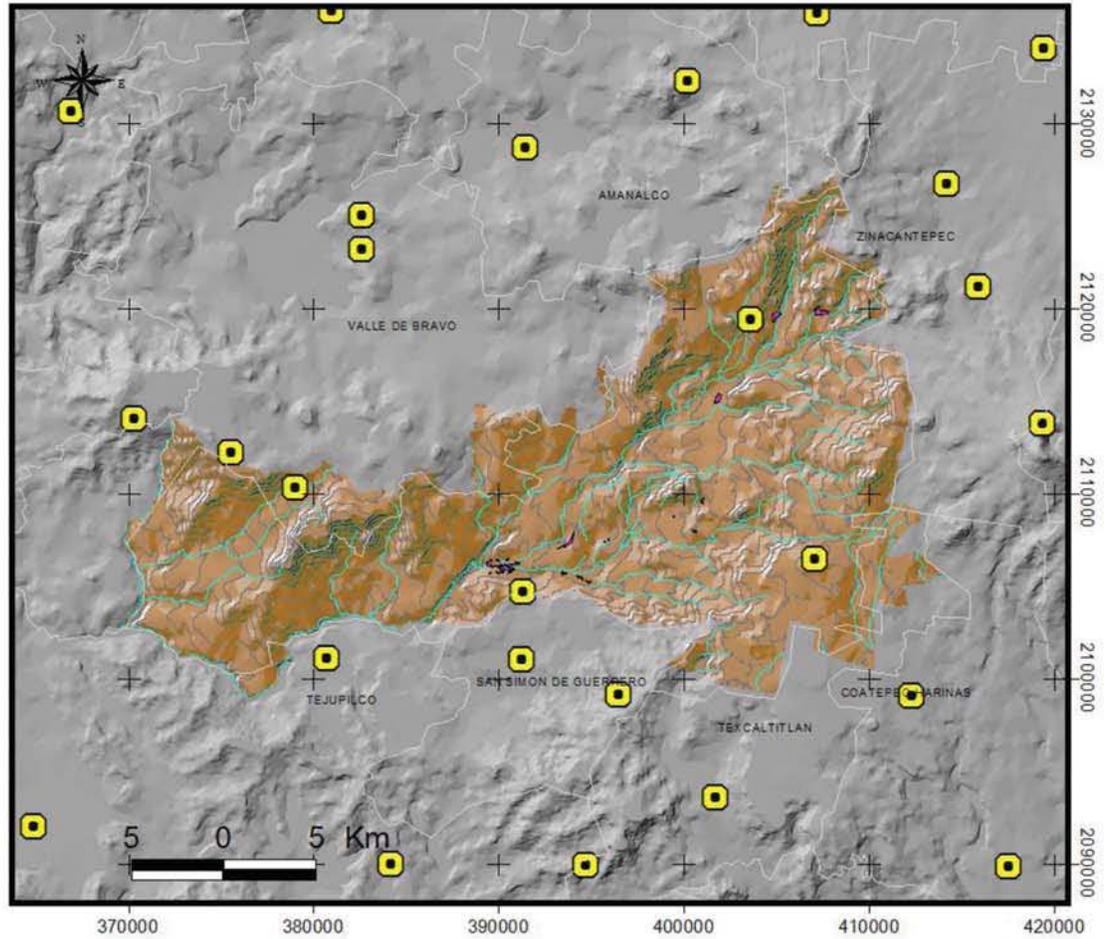
Mapa 6. Rocas del municipio Temascaltepec, Edo. de México



Fuente: INEGI 1998 (serie I)
 Escala 1:250, 000
 Basado en las cartas de Datos Geológicos
 Sistema de proyección:
 WGS84 UTM zona 14N Q
 Elaboró: Jessica Méndez
 2015



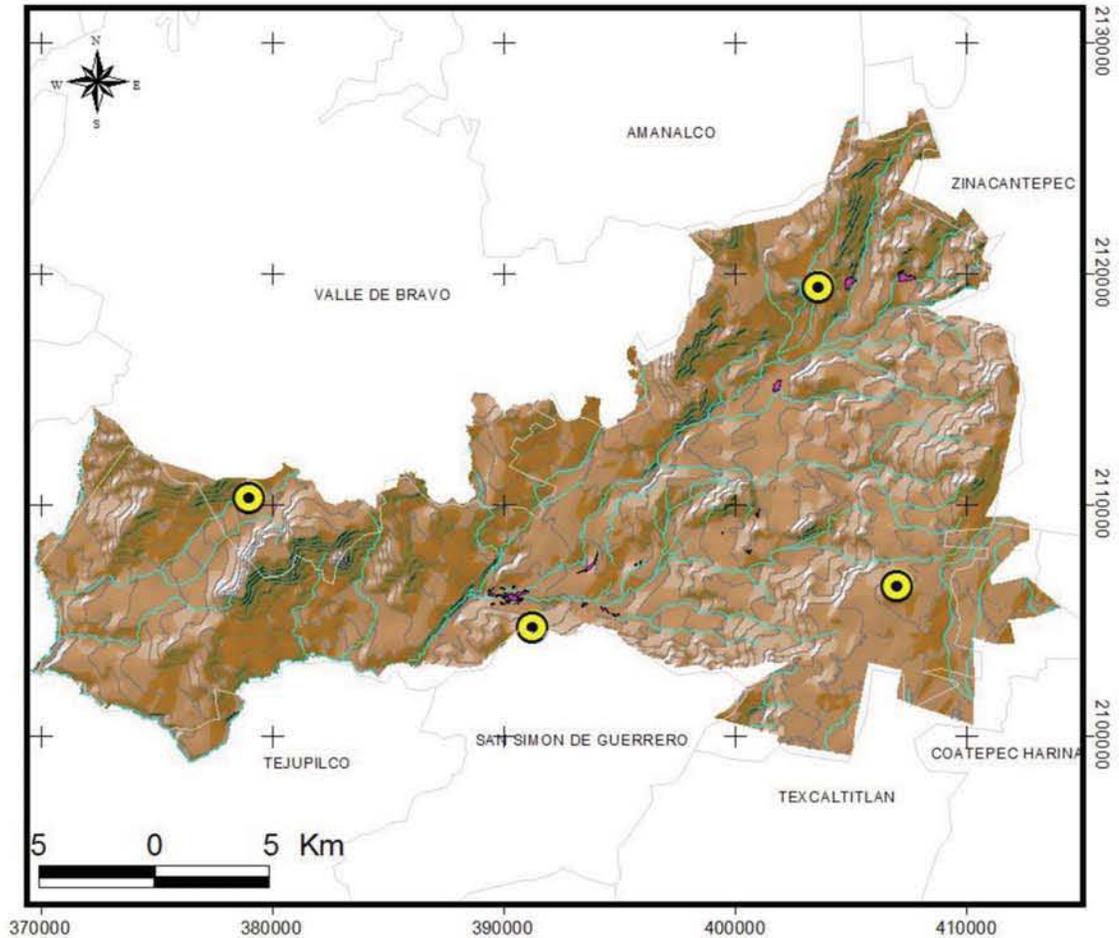
Mapa 7. Distribución de estaciones climatológicas



Fuente: Datos del SMN-CNA
 Sistema de proyección:
 WGS84 UTM zona 14N Q
 Elaboró: Jessica Méndez
 2015



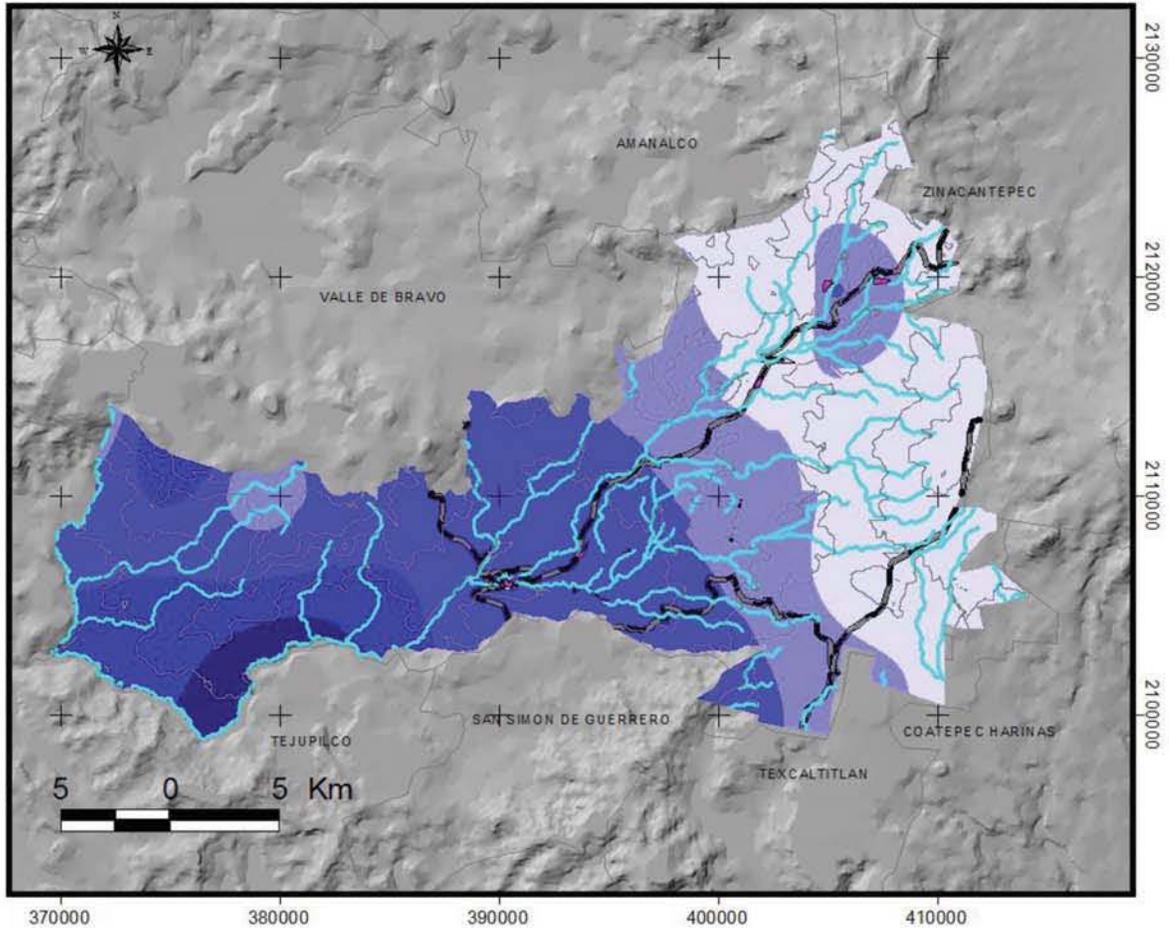
Mapa 8. Estaciones meteorológicas en Temascaltepec, Estado de México



Fuente: Datos del SMN-CNA
 Sistema de proyección:
 WGS84 UTM zona 14N Q
 Elaboró: Jessica Méndez
 2015



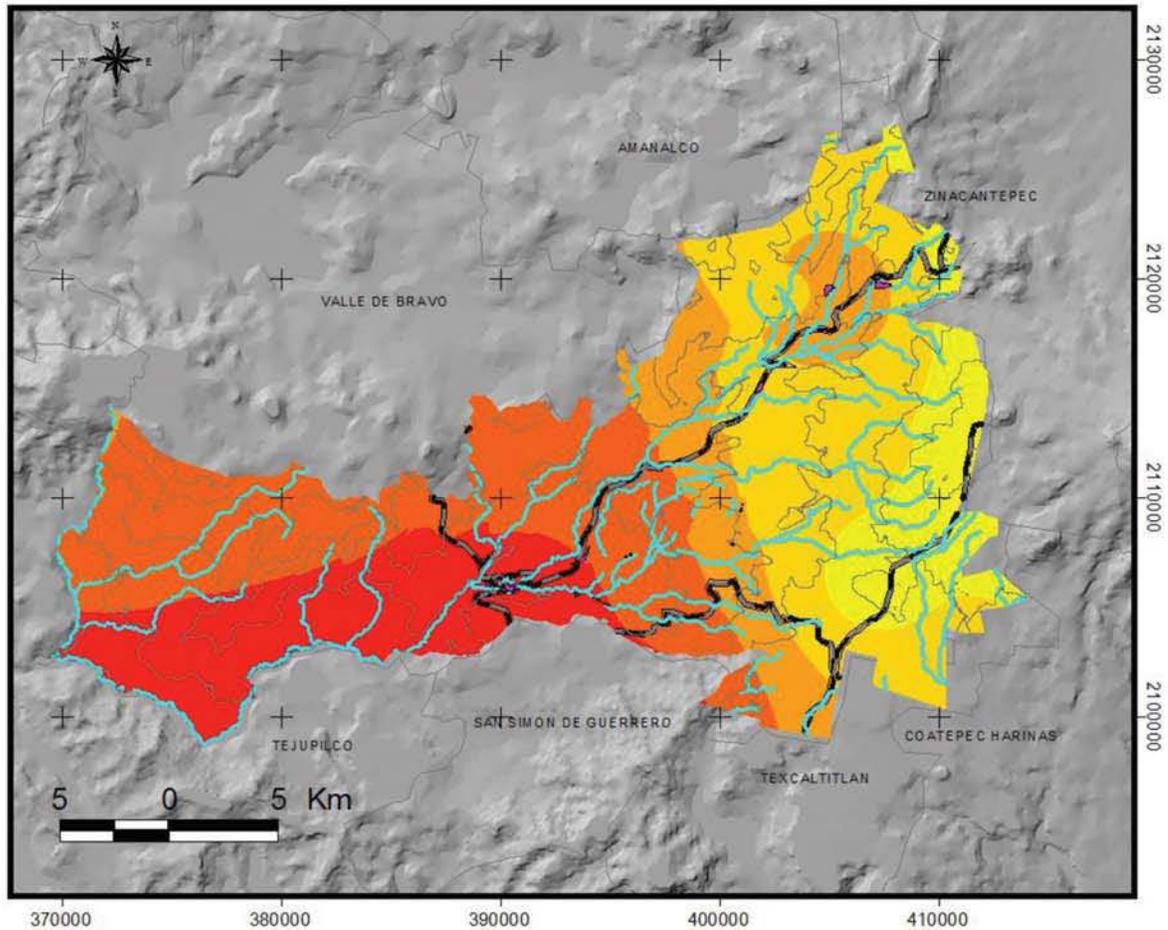
Mapa 9. Temperatura mínima en Temascaltepec, Edo. de México



Fuente: Datos del SMN-CNA
 Sistema de proyección:
 WGS84 UTM zona 14N Q
 Elaboró: Jessica Méndez
 2015



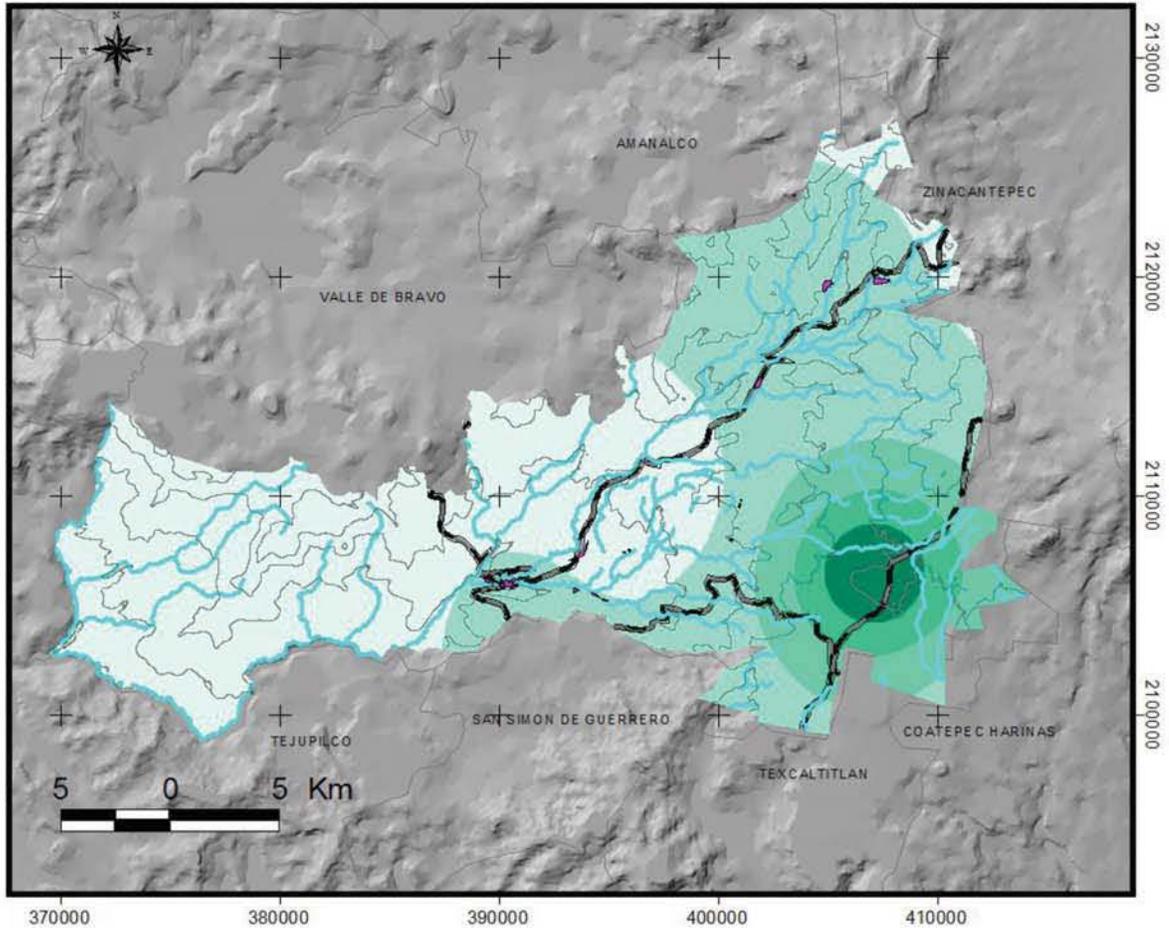
Mapa 10. Temperatura máxima en Temascaltepec, Edo. de México



Fuente: Datos del SMN-CNA
 Sistema de proyección:
 WGS84 UTM zona 14N Q
 Elaboró: Jessica Méndez
 2015



Mapa 11. Precipitación en Temascaltepec, Edo. de México



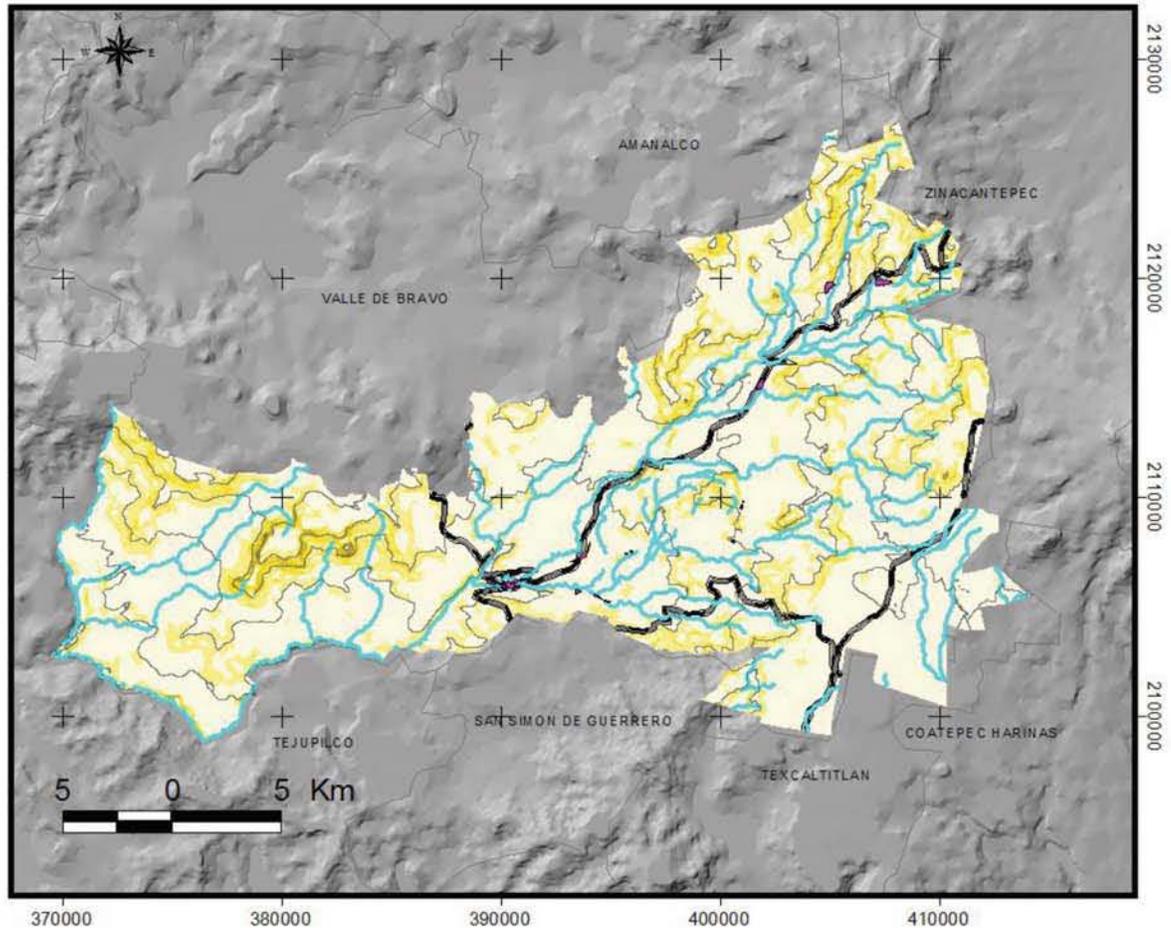
<p>Precipitación anual (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> 815.20 - 1191.82 1191.83 - 1568.44 1568.45 - 1945.06 1945.07 - 2321.68 2321.69 - 2698.29 	<p>Otros Elementos</p> <ul style="list-style-type: none"> Núcleos urbanos Hidrología superficial Carreteras Curvas de Nivel (300 m) 	<p>Localización Nivel Nacional</p>	<p>Localización Nivel Estatal</p>
---	---	------------------------------------	-----------------------------------



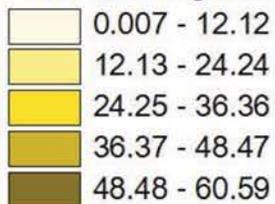
Fuente: Datos del SMN-CNA
 Sistema de proyección: WGS84 UTM zona 14N Q
 Elaboró: Jessica Méndez 2015



Mapa 12. Pendiente en Temascaltepec, Edo. de México



Pendiente en grados



Otros Elementos



Localización Nivel Nacional



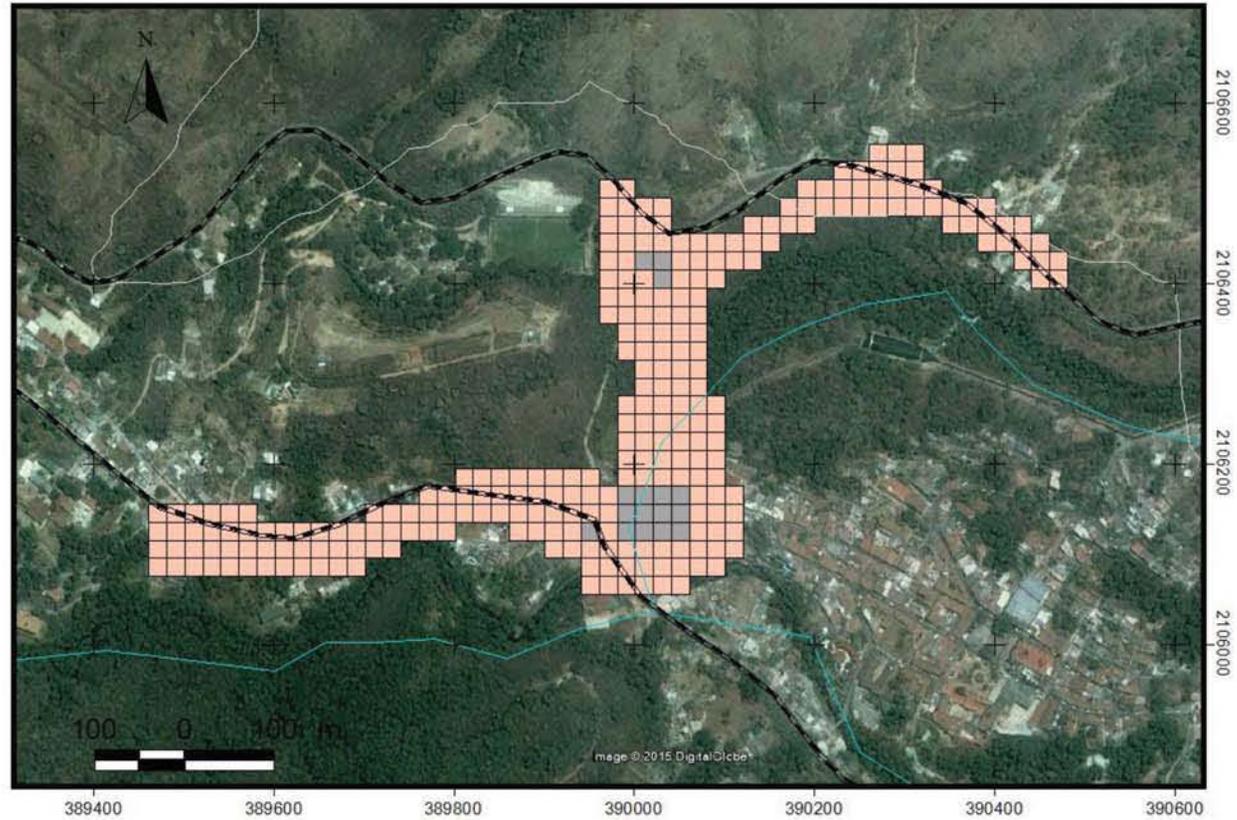
Localización Nivel Estatal



Fuente: IGCEM
 Procesamiento realizado a partir de MDE
 Sistema de proyección:
 WGS84 UTM zona 14N Q
 Elaboró: Jessica Méndez
 2015



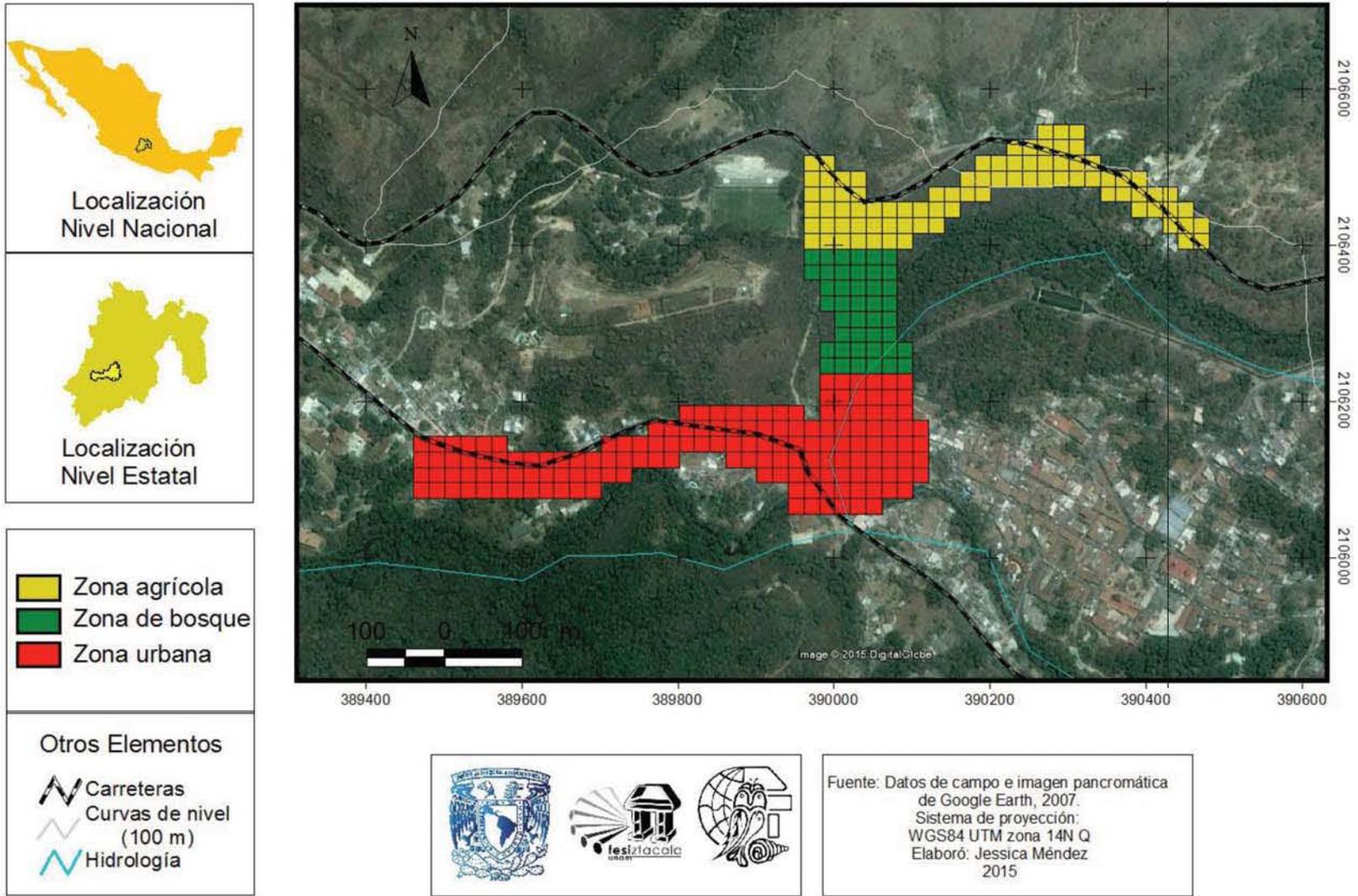
Mapa 13. Polígono de muestreo de lepidopterofauna



Fuente: Datos de campo e imagen pancromática de Google Earth, 2007.
Sistema de proyección: WGS84 UTM zona 14N Q
Elaboró: Jessica Méndez 2015



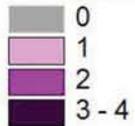
Mapa 14. Polígono de muestreo de lepidopterofauna zonificado por cobertura



