



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS

CAMPUS VERACRUZ
POSTGRADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

**MOVILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LA APICULTURA VERACRUZANA ANTE
EL CAMBIO CLIMÁTICO**

BLANCA PATRICIA CASTELLANOS POTENCIANO

TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTORA EN CIENCIAS

TEPETATES MANLIO FABIO ALTAMIRANO, VERACRUZ, MÉXICO

2016

La presente tesis titulada: **Movilidad espacio-temporal de la apicultura veracruzana ante el cambio climático**, realizada por la alumna: **Blanca Patricia Castellanos Potenciano**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTORA EN CIENCIAS

AGROECOSISTEMAS TROPICALES

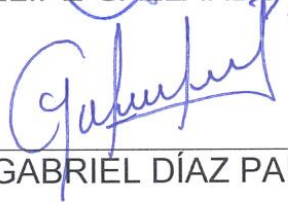
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



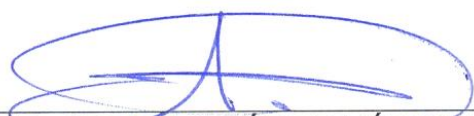
DR. FELIPE GALLARDO LÓPEZ

ASESOR:



DR. GABRIEL DÍAZ PADILLA

ASESOR



DR. ARTURO PÉREZ VÁZQUEZ

ASESOR



DR. CESÁREO LANDEROS SÁNCHEZ

ASESOR



DR. ÁNGEL SOL SÁNCHEZ

Tepetates Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, 2016

MOVILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LA APICULTURA VERACRUZANA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Blanca Patricia Castellanos Potenciano

Colegio de Postgraduados, 2016

En México la apicultura es una actividad que genera divisas por más de \$90 millones de dólares anuales por concepto de exportación de miel y en Veracruz reditúa ingresos por más de \$885 mil dólares generando 5, 000 empleos directos. Sin embargo esta actividad depende de condiciones climáticas estables para su óptimo desarrollo, por lo que los cambios en el clima de los escenarios propuestos por el IPCC, podrían afectar de forma negativa en la apicultura al poner el riesgo la producción y determinar la permanencia de la actividad. Por tanto el objetivo de la presente investigación, fue conocer la movilidad espacio-temporal de la apicultura en la región centro del estado de Veracruz en el corto (2021-2030), mediano (2041-2050) y largo plazo (2051-2060) en respuesta a las variaciones en temperatura y precipitación del escenario A2, así como la disonancia cognoscitiva diferenciada en los tipos de apicultores. Con la técnica de muestreo aleatorio simple se entrevistaron a 88 apicultores de 19 municipios para la generación de una tipología apícola de acuerdo a las características socioeconómicas y técnico-productivas así como para conocer la presencia de la disonancia cognitiva entre ellos respecto al cambio climático. Se determinó el potencial productivo, de ocho especies melíferas indicadoras y con el uso de los SIG se obtuvieron mapas de la superficie con el potencial de desarrollo de las especies con base a tres niveles de potencialidad: alto, medio y bajo. Con estos resultados se elaboró el potencial de desarrollo para *A. mellifera* con base en el confort térmico. Se encontró que de acuerdo al tipo de floración la apicultura presentara un impacto negativo en las especies de cítricos y positivo en el resto de las especies indicadoras, lo que demuestra cambios variados de acuerdo a la especie indicadora desde el corto y largo plazo. Se identificaron tres tipos de apicultores (comercial, intermedio y tradicional) quienes presentaron una disonancia cognitiva negativa generalizada, evidenciando el riesgo de abandonar la actividad, por la resistencia al cambio del comportamiento para implementar estrategias diversificadas de adaptación.

Palabras clave: Apicultura frente a cambio climático, disonancia cognitiva en apicultores, tipología, *Apis mellifera*.

SPACE-TIME MOVILITY FROM BEEKEEPING IN VERACRUZ FACING THE CLIMATE CHANGE

Blanca Patricia Castellanos Potenciano

Colegio de Postgraduados, 2016

Beekeeping is an activity that generates foreign exchange for more than \$ 90 million annually from exports of honey in México. In Veracruz, it profits incomes for more than \$885 thousand dollars while generating five thousand jobs. However, this activity depends on stable weather conditions to ensure optimal development; the changes to the climate of the scenarios proposed by the IPCC may negatively affect in beekeeping, putting at risk the production and determine the endurance of the activity. Therefore, this research aimed to have knowledge of the space-time mobility from beekeeping in central Veracruz in the short (2021-2030), medium (2041-2050) and long (2051-2060) term, in response to the temperature variations and the precipitation of the scenario A2, as well as the cognitive dissonance differentiated in the types of beekeepers. Using a random sampling technique, 88 beekeepers from 19 districts were interviewed for the creation of a beekeeping technology according to the socioeconomic and technical-productive characteristics to be aware of the presence of the cognitive dissonance between them with regard to the climate change. The productive potential of eight bee plant species as indicators was determined, and maps from the surface with the species potential for development were obtained with the SIG, based on a 3-level of potential: high, medium, and low. With the results, the *A. mellifera* potential development was set up based on thermal comfort. It was obtained that according to the type of flowering, the beekeeping will show a negative impact on the species of citrus, and a positive impact on the rest of the indicator species, which shows varied changes according to the indicator species from the short to the long term. Three types of beekeepers (commercial, intermediate, and traditional) were identified, who represented a generally negative cognitive dissonance, showing the risk of giving up the activity as a way of resistance to a change of performance to implement diversified strategies to adaptation.

Key words: Beekeeping facing climate change, cognitive dissonance in beekeepers, typology, *Apis mellifera*.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por el don de la vida.

Al Colegio de Postgraduados por permitirme ser parte del Programa Doctoral en Agroecosistemas Tropicales.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por la beca otorgada a través del programa de posgrado.

Al Recurso extraordinario CONACyT por el apoyo de investigación y formación doctoral, para la realización del trabajo de campo.

A mi Consejo Particular, por las observaciones, comentarios y sugerencias para el desarrollo del trabajo de investigación de tesis así como en mi formación académica.

A los apicultores de la región centro del estado de Veracruz, al MVZ Mayolo Martínez Jiménez (SAGARPA) y en especial a la MVZ Florina Chapol Yopez por su guía en el trabajo de campo y por su generosidad, al brindarme información valiosa con la cual pude llevar a cabo la investigación.

Al personal del Laboratorio de Agromapas Digitales del Sitio Experimental Teocelo – INIFAP, M.C. Rafael Alberto Panes Guajardo y al LSCA Moisés Fernando Cortina Cardeña por todo el apoyo brindado.

Al Dr. Felipe Gallardo López por la guía y paciencia brindada en mi formación académica así como en la búsqueda y exploración del problema de investigación de este trabajo.

A Fernando Chacón, por compartir su tiempo y espacio conmigo ∞.

A mis compañeros, por el apoyo y la amistad brindada, la cual hizo muy agradable mi estancia.

DEDICATORIA

A mis abuelitos, mis padres y hermanas.

A Zelda y Alessandra.

CONTENIDO

| | Página |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL | 3 |
| 2.1. Cambio Climático | 3 |
| 2.1.1. Factores impulsores del clima | 4 |
| 2.2. Los escenarios del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático | 6 |
| 2.3. La modelación climática | 8 |
| 2.3.1. Los modelos de proyección | 9 |
| 2.4. Efectos del Cambio Climático sobre la biodiversidad | 11 |
| 2.4.1. Efecto del cambio climático en la vegetación | 12 |
| 2.4.2. Efecto del cambio climático en los insectos | 14 |
| 2.5. La influencia del clima en las abejas | 15 |
| 2.5.1. Influencia directa | 16 |
| 2.5.2. Influencia indirecta | 18 |
| 2.6. Los agroecosistemas frente al cambio climático | 19 |
| 2.6.1. La apicultura en los agroecosistemas | 22 |
| 2.7. Tipología de productores en México | 24 |
| 2.7.1. Enfoque Socioeconómico | 24 |
| 2.7.2. Enfoque Ecológico | 27 |
| 2.8. Teoría de la disonancia cognoscitiva (TDC) | 28 |
| 2.8.1. Cambio climático y la disonancia cognitiva | 30 |
| 3. MARCO DE REFERENCIA | 32 |
| 3.1. Situación apícola en el Mundo y México. | 32 |
| 3.2. Situación apícola del estado de Veracruz | 36 |
| 3.3. Tipología de Apicultores | 38 |
| 3.4. El cambio climático y su efecto en la biodiversidad | 44 |
| 4. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN | 47 |
| 4.1. Efectos del cambio climático en la apicultura | 47 |
| 4.1.1. Aspecto Biológico | 47 |
| 4.1.2. Aspecto Económico | 49 |

| | |
|---|------------|
| 4.1.3. Aspecto Social | 49 |
| 4.1.4. Aspecto Político | 50 |
| 5. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS | 52 |
| 5.1. Hipótesis General | 52 |
| 5.1.1. Hipótesis Particulares | 52 |
| 5.2. Objetivo General | 52 |
| 5.1.1. Objetivos específicos | 52 |
| 6. MATERIALES Y MÉTODOS | 54 |
| 6.1. Ubicación del área de estudio | 54 |
| 6.2. Selección de la muestra | 55 |
| 6.3. Operacionalización de las hipótesis | 55 |
| 6.3.1. Operacionalización de la hipótesis particular uno | 55 |
| 6.3.2. Operacionalización de la hipótesis particular dos | 58 |
| 6.3.3. Operacionalización de la hipótesis particular tres | 59 |
| 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 64 |
| 7.1. Movilidad de las especies melíferas indicadoras | 64 |
| 7.2. Movilidad de la zona de confort térmico de <i>Apis mellifera</i> | 100 |
| 7.2.1. Síntesis de la movilidad de la apicultura. | 138 |
| 7.3. Disonancia cognitiva de acuerdo a tipos de apicultores | 141 |
| 7.3.1. Tipología de apicultores | 141 |
| 7.3.2. Síntesis sobre la tipología de apicultores. | 150 |
| 7.4. Sistema de cogniciones ante el cambio climático | 151 |
| 7.4.1. Percepción y comportamiento | 151 |
| 7.4.2. Actitud | 156 |
| 7.4.3. Disonancia cognitiva ante el cambio climático | 162 |
| 7.4.4. Síntesis de la disonancia cognitiva sobre el cambio climático | 168 |
| 7.5. Contrastación de hipótesis | 170 |
| 8. CONCLUSIONES | 174 |
| 9. RECOMENDACIONES | 175 |
| 10. BIBLIOGRAFIA | 176 |
| 11. ANEXOS | 187 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|--|--------|
| Figura 1. Factores energéticos del sistema del clima y sus principales causas. | 5 |
| Figura 2. Síntesis de la descripción de los SRES del AR4 del IPCC. | 8 |
| Figura 3. Respuesta de los insectos ante las variaciones de los principales factores del cambio climático. | 15 |
| Figura 4. Impacto del cambio climático en la apicultura. | 17 |
| Figura 5. Requerimientos de temperatura y humedad para delimitar la zona de confort de <i>Apis mellifera</i> . | 19 |
| Figura 6. Diagrama del sistema apícola y su relación con los AGES. | 23 |
| Figura 7. Racionalización de la acción o comportamiento (cognición), en el individuo. | 30 |
| Figura 8. Diagrama de la disonancia de cogniciones ante el cambio. | 31 |
| Figura 9. Tendencia de la producción de miel a nivel global. | 33 |
| Figura 10. Producción de miel en México. | 34 |
| Figura 11. Regiones apícolas de México. Fuente Coordinación General de Ganadería. | 36 |
| Figura 12. Tendencia de la producción estatal de miel en Veracruz. | 37 |
| Figura 13. Ubicación del área de estudio. | 54 |
| Figura 14. Jerarquización de elementos ambientales necesarios en la apicultura. | 57 |
| Figura 15. Intersecciones cartográficas para el proceso de delimitación del potencial productivo. | 58 |
| Figura 16. Temporalidad de floraciones disponibles en la región centro apícola en Veracruz, con base al porcentaje de apicultores. | 66 |
| Figura 17. Potencial productivo actual en cítricos. | 67 |
| Figura 18. Potencial productivo en cítricos proyectado para la década 2021-2030. | 68 |

| | | |
|------------|---|----|
| Figura 19. | Potencial productivo en cítricos proyectado para la década 2041-2050. | 69 |
| Figura 20. | Potencial productivo en cítricos proyectado para la década 2051-2060. | 70 |
| Figura 21. | Variación en la superficie de potencial productivo en cítricos para las diferentes décadas proyectadas. | 71 |
| Figura 22. | Potencial productivo actual de <i>B. simaruba</i> . | 72 |
| Figura 23. | Potencial productivo en <i>B. simaruba</i> proyectado para la década 2021-2030. | 73 |
| Figura 24. | Potencial productivo en <i>B. simaruba</i> proyectado para la década 2041-2050. | 74 |
| Figura 25. | Potencial productivo en <i>B. simaruba</i> proyectado para la década 2051-2060. | 75 |
| Figura 26. | Variación en la superficie de potencial productivo en <i>B. simaruba</i> para las diferentes décadas proyectadas. | 76 |
| Figura 27. | Potencial productivo en <i>C. arabica</i> actual. | 77 |
| Figura 28. | Potencial productivo en <i>C. arabica</i> proyectado para la década 2021-2030. | 78 |
| Figura 29. | Potencial productivo en <i>C. arabica</i> proyectado para la década 2041-2050. | 79 |
| Figura 30. | Potencial productivo en <i>C. arabica</i> proyectado para la década 2051-2060. | 80 |
| Figura 31. | Variación en la superficie de potencial productivo en <i>C. arabica</i> para las diferentes décadas proyectadas. | 81 |
| Figura 32. | Potencial productivo actual en Manglar. | 82 |
| Figura 33. | Potencial productivo en manglar proyectado para la década 2021-2030. | 83 |
| Figura 34. | Potencial productivo en manglar proyectado para la década 2041-2050. | 84 |
| Figura 35. | Potencial productivo en manglar proyectado para la década 2051-2060. | 85 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Figura 36. | Variación en la superficie de potencial productivo en manglar para las diferentes décadas proyectadas. | 86 |
| Figura 37. | Potencial productivo actual de <i>B. nigra</i> . | 87 |
| Figura 38. | Potencial productivo de <i>B. nigra</i> proyectado para la década 2021-2030. | 88 |
| Figura 39. | Potencial productivo de <i>B. nigra</i> proyectado para la década 2041-2050. | 89 |
| Figura 40. | Potencial productivo de <i>B. nigra</i> proyectado para la década 2051-2060. | 90 |
| Figura 41. | Variación en la superficie de potencial productivo en <i>B. nigra</i> para las diferentes décadas proyectadas. | 91 |
| Figura 42. | Potencial productivo actual de <i>S. mombin</i> . | 92 |
| Figura 43. | Potencial productivo proyectado para <i>S. mombin</i> para la década 2021-2030. | 93 |
| Figura 44. | Potencial productivo proyectado para <i>S. mombin</i> para la década 2041-2050. | 94 |
| Figura 45. | Potencial productivo proyectado para <i>S. mombin</i> para la década 2051-2060. | 95 |
| Figura 46. | Variación en la superficie de potencial productivo en <i>S. mombin</i> para las diferentes décadas proyectadas. | 96 |
| Figura 47. | Intervalos de requerimientos de temperatura de la abeja en la región centro de Veracruz. | 101 |
| Figura 48. | Distribución de apiarios y zonas de confort térmico actual de <i>A. mellifera</i> . | 102 |
| Figura 49. | Distribución de apiarios y zonas de confort térmico de <i>A. mellifera</i> proyectadas para la década de 2021-2030. | 103 |
| Figura 50. | Distribución de apiarios y zonas de confort térmico de <i>A. mellifera</i> proyectadas para la década de 2041-2050. | 104 |
| Figura 51. | Distribución de apiarios y zonas de confort térmico de <i>A. mellifera</i> proyectadas para la década de 2051-2060. | 105 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Figura 52. | Variación en la superficie de confort térmico de <i>A. mellifera</i> para las diferentes décadas proyectadas. | 106 |
| Figura 53. | Zonas para el desarrollo de la apicultura en el cultivo de cítricos con las condiciones climáticas actuales. | 108 |
| Figura 54. | Zonas para el desarrollo de la apicultura en el cultivo de cítricos con las condiciones climáticas 2021-2030. | 109 |
| Figura 55. | Zonas para el desarrollo de la apicultura en el cultivo de cítricos con las condiciones climáticas 2041-2050. | 110 |
| Figura 56. | Zonas para el desarrollo de la apicultura en el cultivo de cítricos con las condiciones climáticas 2051-2060. | 111 |
| Figura 57. | Variación en la superficie del desarrollo de la apicultura en el cultivo de cítricos para las diferentes décadas proyectadas. | 112 |
| Figura 58. | Zonas para el desarrollo de la apicultura con la especie silvestre <i>B. simaruba</i> con las condiciones climáticas actuales. | 113 |
| Figura 59. | Zonas para el desarrollo de la apicultura con la especie <i>B. simaruba</i> con las condiciones climáticas 2021-2030. | 114 |
| Figura 60. | Zonas para el desarrollo de la apicultura con la especie <i>B. simaruba</i> con las condiciones climáticas 2041-2050. | 115 |
| Figura 61. | Zonas para el desarrollo de la apicultura con la especie <i>B. simaruba</i> con las condiciones climáticas 2051-2060. | 116 |
| Figura 62. | Variación en la superficie del desarrollo de la apicultura con <i>B. simaruba</i> para las diferentes décadas proyectadas. | 117 |
| Figura 63. | Zonas para el desarrollo de la apicultura con <i>C. arabica</i> con las condiciones climáticas actuales. | 118 |
| Figura 64. | Zonas para el desarrollo de la apicultura con <i>C. arabica</i> con las condiciones climáticas de la década 2021-2030. | 119 |
| Figura 65. | Zonas para el desarrollo de la apicultura con <i>C. arabica</i> con las condiciones climáticas de la década 2041-2050. | 120 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Figura 66. | Zonas para el desarrollo de la apicultura con <i>C. arabica</i> con las condiciones climáticas de la década 2051-2060. | 121 |
| Figura 67. | Variación en la superficie del desarrollo de la apicultura con <i>C. arabica</i> para las diferentes décadas proyectadas. | 122 |
| Figura 68. | Zonas para el desarrollo de la apicultura en manglar con las condiciones climáticas actuales. | 123 |
| Figura 69. | Zonas para el desarrollo de la apicultura en manglar con las condiciones climáticas de la década 2021-2030. | 124 |
| Figura 70. | Zonas para el desarrollo de la apicultura en manglar con las condiciones climáticas de la década 2041-2050. | 125 |
| Figura 71. | Zonas para el desarrollo de la apicultura en manglar con las condiciones climáticas de la década 2051-2060. | 126 |
| Figura 72. | Variación en la superficie del desarrollo de la apicultura en el manglar para las diferentes décadas proyectadas. | 127 |
| Figura 73. | Zonas para el desarrollo de la apicultura con <i>B. nigra</i> en las condiciones climáticas actuales. | 128 |
| Figura 74. | Zonas para el desarrollo de la apicultura con <i>B. nigra</i> en las condiciones climáticas de la década 2021-2030. | 129 |
| Figura 75. | Zonas para el desarrollo de la apicultura con <i>B. nigra</i> en las condiciones climáticas de la década 2041-2050. | 130 |
| Figura 76. | Zonas para el desarrollo de la apicultura con <i>B. nigra</i> en las condiciones climáticas de la década 2051-2060. | 131 |
| Figura 77. | Variación en la superficie del desarrollo de la apicultura con <i>B. nigra</i> para las diferentes décadas proyectadas. | 132 |
| Figura 78. | Zonas para el desarrollo de la apicultura con <i>S. mombin</i> en las condiciones climáticas actuales. | 133 |
| Figura 79. | Zonas para el desarrollo de la apicultura con <i>S. mombin</i> en las condiciones climáticas de la década 2021-2030. | 134 |
| Figura 80. | Zonas para el desarrollo de la apicultura con <i>S. mombin</i> en las condiciones climáticas de la década 2041-2050. | 135 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Figura 81. | Zonas para el desarrollo de la apicultura con <i>S. mombin</i> en las condiciones climáticas de la década 2051-2060. | 136 |
| Figura 82. | Variación en la superficie del desarrollo de la apicultura con <i>S.mombin</i> para las diferentes décadas proyectadas. | 137 |
| Figura 83. | Identificación de los grupos de apicultores en los Componentes Principales 1 y 2, de acuerdo a Dalenius y Hodges. | 147 |
| Figura 84. | Distribución de valores estandarizados de las características socio-económicas y técnico-productivas de los apicultores ($p<0.05$). | 148 |
| Figura 85. | Percepción del principal problema de la apicultura en la región centro. | 152 |
| Figura 86. | Percepción del concepto del cambio climático por los apicultores. | 152 |
| Figura 87. | Percepción de los años con presencia de eventos climáticos extremos que dañaron la apicultura de la región centro, contra la producción total reportada en el estado SIAP. | 153 |
| Figura 88. | Cambios en cuatro factores climáticos que intervienen en la actividad apícola. | 154 |
| Figura 89. | Prueba de medias para el IL de cada grupo de apicultor. | 158 |
| Figura 90. | Relación entre las estrategias de adaptación y la actitud por ACM. | 160 |
| Figura 91. | Matriz de decisión del estado cognitivo entre la actitud versus el comportamiento. | 163 |
| Figura 92. | Disonancia cognitiva en los apicultores respecto a la actitud y comportamiento en las estrategias de adaptación | 164 |
| Figura 93. | Representación en porcentaje de respuesta del estado cognitivo de los tipos de apicultores. | 167 |