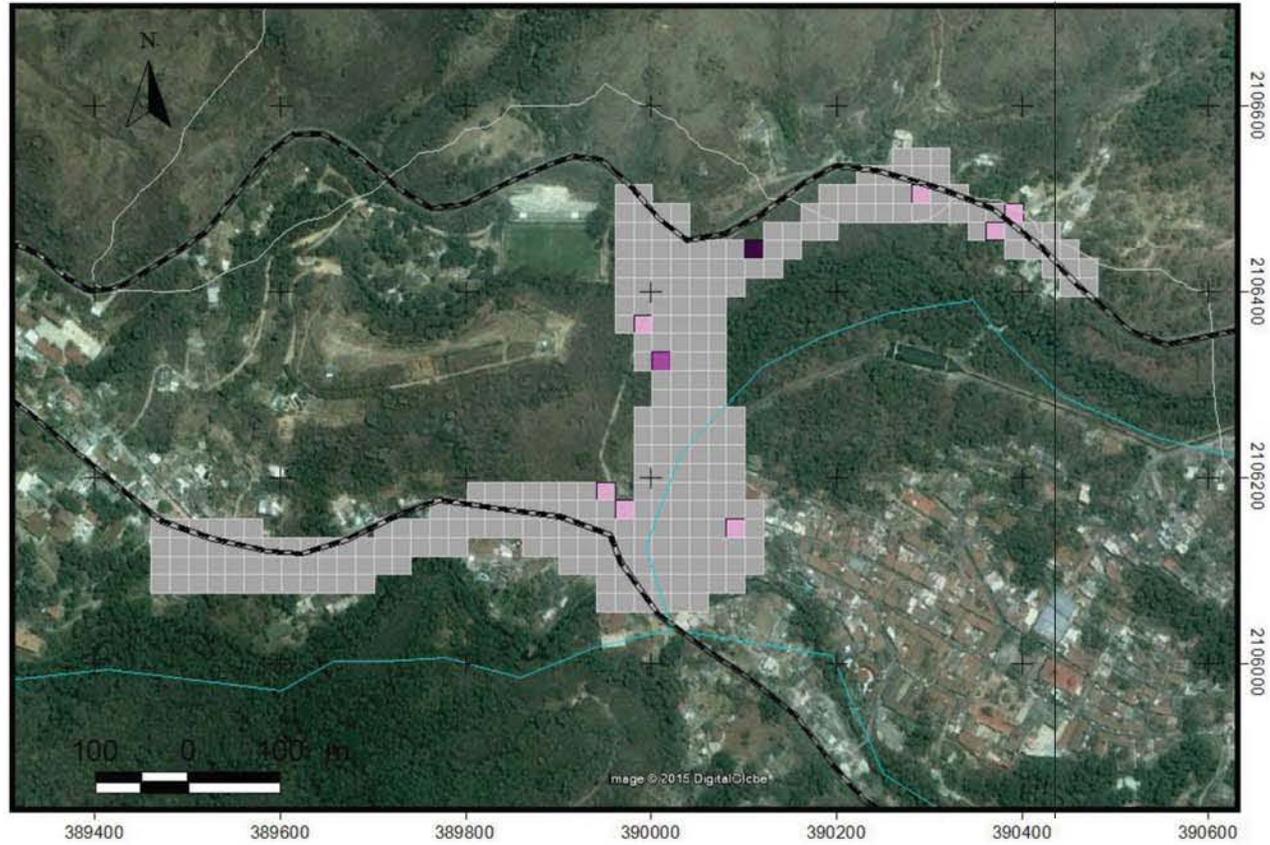
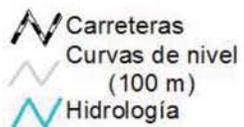
Mapa 15. Distribución conocida Enero, 2015



Presencias



Otros Elementos



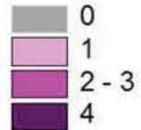
Fuente: Datos de campo e imagen pancromática de Google Earth, 2007.
 Sistema de proyección: WGS84 UTM zona 14N Q
 Elaboró: Jessica Méndez 2015



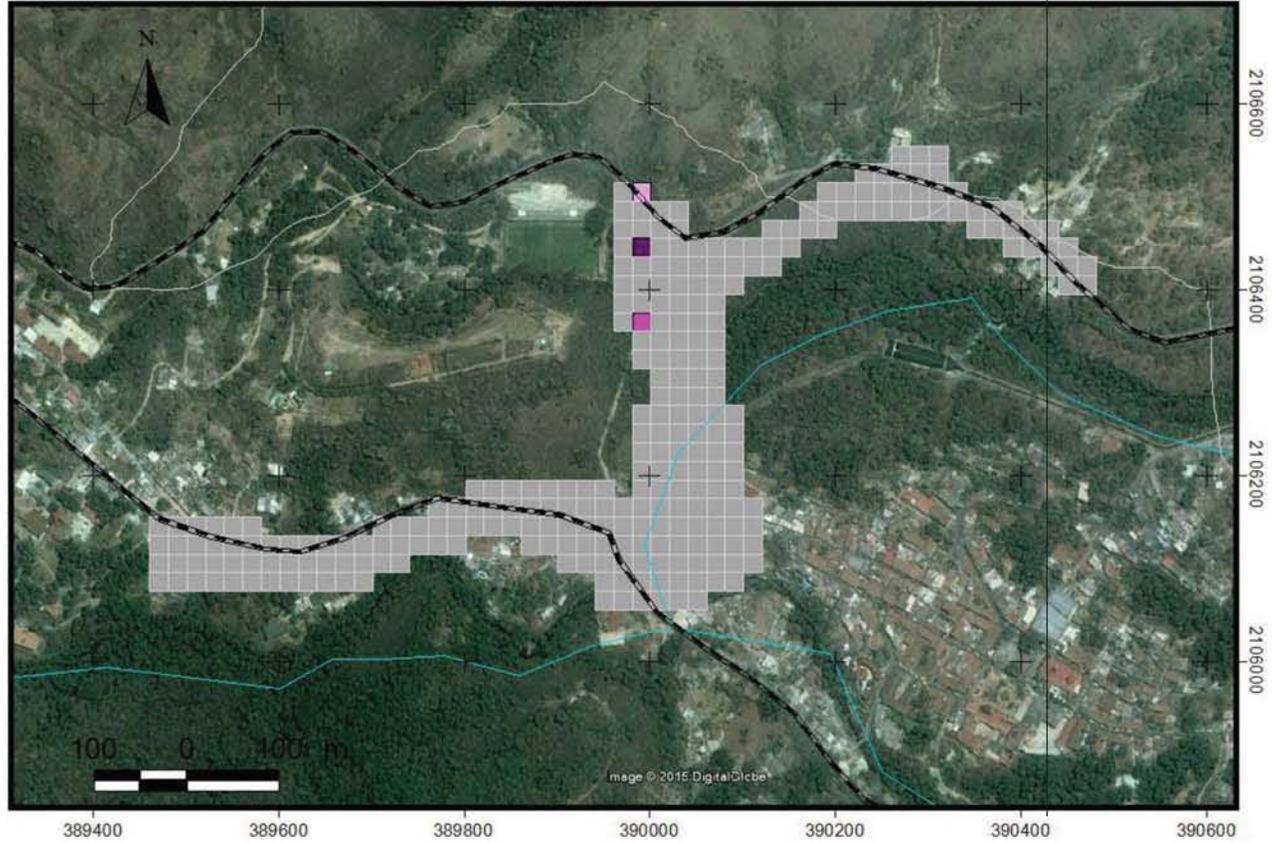
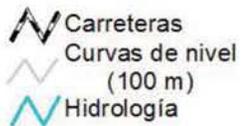
Mapa 16. Distribución conocida Febrero, 2015



Presencias



Otros Elementos



Fuente: Datos de campo e imagen panormática de Google Earth, 2007.
 Sistema de proyección: WGS84 UTM zona 14N Q
 Elaboró: Jessica Méndez 2015



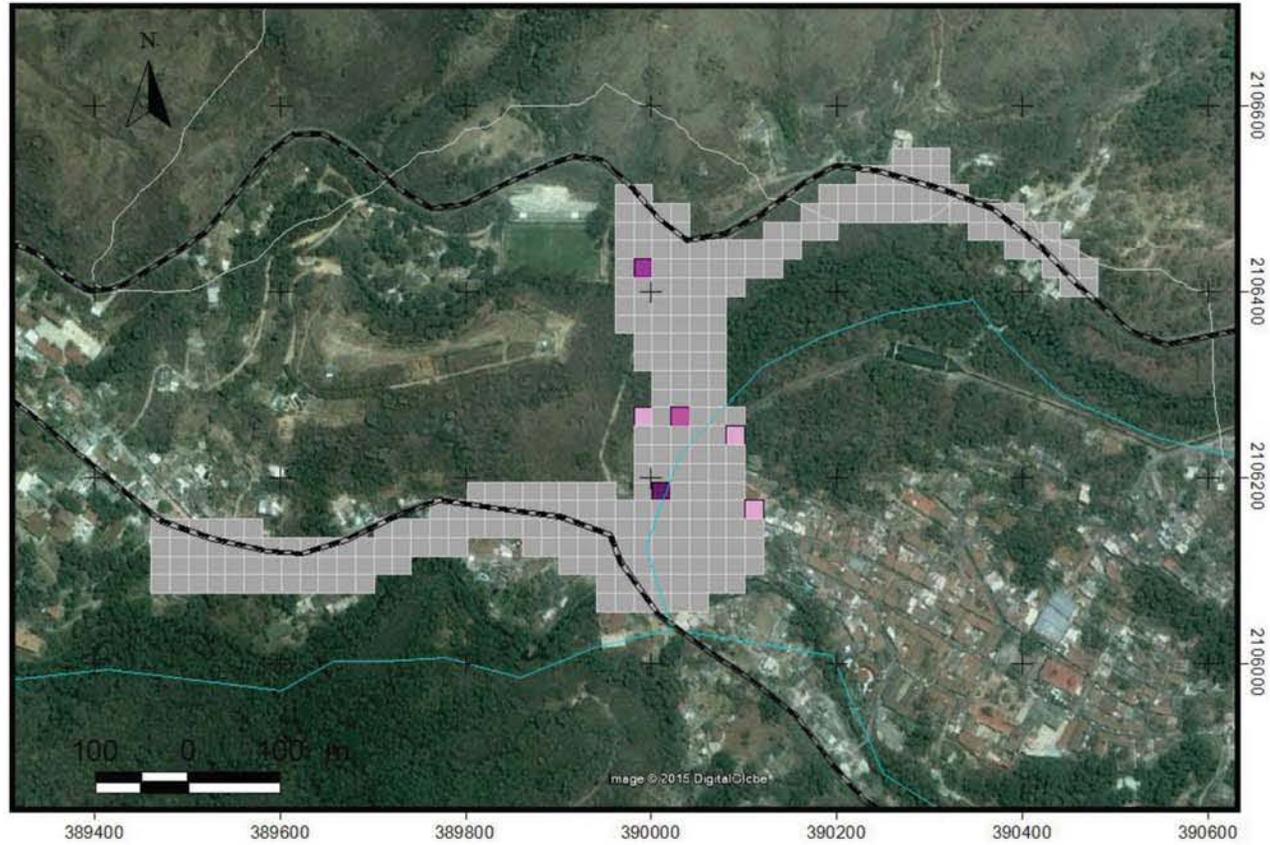
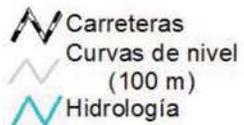
Mapa 17. Distribución conocida Marzo, 2015



Presencias



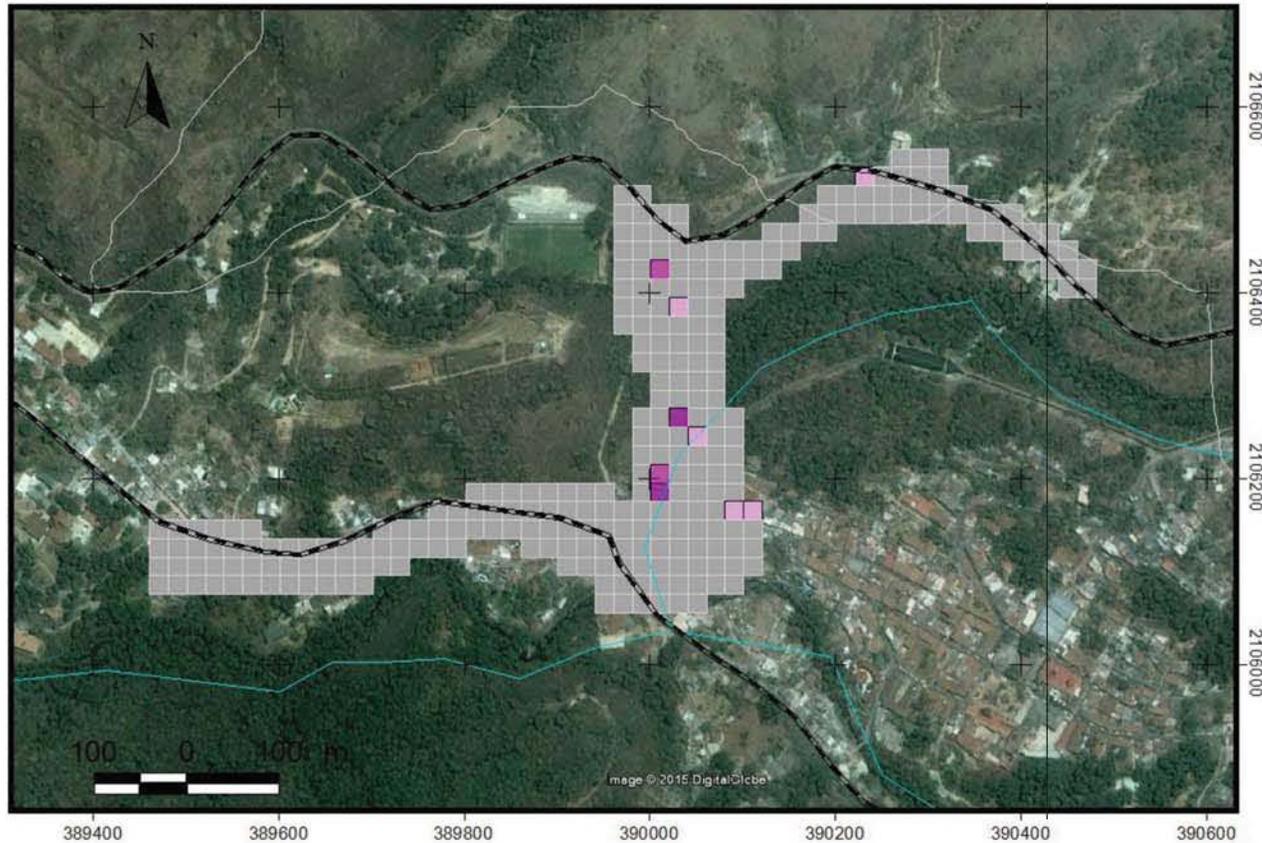
Otros Elementos



Fuente: Datos de campo e imagen pancromática de Google Earth, 2007.
 Sistema de proyección: WGS84 UTM zona 14N Q
 Elaboró: Jessica Méndez 2015



Mapa 18. Distribución conocida Abril, 2015



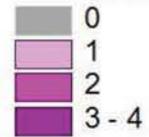
Fuente: Datos de campo e imagen panocrómica de Google Earth, 2007.
 Sistema de proyección: WGS84 UTM zona 14N Q
 Elaboró: Jessica Méndez 2015



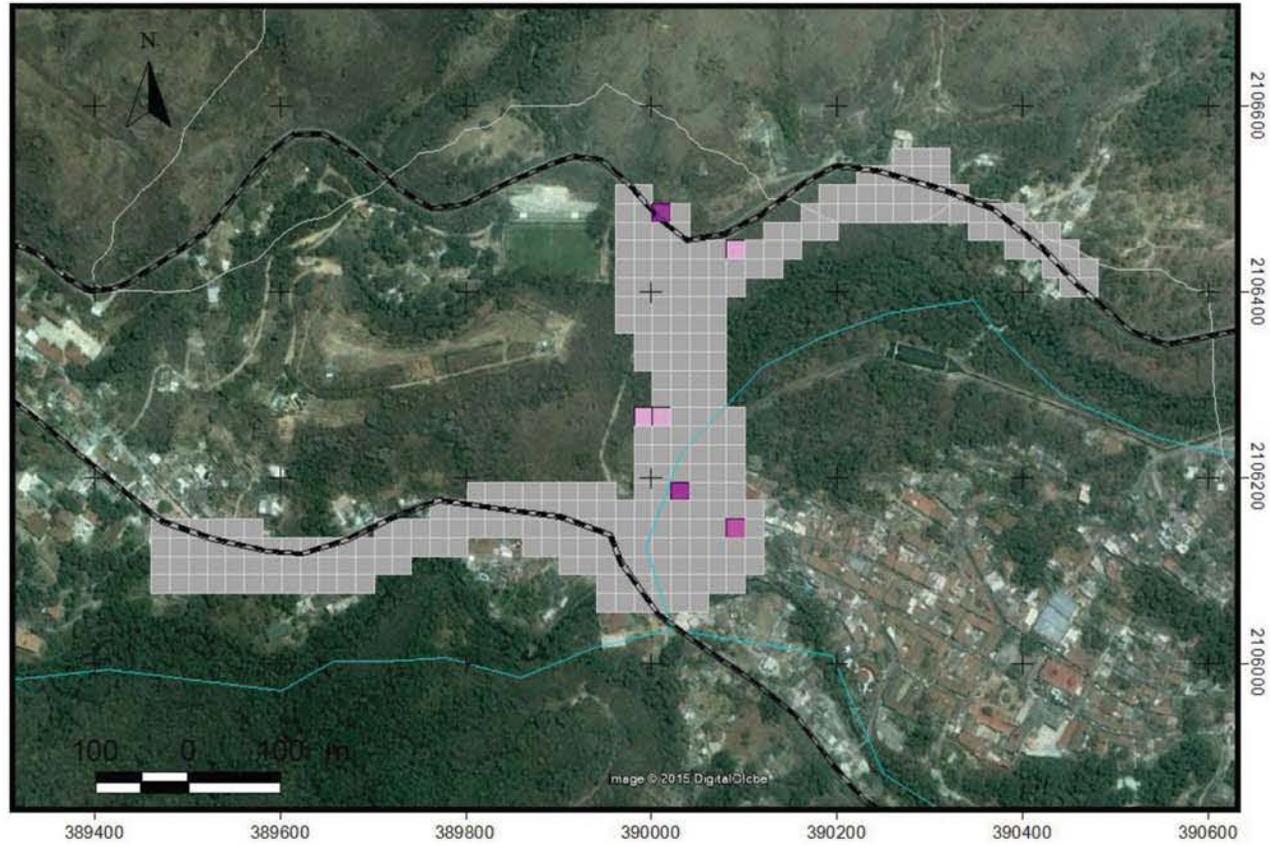
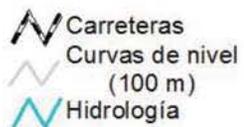
Mapa 19. Distribución conocida Mayo, 2015



Presencias



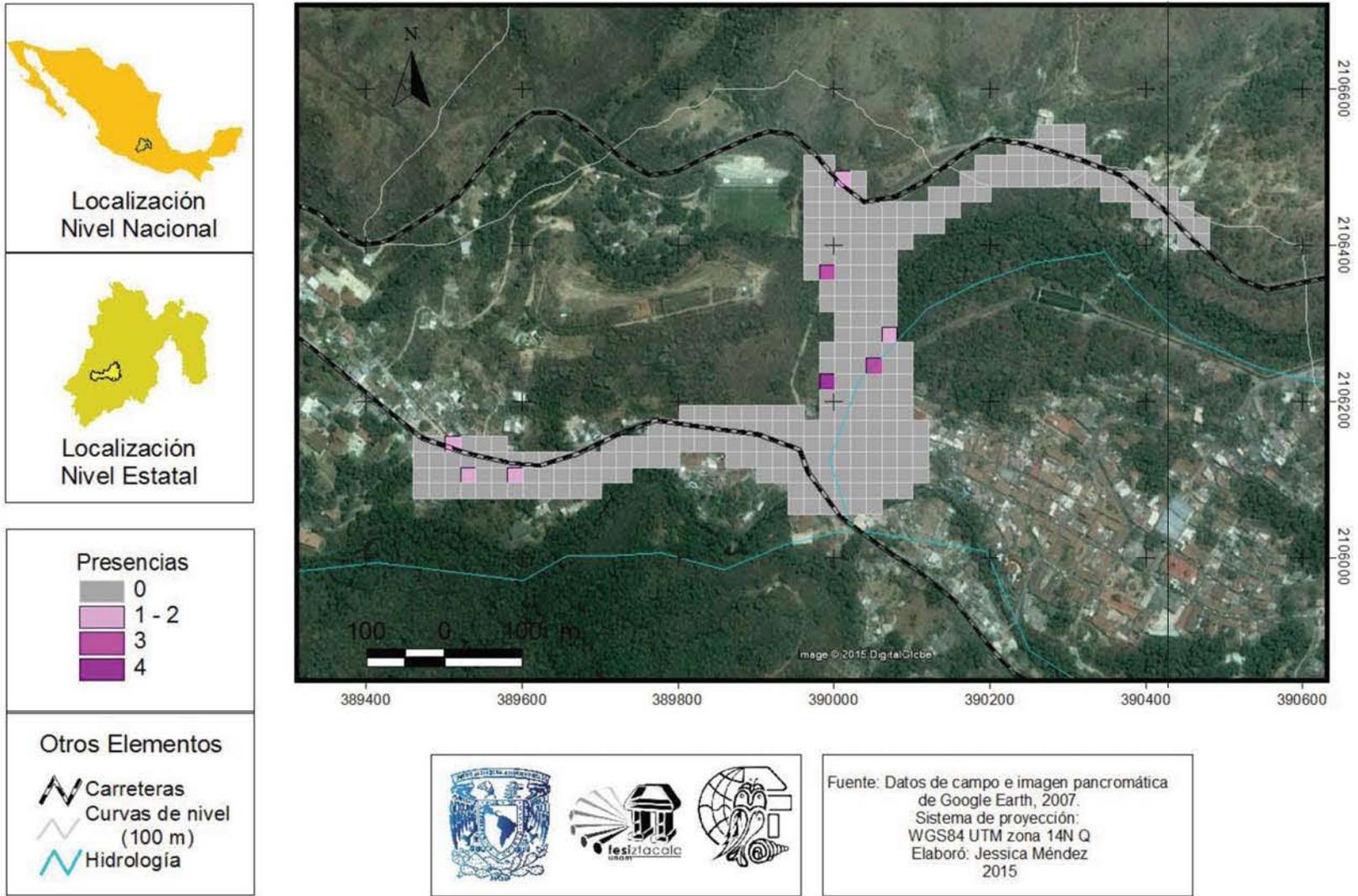
Otros Elementos



Fuente: Datos de campo e imagen pancromática de Google Earth, 2007.
Sistema de proyección: WGS84 UTM zona 14N Q
Elaboró: Jessica Méndez 2015



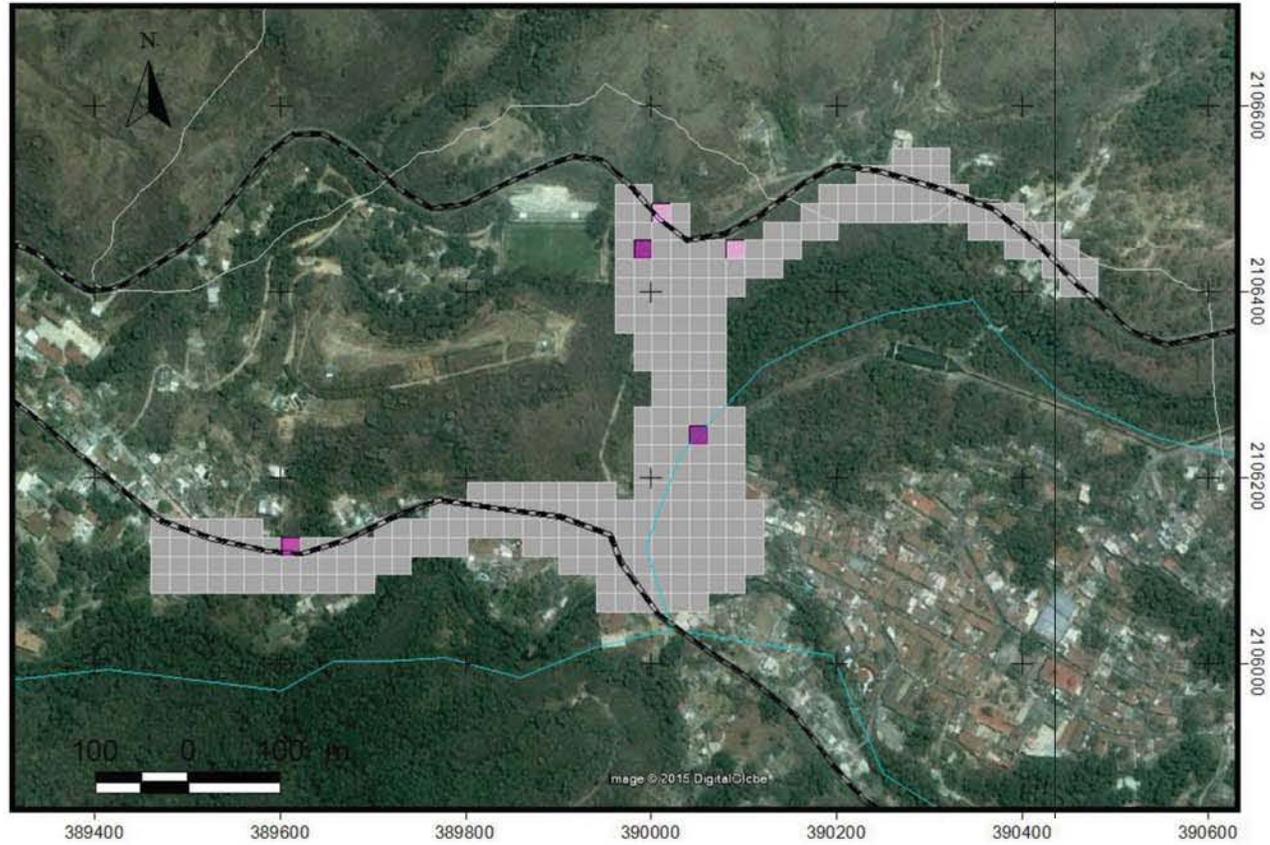
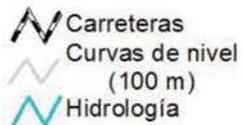
Mapa 20. Distribución conocida Junio, 2015



Mapa 21. Distribución conocida Julio, 2015



Otros Elementos



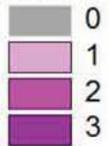
Fuente: Datos de campo e imagen pancromática de Google Earth, 2007.
Sistema de proyección: WGS84 UTM zona 14N Q
Elaboró: Jessica Méndez 2015



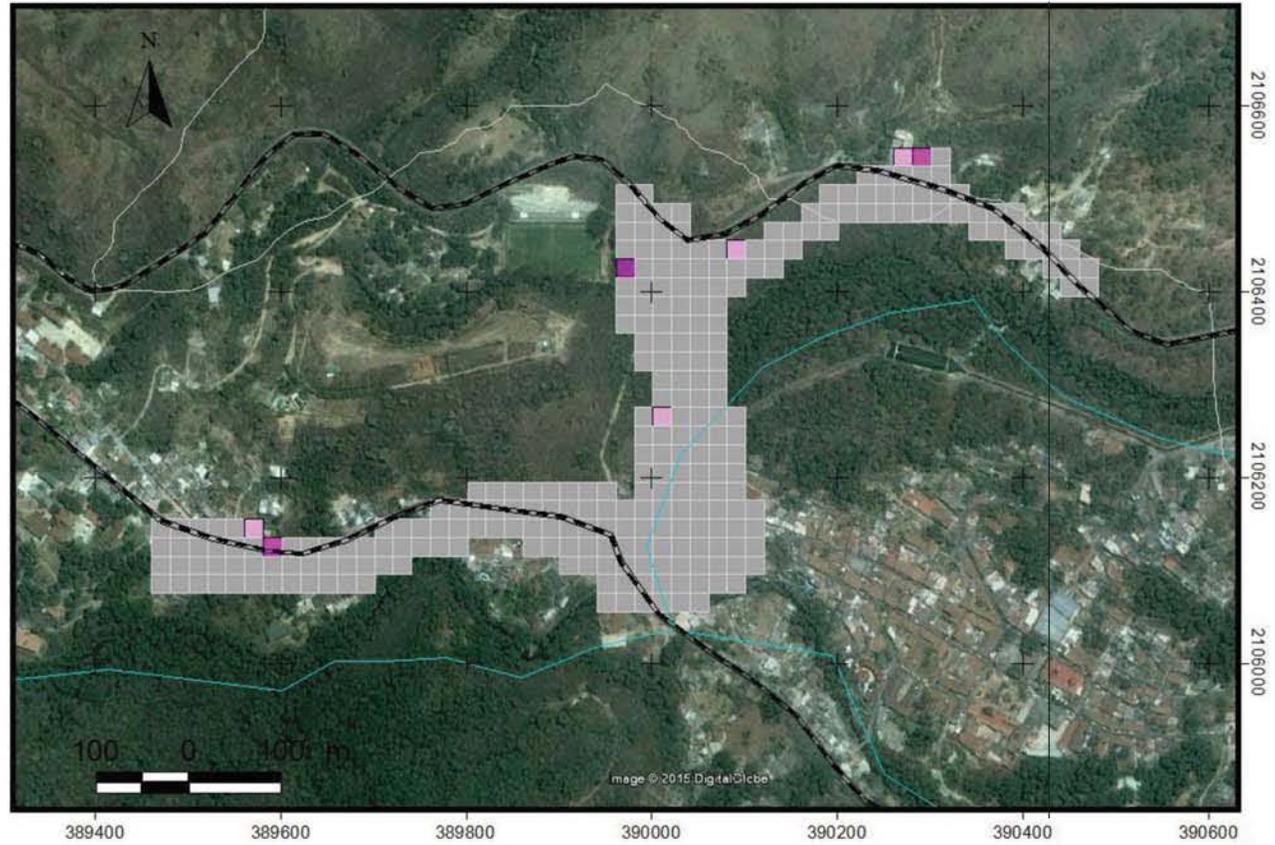
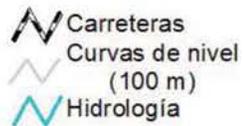
Mapa 22. Distribución conocida Agosto, 2015



Presencias



Otros Elementos



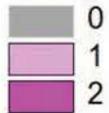
Fuente: Datos de campo e imagen panorámica de Google Earth, 2007.
Sistema de proyección: WGS84 UTM zona 14N Q
Elaboró: Jessica Méndez 2015



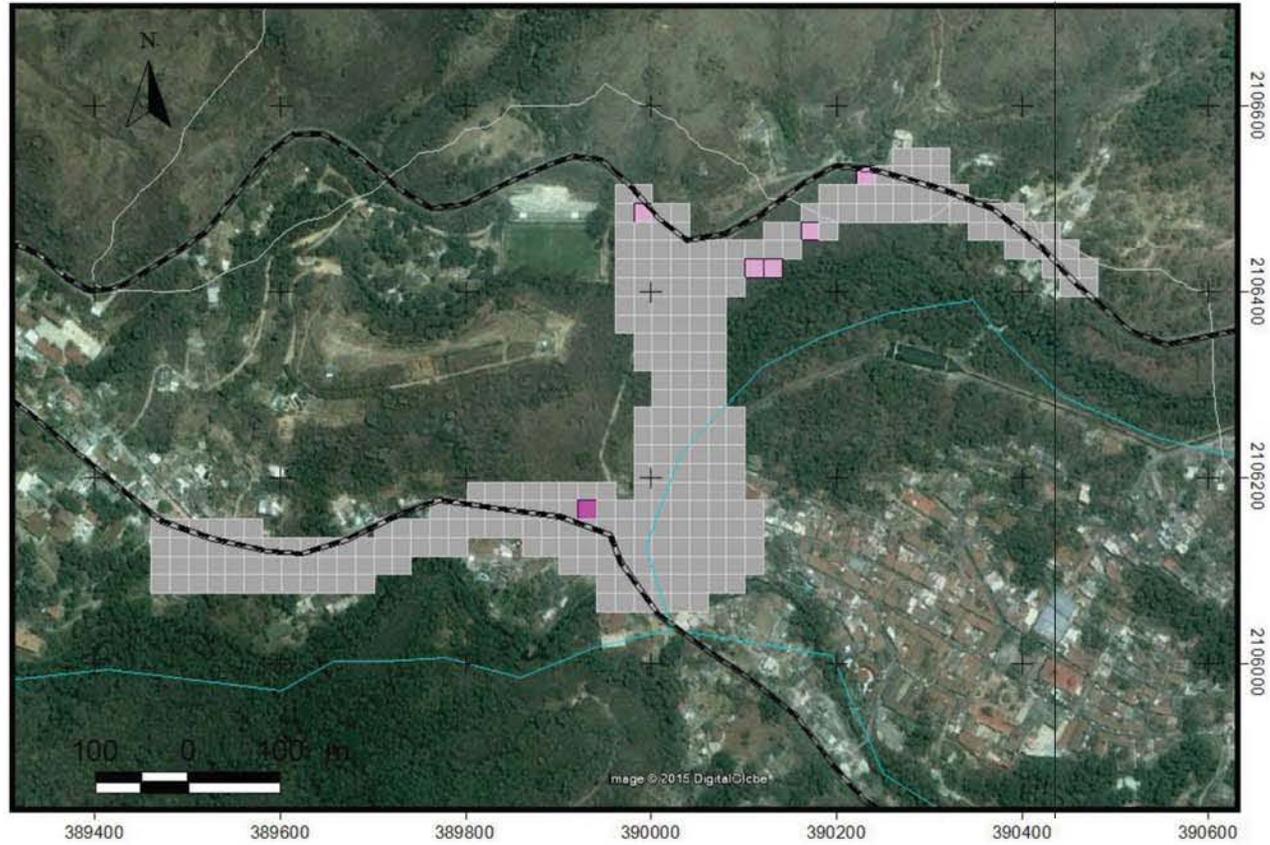
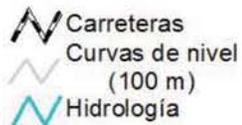
Mapa 23. Distribución conocida Septiembre, 2015