Figura 94. Prueba de Kruskal-Wallis entre los tipos de apicultores consonantes positivos (A) y los tipos de apicultores disonantes negativos (B). 167

LISTA DE CUADROS

| | Página |
|---|--------|
| Cuadro 1. Tipos de productores agrícolas en México. | 26 |
| Cuadro 2. Distribución porcentual de los tipos económicos de productores según niveles de capitalización y desarrollo | 27 |
| Cuadro 3. Características del modo campesino y agroindustrial de Toledo. | 28 |
| Cuadro 4. Tipos de mieles recolectadas en la región Centro del estado de Veracruz. | 38 |
| Cuadro 5. Variables utilizadas para la tipología con base ACM | 40 |
| Cuadro 6. Comparación de variables de tres tipologías de apicultores en México. | 42 |
| Cuadro 7. Descripción conceptual y operativa de los indicadores de la disonancia cognitiva de los apicultores ante el cambio climático. | 60 |
| Cuadro 8. Definición de variables e indicadores de las características de los apicultores con las que se integra la tipología. | 61 |
| Cuadro 9. Superficie de cambio potencial proyectada para el escenario A2 en cítricos para las tres diferentes décadas. | 71 |
| Cuadro 10. Superficie de cambio potencial proyectada para el escenario A2 en <i>B. simaruba</i> para las tres diferentes décadas. | 76 |
| Cuadro 11. Superficie de cambio potencial proyectada para el escenario A2 en <i>C. arabica</i> para las tres diferentes décadas. | 81 |
| Cuadro 12. Superficie de cambio potencial proyectada para el escenario A2 en manglar para las tres diferentes décadas. | 86 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Cuadro 13. | Superficie de cambio potencial proyectada para el escenario A2 en <i>B. nigra</i> para las tres diferentes décadas. | 91 |
| Cuadro 14. | Superficie de cambio potencial proyectada para el escenario A2 en <i>S. mombin</i> para las tres diferentes décadas. | 96 |
| Cuadro 15. | Superficie de cambio del confort térmico proyectada para el escenario A2 en <i>A. mellifera</i> para las tres diferentes décadas. | 106 |
| Cuadro 16. | Matriz de cruzamiento entre la condición óptima y media de las plantas y abejas. | 107 |
| Cuadro 17. | Superficie proyectada para el desarrollo de la apicultura con base a los requerimientos de las abejas y los cítricos proyectada para el escenario A2. | 112 |
| Cuadro 18. | Superficie proyectada para el desarrollo de la apicultura con base a los requerimientos de las abejas y <i>B. simaruba</i> proyectada para el escenario A2. | 117 |
| Cuadro 19. | Superficie proyectada para el desarrollo de la apicultura con base a los requerimientos de las abejas y <i>C. arabica</i> proyectada para el escenario A2. | 122 |
| Cuadro 20. | Superficie proyectada para el desarrollo de la apicultura con base a los requerimientos de las abejas y el manglar proyectada para el escenario A2. | 127 |
| Cuadro 21. | Superficie proyectada para el desarrollo de la apicultura con base a los requerimientos de las abejas y <i>B. nigra</i> indicadora proyectada para el escenario A2. | 132 |
| Cuadro 22. | Superficie proyectada para el desarrollo de la apicultura con base a los requerimientos de las abejas y <i>S. mombin</i> proyectada para el escenario A2. | 137 |
| Cuadro 23. | Porcentaje de la superficie de cambio de los cruzamientos realizados, de la década actual a la década 2060. | 139 |
| Cuadro 24. | Peso de cada variable en los componentes principales 1 y 2. | 142 |
| Cuadro 25. | Porcentaje de respuesta en cada estrategia por tipo de apicultor. | 156 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Cuadro 26. | Valores de la correlación entre la actitud (IL) y las características cuantitativas de la tipología. | 157 |
| Cuadro 27. | Codificación e inercia entre las estrategias de adaptación y la actitud de los apicultores. | 159 |
| Cuadro 28. | Transformación de valores propios y cálculo de la inercia del ACM. | 159 |
| Cuadro 29. | Estado cognitivo entre la actitud y comportamiento de las estrategias de adaptación en la apicultura. | 166 |
| Cuadro 30. | Estado cognitivo entre la actitud y comportamiento en los tipos de apicultores. | 166 |

1. INTRODUCCIÓN

La apicultura es una actividad que ha demostrado ser una herramienta para el desarrollo del sector primario en varios países (Huerta, 2008). Además de brindar el servicio ambiental de polinización, del cual dependen 286 especies cultivadas que se destinan para la alimentación y producción de materias primas (Coro, 2009). La producción de miel a nivel mundial es el principal producto que se comercializa en el mercado internacional, del cual participan 135 países. México ocupa el octavo lugar en producción de miel y el quinto como exportador (FAO, 2015a), generando ingresos por más de 90 millones de dólares (AUSAID, 2013; FAO, 2015a; SIAP, 2015).

En Veracruz, la apicultura es una actividad importante para la economía del subsector ya que se producen 4 124 toneladas que posicionan al estado como el quinto productor a nivel nacional, registrando ingresos por más de \$ 885 mil dólares (SIAP, 2015) por la exportación de miel y generando 5, 000 empleos directos (Villegas *et al.*, 2003).

Este sistema productivo apícola, depende de condiciones climáticas estables para su óptimo desarrollo (Delgado *et al.*, 2012). Sin embargo, el cambio climático conlleva un incremento de 1 °C en la temperatura global respecto al inicio de la era industrial (Conde, 2010), esto como resultado de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), que provocan efectos negativos ambientales, económicos y sociales (Botello y Villanueva-Fragoso, 2011).

En este contexto el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007) publicó cuatro familias de escenarios climáticos alternativos basados en las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) y en los patrones y tendencias de la temperatura en la superficie a escala continental.

Por lo que los escenarios propuestos por el IPCC, podrían impactar de forma negativa en la apicultura al incrementar el riesgo en el desempeño de la actividad, afectando la respuesta intra e inter - específica de la relación planta-abeja y provocando afectaciones socioeconómicas en los apicultores por los riesgos e incertidumbre en la producción, quienes además requieren de la interiorización cognitiva de la

problemática, para valorar e implementar estrategias de adaptación que les permita mantener la producción apícola.

Es por ello, que esta investigación explora la movilidad espacio-temporal de la apicultura en la región centro del estado de Veracruz en el corto, mediano y largo plazo en respuesta al cambio climático (variaciones en la temperatura y precipitación) de acuerdo al modelo de ensamble regional del Sistema de Información de Cambio Climático (SICC), así como la disonancia cognoscitiva entre los tipos de apicultores ante este fenómeno.

Es por ello que esta investigación se estructuró en diferentes capítulos. En el primero se presenta el marco teórico donde se abordan las teorías y conceptos que sustentan y contribuyen a la comprensión de la investigación; un marco de referencia que involucra los resultados de diferentes investigaciones que enmarcan el sistema de teorías y conceptos; un capítulo planteando la situación problemática y la pregunta de investigación abarcando los efectos relevantes del cambio climático en la apicultura y los aspectos biológicos, sociales, económicos y políticos que intervienen.

En el capítulo cinco se incluyeron las hipótesis y objetivos del presente trabajo; el seis describe los métodos empleados, seguido del capítulo de resultados y para finalizar con las conclusiones donde se presenta una síntesis de los hallazgos relevantes y algunas recomendaciones para trabajos futuros, así como la literatura citada y los anexos.

2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Este capítulo aborda las teorías y conceptos que sustentan y contribuyen a la comprensión de la investigación. La información se presenta en cuatro apartados generales, el primero aborda los conceptos e información introductoria al fenómeno del cambio climático y sus causas; el segundo comprende los efectos del cambio climático en la biodiversidad así como la influencia del clima en las abejas. En el tercero se aborda la tipología de productores en México bajo los enfoques socioeconómicos y ecológicos principalmente y en el cuarto, se presenta la teoría de la disonancia cognoscitiva de Leon Festinger (1957) y su aplicación para analizar la incongruencia entre la percepción, actitud y comportamiento de los productores ante el cambio climático.

2.1 Cambio Climático

El concepto del cambio climático conlleva diferentes interpretaciones de acuerdo a cada autor. Para comprenderlo se deben considerar dos conceptos más que lo componen: 1) el estado del tiempo, que se refiere al cambio diario de las diferencias en las condiciones de temperatura y precipitación principalmente en una ciudad o región (Conde, 2006), 2) el clima, que se considera cómo la descripción estadística del estado del tiempo expresada con valores medios y su variabilidad en un periodo determinado de 30 años (IPCC, 2007a; Bravo *et al.*, 2011).

Por tanto, el cambio climático denota una variación en el estado del clima que persiste durante un periodo prolongado y, que se debe tanto a la variabilidad natural como a la atribuida por acciones antropógenas de forma directa o indirecta (Sánchez *et al.*, 2011). Para el Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático, por sus siglas en inglés, IPCC el cambio climático global se refiere a la importante variación del estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un periodo prolongado (decenios o más) (IPCC, 1992). En el último informe del IPCC (AR5) el concepto no sufrió modificaciones substanciales refiriéndose al cambio climático como la variación del estado del clima, identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos (IPCC, 2014).

Autores como Alvarado *et al.* (2002), Equihua *et al.* (2011), Sardans y Peñuelas (2012) interpretan que el cambio climático al que se hace referencia, es un fenómeno que ocurre como consecuencia de la modificación en la composición química de la mezcla de gases que constituye la atmósfera terrestre, en su troposfera y que envuelve directamente a la biosfera.

La definición de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (NU, 1992) sugiere un cambio atribuible directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera global y que se suman a la variabilidad del clima natural, observada durante periodos de tiempo comparables.

Aunque esos autores e instituciones proponen diferentes definiciones, todos hacen referencia a que es producto de la actividad humana como catalizador de un proceso natural de la tierra en escalas geológicas.

2.1.1. Factores impulsores del clima

El clima es un sistema dinámico en constante movimiento que depende del cambio en diferentes flujos de energía, los cuales tienen su origen en factores externos e internos. Los primeros se asocian a causas externas al sistema climático como es la radiación solar, la inclinación del eje de la tierra, etc. y las segundas a causas internas como el incremento de gases en la atmósfera, deforestación, etcétera (Figura 1) (Sánchez *et al.*, 2011).

Los factores externos, a pesar de la independencia al ser humano para que se manifiesten pueden intensificar su incidencia debido a los mecanismos de retroefecto por los gases de invernadero, que en desequilibrio promueven que la superficie de la tierra incremente la temperatura promedio global apropiada para la vida (en promedio 15°C); actuando como un filtro parcial para las radiaciones de la superficie (IPCC, 2007b; Equihua *et al.*, 2011).

Las actividades humanas catalizan el intercambio de energía de energía del sistema del clima por la emisión de gases por efecto invernadero. Por ejemplo la concentración de dióxido de carbono se ha incrementado en un 35% aproximadamente a partir de la era

industrial por el proceso de combustión de combustibles fósiles y la eliminación de bosques principalmente (IPCC, 2007a).

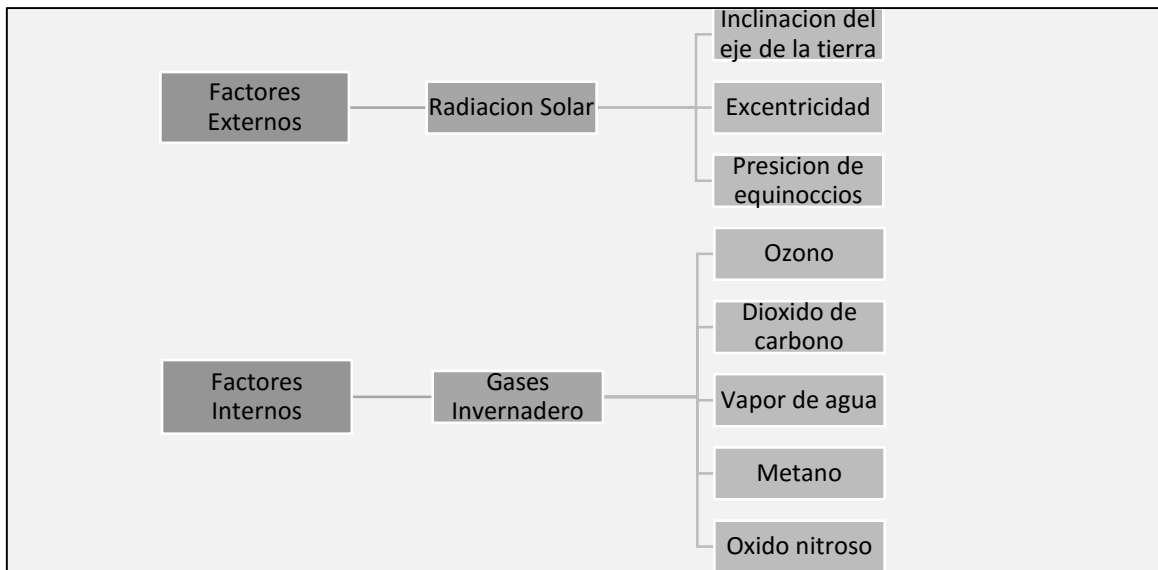


Figura 1. Factores energéticos del sistema del clima y sus principales causas (Verburg *et al.*, 2009; Sánchez *et al.*, 2011).

La concentración de estos gases había mantenido una dinámica natural en escalas geológicas. El dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y el vapor de agua, habían permanecido estables durante los últimos 10 mil años, pero a partir de la revolución industrial su concentración de incremento (el dióxido de carbono más del 25% en los últimos 300 años, el metano en un 140% de 1750 al 2011 y el óxido nitroso entre 0.2 y 0.3% anualmente) por efecto de retención de calor ocasionando que estos gases se acumulen en los próximos 50 a 100 años más del doble que el nivel registrado en la era preindustrial (Neumayer, 2007; Equihua *et al.*, 2011).

Aunque los gases anteriores son los principales compuestos originales de esa cubierta gaseosa que da origen al efecto invernadero, a esta lista se agregan los gases clorofluorocarbonados y el bromuro de metilo normalmente (usado para fumigar cultivos y bodegas) (INE, 2004; Equihua *et al.*, 2011).

2.2 Los escenarios del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático IPCC

En esta sección se incluyen los escenarios del cambio climático, descritos en el Informe Especial de Escenario de Emisiones (SRES) (IPCC, 2000) y en el Cuarto Informe del IPCC o AR4 por sus siglas en inglés (IPCC, 2007a).

Los escenarios son imágenes alternativas de lo que podría acontecer en el futuro y constituyen un instrumento apropiado para analizar de qué manera influirán las fuerzas determinantes en las emisiones futuras y para evaluar el margen de incertidumbre de dicho análisis. Estos escenarios se emplean en el análisis del cambio climático y en particular para la creación de modelos del clima, para la evaluación de los impactos y para las iniciativas de adaptación y de mitigación. La posibilidad de que en la realidad las emisiones evolucionen tal como se describe en alguno de estos escenarios es muy remota. Sin embargo, el IPCC plantea estos futuros escenarios en base al desarrollo de la humanidad en las últimas décadas con base a las características que impulsan el cambio climático.

Los gases de efecto invernadero (GEIS) representan el mayor aporte antropógeno al cambio climático. Por lo tanto las emisiones de estos gases están directamente afectadas por políticas no vinculadas al cambio climático y encaminadas, a otros fines. Además, las políticas gubernamentales pueden influir en diversos grados sobre ciertos factores que inciden las emisiones, como el cambio demográfico, el desarrollo social y económico, el cambio tecnológico, el uso de los recursos o la gestión de la contaminación. Características que se refleja a grandes rasgos en las líneas evolutivas y escenarios resultantes, con base al comportamiento histórico.

Para determinar los escenarios el IPCC propuso cuatro líneas evolutivas denominadas familias de escenarios A1, A2, B1 y B2 diferenciados por las características mencionadas en el párrafo anterior de la siguiente forma (Figura 2):

- La línea evolutiva y familia de escenarios A1 describe un mundo futuro con un rápido crecimiento económico, una población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados del siglo XXI y disminuye posteriormente. Con una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Sus características distintivas

más importantes son la convergencia entre regiones, la creación de capacidad y el aumento de las interacciones culturales y sociales, acompañadas de una notable homogenización regional de ingresos por habitante. La familia de escenarios A1 se desarrolla en tres grupos que describen direcciones alternativas del cambio tecnológico en el sistema de energía. Los tres grupos A1 se diferencian en su orientación tecnológica: utilización intensiva de combustibles de origen fósil (A1FI), utilización de fuentes de energía no de origen fósil (A1T), o utilización equilibrada de todo tipo de fuentes (A1B).