Presencias



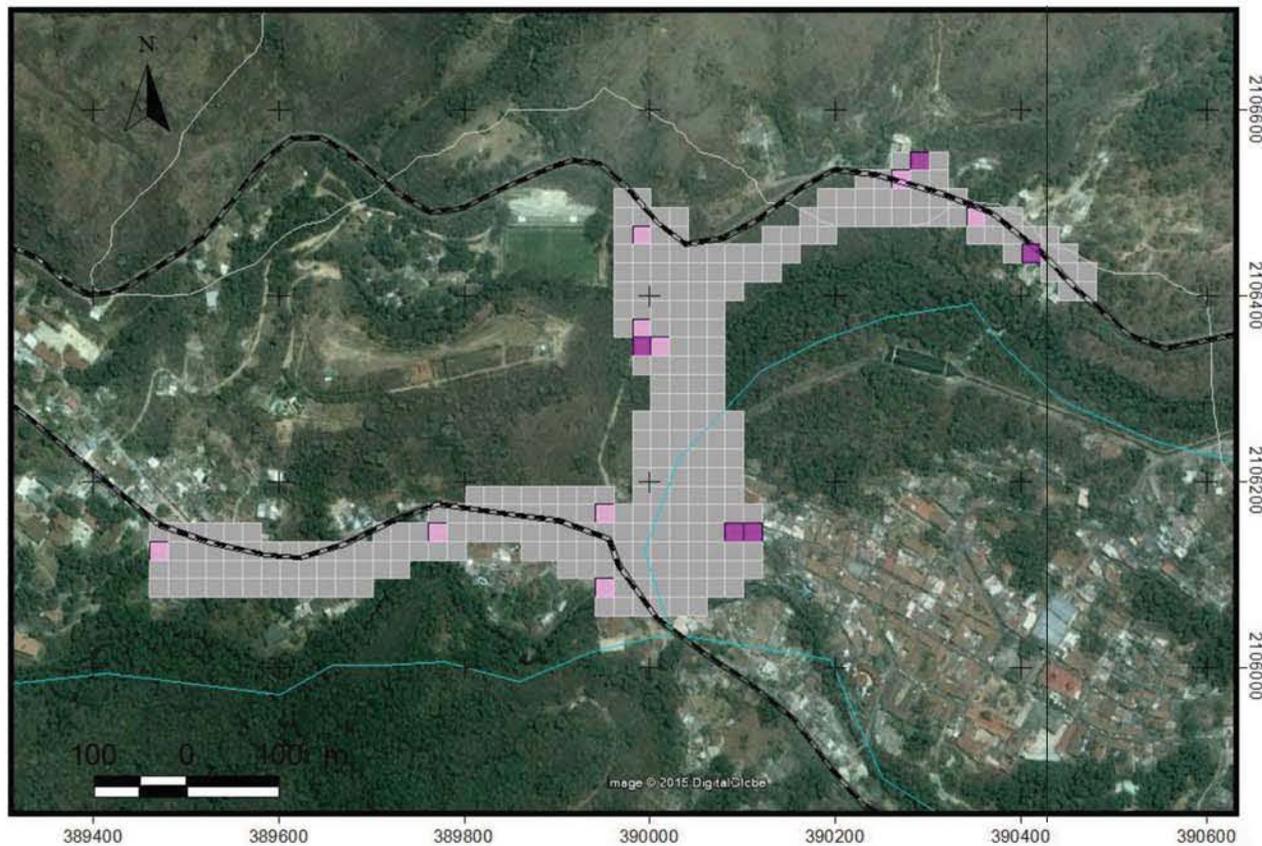
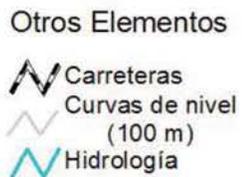
Otros Elementos



Fuente: Datos de campo e imagen pancromática de Google Earth, 2007.
Sistema de proyección: WGS84 UTM zona 14N Q
Elaboró: Jessica Méndez 2015



Mapa 24. Distribución conocida Octubre, 2014



Fuente: Datos de campo e imagen panorámica de Google Earth, 2007.
 Sistema de proyección: WGS84 UTM zona 14N Q
 Elaboró: Jessica Méndez 2015



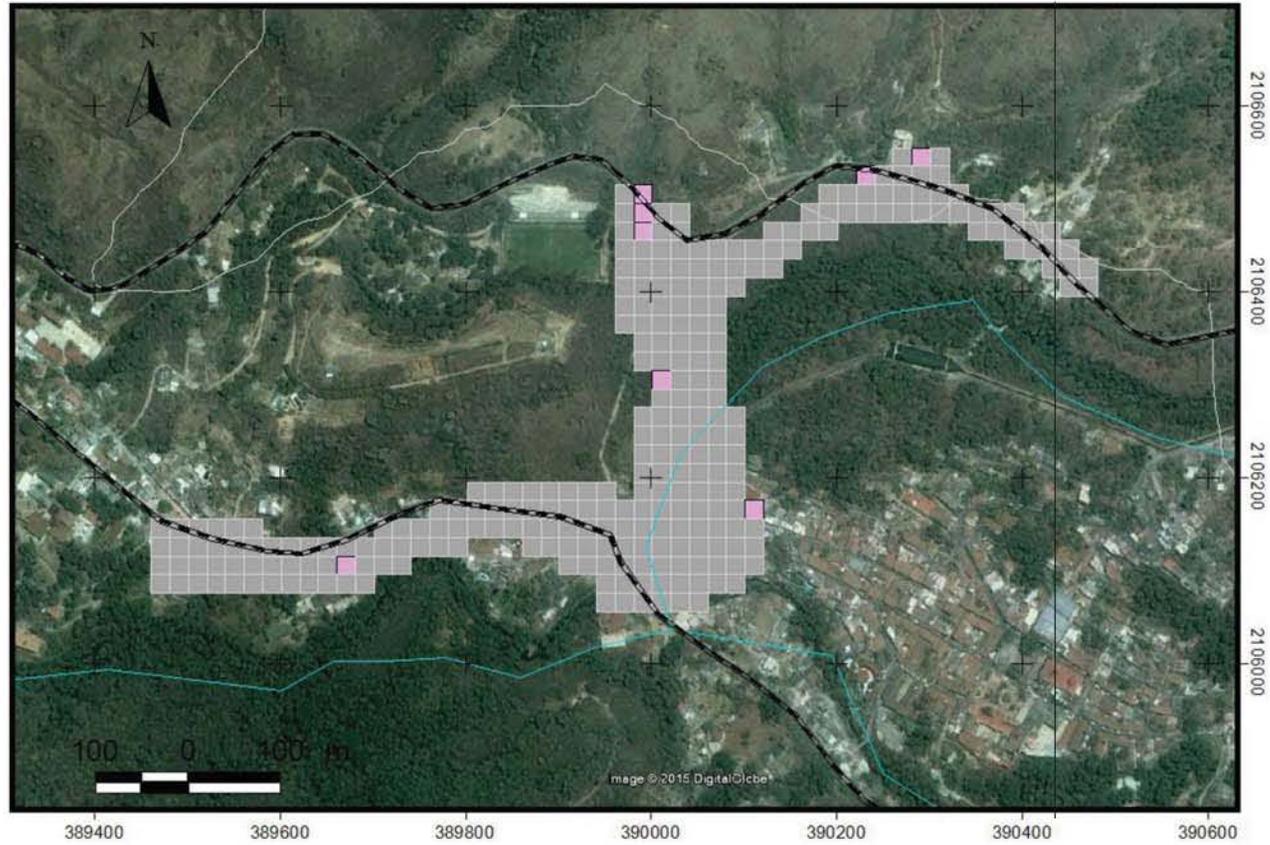
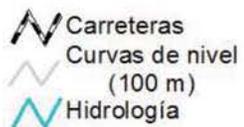
Mapa 25. Distribución conocida Noviembre, 2014



Presencias



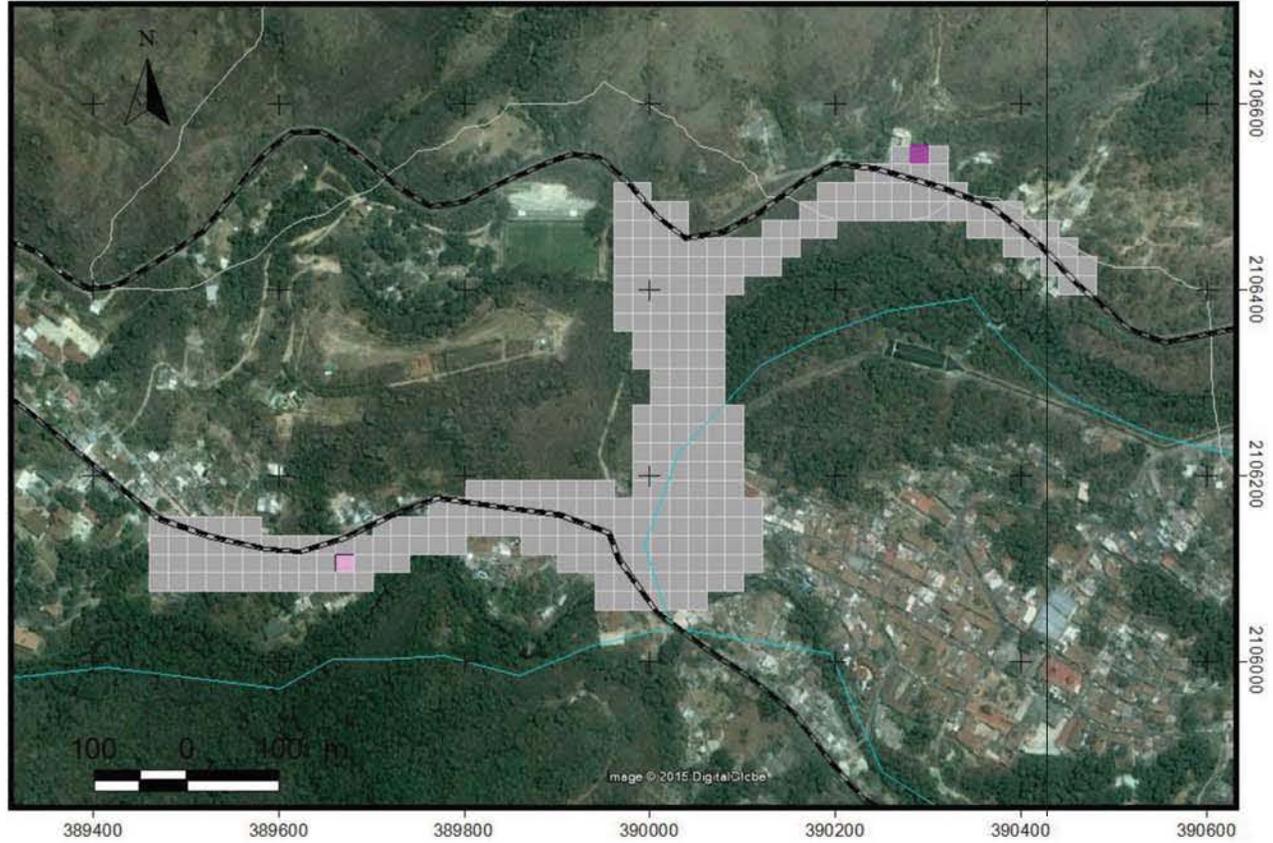
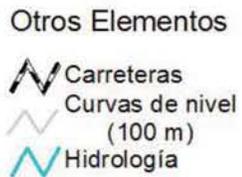
Otros Elementos



Fuente: Datos de campo e imagen pancromática de Google Earth, 2007.
Sistema de proyección: WGS84 UTM zona 14N Q
Elaboró: Jessica Méndez 2015



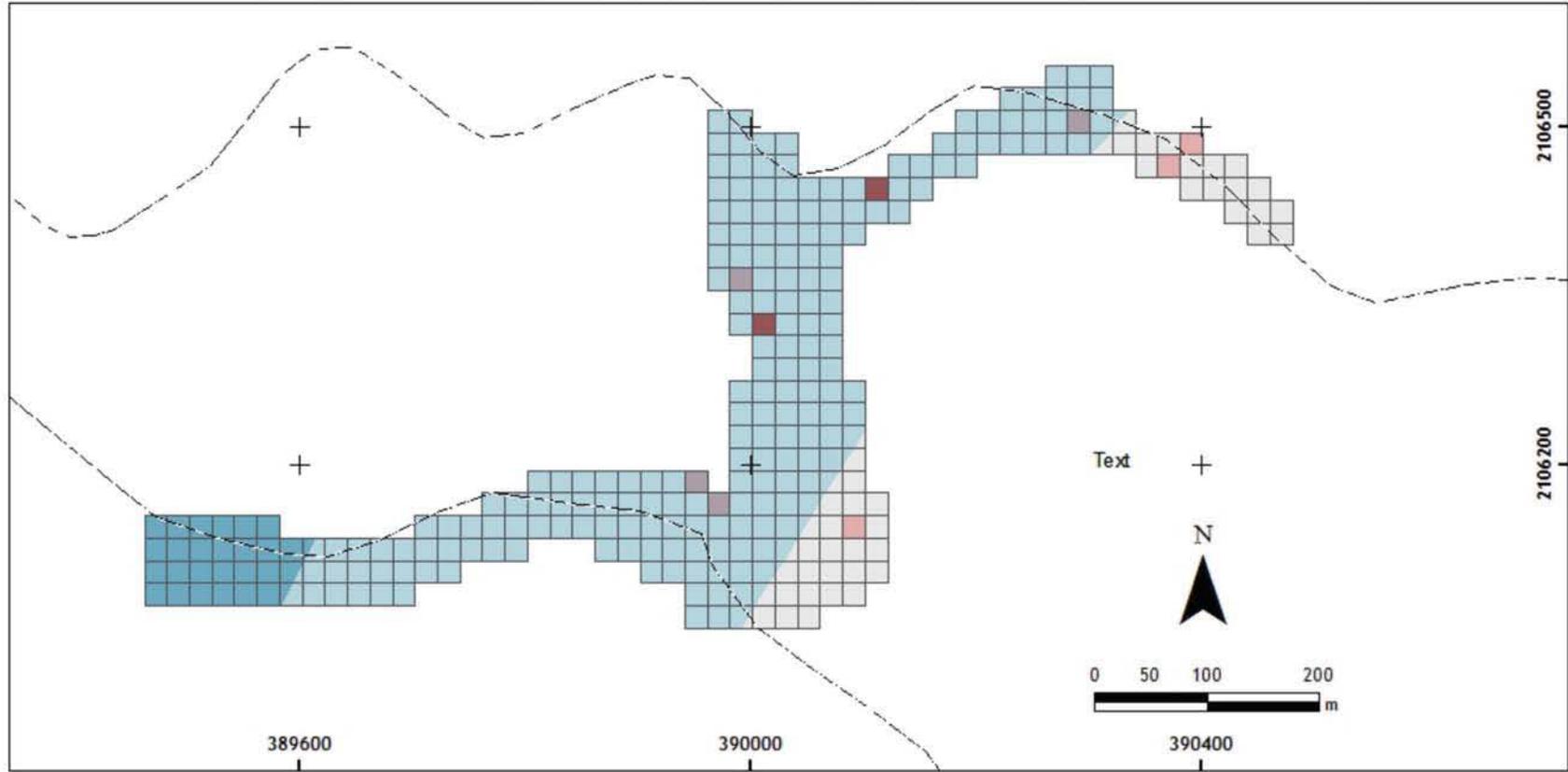
Mapa 26. Distribución conocida Diciembre, 2014



Fuente: Datos de campo e imagen panocrómica de Google Earth, 2007.
 Sistema de proyección: WGS84 UTM zona 14N Q
 Elaboró: Jessica Méndez 2015



Mapa 27. Relación espacial de temperatura y presencias de Lepidopterofauna, Enero 2015



Relaciones	
Temperatura	Presencias
16.103-16.155	0
16.050-16.103	1
15.997-16.050	2-4
	Nulo
	Bajo
	Alto

Otros elementos

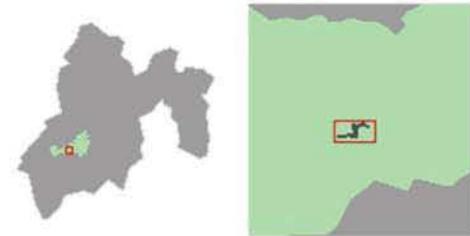
- Cuadrícula
- Vías de comunicación

Sistema de Proyección

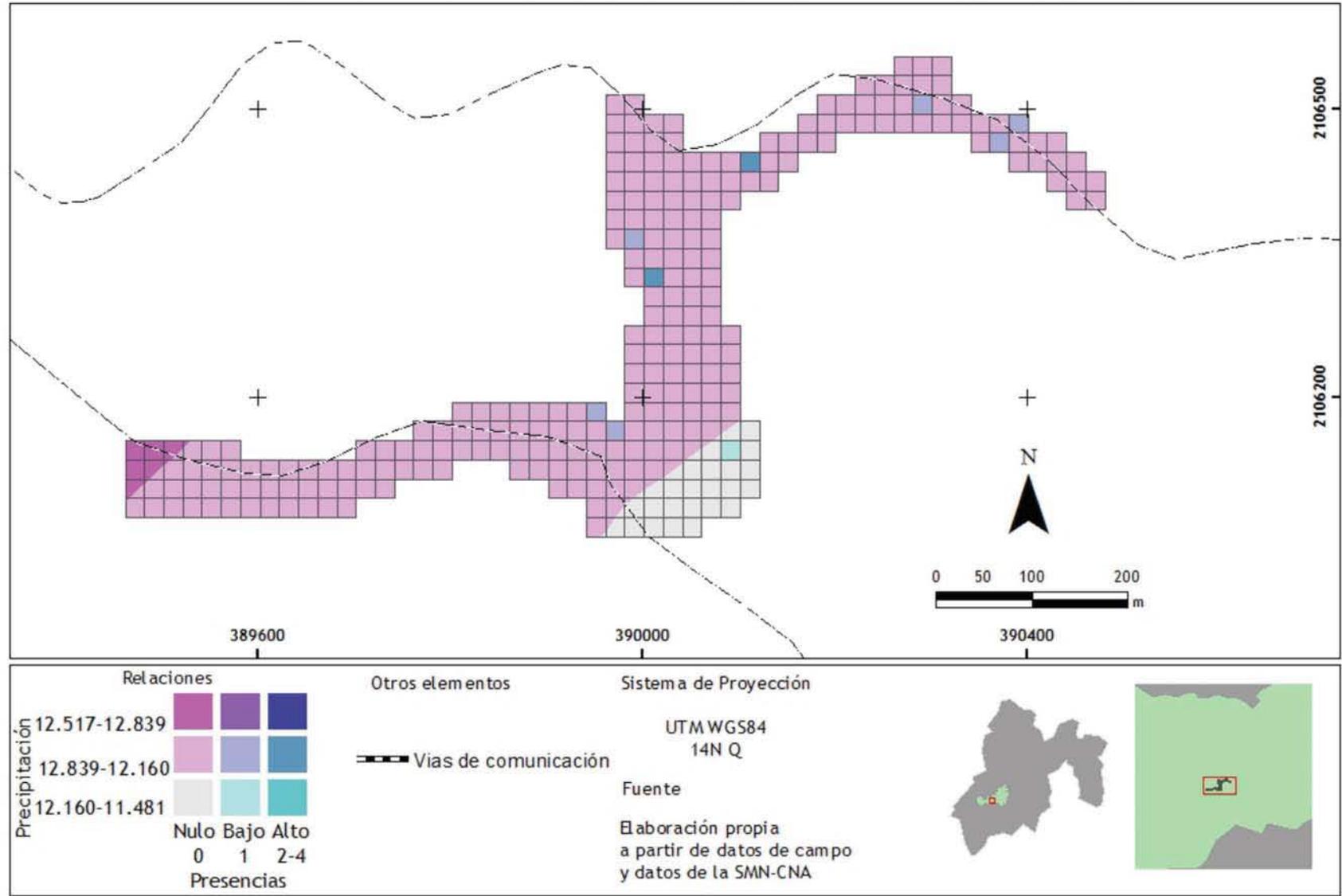
UTM WGS84
14N Q

Fuente

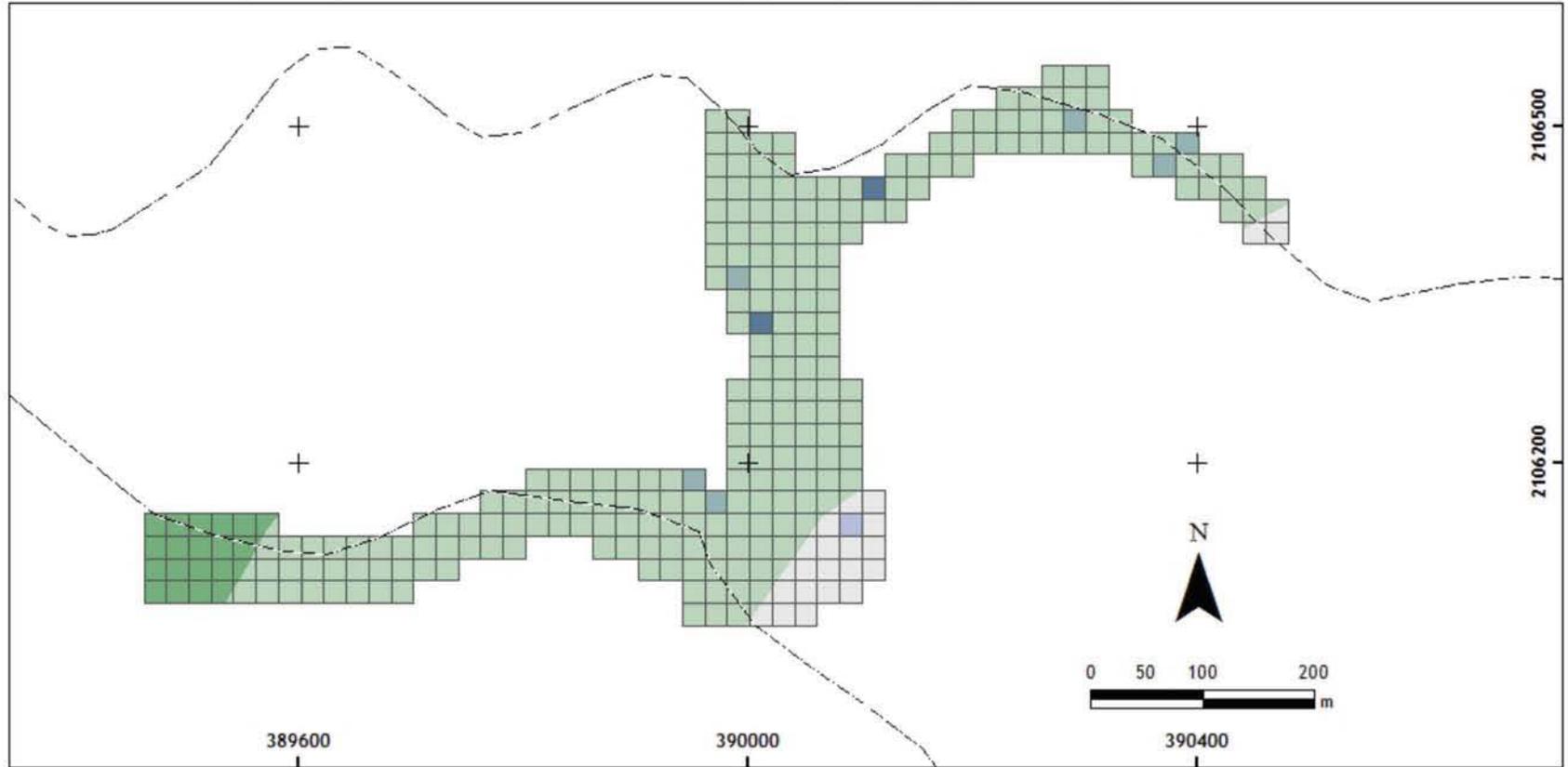
Elaboración propia
a partir de datos de campo
y datos de la SMN-CNA



Mapa 28. Relación espacial de precipitación y presencias de Lepidopterofauna, Enero 2015



Mapa 29. Relación espacial de evaporación y presencias de Lepidopterofauna, Enero 2015



Relaciones		Evaporación		
98.230-100.022				
96.438-98.230				
94.646-96.438				
	Nulo	Bajo	Alto	
	0	1	2-4	
	Presencias			

Otros elementos

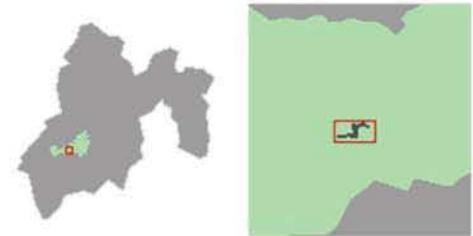
- Cuadrícula
- Vías de comunicación

Sistema de Proyección

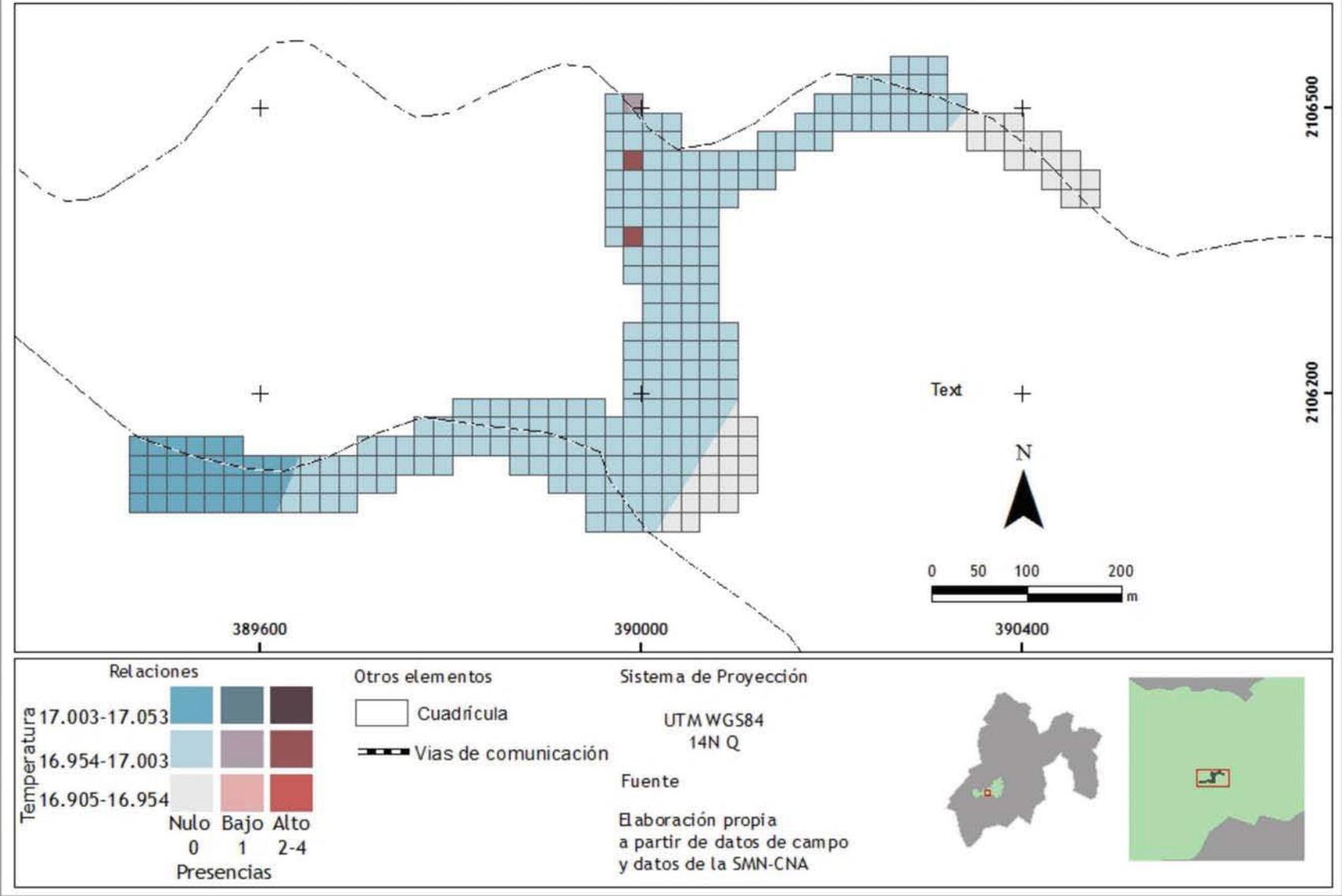
UTM WGS84
14N Q

Fuente

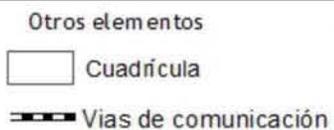
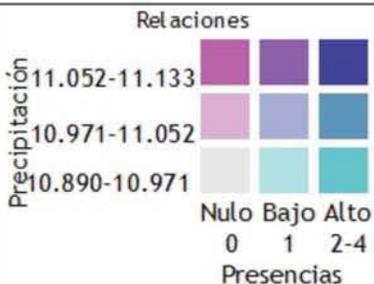
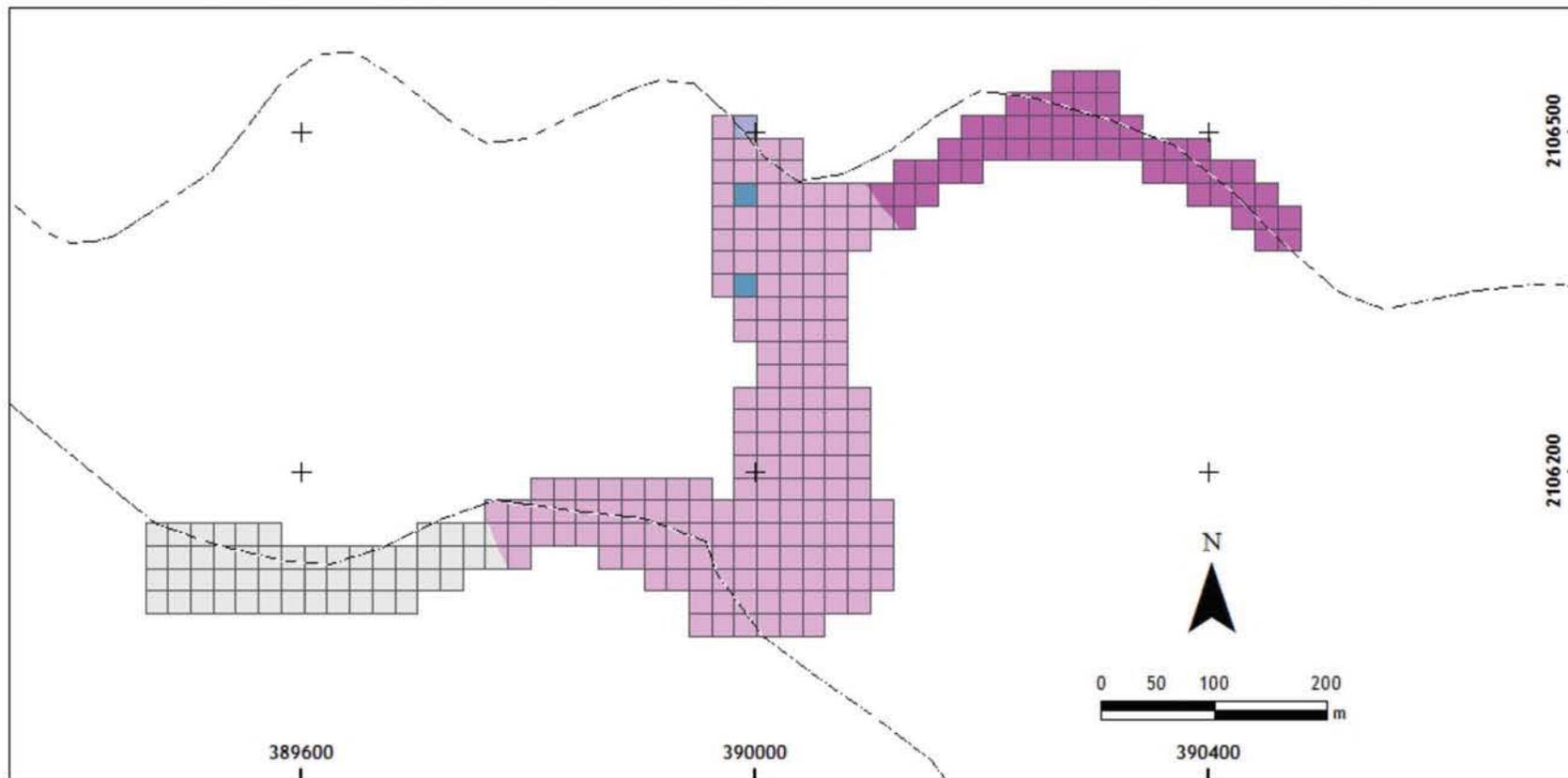
Elaboración propia
a partir de datos de campo
y datos de la SMN-CNA