- La familia de líneas evolutivas y escenarios A2 describe un mundo muy heterogéneo. Sus características más distintivas son la autosuficiencia y la conservación de las identidades locales. Las pautas de fertilidad en el conjunto de las regiones convergen muy lentamente, con lo que se obtiene una población mundial en continuo crecimiento. El desarrollo económico está orientado básicamente a las regiones y el crecimiento económico por habitante, así como el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas.
- La familia de líneas evolutivas y escenarios B1 describe un mundo convergente con una misma población mundial que alcanza un máximo hacia mediados del siglo XXI y desciende posteriormente, como en la línea evolutiva A1, pero con rápidos cambios de las estructuras económicas orientados a una economía de servicios y de información, acompañados de una utilización menos intensiva de los materiales y de la introducción de tecnologías limpias con un aprovechamiento eficaz de los recursos. En este escenario se consideran las soluciones de orden mundial encaminadas a la sostenibilidad económica, social y medioambiental, así como a una mayor igualdad, pero en ausencia de iniciativas adicionales en relación con el clima.
- La familia de líneas evolutivas y escenarios B2 describe un mundo en el que predominan las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y medioambiental. Es un mundo cuya población aumenta progresivamente a un ritmo menor que en A2, con unos niveles de desarrollo económico intermedios y con un cambio tecnológico menos rápido y más diverso que en las líneas

evolutivas B1 y A1. Aunque este escenario está también orientado a la protección del medio ambiente y a la igualdad social, se centra principalmente en los niveles local y regional.

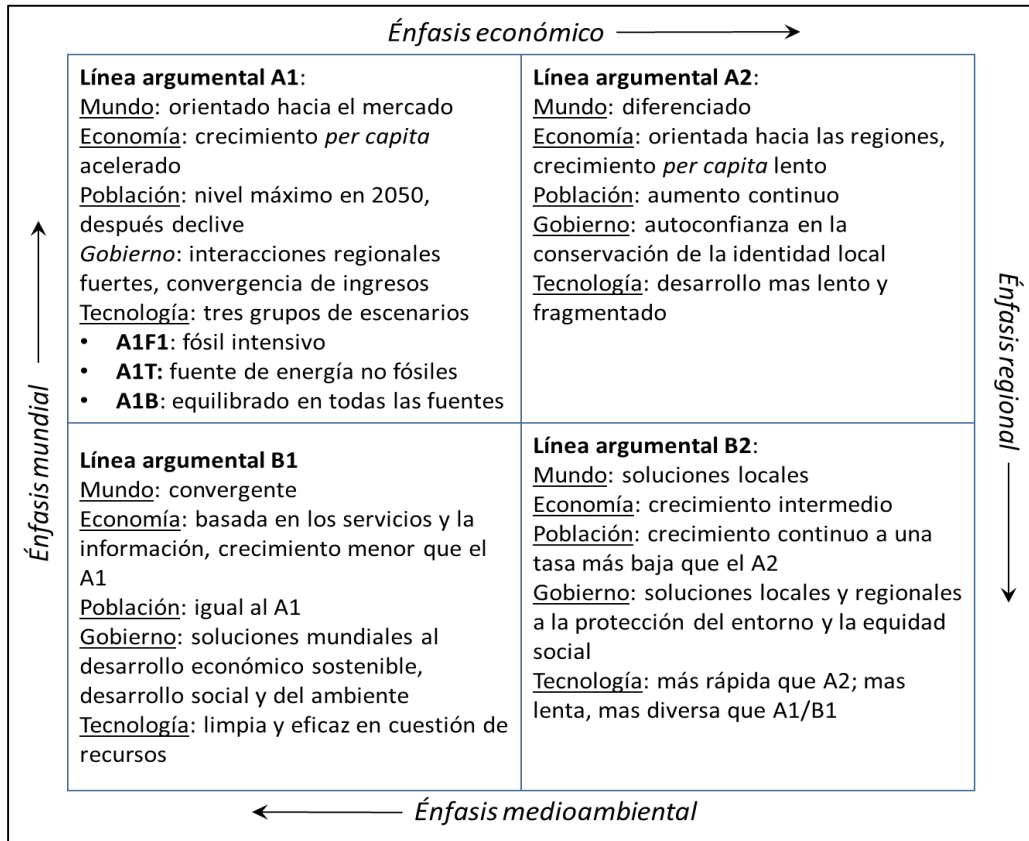


Figura 2. Síntesis de la descripción de los SRES del AR4 del IPCC (2007).

En estos escenarios se observa que los tres ejes determinantes son el cambio demográfico, el avance tecnológico y el desarrollo económico, los cuales se cuantifican a través de los modelos de proyección climática. Con el empleo de algoritmos matemáticos los modelos acoplados de circulación atmosférica (AOGCM) permiten cuantificar los cambios cualitativos que se podrían presentar en el sistema climático, como las variantes en la temperatura y precipitación principalmente, derivados de las familias de escenarios del AR4 (IPCC, 2007a).

2.3 La modelación climática

Mediante la simulación es posible obtener conclusiones relativas al comportamiento de un sistema con base en la representación causa-efecto a través de un modelo (Sánchez

et al., 2011). Los modelos climáticos usan métodos de investigación cuantitativa para simular las interacciones de la atmósfera terrestre, los océanos, el relieve terrestre y el hielo, para el estudio de la dinámica del sistema meteorológico y climático en las proyecciones del clima futuro.

Sin embargo la información cuantitativa asociada a las leyes físicas propias de la dinámica en la atmósfera y en el clima integra un conjunto de ecuaciones matemáticas no lineales que deben tratarse numéricamente. Ahora bien, los modelos no pueden incluir la totalidad de las complejidades de todos los fenómenos que intervienen en el sistema climático. Por ello se emplean algoritmos que describen un proceso determinado a partir de variables fundamentales, denominados parametrizaciones. Por ejemplo, la nubosidad en una celda de 100 km² no está relacionada únicamente con la humedad de la celda, por lo que cuando la humedad media aumenta, la nubosidad aumenta (Enric, 2010).

A groso modo la relación anterior es la base de una parametrización, aunque en un contexto más realista estas a menudo son más complejas que el ejemplo mostrado. Dada la naturaleza compleja de estas relaciones, un modelo del clima depende del conocimiento experto y puede incorporar distintas parametrizaciones por regiones, lo que justifica en parte la existencia de diversos modelos, con sus propios detalles únicos y característicos (Enric, 2010).

Muchos modelos se han desarrollado para ayudar a los tomadores de decisiones a comprender el comportamiento del sistema climático bajo ciertas condiciones del comportamiento atmosférico. Por lo que funcionan como herramienta para entender el clima actual y su variabilidad (Sánchez *et al.*, 2011).

2.3.1 Los modelos de proyección

La ciencia del modelado del cambio climático brinda una base de probabilidades para identificar proyecciones de cambios climáticos para diferentes escenarios. A continuación se mencionan algunos tipos de modelos climáticos en base a las características sobresalientes de cada uno:

Modelos de Circulación General (GCM). Representan procesos físicos en la atmósfera y el océano que se utilizan como herramientas para simular la respuesta del sistema

climático. A través de la técnica *downscaling*, tiene el potencial de brindar estimaciones a nivel regional. Están constituidos por sistemas de ecuaciones que incorporan elementos físicos, químicos y algunos aspectos biológicos que describen la circulación global de la atmósfera y el océano, incluyendo las interacciones radiación Solar-Tierra y Atmósfera-Océano (Sánchez *et al.*, 2011).

Modelos Climáticos Sencillos (MCS). Pueden simular cambios de la temperatura media mundial y al aumento del nivel del mar por efecto de la dilatación térmica. Estos modelos representan el sistema océano-atmósfera como un conjunto de sistemas mundiales, acoplando modelos de los ciclos biogeoquímicos y permiten una estimación rápida de la respuesta climática a una amplia gama de escenarios (IPCC, 2007a).

Modelos de Sistema Terrestre de Complejidad Intermedia (EMIC). Estos modelos incluyen ciertas dinámicas referidas a las circulaciones atmosféricas y oceánicas y a menudo incluyen representaciones de ciclos biogeoquímicos, reduciendo la resolución espacial. Este tipo de modelo se emplea para investigar el cambio climático a escala continental con efectos a largo plazo. Usan conjuntos de modelos o bien una gran cantidad de resultados durante varios siglos, por lo que son útiles para responder preguntas que involucren grandes escalas de tiempo o un conjunto de simulaciones más grandes (IPCC, 2007a).

Los Modelos Climáticos Integrales (MCGAO). Estos incluyen el componente atmosférico, oceánicos y de superficie terrestre, así como los hielos marinos. Dentro de este tipo de modelos se incluyen más de 20 representaciones para las simulaciones climáticas. Debido a que las dinámicas de estos modelos son a grande escala, se emplea la parametrización para representar procesos físicos como la formación de nubes, precipitación, la formación de masa de agua, etc. Sin embargo el empleo de la parametrización genera incertidumbre entre diferentes MCGAO (IPCC, 2007a).

Modelos Atmosféricos de Circulación General (GCMA). En estos modelos se incluye el Modelo Educativo de Clima Global (EdGCM), es de amplio uso en sesiones de aula desarrollado por la NASA, por el Instituto Goddard para Estudios del Espacio (NASA/GISS). Esta herramienta es un modelo tridimensional que se conoce como

Modelo Climático Global de Punto de Malla, que divide a la atmósfera en una malla de 7, 776 celdas donde cada columna vertical corresponde a 8° de latitud y 10° de longitud con nueve capas verticales. Este modelo resuelve ecuaciones físicas que describen: la conservación de la masa, energía, *momentum* y humedad en cada celda tomando en consideración el transporte que ocurre entre celdas. Si bien, la resolución es poco grande, este modelo por ser educacional se puede correr en computadoras de escritorio y puede descargarse libremente en la página: <http://edgcm.columbia.edu/>.

2.4 Efectos del Cambio Climático sobre la biodiversidad

Con el aumento en las concentraciones de gases de invernadero y basados en el patrón de incremento que ha mantenido la temperatura del año 1906 al 2005 (0.74°C), cada vez existe mayor evidencia de los efectos del cambio climático (incremento en la temperatura del suelo, diferencia de espesor y extensión de la nieve invernal, mayor o menor aridez, etc.) sobre la biodiversidad en general (Conde, 2006; Equihua *et al.*, 2011; Sánchez *et al.*, 2011).

Debido a que los cambios ambientales pueden tener implicaciones importantes en la biodiversidad (Fronzek *et al.*, 2012), en años recientes diversos estudios ha investigado los efectos del cambio climático en la misma, evaluando los posibles impactos en diferentes niveles: a) individual, b) población, c) especie, d) comunidad y e) ecosistema, demostrando que los organismos pueden responder a lo largo de tres ejes no excluyentes uno de otro (Bellard *et al.*, 2012), tal como se indica a continuación:

1. **En tiempo:** como respuesta a las variaciones climáticas las especies expresan variaciones estacionales de acuerdo a su ciclo de vida (fenología) como variaciones en la floración, fructificación y migraciones estacionales, lo que le permite a la especie mantener una sincronía con los factores abióticos. Sin embargo crean una diacronía en las interacciones bióticas depredador-presa y planta-insecto (Parmesan, 2006) lo que puede conducir a la extinción de especies.
2. **En espacio:** las especies tienen la capacidad de rastrear las condiciones climáticas adecuadas y “seguirlas”, lo que se denomina como desplazamiento espacial, el cual se presenta a nivel regional principalmente en las especies con alta capacidad de dispersión como pájaros, insectos e invertebrados marinos

(Parmesan, 2006). Desplazando el hábitat de las mismas y de las especies asociadas, para mantener un cuasi equilibrio con las condiciones climáticas a las que están adaptadas.

3. **En sí mismos:** por la activación de mecanismos de micro-evolución genética a través de mutaciones o la selección de genotipos existentes con plasticidad genética para adaptarse en el corto plazo (especies con ciclos de vida rápidos) en el mismo espacio a condiciones de fotoperiodo, cambios en la dieta o en su actividad energética, entre otros.

De esos tres ejes de respuesta los dos primeros (espacio y tiempo) hacen referencia a los cambios de hábitat que puede tener una especie, entendiendo como hábitat (en forma general) —el ambiente que ocupa una población biológica— por ser estos los efectos más evidentes en las proyecciones realizadas con los modelos de predicción en base a los escenarios de cambio climático.

Las proyecciones del comportamiento de las especies en los escenarios futuros, comúnmente indican cambios en espacio y tiempo hacia latitudes y altitudes más altas como respuesta principalmente a la variación del factor abiótico por el calentamiento global, poniendo sobre relieve los posibles impactos del cambio climático sobre las especies, al contraer o expandir sus nichos (Mokany *et al.*, 2012).

Fronzek *et al.*, (2012) realizaron una cuantificación de los cambios en espacio y tiempo sobre la biodiversidad del norte de Europa bajo escenarios futuros con incrementos de CO₂; reportando un colapso en las condiciones termohalinas de la región norte del continente y una serie de incertidumbres climáticas que concuerdan con los reportes del IPCC (2000), en donde se plantea que los daños en los ecosistemas varían desde los que suceden en su estructura hasta los que afectan sus funciones y procesos, que a su vez afectan a los organismos asociados haciendo necesario la promoción de estrategias que ayuden a enfrentar esos hechos (Lunt *et al.*, 2013).

2.4.1 Efecto del cambio climático en la vegetación

Desde la aparición de la vida en el planeta tierra, diferentes procesos han causado modificaciones en los organismos como, los movimientos de las masas continentales,

vulcanismo, mutaciones, cambios en los patrones del clima, entre otras (Gomez-Diaz *et al.*, 2007).

El clima, en especial la temperatura y la humedad son de los principales factores que determinan el desarrollo de las comunidades vegetales, por lo que las variaciones de dichos factores como consecuencia del cambio climático podrían alterar la distribución y desarrollo natural de las especies vegetales (Gomez-Diaz *et al.*, 2007). Ante esta inquietud sobre la comunidad vegetal se han realizado investigaciones que documentan la tendencia de diferentes especies botánicas ante tales anomalías. Así por ejemplo se sabe que las plantas han respondido al cambio climático principalmente desde el eje de la adaptación y migración (Alvarado *et al.*, 2002; Bellard *et al.*, 2012).

Los periodos de floración y todo el proceso fenológico están íntimamente relacionados por la cantidad de calor y humedad presentes en el ambiente así como en la capa de desarrollo radicular del suelo, por lo que las especies deben adaptarse a la variación de estas condiciones termo-pluviales (Gomez-Diaz *et al.*, 2007).

Además, los factores climáticos dominantes intervienen la disposición de los nutrientes en el suelo; que al estar expuesto a procesos de erosión, lixiviación, sequías y lluvias torrenciales incrementa el riesgo de pérdida de nutrientes, su movilidad y disposición a través del mismo (Sardans y Peñuelas, 2012; Granados y Sarabia, 2013), afectando la distribución de las especies en el espacio.

Aluja, *et al.*, (2014) proponen que la respuesta de las plantas en los agroecosistemas como efecto del cambio climático impactará en los mecanismos químicos de defensa, (particularmente en la producción de metabolitos secundarios) en contra de algunas plagas, para el caso de los cultivos comerciales.

Lo anterior ejemplifica el efecto del cambio climático sobre la vegetación en diferentes niveles desde los biogeográficos hasta los fisiológicos y de acuerdo a las predicciones de cada modelo, escenario o técnica de comprobación, donde los cambios en las plantas pueden ir de leves a moderados. Esto permite prevenir y minimizar riesgos en las especies cultivadas y nativas, a través de estrategias de adaptación en las plantas cultivadas y sus interacciones biológicas.

2.4.2 Efecto del cambio climático en los insectos

De forma general los insectos responden de manera más rápida, que las plantas a los cambios de temperatura (Ladány y Horváth, 2010; Hódar *et al.*, 2012) y precipitación en el ambiente, ocasionando una diacronía en las interacciones biológicas planta-insecto o viceversa.

A diferencia de las plantas los insectos se ven directamente afectados por las condiciones ambientales, por ser organismos ectotermos, con ciclos de vida cortos, limitados en su distribución por las bajas temperaturas en las latitudes altas (Wilson y Maclean, 2011). Por lo que se prevé que el incremento en la temperatura que trae consigo el cambio climático amplíe la distribución de estas especies hacia latitudes más elevadas, proporcionando a las especies de insectos móviles mayor número de hábitats hospitalarios para su desarrollo (Regniere, 2009).

Musolin y Saulich (2012), de forma general proponen que los insectos están respondiendo ante los efectos del cambio climático de diferentes formas de acuerdo a las características propias de cada especie (Figura 3), agrupando estos cambios en seis categorías siguientes:

1. Cambios en intervalo de distribución, que consiste en la expansión del área de distribución de una especie hacia nuevas zonas, considerado también como “invasión biológica”
2. Cambios en abundancia, que se refiere al incremento en la densidad de población.
3. Cambios en fenología, que consisten en las variaciones en las etapas de vida de los insectos por las interacciones ecológicas y ambientales.
4. Cambios en voltinismo refiriéndose al incremento en el número de generaciones que aparecen en un año de un organismo.
5. Cambios en la morfología, fisiología, comportamiento.
6. Cambios en las relaciones ecológicas con otras especies de la comunidad.

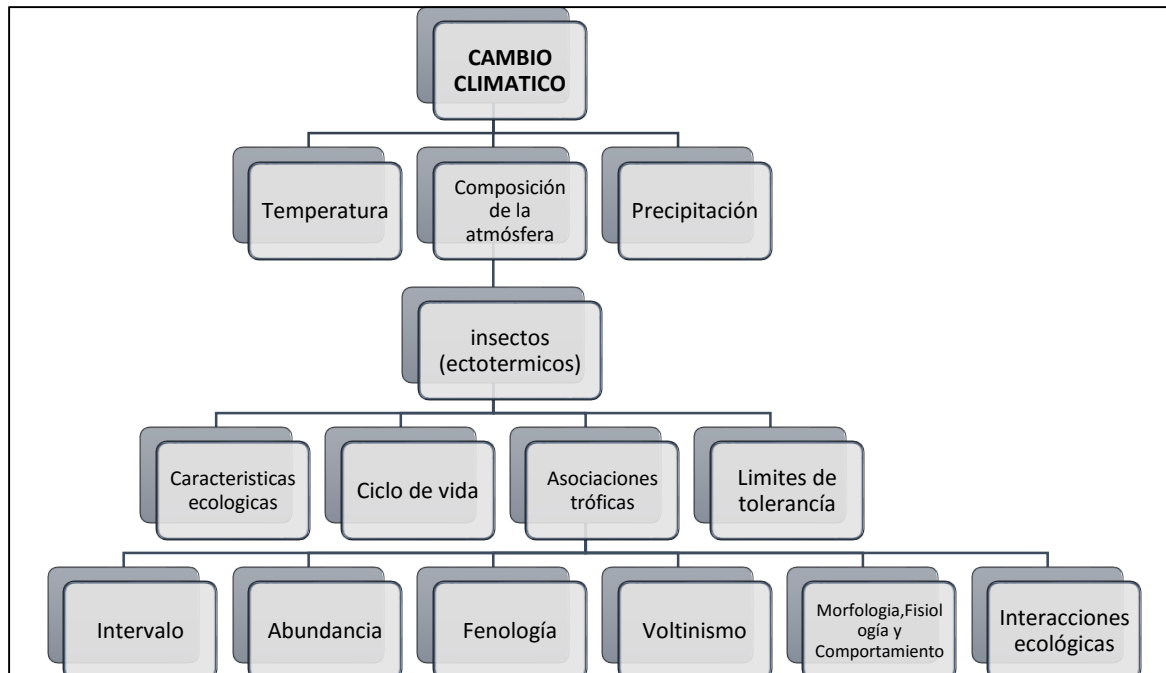


Figura 3. Respuesta de los insectos ante las variaciones de los principales factores del cambio climático Musolin y Saulich (2012).