Mapa 30. Relación espacial de temperatura y presencias de Lepidopterofauna, Febrero 2015



Mapa 31. Relación espacial de precipitación y presencias de Lepidoptero fauna, Febrero 2015

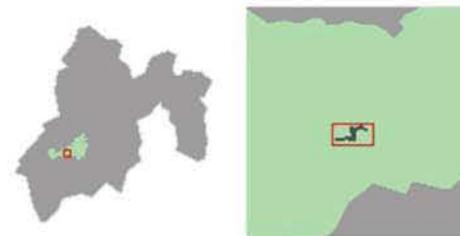


Sistema de Proyección

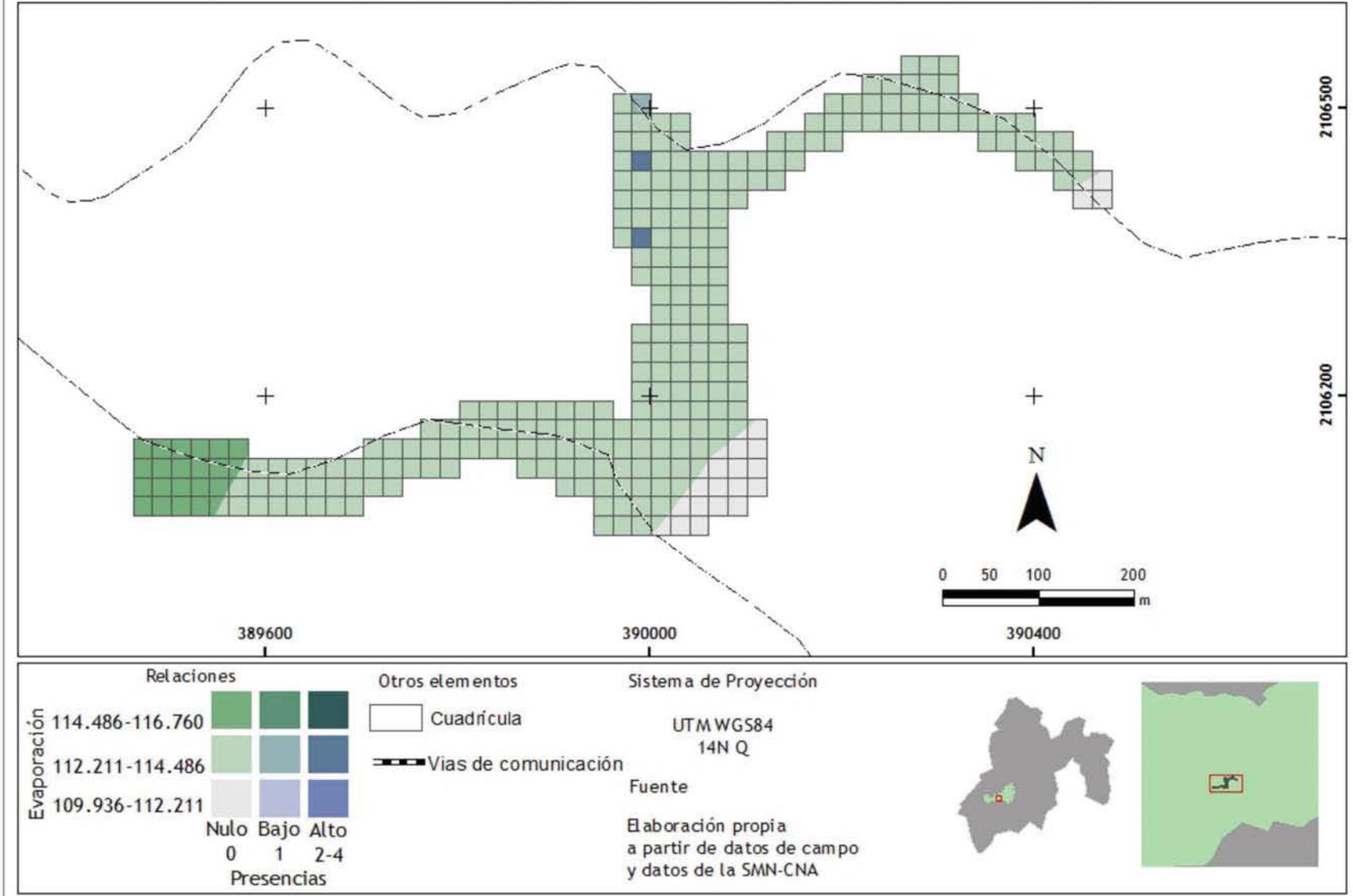
UTM WGS84
14N Q

Fuente

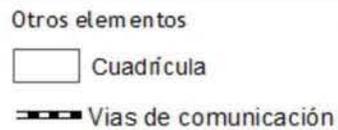
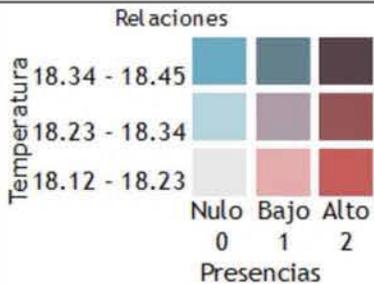
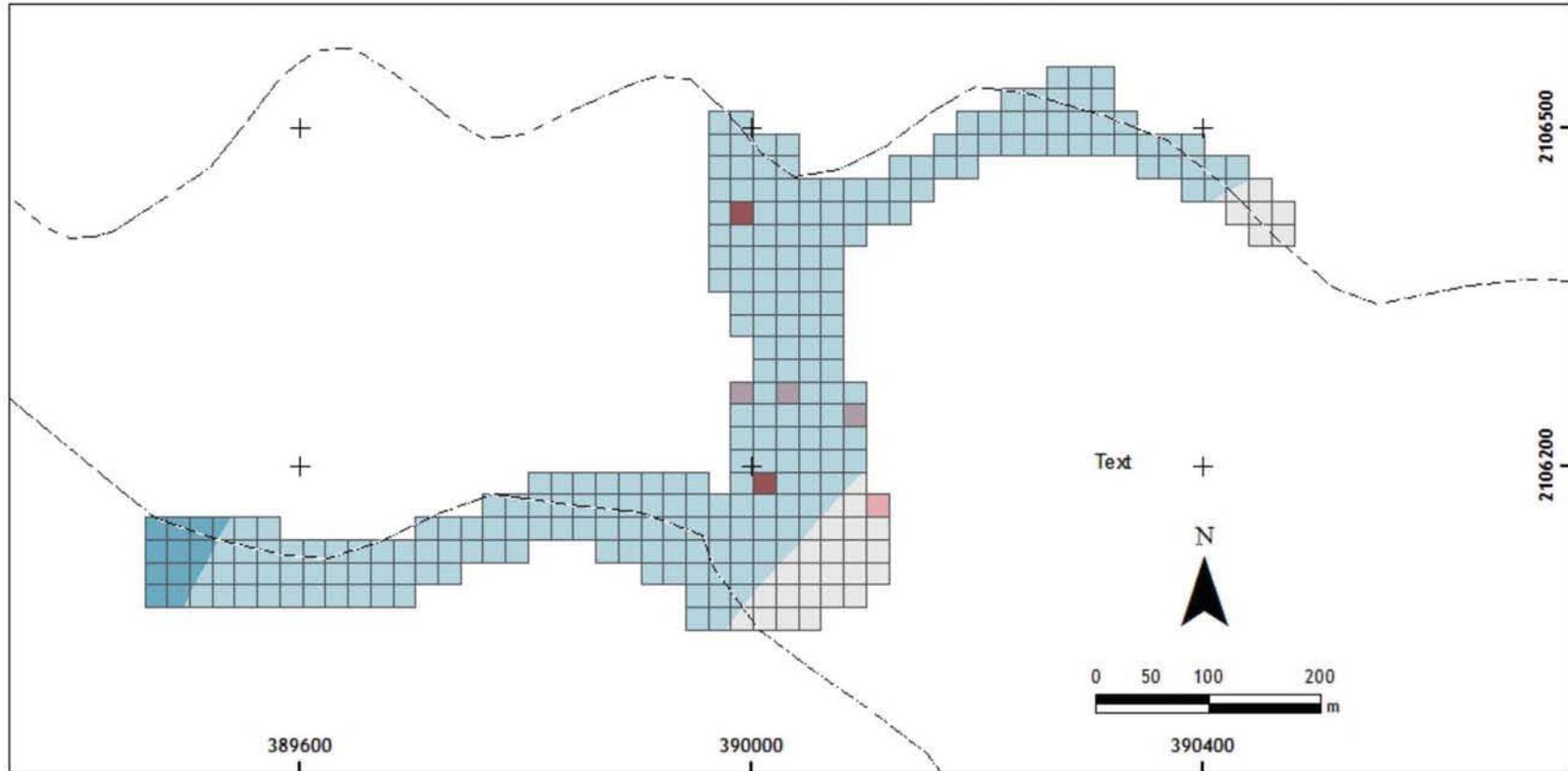
Elaboración propia
a partir de datos de campo
y datos de la SMN-CNA



Mapa 32. Relación espacial de evaporación y presencias de Lepidoptero fauna, Febrero 2015



Mapa 33. Relación espacial de temperatura y presencias de Lepidopterofauna, marzo 2015

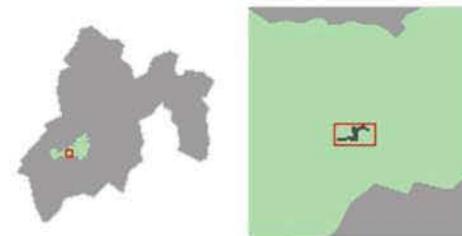


Sistema de Proyección

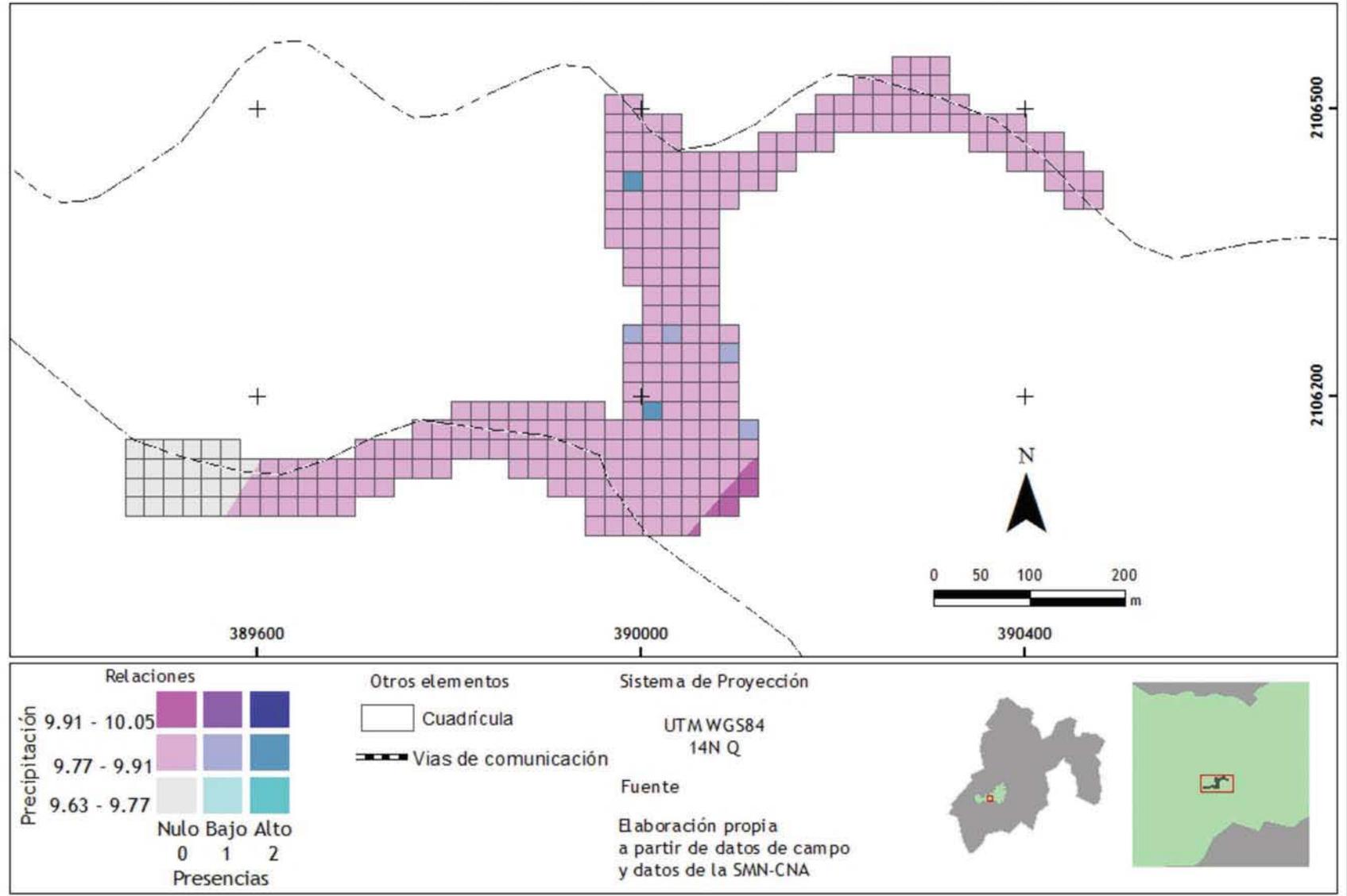
UTM WGS84
14N Q

Fuente

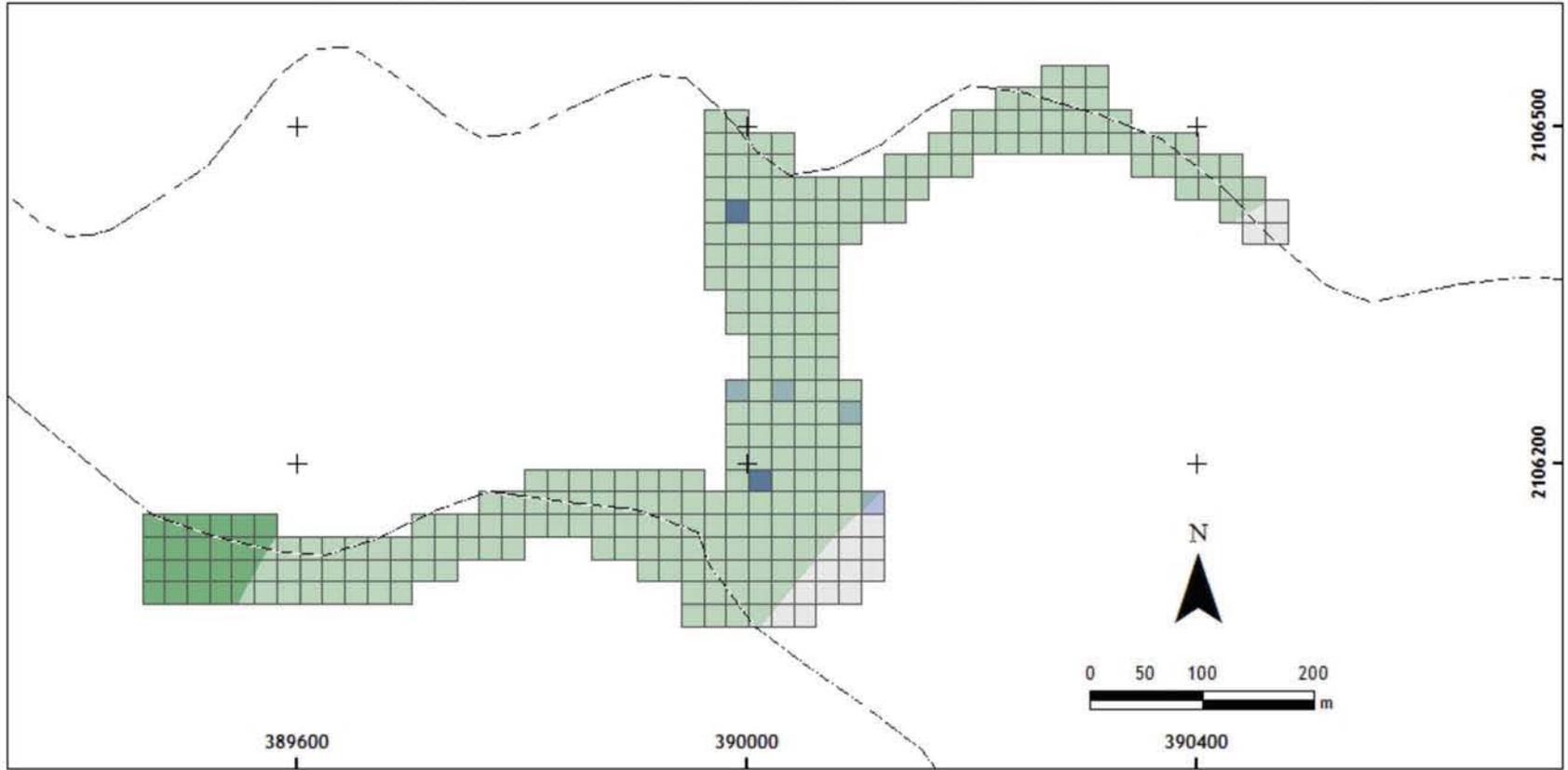
Elaboración propia
a partir de datos de campo
y datos de la SMN-CNA



Mapa 34. Relación espacial de precipitación y presencias de Lepidopterofauna, marzo 2015



Mapa 35. Relación espacial de evaporación y presencias de Lepidopteroфаuna, marzo 2015



Relaciones		Evaporación			
154.93-158	152.36-154.93	149.79-152.36	Nulo	Bajo	Alto
			0	1	2
		Presencias			

Otros elementos

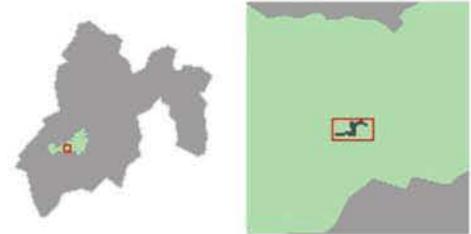
- Cuadrícula
- Vías de comunicación

Sistema de Proyección

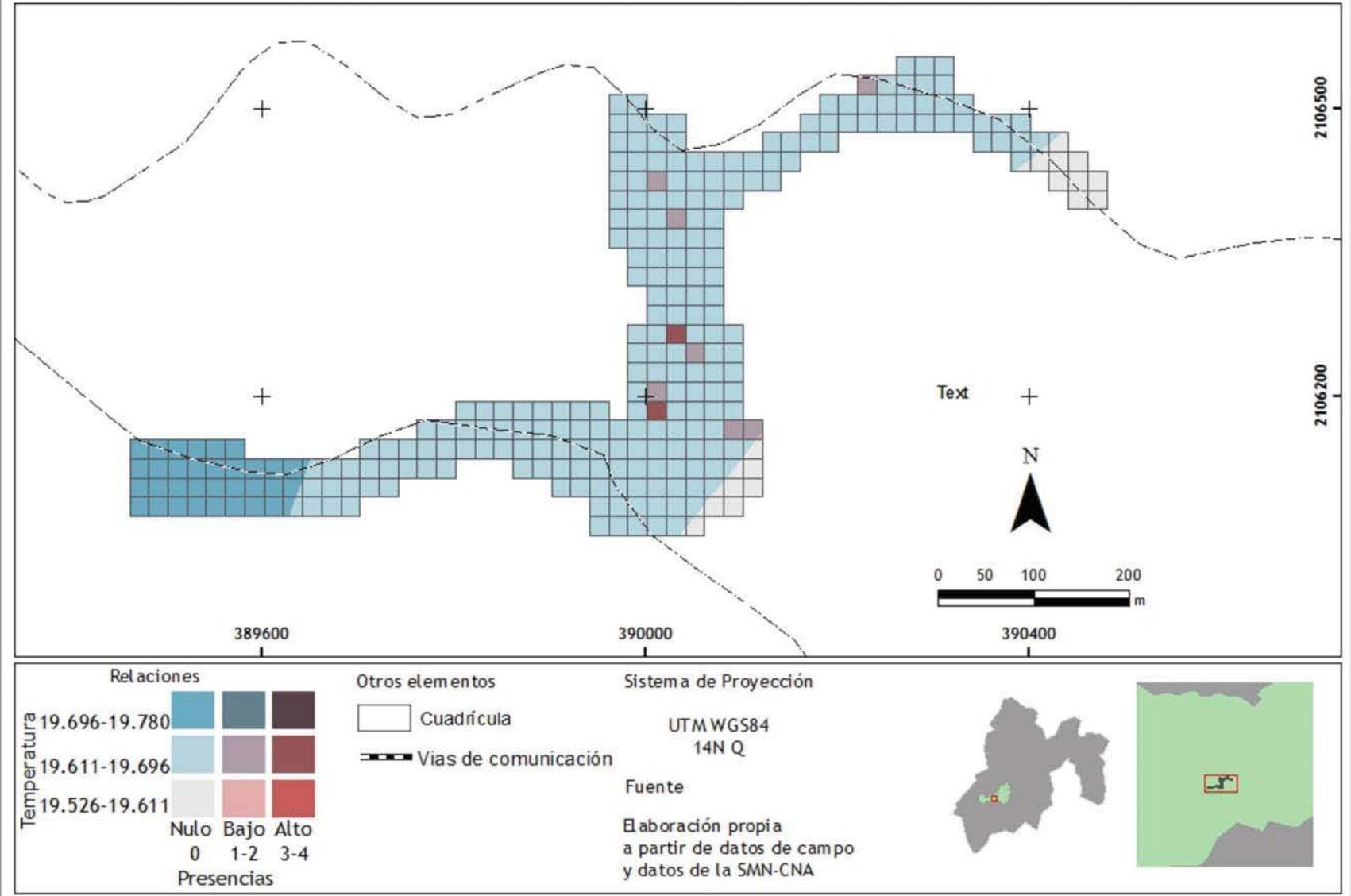
UTM WGS84
14N Q

Fuente

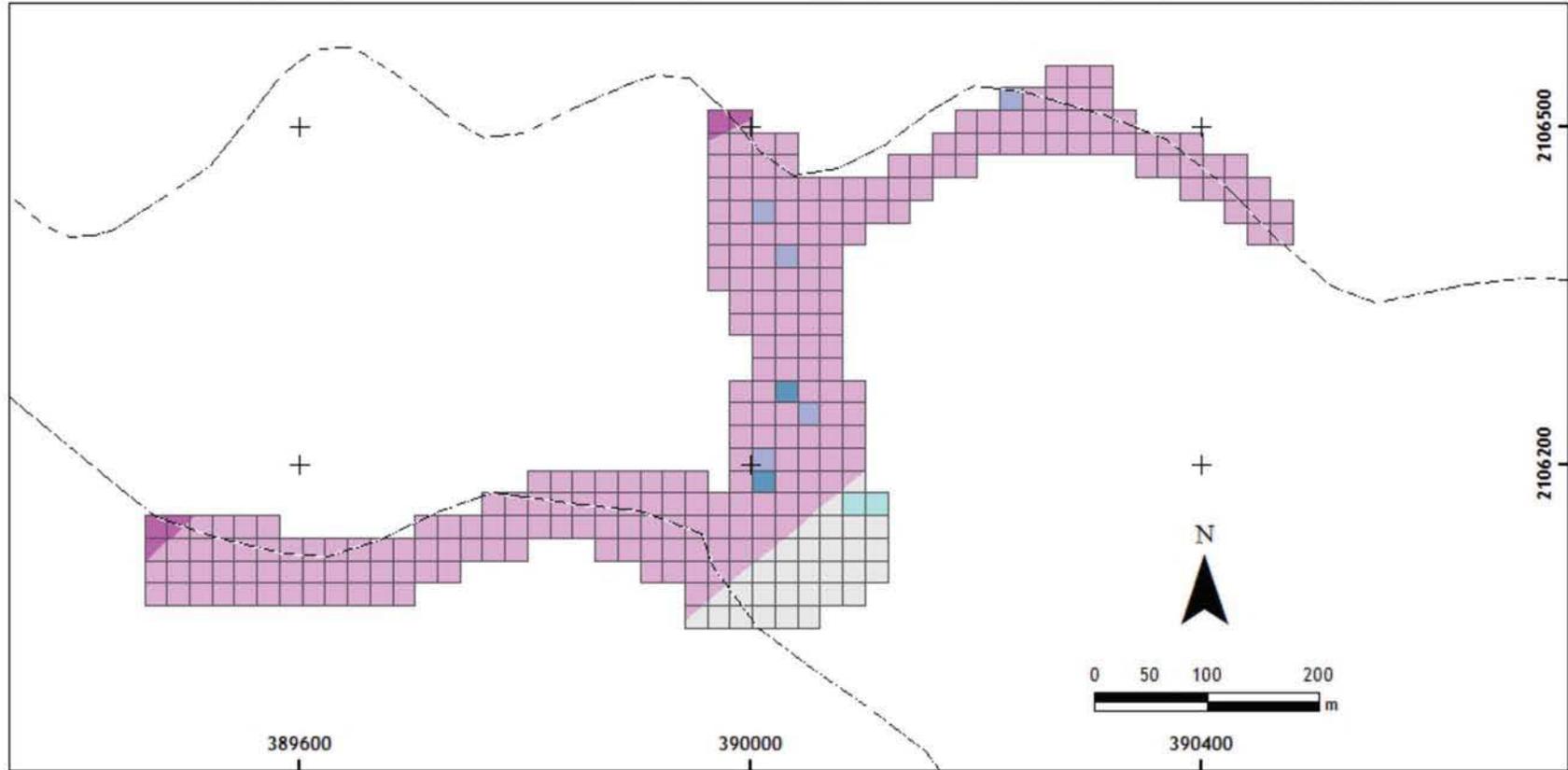
Elaboración propia
a partir de datos de campo
y datos de la SMN-CNA



Mapa 36. Relación espacial de temperatura y presencias de Lepidopterofauna, Abril 2015



Mapa 37. Relación espacial de precipitación y presencias de Lepidopterofauna, Abril 2015



Otros elementos

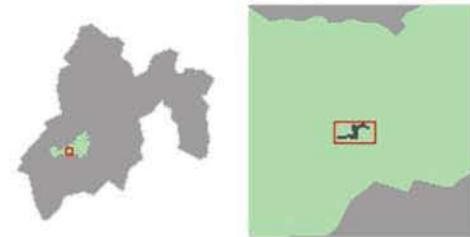
—+— Vías de comunicación

Sistema de Proyección

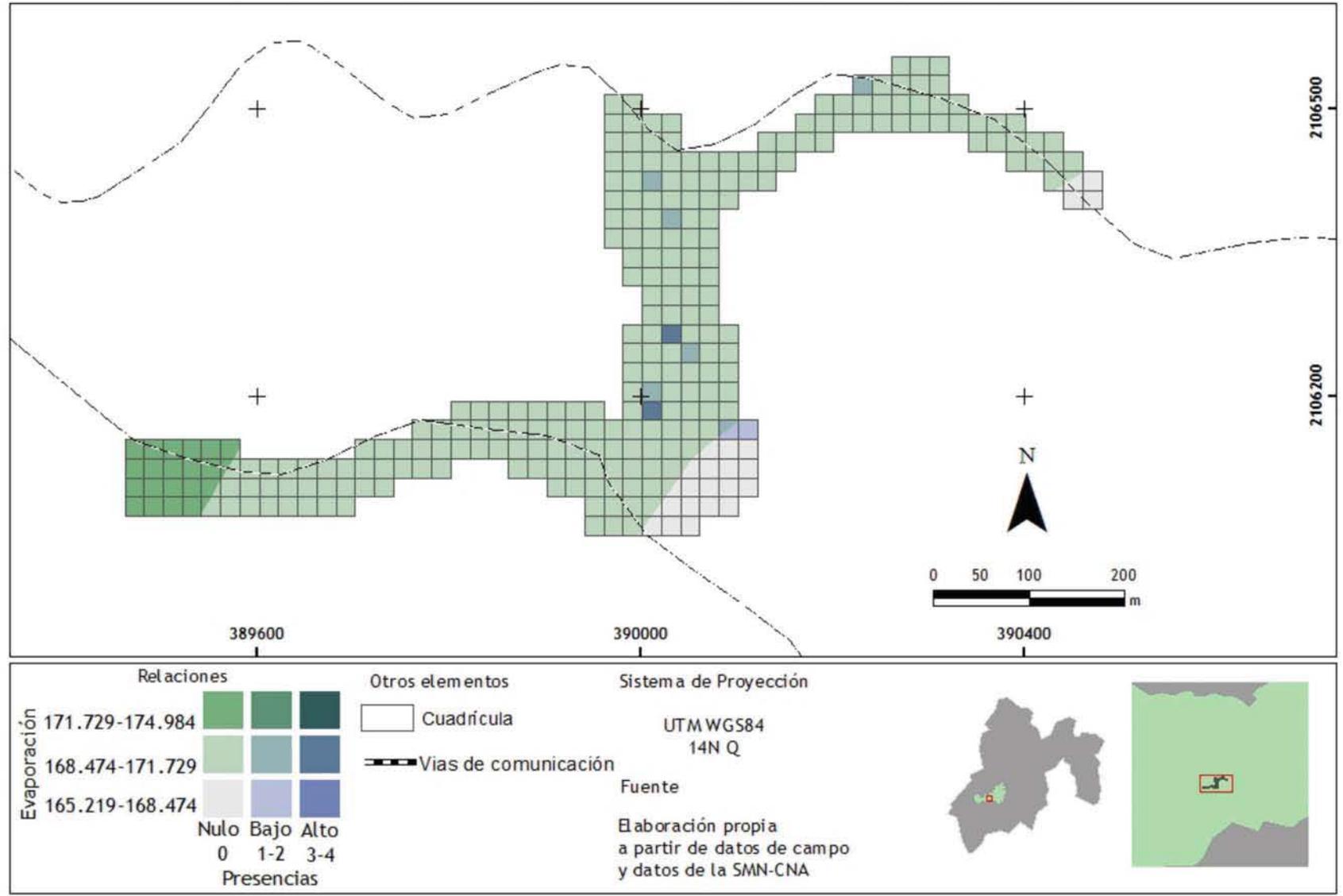
UTM WGS84
14N Q

Fuente

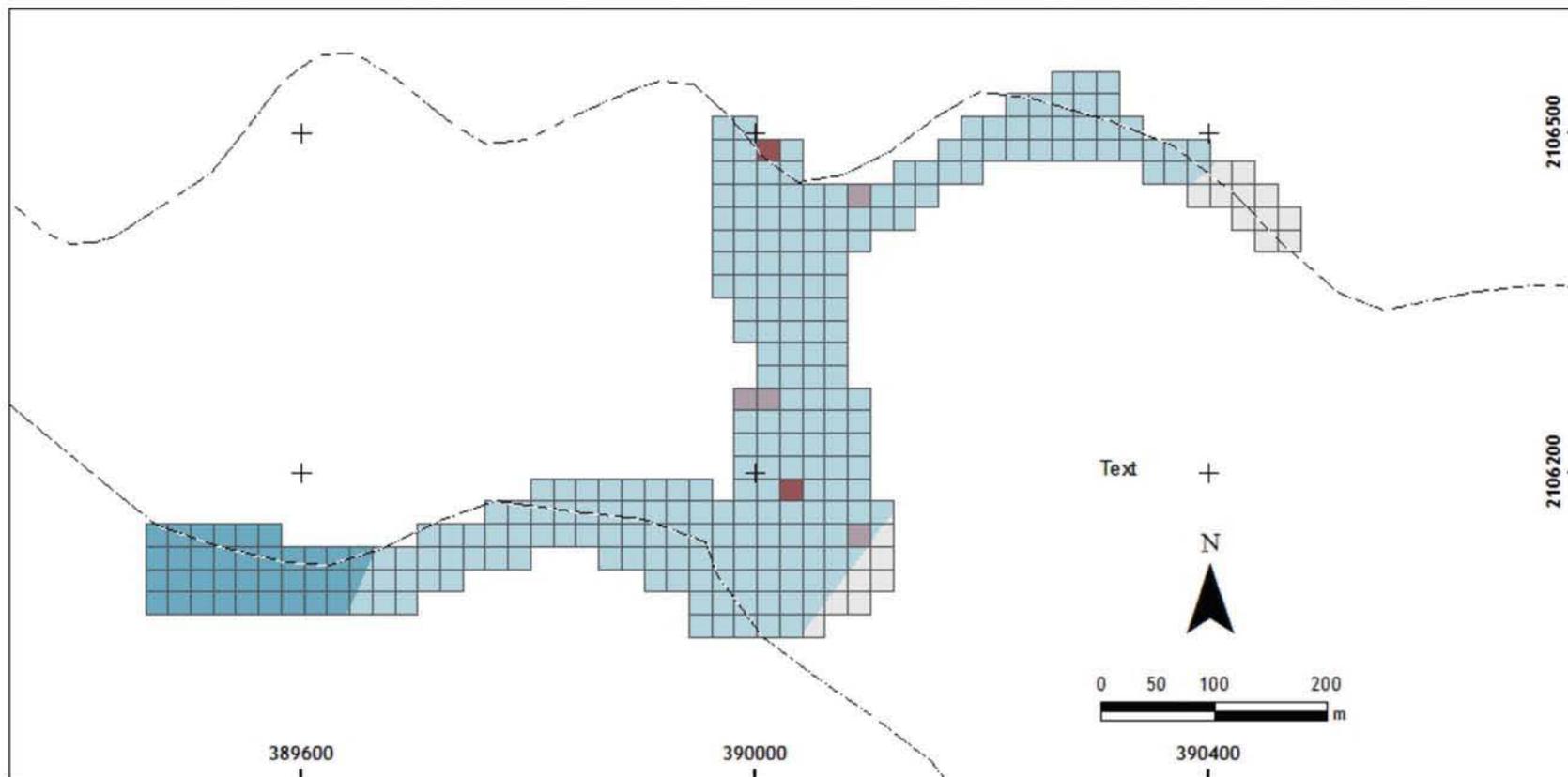
Elaboración propia
a partir de datos de campo
y datos de la SMN-CNA