Dentro de los cambios fenológicos, la temperatura interviene directamente sobre ciclo de vida de los insectos (Kiritani, 2013) reduciendo la mortalidad de la población en invierno, el alargamiento de la temporada de reproducción y el aumento en el número de generaciones. Además que estas anomalías fenológicas causadas por un stress térmico, se puede interrumpir la sincronización de la interacción insecto-planta (Le Conte y Navajas, 2008; Musolin y Saulich, 2012; Aluja *et al.*, 2014). Como se ha observado en Hemípteros del genero *Nezara* que han presentado variaciones en sus ciclos de reproducción por stress térmico, *N. viridula* de regiones tropicales y *N. antennata* de las regiones de Asia. Así como la respuesta fisiológica al stress por calor en especies del orden Coleóptera, Ortóptera, Hemíptera e Himenóptera poniendo en evidencia la susceptibilidad de las poblaciones de insectos al calentamiento global como efecto del cambio climático (Kiritani, 2013).

2.5 La influencia del clima en las abejas

La acción que ejerce el complejo climático sobre la producción apícola y que determina el grado de equilibrio, entre la fisiología del insecto y el ambiente que lo circunda se

denomina “confort”, el cual influye en el aprovechamiento y la adecuada transformación de los productos (Ruiz *et al.*, 2011b).

Las condiciones meteorológicas son importantes en la vida de la abeja de miel (*Apis mellifera*) (Mendizabal, 2005); puesto que intervienen de forma directa e indirecta en su comportamiento fenológico, lo que incide en la dinámica poblacional de la colmena (Figura 4), condicionando los servicios ambientales que brinda y los rendimientos en los gradientes de miel (Delgado *et al.*, 2012).

La abeja de miel *A. mellifera* es una especie que ha demostrado potencial de adaptación a las adversidades climáticas. Su plasticidad genética le permite adecuar sus ciclos de desarrollo a las condiciones ambientales. Sin embargo esto podría romper la relación y sincronía entre las fenología de las plantas y el polinizador impactando económicamente en los propios cultivos que requieran del servicio y en la disposición de alimento para el insecto (Le Conte y Navajas, 2008).

2.5.1 Influencia directa

El clima influye de forma directa sobre el comportamiento de pecoreo de las abejas y sus actividades dentro de la colmena (Delgado *et al.*, 2012). La temperatura es un factor que influye directamente sobre el ciclo de vida de las abejas y de toda su dinámica poblacional (Stalidzans y Berzonis, 2013), puesto que requieren de una temperatura constante de 35 °C dentro de la colmena para que la cría se desarrolle de forma normal, (por ello la reducción poblacional en el invierno), pueda emerger y ser la fuerza obrera que remplace a la población actual (Mendizabal, 2005).

Dentro de la colmena y sin cría, las abejas pueden vivir a 18 °C (Mendizabal, 2005), solo que no habrá una nueva generación de remplazo, por lo que la colonia como “súper organismo” tendrá que perecer o permanecer en latencia (Brown y Paxton, 2009). Si las abejas se encuentran fuera de la su colmena con temperaturas de 8 a 10°C, su actividad se entorpece, pero si la temperatura es menor a ello, estas pueden llegar a morir.

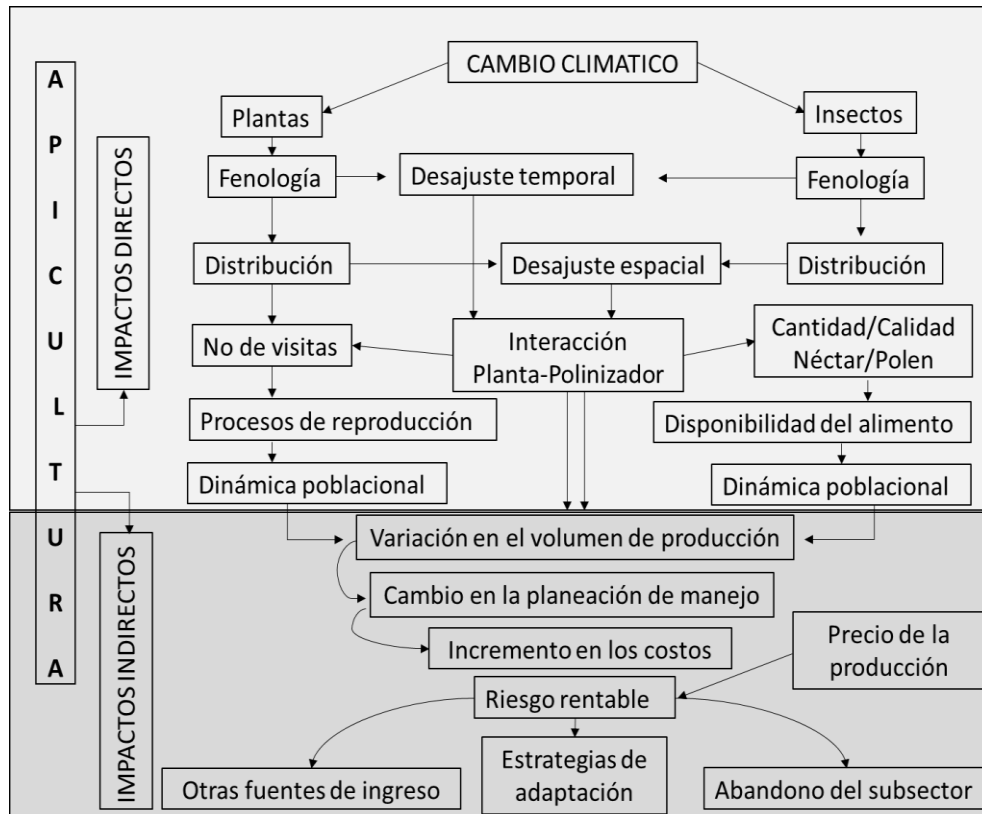


Figura 4. Impacto del cambio climático en la apicultura. Modificado de Hegland *et al.*, (2009).

La humedad relativa no ejerce ninguna influencia directa sobre algún estadio del ciclo de vida de las abejas, una afectación que ocurre es la saturación de vapor de agua en el aire (Delgado, 1984), lo cual ejerce mayor presión sobre las alas del insecto y lo obliga a realizar un mayor esfuerzo para efectuar los vuelos de pecoreo, influyendo directamente sobre la producción de miel (Delgado *et al.*, 2012).

A pesar que a nivel mundial se han difundido alertas, del impacto del cambio climático sobre las abejas, en escalas regionales este impacto ha sido subestimado sobre la producción de miel y la prestación de servicios ambientales en los países en desarrollo. (Delgado *et al.*, 2012). Por tanto las consecuencias generales en la producción y productividad de los agroecosistemas, en particular los que proporcionan los principales cultivos de alimentos en las regiones tropicales, se dirigen a impactos potencialmente devastadores para el sector agropecuario (Delgado *et al.*, 2012; Aluja *et al.*, 2014).

2.5.2 Influencia indirecta

La cantidad y variedad floral a lo largo de un ciclo anual en una región, está determinada por las condiciones climáticas que rigen la fenología de las plantas (Stalidzans y Berzonis, 2013).

En los países con climas subtropicales la disposición de alimento para las abejas está claramente marcada; es abundante en primavera y verano, e insuficiente en invierno. Por ello las abejas acumulan alimento en los meses en que este es abundante, como reserva para consumir en invierno (Mendizabal, 2005), puesto que las bajas temperaturas de esta época, someten a las plantas bajo un factor de estrés (Soto y Giddings, 2011).

Si bien la relación entre humedad relativa y la dinámica poblacional de la colmena no se relacionan directamente (puesto que no actúa sobre algún estadio en particular), si puede implicar flujos de energía considerables tanto en transporte y flujo energético como en la capacidad de pérdida y adquisición de calor en el interior de la colmena (Delgado, 1984).

Por otra parte la lluvia lava el néctar y el polen de las plantas lo que limita la cantidad y calidad del alimento disponible (Mendizabal, 2005), lo que alerta a la reina de reducir la postura de huevecillos. La sola presencia de precipitación limita a las abejas salir a pecorear, lo que implica que tendrán que alimentarse del alimento almacenado (Delgado, 1984; Le Conte y Navajas, 2008).

La definición didáctica de “confort” refiere a un estado de equilibrio óptimo y que produce bienestar (RAE, 2001). La zona de confort es un término agropecuario que hace referencia al grado de equilibrio, entre la fisiología de un organismo y el ambiente que lo circunda para la óptima transformación de los alimentos (Ruiz *et al.*, 2011a).

En la apicultura se requiere que las abejas se mantengan en una zona de confort que permita la producción de miel y otros subproductos (Mendizabal, 2005), por lo que al presentarse variaciones en factores climáticos específicos, esta zona de confort puede tener una movilidad temporal que limite la explotación apícola, como se ilustra en la (Figura 5).