Mapa 38. Relación espacial de evaporación y presencias de Lepidopterofauna, Abril 2015



Mapa 39. Relación espacial de temperatura y presencias de Lepidopteroфаuna, Mayo 2015



Relaciones	
Temperatura	Presencias
20.202-20.066	0
20.138-20.202	1-2
20.074-20.138	3
	Nulo
	Bajo
	Alto

Otros elementos

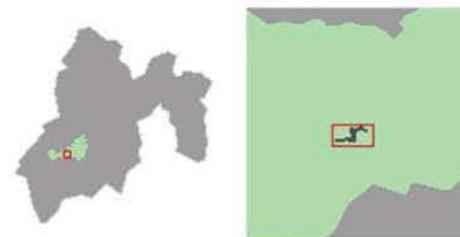
- Cuadrícula
- Vías de comunicación

Sistema de Proyección

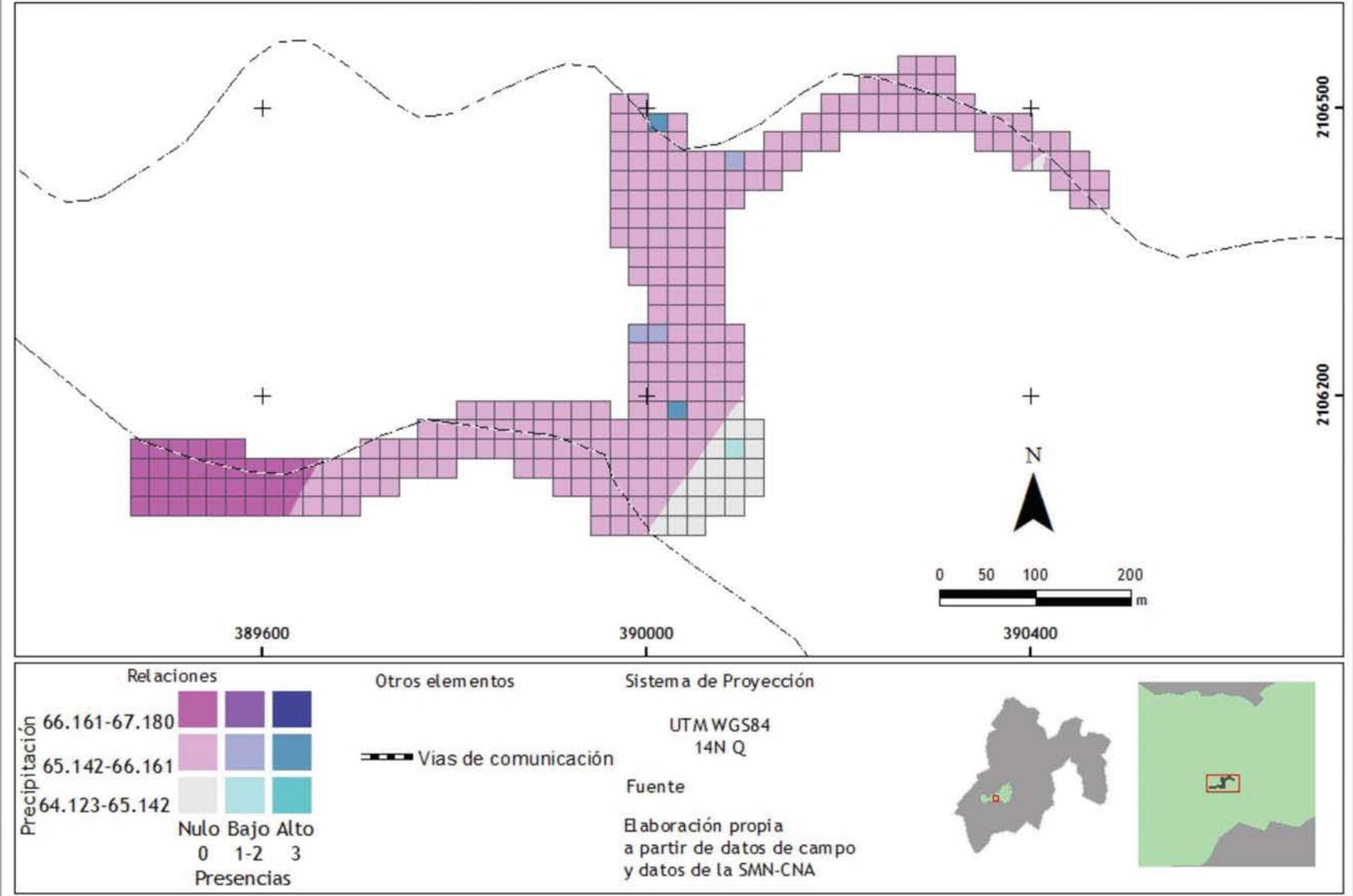
UTM WGS84
14N Q

Fuente

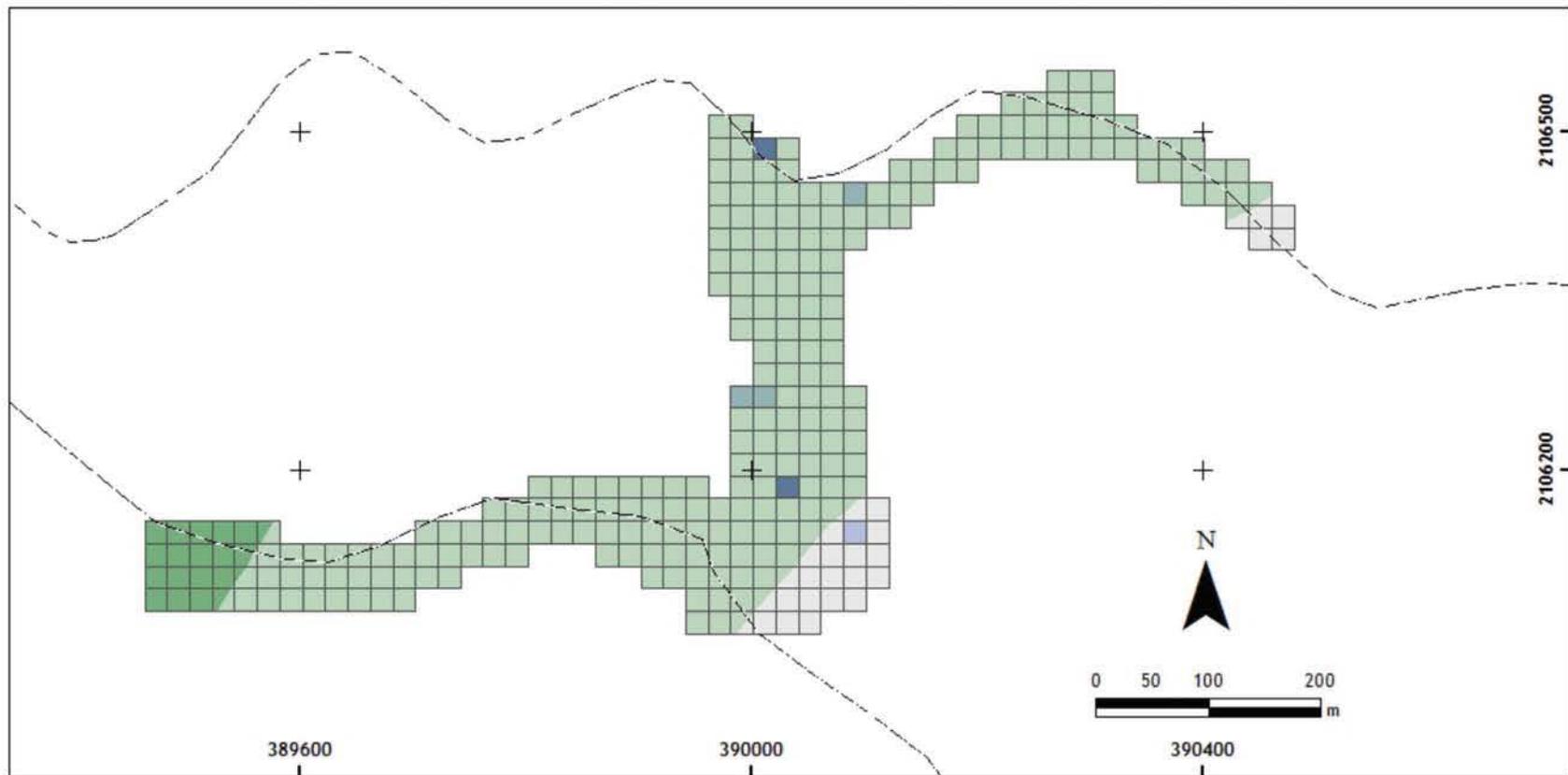
Elaboración propia
a partir de datos de campo
y datos de la SMN-CNA



Mapa 40. Relación espacial de precipitación y presencias de Lepidoptero fauna, Mayo 2015



Mapa 41. Relación espacial de evaporación y presencias de Lepidopterofauna, Mayo 2015



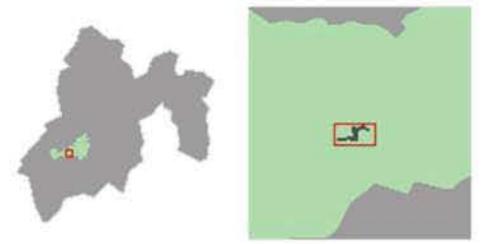
Relaciones		Evaporación			
165.514-167.855	163.172-165.514	160.830-163.172	Nulo	Bajo	Alto
			0	1-2	3
		Presencias			

Otros elementos

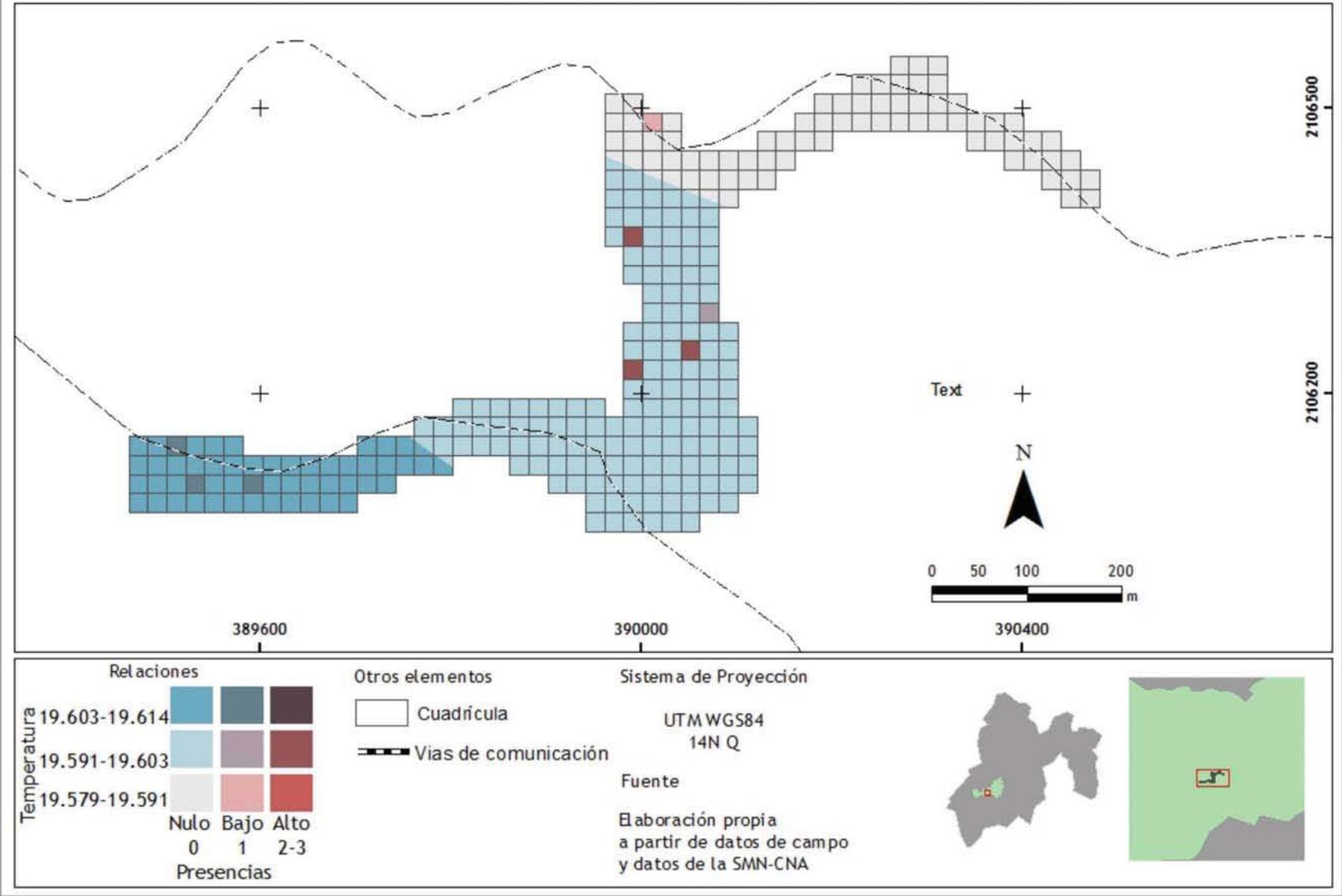
- Cuadrícula
- Vías de comunicación

Sistema de Proyección
UTM WGS84
14N Q

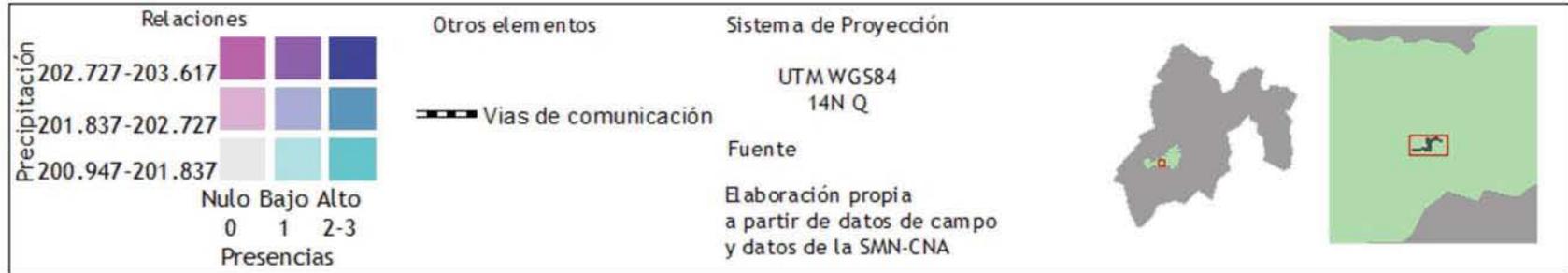
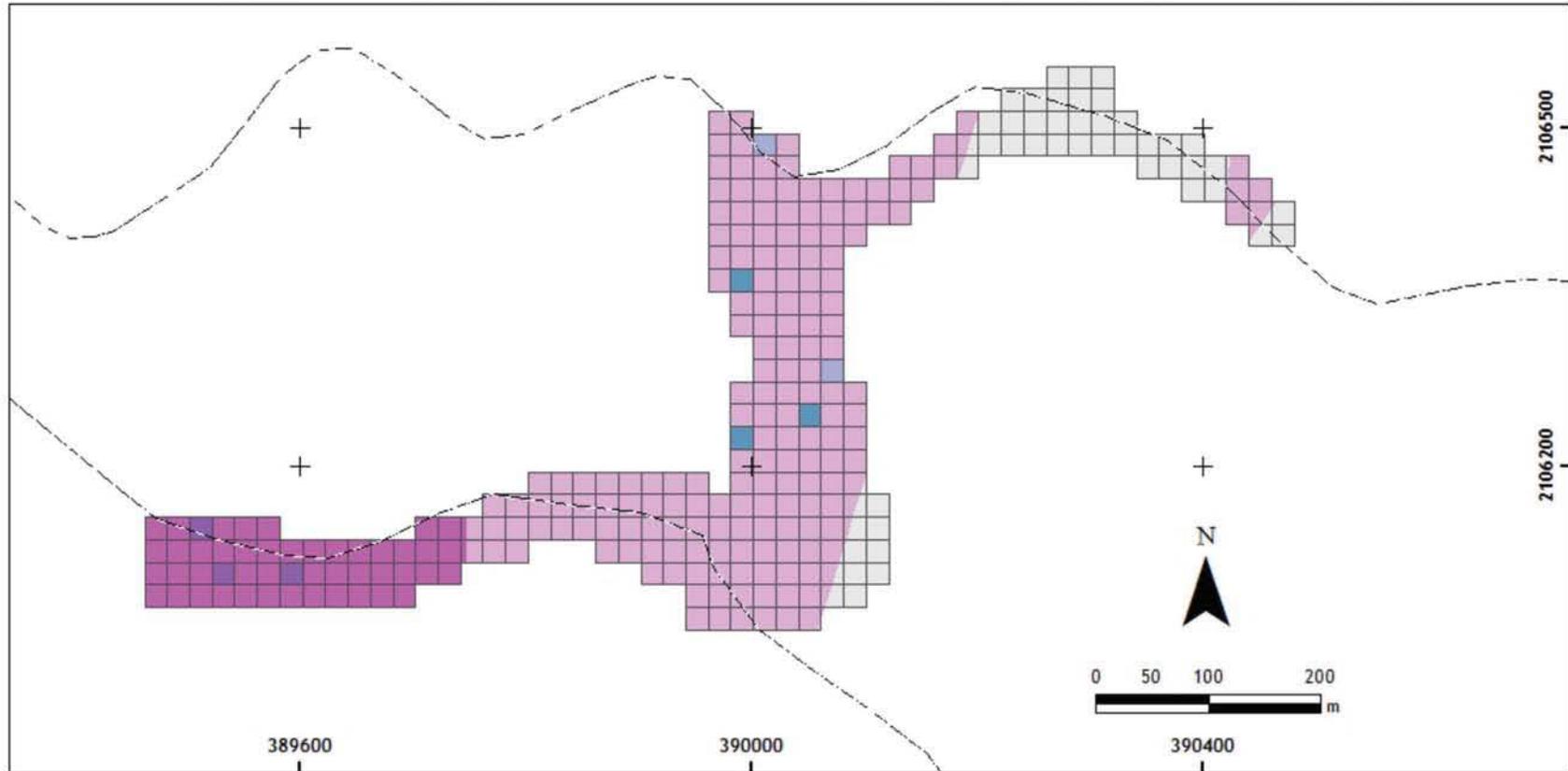
Fuente
Elaboración propia
a partir de datos de campo
y datos de la SMN-CNA



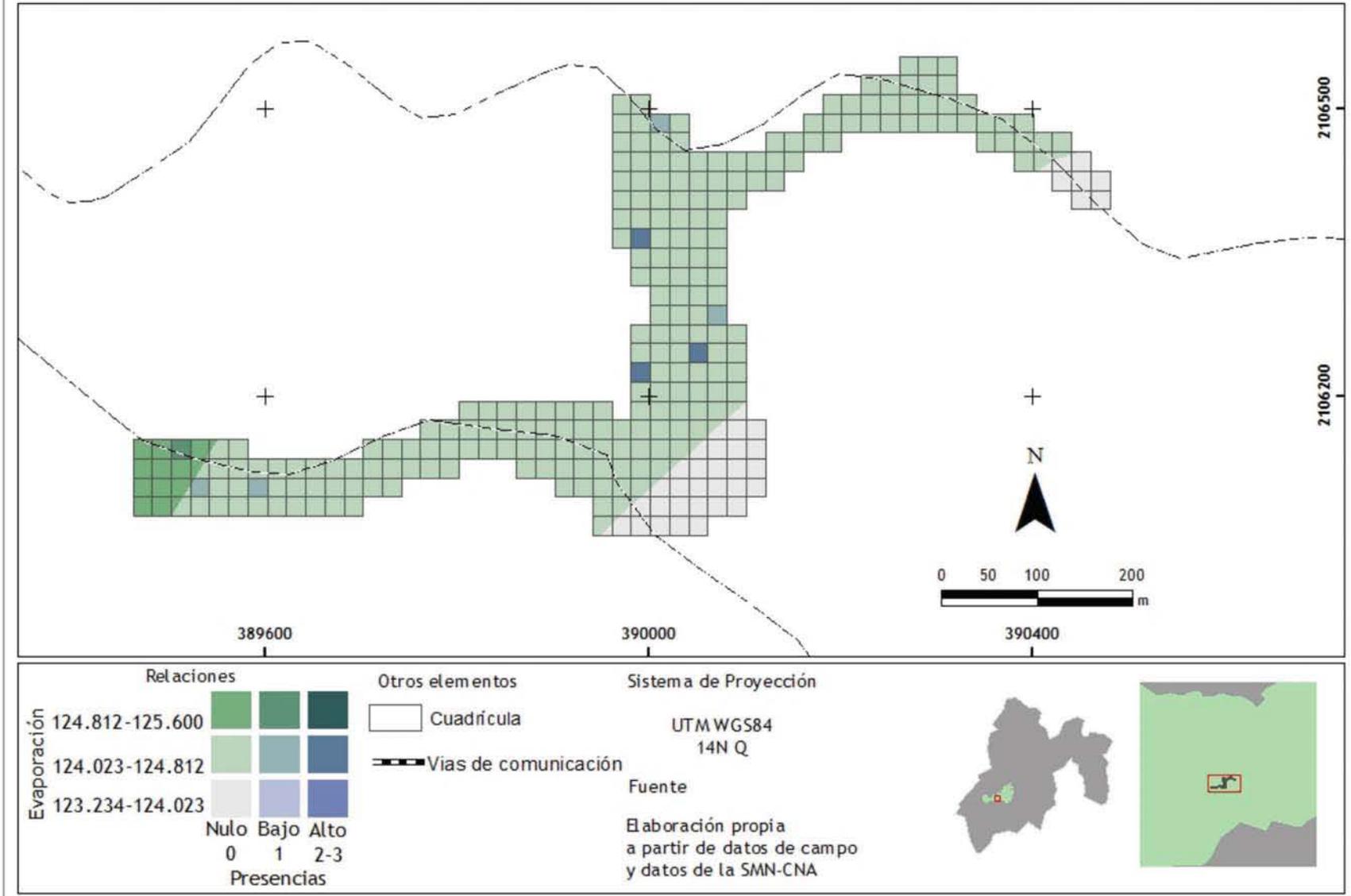
Mapa 42. Relación espacial de temperatura y presencias de Lepidopterofauna, Junio 2015



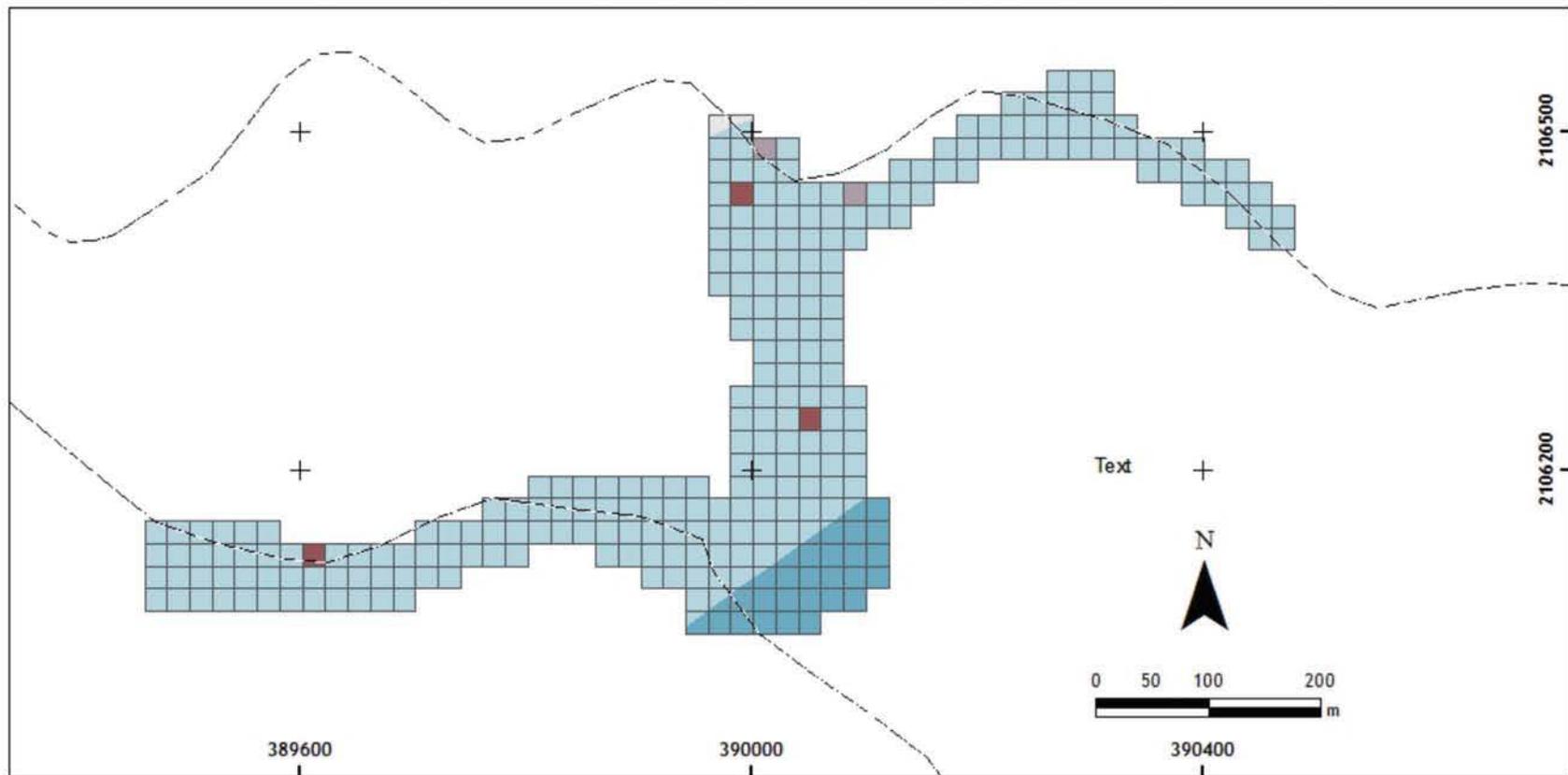
Mapa 43. Relación espacial de precipitación y presencias de Lepidopteroфаuna, Junio 2015



Mapa 44. Relación espacial de evaporación y presencias de Lepidoptero fauna, Junio 2015



Mapa 45. Relación espacial de temperatura y presencias de Lepidopteroфаuna, Julio 2015



Relaciones	
Temperatura	Presencias
19.159-19.198	0
19.121-19.159	1
19.083-19.121	2-3
	Nulo
	Bajo
	Alto

Otros elementos

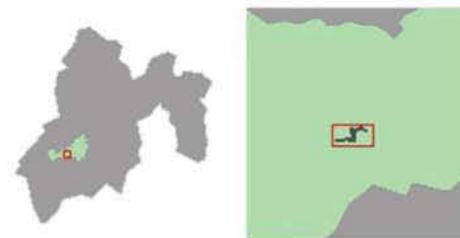
- Cuadrícula
- Vías de comunicación

Sistema de Proyección

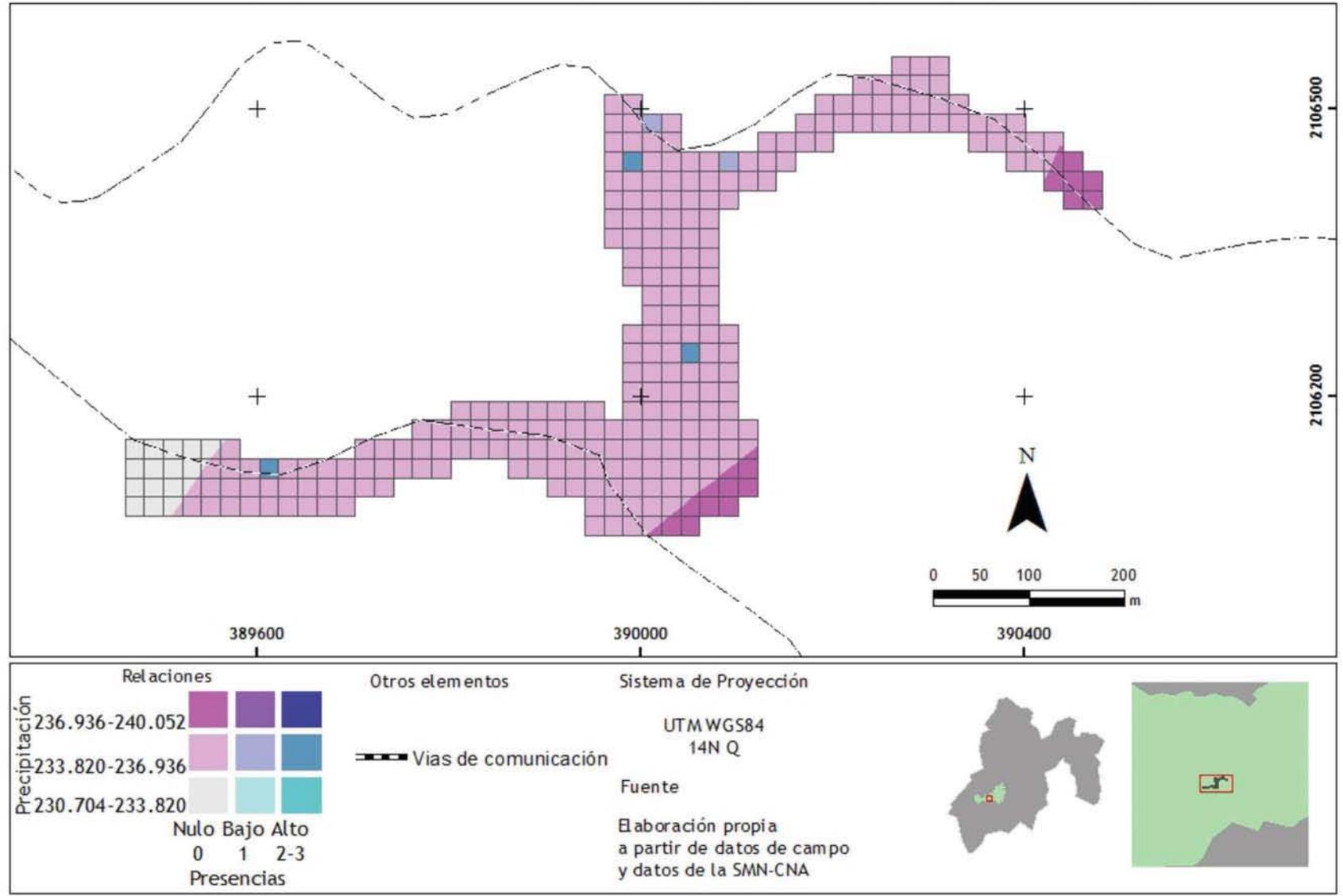
UTM WGS84
14N Q

Fuente

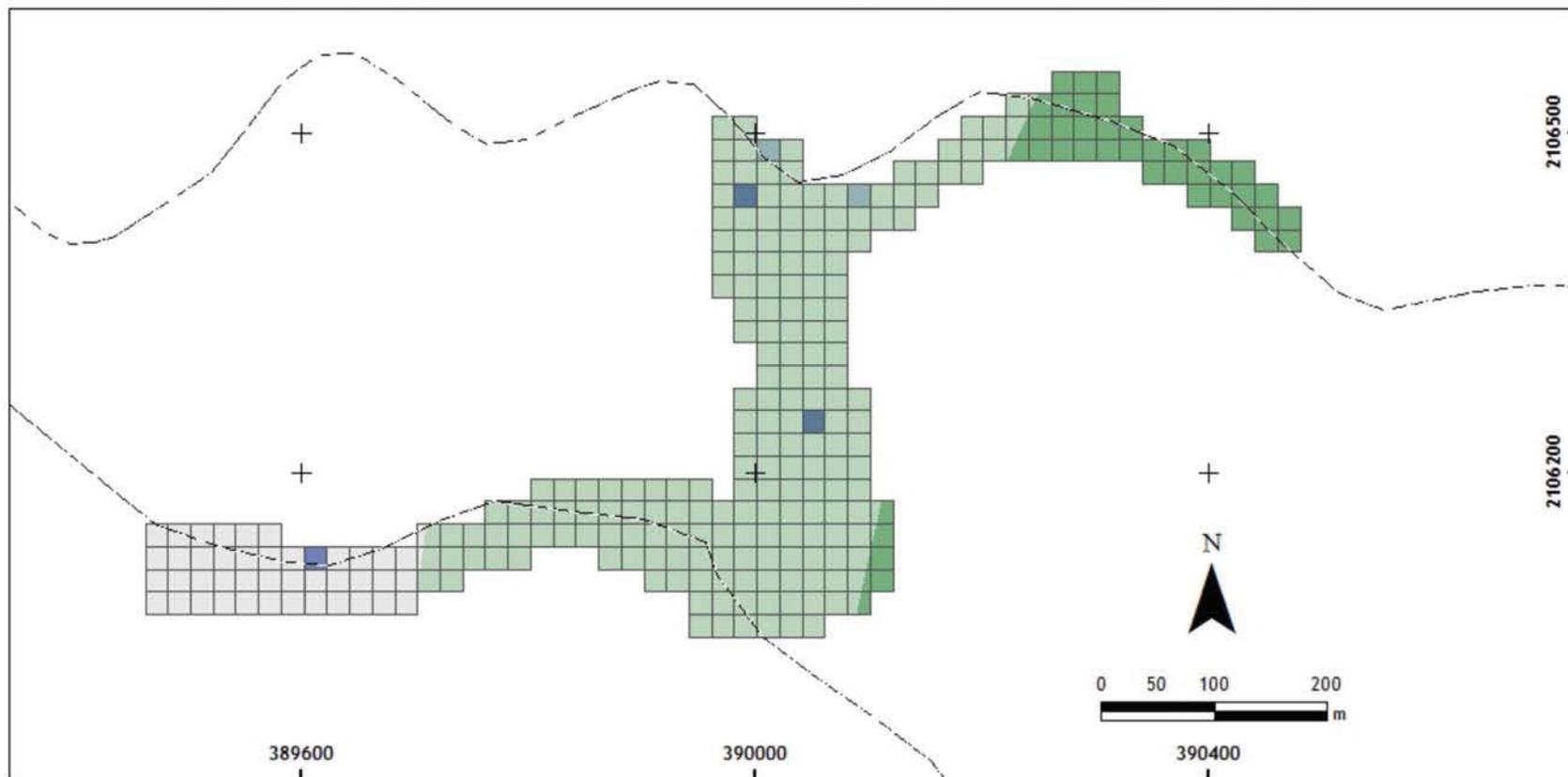
Elaboración propia
a partir de datos de campo
y datos de la SMN-CNA



Mapa 46. Relación espacial de precipitación y presencias de Lepidoptero fauna, Julio 2015



Mapa 47. Relación espacial de evaporación y presencias de Lepidopteroфаuna, Julio 2015



Relaciones	
Evaporación	Presencias
116.202-116.266	Nulo
116.137-116.202	Bajo
116.072-116.137	Alto
	0
	1
	2-3

Otros elementos

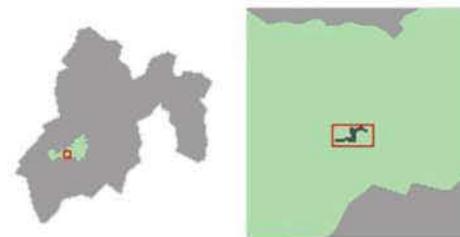
- Cuadrícula
- Vías de comunicación

Sistema de Proyección

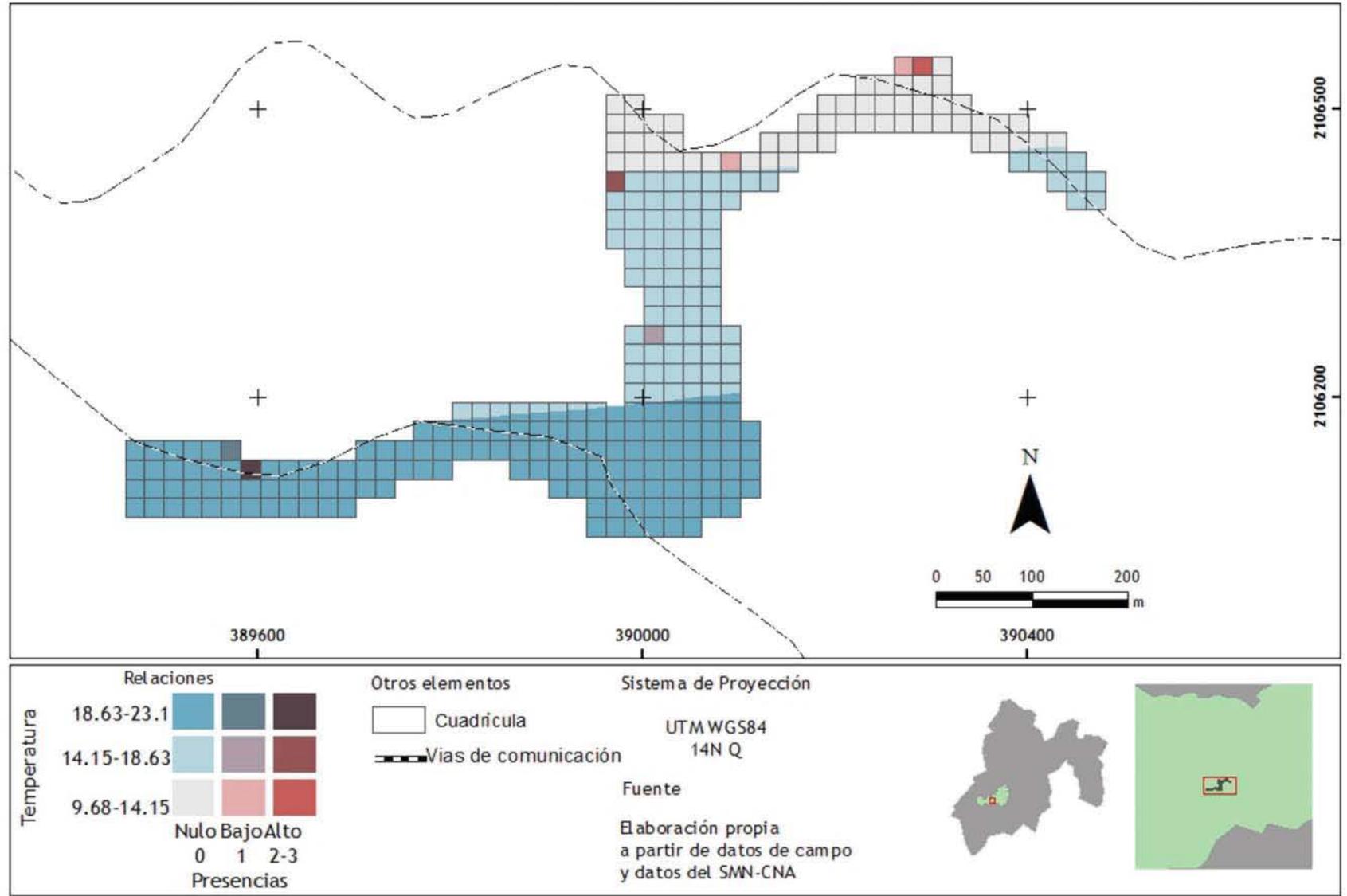
UTM WGS84
14N Q

Fuente

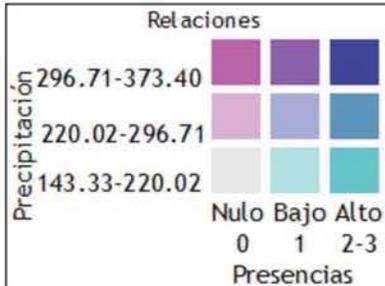
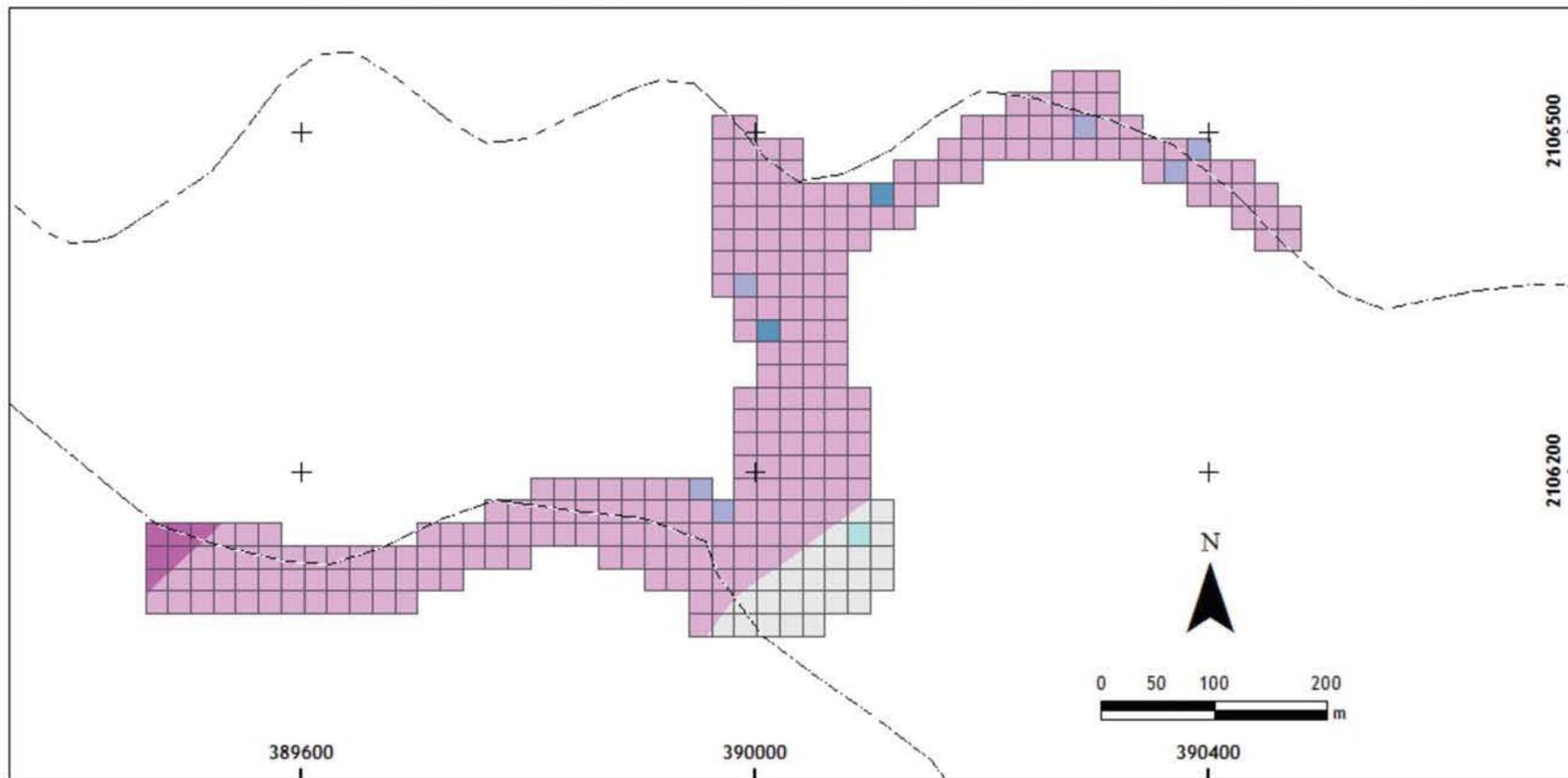
Elaboración propia
a partir de datos de campo
y datos de la SMN-CNA



Mapa 48. Relación espacial de temperatura y presencias de Lepidopterofauna, Agosto 2014



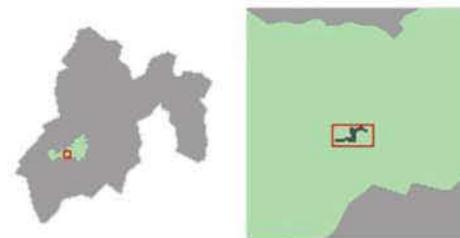
Mapa 49. Relación espacial de precipitación y presencias de Lepidopterofauna, Agosto 2014



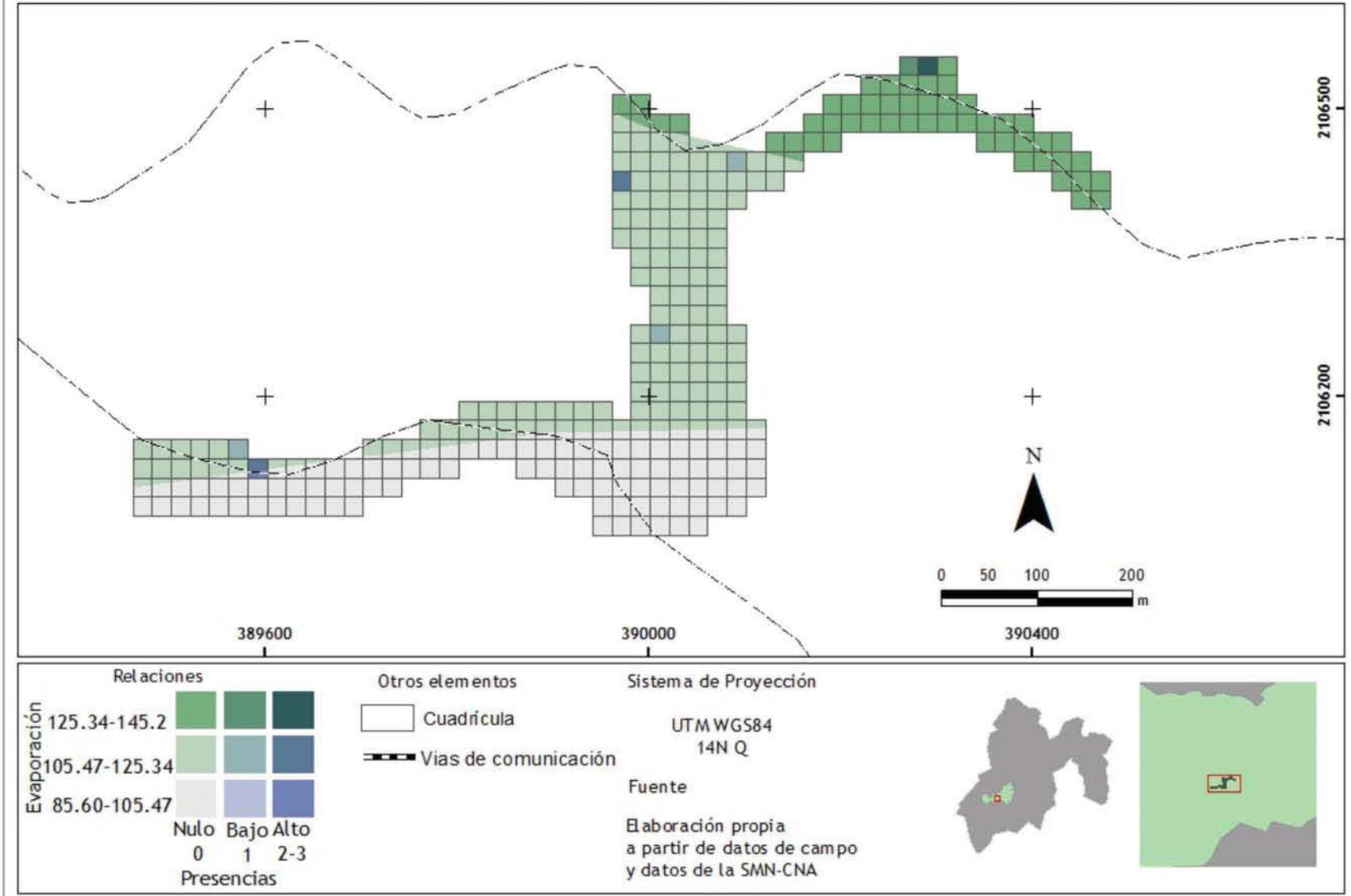
Otros elementos
 Vías de comunicación

Sistema de Proyección
 UTM WGS84
 14N Q

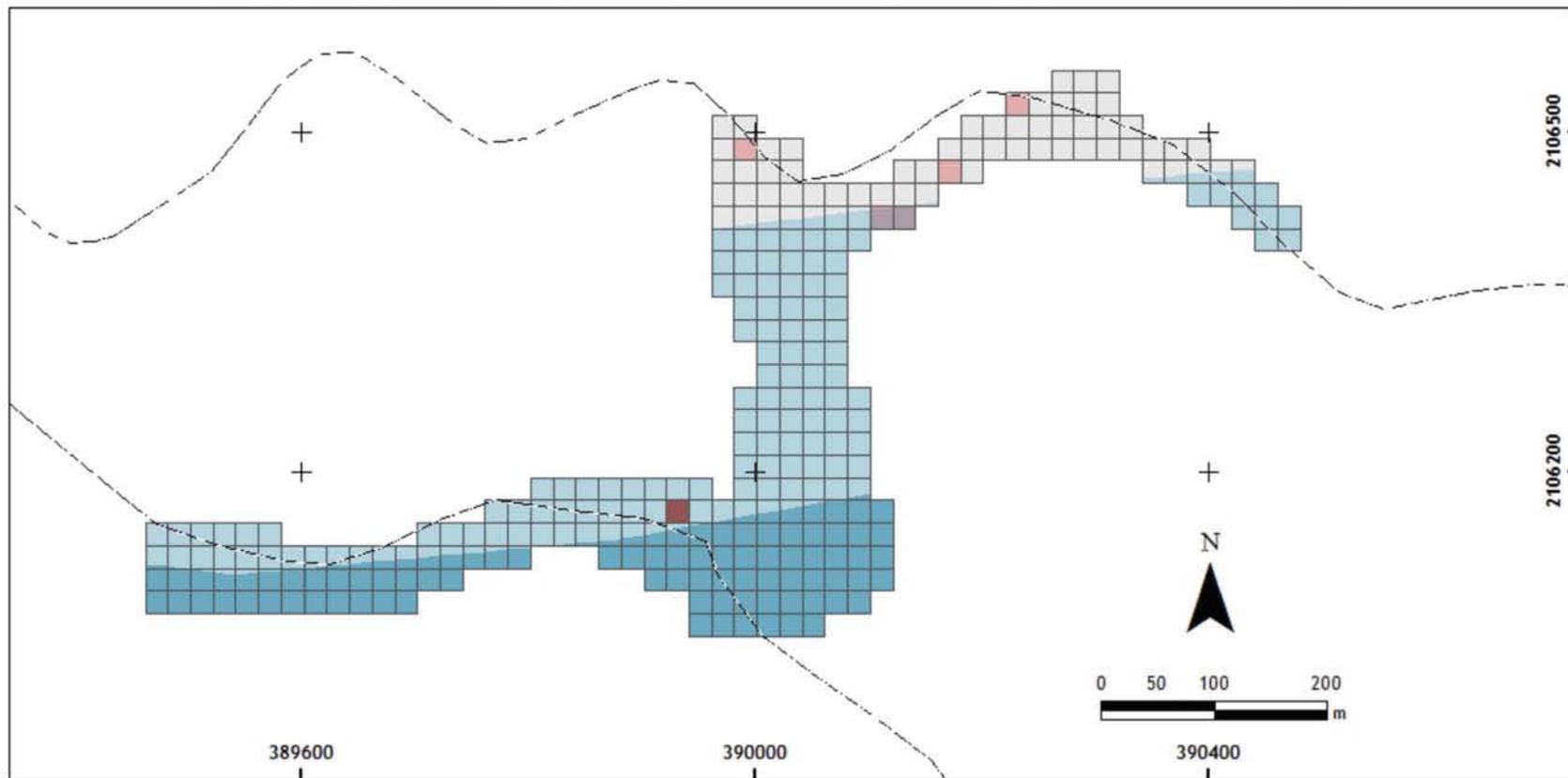
Fuente
 Elaboración propia
 a partir de datos de campo
 y datos de la SMN-CNA



Mapa 50. Relación espacial de evaporación y presencias de Lepidopterofauna, Agosto 2015



Mapa 51. Relación espacial de temperatura y presencias de Lepidopteroфаuna, Septiembre 2015



Temperatura	Relaciones		
	18.44-23		
13.88-18.44			
9.32-13.88			
	Nulo	Bajo	Alto
	0	1	2
	Presencias		

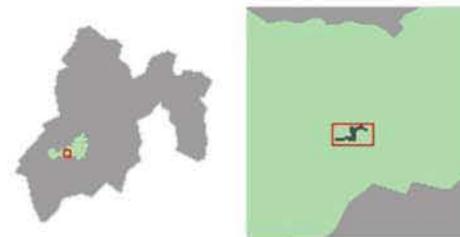
Otros elementos
 Cuadrícula
 Vías de comunicación

Sistema de Proyección

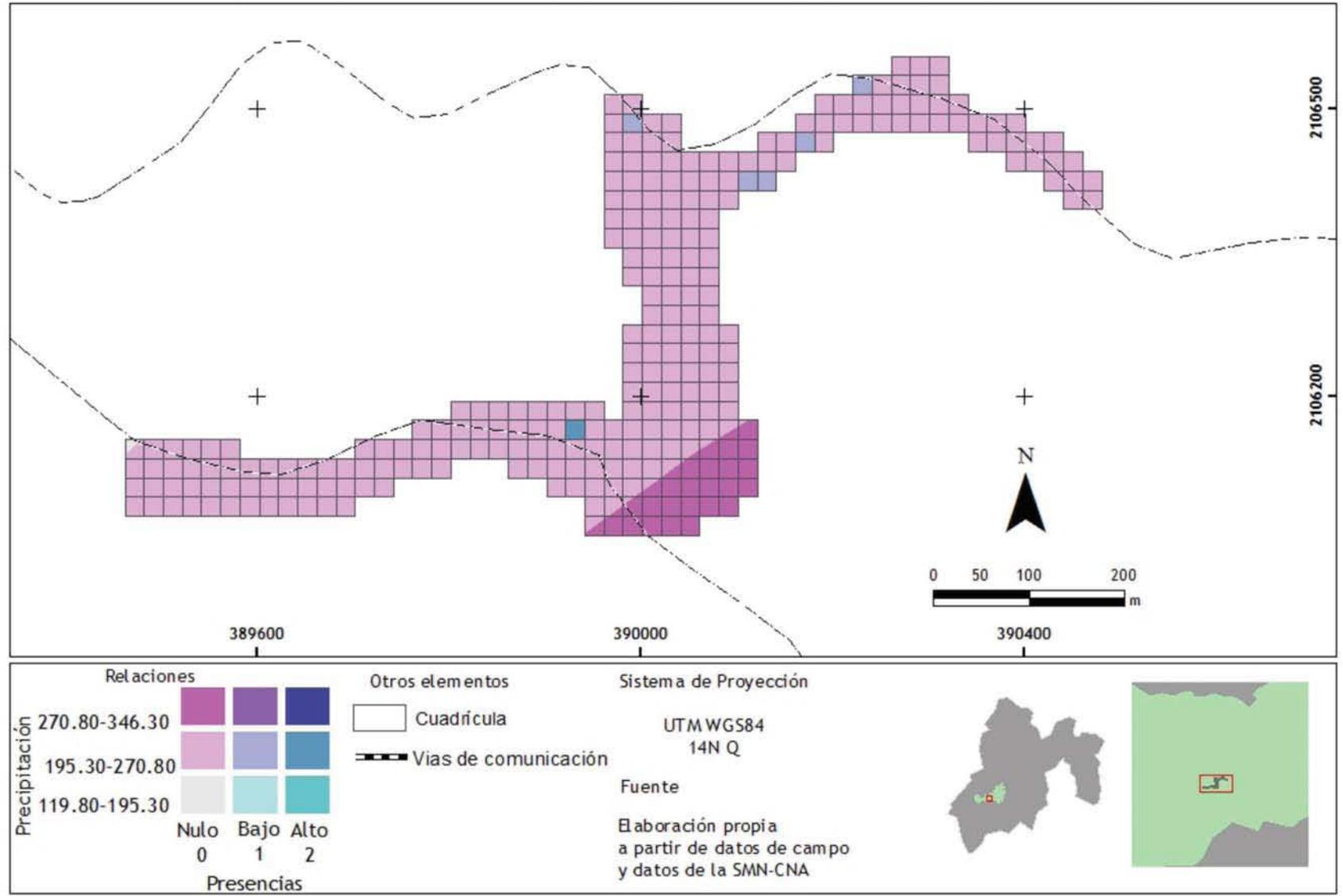
UTM WGS84
14N Q

Fuente

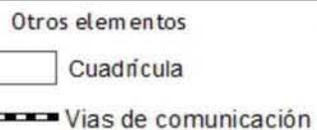
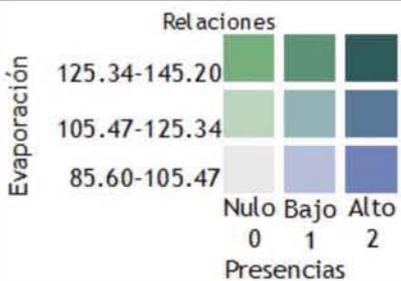
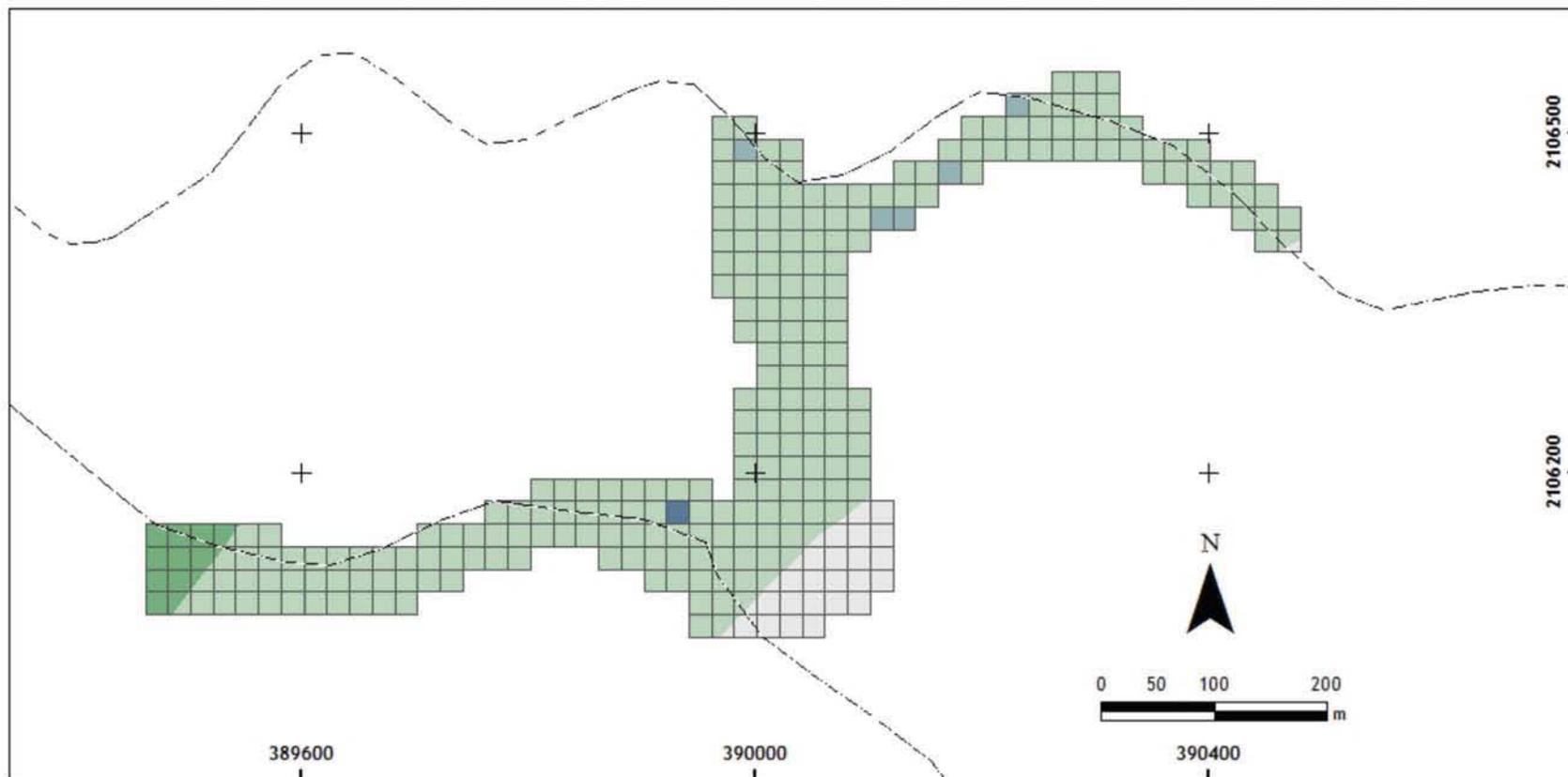
Elaboración propia
a partir de datos de campo
y datos del SMN-CNA



Mapa 52. Relación espacial de precipitación y presencias de Lepidoptero fauna, Septiembre 2015



Mapa 53. Relación espacial de evaporación y presencias de Lepidopteroфаuna, Septiembre 2015

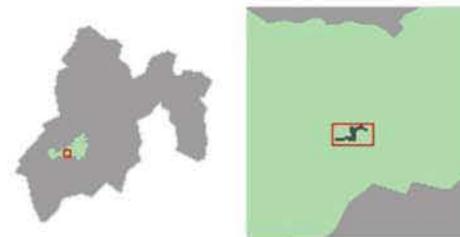


Sistema de Proyección

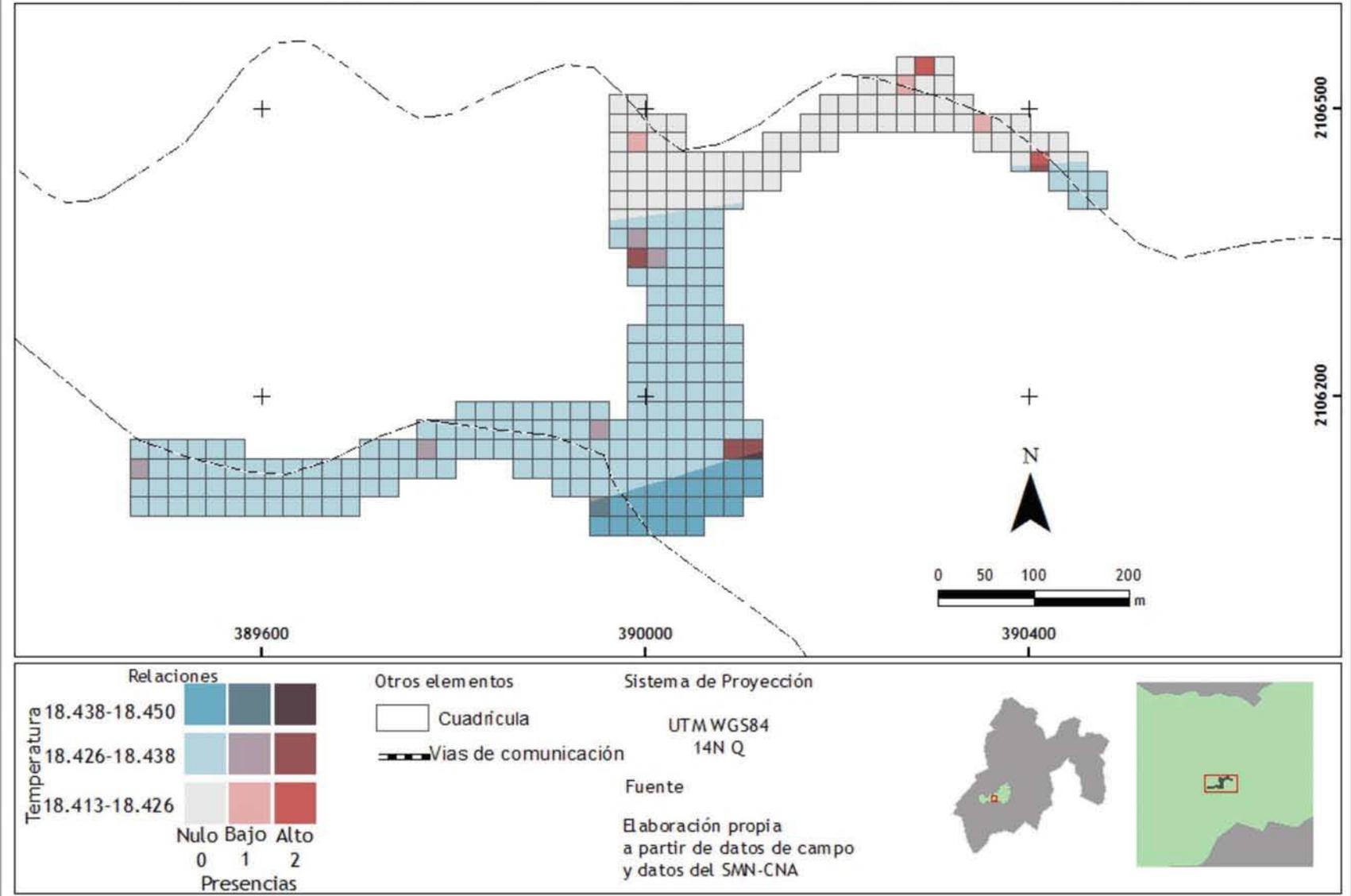
UTM WGS84
14N Q

Fuente

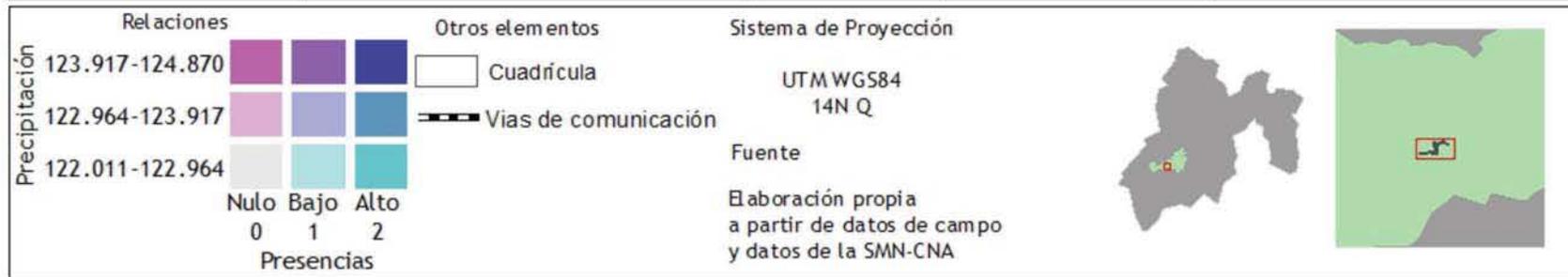
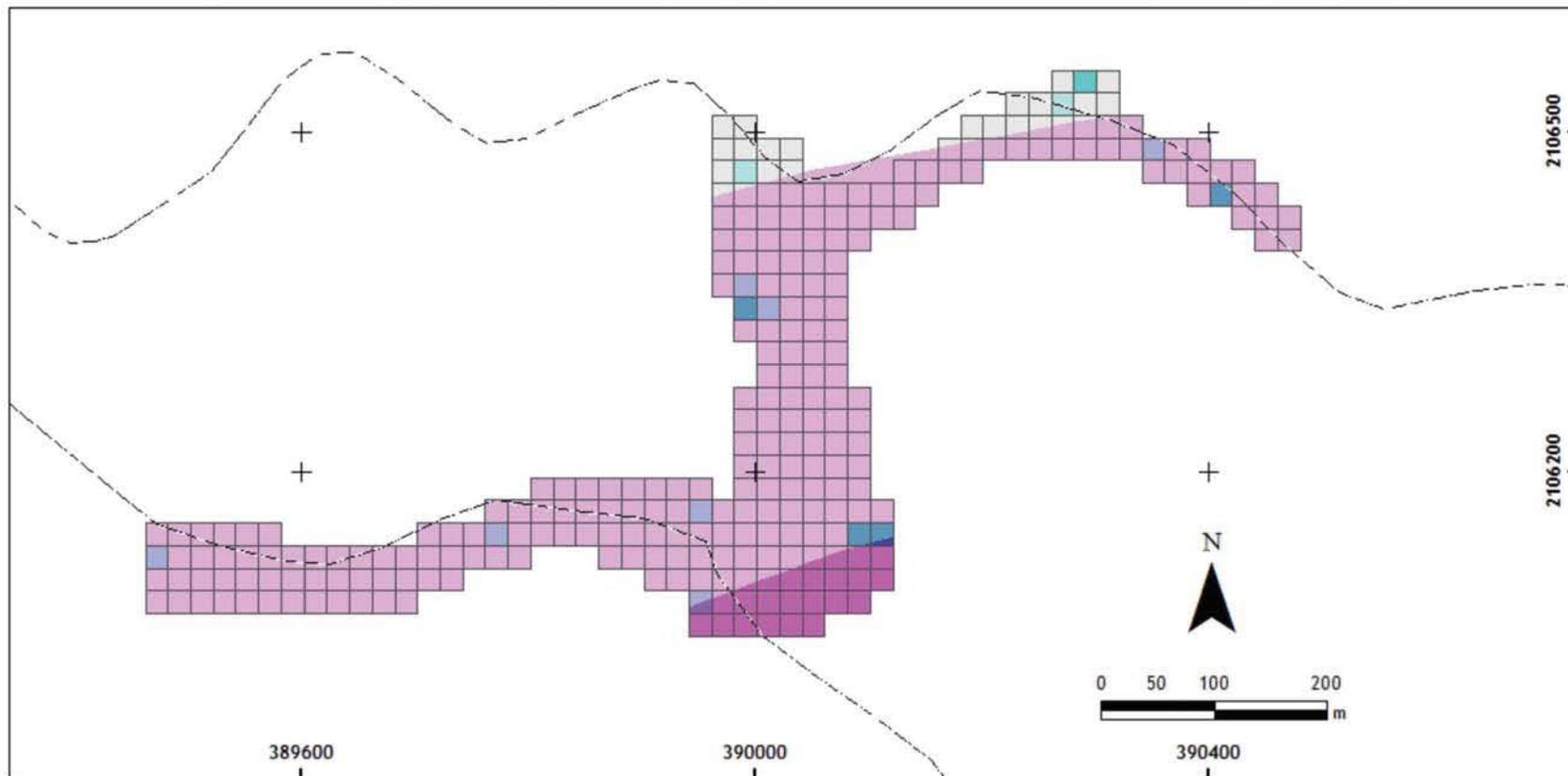
Elaboración propia
a partir de datos de campo
y datos de la SMN-CNA



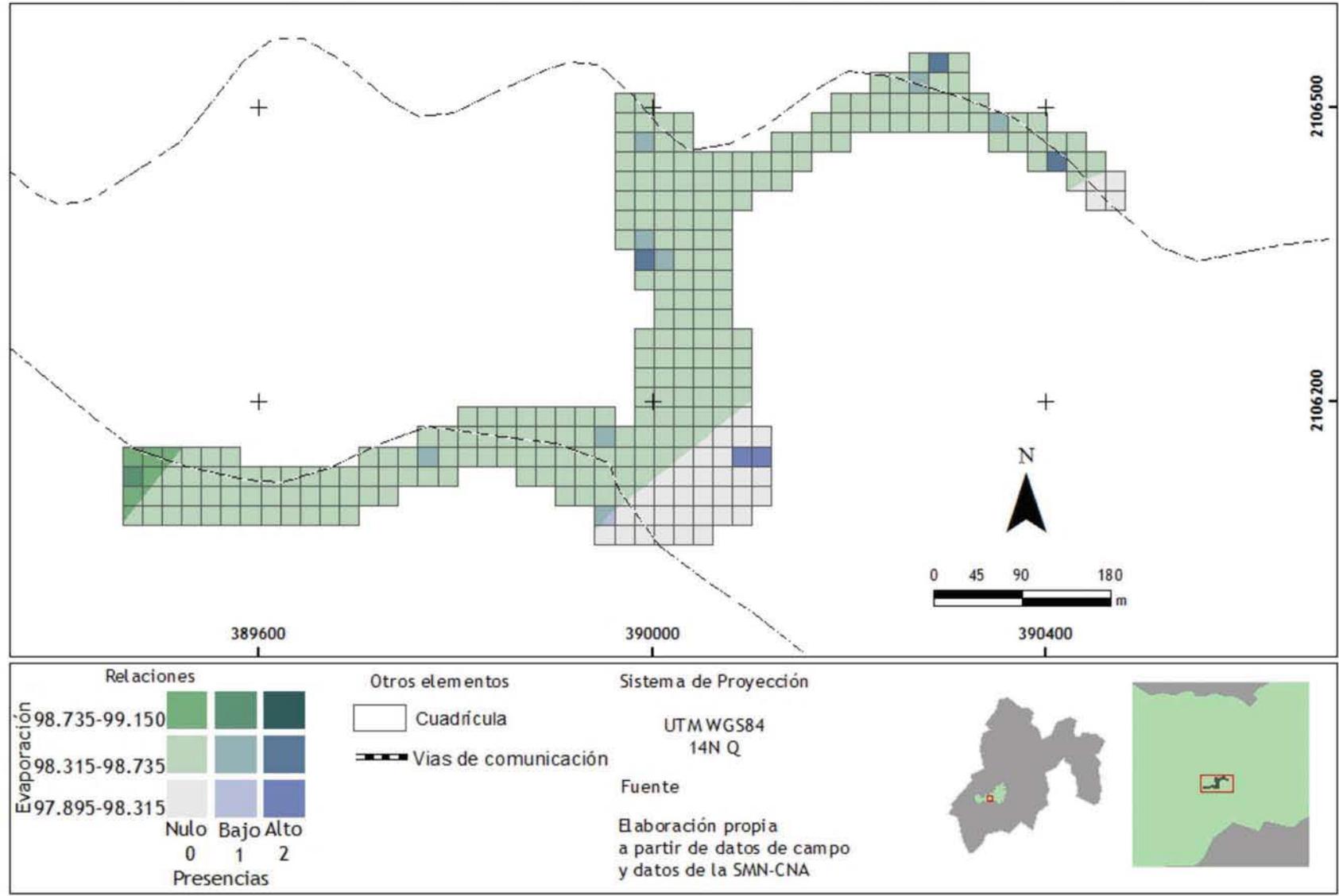
Mapa 54. Relación espacial de temperatura y presencias de Lepidopterofauna, Octubre 2014



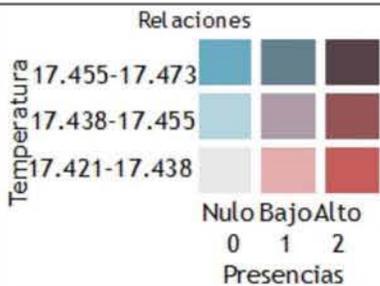
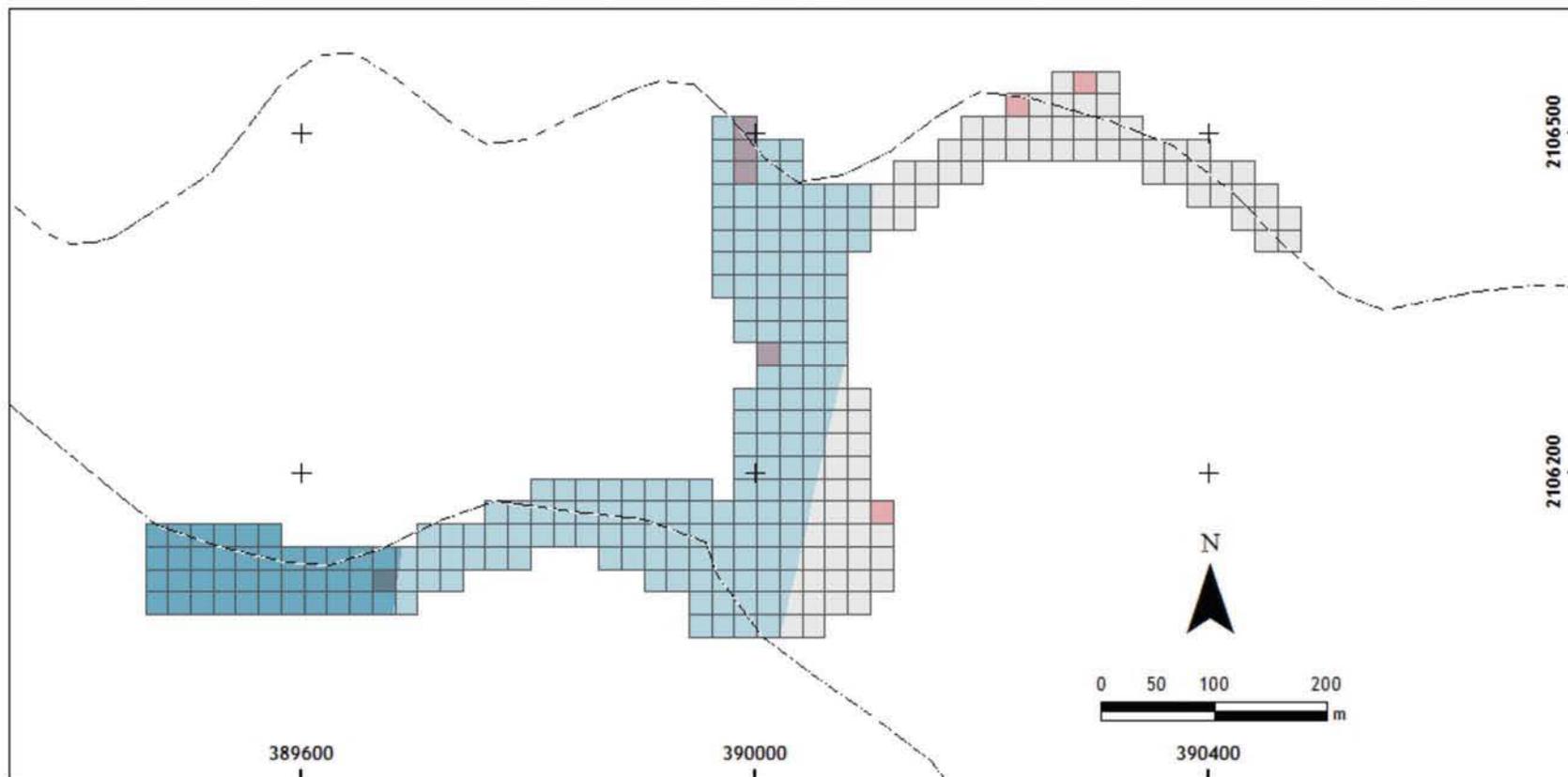
Mapa 55. Relación espacial de precipitación y presencias de Lepidoptero fauna, Octubre 2014



Mapa 56. Relación espacial de evaporación y presencias de Lepidoptero fauna, Octubre 2014



Mapa 57. Relación espacial de temperatura y presencias de Lepidopteroфаuna, Noviembre 2014



Otros elementos

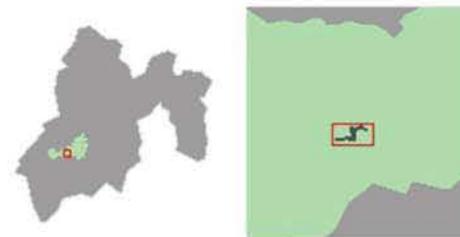
- Cuadrícula
- Vías de comunicación

Sistema de Proyección

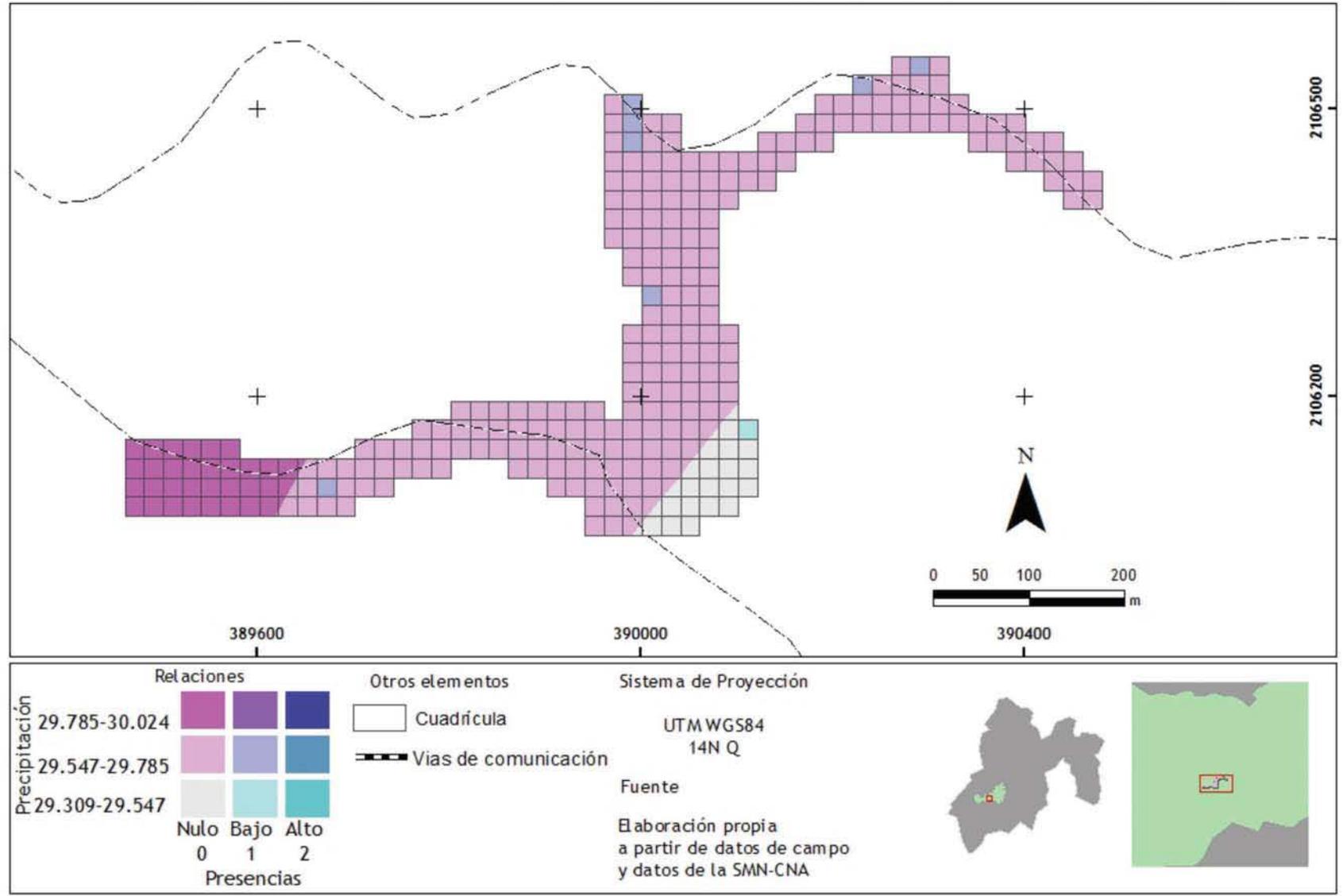
UTM WGS84
14N Q

Fuente

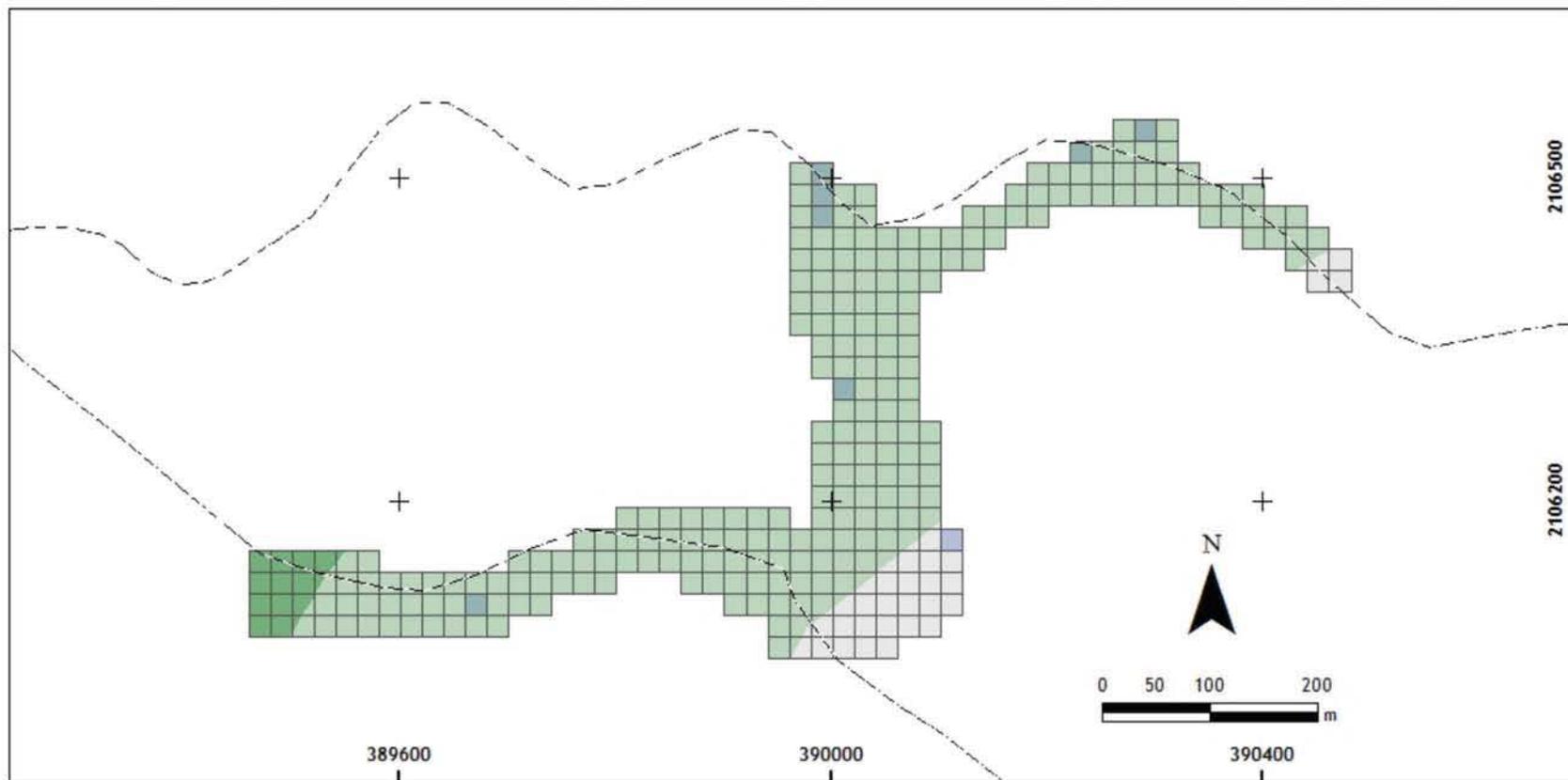
Elaboración propia
a partir de datos de campo
y datos del SMN-CNA



Mapa 58. Relación espacial de precipitación y presencias de Lepidoptero fauna, Noviembre 2014



Mapa 59. Relación espacial de evaporación y presencias de Lepidoptero fauna, Noviembre 2014



Evaporación	Relaciones		
	95.333-95.956		
94.709-95.333			
94.085-94.709			
	Nulo	Bajo	Alto
	0	1	2
	Presencias		

Otros elementos

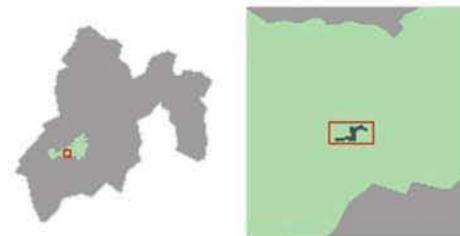
- Cuadrícula
- Vías de comunicación

Sistema de Proyección

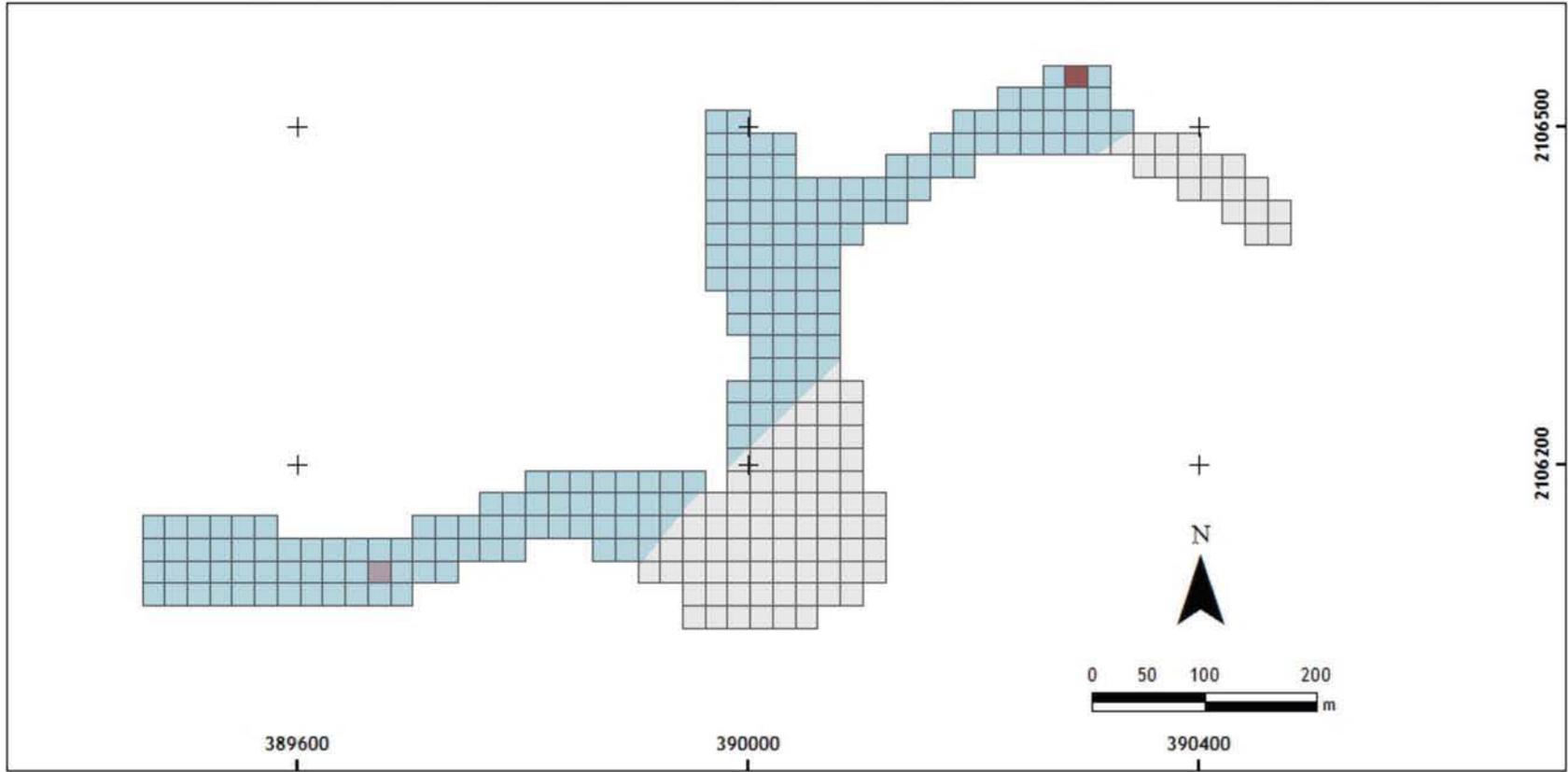
UTM WGS84
14N Q

Fuente

Elaboración propia
a partir de datos de campo
y datos de la SMN-CNA



Mapa 60. Relación espacial de temperatura y presencias de Lepidoptero fauna, Diciembre 2014



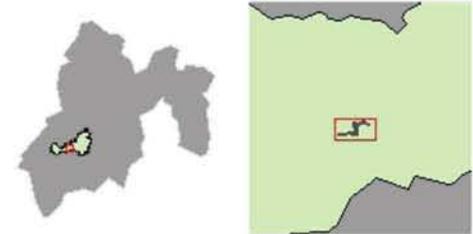
Otros elementos
 Cuadrícula

Sistema de Proyección

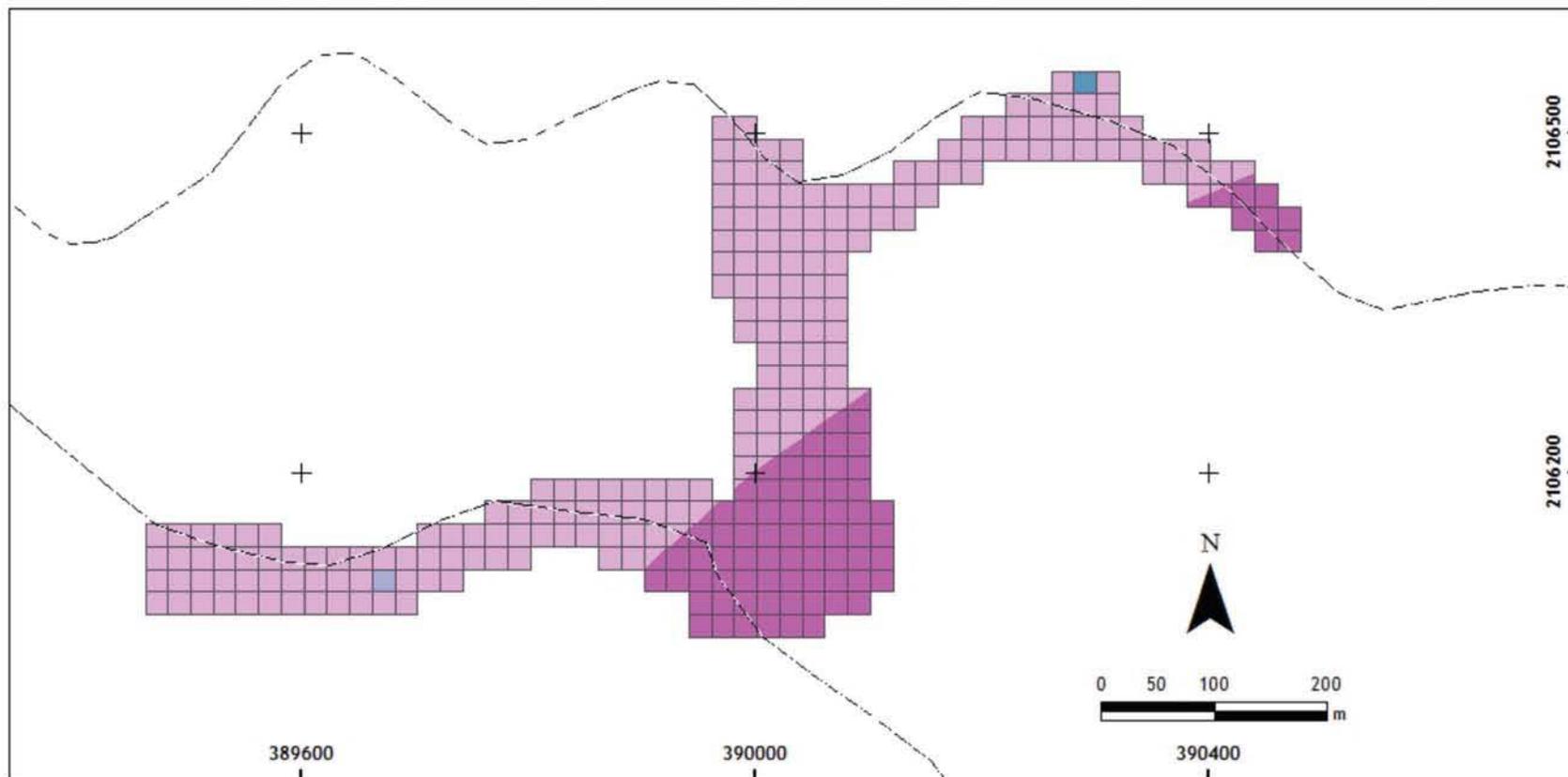
UTM WGS84
 14N Q

Fuente

Elaboración propia
 a partir de datos de campo
 y datos de la SMN-CNA



Mapa 61. Relación espacial de precipitación y presencias de Lepidopteroфаuna, Diciembre 2014



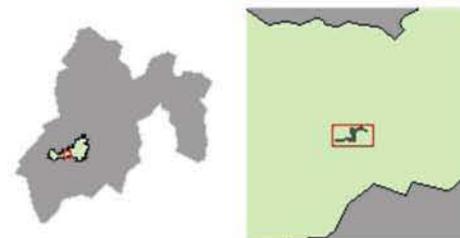
Relaciones		Otros elementos	
Temperatura	11.66-11.9	0	1
	11.51-11.66	1	2
	11.36-11.51	2	
	Nulo	Bajo	Alto
	0	1	2
	Presencias		

Sistema de Proyección

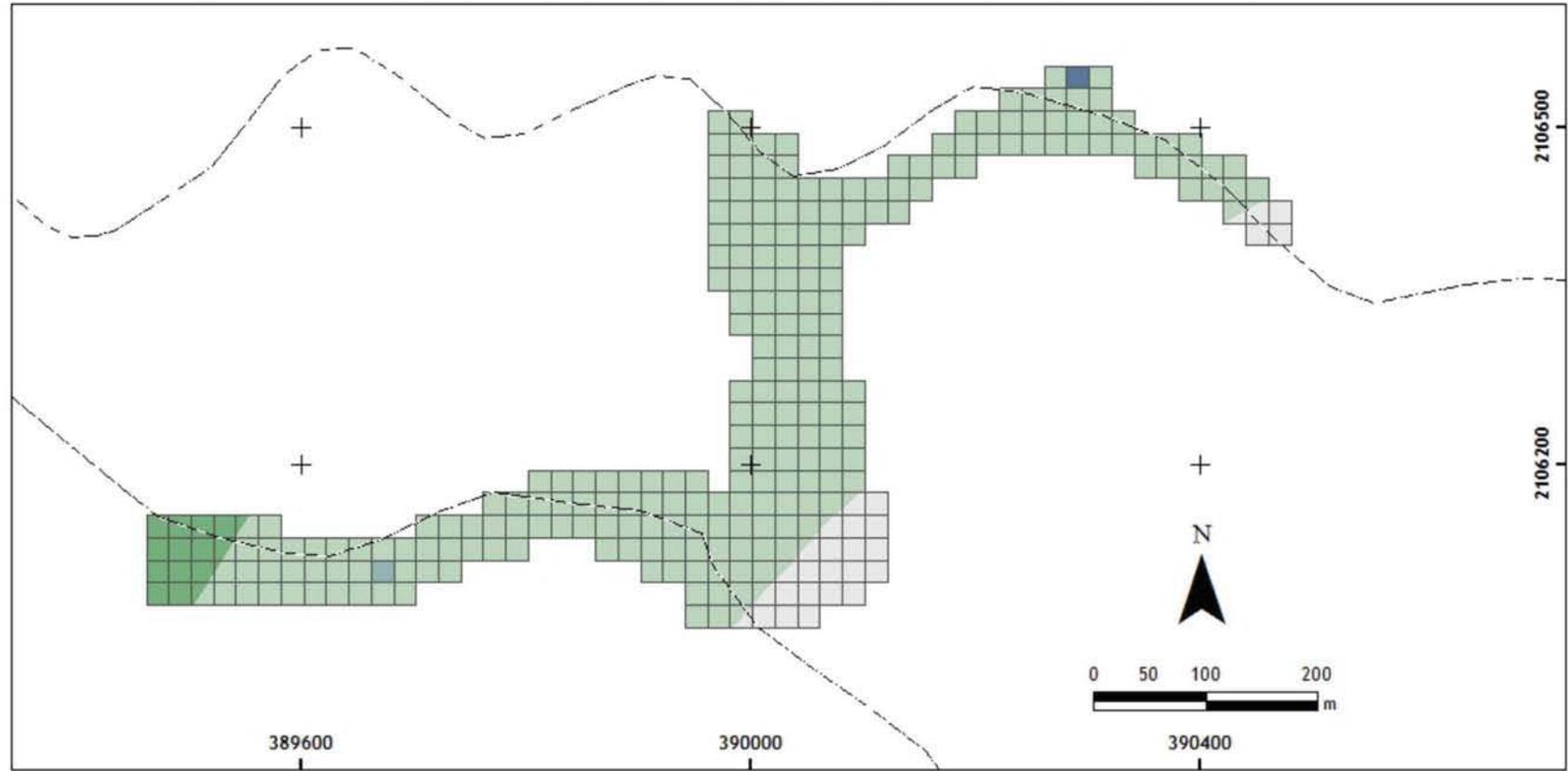
UTM WGS84
14N Q

Fuente

Elaboración propia
a partir de datos de campo
y datos de la SMN-CNA



Mapa 62. Relación espacial de evaporación y presencias de Lepidoptero fauna, Diciembre 2014



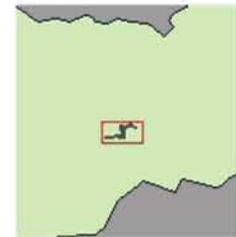
Relaciones		Otros elementos		
Temperatura	91.15-93			
	90.04-91.15			
	88.93-90.04			
		Nulo	Bajo	Alto
		0	1	2
		Presencias		

Sistema de Proyección

UTM WGS84
14N Q

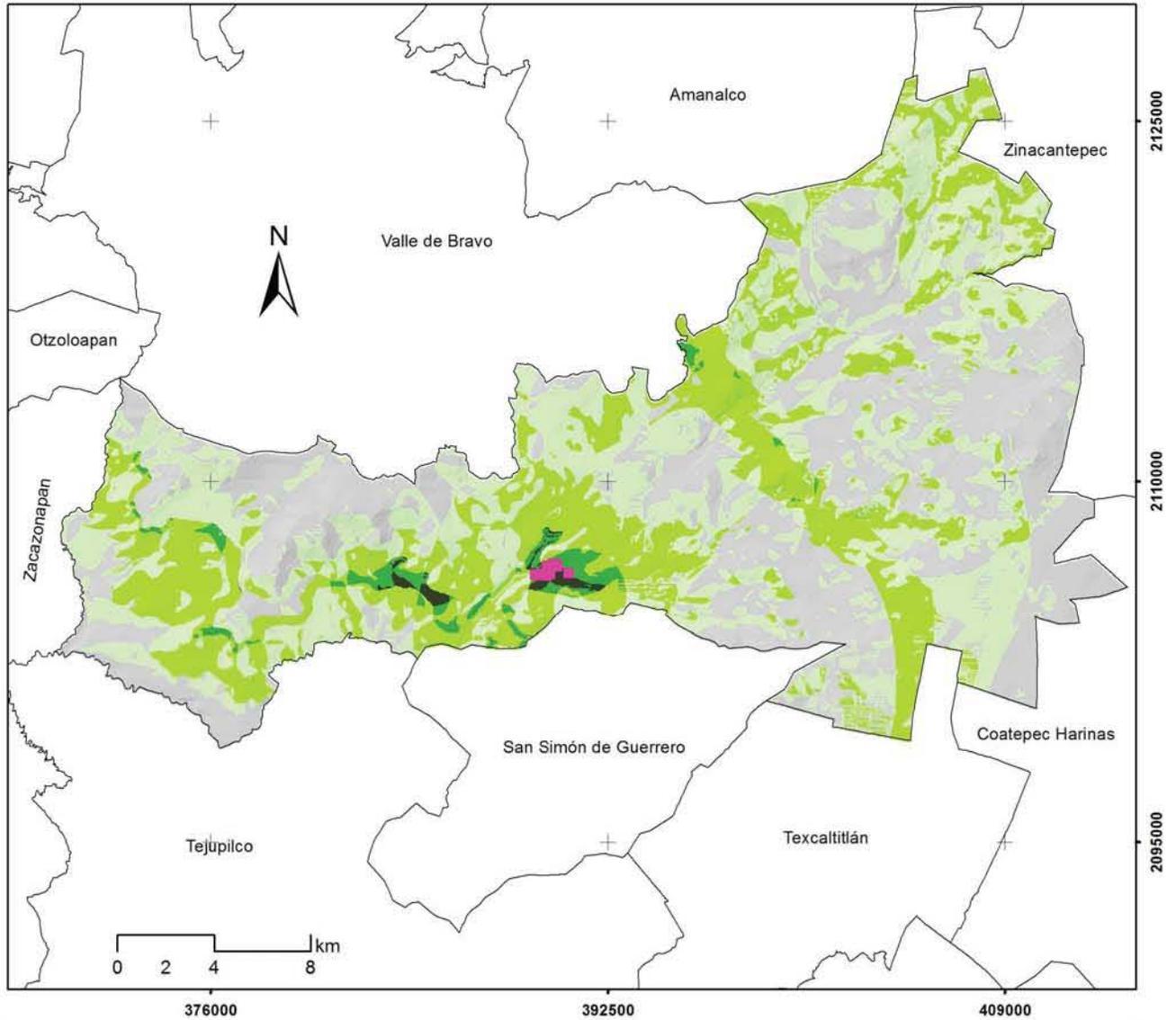
Fuente

Elaboración propia
a partir de datos de campo
y datos de la SMN-CNA



Mapa 63

Distribución potencial de la lepidopterofauna de Temascaltepec, con la aplicación Arc View

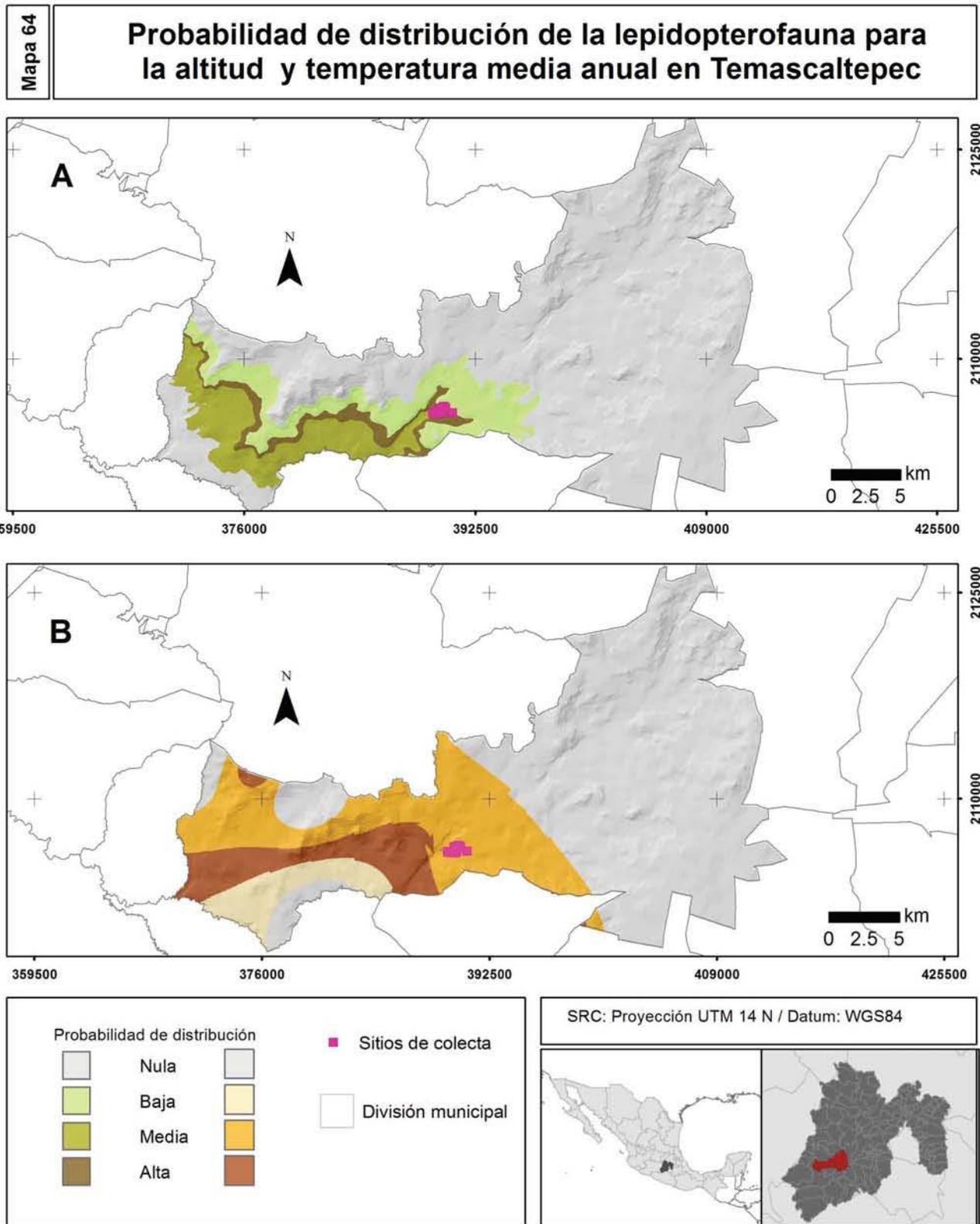


Probabilidad de distribución		Sitios de colecta	
	Nula (0.060 - 0.01)		Sitios de colecta
	Baja (0.02 - 0.25)		División municipal
	Media (0.26 - 0.45)		
	Alta (0.46 - 0.65)		
	Muy alta (0.66 - 0.93)		

SRC: Proyección UTM 14 N / Datum: WGS84

Elaboró: Méndez- Gómez, Jessica V., Marzo 2016
 Mapa realizado con los datos de colecta propia del autor, durante los años 2014-2015, aplicando un modelo ponderado el cual fue trabajado en la aplicación ArcView.



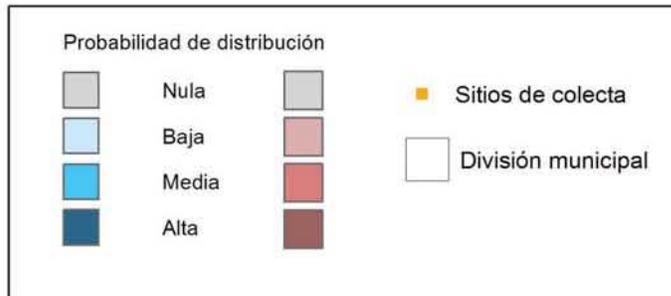
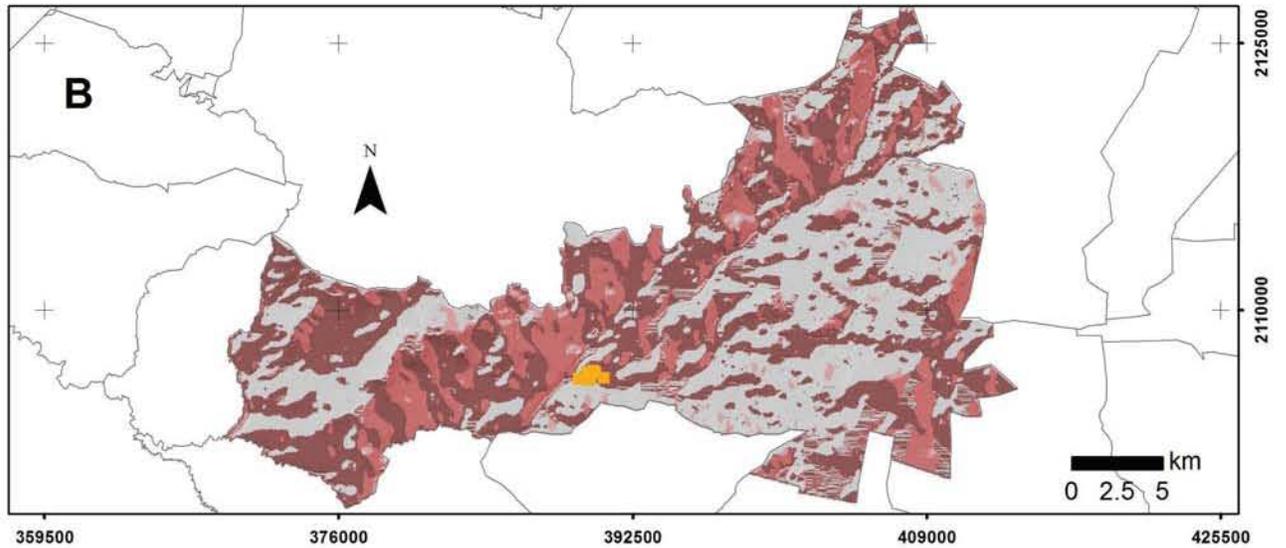
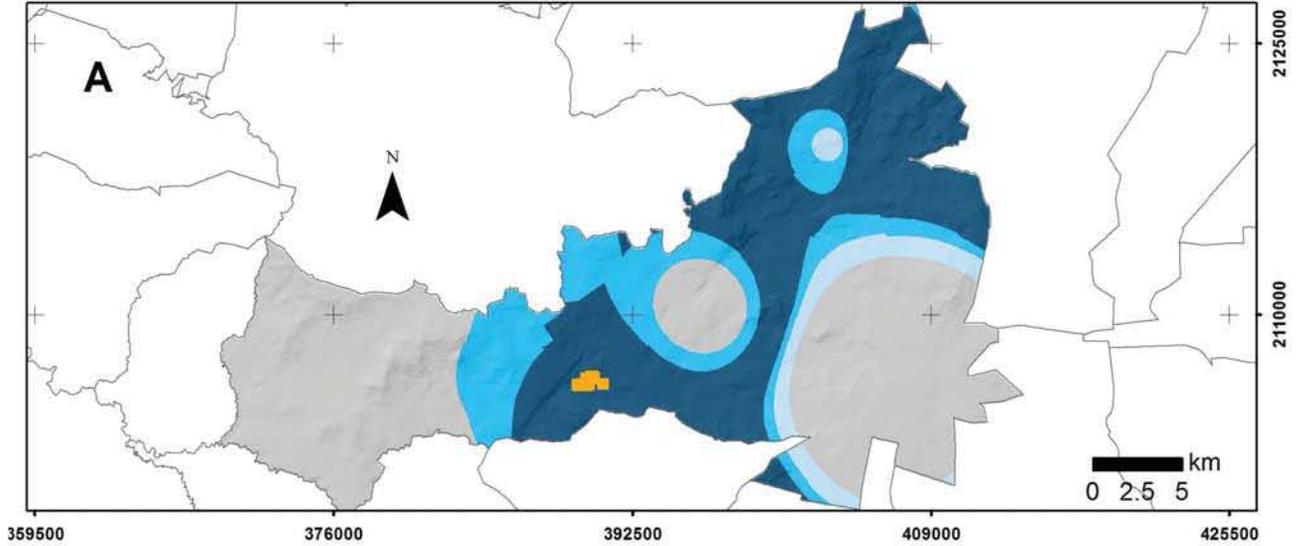


Elaboró: Méndez- Gómez, Jessica V., Marzo 2016
 Mapa realizado con los datos de colecta propia del autor, durante los años 2014-2015, aplicando la reclasificación a partir del modelo ponderado, trabajado en la aplicación ArcView.



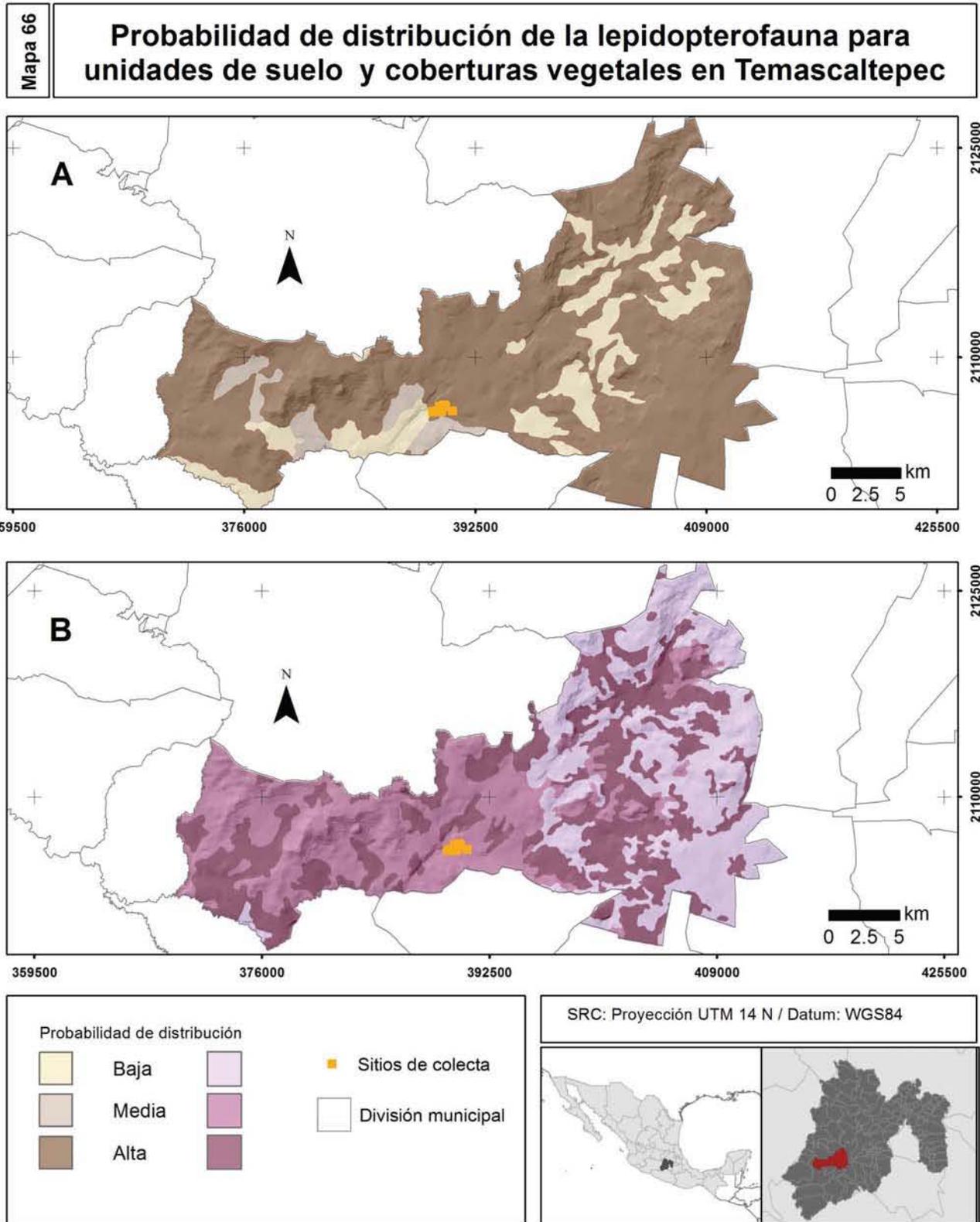
Mapa 65

Probabilidad de distribución de la lepidopterofauna para la precipitación y orientación del territorio en Temascaltepec



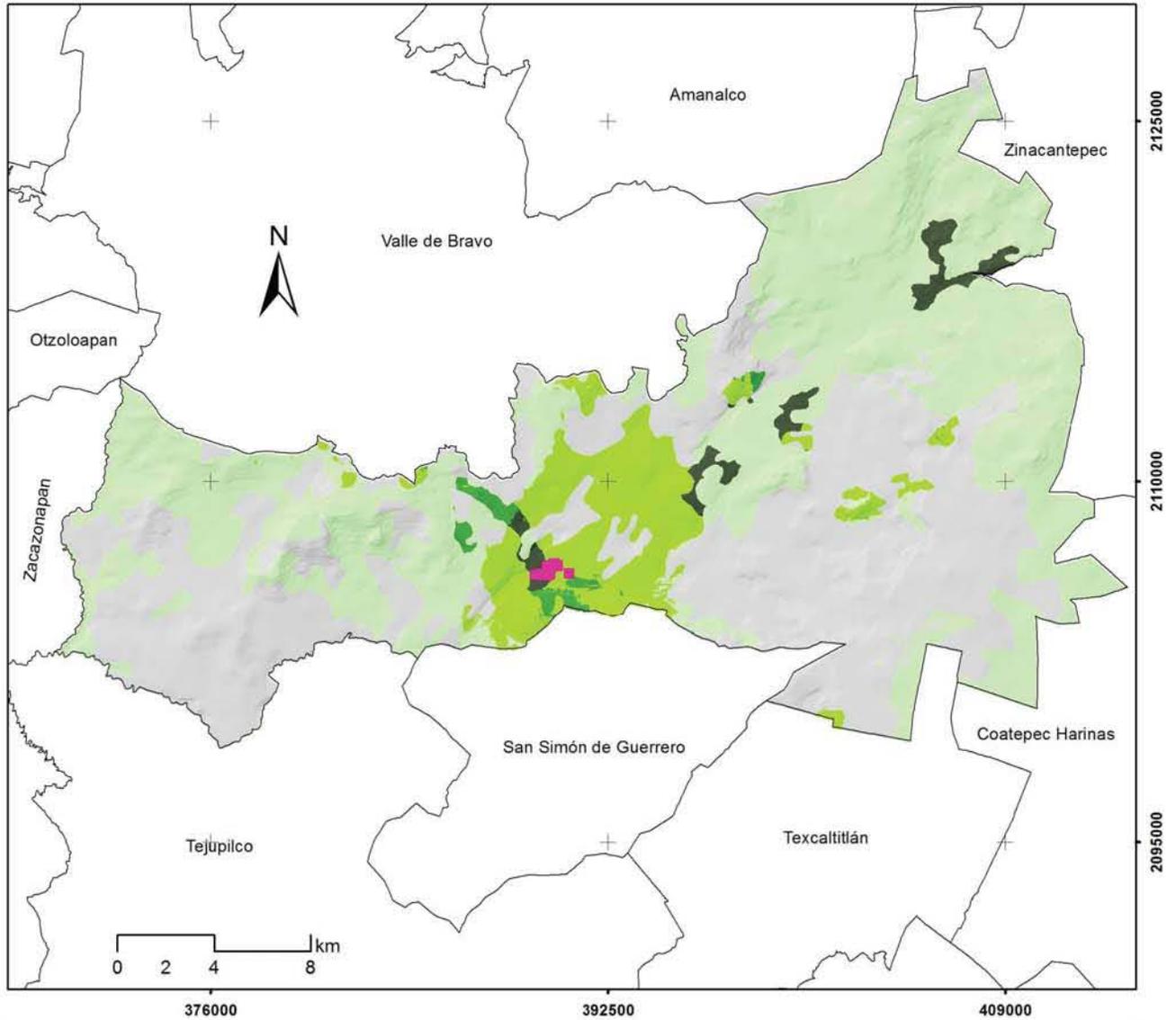
Elaboró: Méndez- Gómez, Jessica V., Marzo 2016
 Mapa realizado con los datos de colecta propia del autor, durante los años 2014-2015, aplicando la reclasificación a partir del modelo ponderado, trabajado en la aplicación ArcView.





Mapa 67

Distribución potencial de la lepidopterofauna de Temascaltepec, con la aplicación MaxEnt



<p>Probabilidad de distribución</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Nula (0.065 -0.01) ■ Baja (0.02 -0.25) ■ Media (0.26 -0.45) ■ Alta (0.046-0.65) ■ Muy alta (0.66 - 0.75) 		<p>■ Sitios de colecta</p> <p>□ División municipal</p>
<p>SRC: Proyección UTM 14 N / Datum: WGS84</p>		

Elaboró: Méndez- Gómez, Jessica V., Marzo 2016
 Mapa realizado con los datos de colecta propia del autor, durante los años 2014-2015, utilizando las variables unidades de suelo, vegetación, evaporación, precipitación y orientación ejecutado en MaxEnt