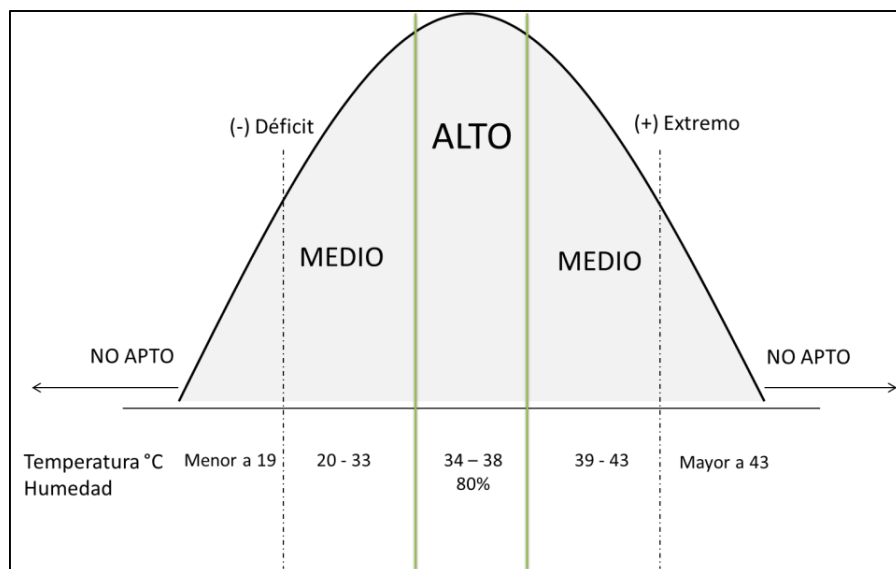


Figura 5. Requerimientos de temperatura y humedad para delimitar la zona de confort de *Apis mellifera*.

2.6 Los agroecosistemas frente al cambio climático

La amenaza del cambio climático global genera incertidumbre por los posibles efectos sobre la producción de cultivos debido a las variaciones radicales en el régimen de temperaturas y lluvias, comprometiendo la seguridad alimentaria y el medio de vida de comunidades tanto a nivel regional como mundial (Chen *et al.*, 2015).

Aunque los efectos del cambio climático sobre los rendimientos agrícolas varían de una región a otra, las proyecciones sugieren cambios dramáticos en países en vías de desarrollo con climas de áridos a húmedos, en donde los agricultores pobres serán los más vulnerables ante los efectos del cambio climático debido a su ubicación geográfica, bajos ingresos, mayor dependencia en la agricultura de temporal para su sobrevivencia y su limitada capacidad de buscar otras alternativas de vida (Altieri y Nicholls, 2013).

La agricultura por estar intrínsecamente ligada al clima, subyace de las condiciones edafo-climáticas y de los recursos naturales disponibles, por lo que los efectos del cambio climático y la variabilidad climática que conlleva altas temperaturas, cambios en la disponibilidad del agua y riesgo ante las plagas y enfermedades y malas hierbas, impactan de forma directa la producción agrícola actual y generan incertidumbre de la

producción futura en unidades de rendimiento y calidad (Lee *et al.*, 2014; Bird *et al.*, 2015).

Los modelos de proyección climática permiten explorar los efectos negativos en el sector de acuerdo a proyecciones con escenario futuros, lo que permite obtener explorar una la alternativa de un futuro posible de forma cualitativa y cuantitativa (Bird *et al.*, 2015). Trabajos como los de Smit y Skinner (2002), López *et al.* (2013), Lee *et al.* (2014), Chen *et al.* (2015) reportan el impacto del cambio climático en superficies agrícolas donde observan pérdidas en las unidades de producción en el aspecto económico y principalmente social.

Dentro del sector social y como principal medio de vida de las familias pobres, los efectos del cambio climático en sector agrícola incrementan la vulnerabilidad de quienes dependen de ella, por lo que mantener un sector productivo es relevante para mitigar la pobreza en el medio rural (World Bank, 2007) y mantener el abasto de alimentos en el sector productivo.

Por lo que dentro de los sectores productivos, ningún otro tiene más en juego, en relación con las estrategias de adaptación exitosas, como es la agricultura, de la cual dependen muchas comunidades y hogares rurales (Lee *et al.*, 2014) que forman parte del sector primario de un país.

Además de los problemas en la producción por variaciones climáticas, estos cambios conllevan riesgos en el manejo de plagas entomológicas (Ladány y Horváth, 2010; Bird *et al.*, 2015), ya que las alteraciones climáticas terrestres están brindando un mayor número de escenarios hospitalarios a las especies de insectos móviles, que favorecen en su distribución por el incremento en los intercambios comerciales a nivel mundial (Regniere, 2009) y en el cambio de las condiciones climáticas.

El incremento de plagas y enfermedades generan el uso de controles químicos en mayor concentración y con mayor frecuencia, lo que genera externalidades ecológicas negativas como la mortandad de la fauna asociada benéfica, como son los enemigos naturales de las plagas y los que prestan otros servicios ambientales como la polinización (Ladány y Horváth, 2010). La cuantificación de los daños por plagas emplea evaluaciones de la

densidad de población y sus efectos sobre la producción, analizados en modelos de beneficio costo que permiten conocer el esfuerzo de producción (Norbury *et al.*, 2015). Sin embargo cuantificar los daños por las externalidades negativas aún son conclusiones hipotéticas, por la falta de valor económico que poseen otras especies.

Pese a lo anterior la agricultura es uno de los sectores más grandes del mundo por el crecimiento de la demanda social de alimentos, por lo que hay una gran necesidad de mantener esta actividad cada vez más productiva y que a su vez proteja y promueva la integridad ambiental y social de las familias que de ella dependen (Tilman *et al.*, 2011).

Si bien el sector agrícola está enfocado a la producción de alimentos para satisfacer las demandas sociales. El cambio de uso de suelo para su expansión y establecimiento con monocultivos ya no es una opción sustentable, el sector se enfrenta a un desafío ecológico donde el objetivo ya no solo es incrementar el rendimiento agronómico, sino además ser sustentable (Robertson y Swinton, 2005) y permitir afrontar condiciones climáticas adversas.

Existe un gran marco para enfrentar los efectos del cambio climático a través de la implementación de estrategias de adaptación en la agricultura sin embargo, se requieren acciones a nivel regional, con base a las necesidades de cada zona, puesto que los impactos de cambio climático a pesar de estar globalizados, los estudios regionales permiten realizar un acercamiento de los cambios potenciales que el cambio climático podría manifestar en diferentes áreas geográficas y así, realizar esfuerzos de mitigación y adaptación en un contexto particular, derivado de las políticas a nivel nacional (Lee *et al.*, 2014) bajo un enfoque integral.

Los agroecosistemas (AGES) son una alternativa de análisis que permite proponer en un enfoque holístico, el funcionamiento, desarrollo y evaluación de políticas y programas encaminados a lograr la sustentabilidad de la agricultura, a nivel de fincas y sistemas mayores como una villa, cuencas, región o nación.

Los AGES son un sistema ecológico modificado por el hombre para la producción de alimentos fibras y otros productos agrícolas (Conway y McCracken, 1990). Son ecosistemas en los que el ser humano ha ejercido una intencionada selección sobre la

composición de los organismos vivos que lo integran. Por lo que se integran de la dimensión social, económica, política y biológica.

En los AGES la biodiversidad puede ser utilizada para mejorar el manejo de plagas (Andow, 1991). Algunos estudios han demostrado que es posible estabilizar las poblaciones de insectos en los agroecosistemas mediante el diseño y la construcción de arquitecturas vegetales que mantengan poblaciones de enemigos naturales o que posean efectos disuasivos directos sobre los herbívoros plaga (Altieri, 2003).

En países en desarrollo, la biodiversidad puede ser utilizada para ayudar a la gran masa de campesinos pobres en recursos, la mayoría confinados a suelos marginales y áreas de laderas, a alcanzar la autosuficiencia alimentaria durante todo el año, reducir su dependencia de insumos agroquímicos caros y escasos, además de desarrollar sistemas de producción que reconstruyan la capacidad productiva de sus pequeñas parcelas (Altieri, 1995) y permitan el desarrollo de otras actividades.

2.6.1 La apicultura en los agroecosistemas

Como se ha mencionado que conceptualmente los agroecosistemas (AGES) se consideran ecosistemas modificados por el hombre donde interactúan factores sociales, económicos y ambientales para la utilización de los recursos naturales con fines de producción para la obtención de alimentos y servicios que benefician al hombre (Conway y McCracken, 1990).

La variedad ecosistémica y agroecosistémica permite desarrollar rutas de trashumancia apícola, a través de la apicultura migratoria, en la cual las colmenas se movilizan de una floración o zonas de pecoreo a otra para que puedan ser aprovechadas por las abejas.

De acuerdo al tipo de vegetación predominante, la época de floración y la interrelación con los microclimas presentes, los apicultores pueden extraer diferentes tipos de mieles con características organolépticas diferenciables y generar externalidades positivas en los cultivos que dependen de los servicios de polinización (Halinski *et al.*, 2015; Gaines-Day y Gratton, 2016)

La disposición de la flora es vital para el desarrollo de los apiarios ya que constituyen la materia prima con que cuentan las abejas para alimentarse y almacenar los excedentes de miel.

El néctar producido por las plantas es una sustancia acuosa, rica en azúcares, aminoácidos, minerales y sustancias aromáticas que se ofrece como principal recompensa a los polinizadores (Loaiza y Rios, 1999) y es el principal recurso que utilizan las abejas para elaborar la miel (Figura 6).

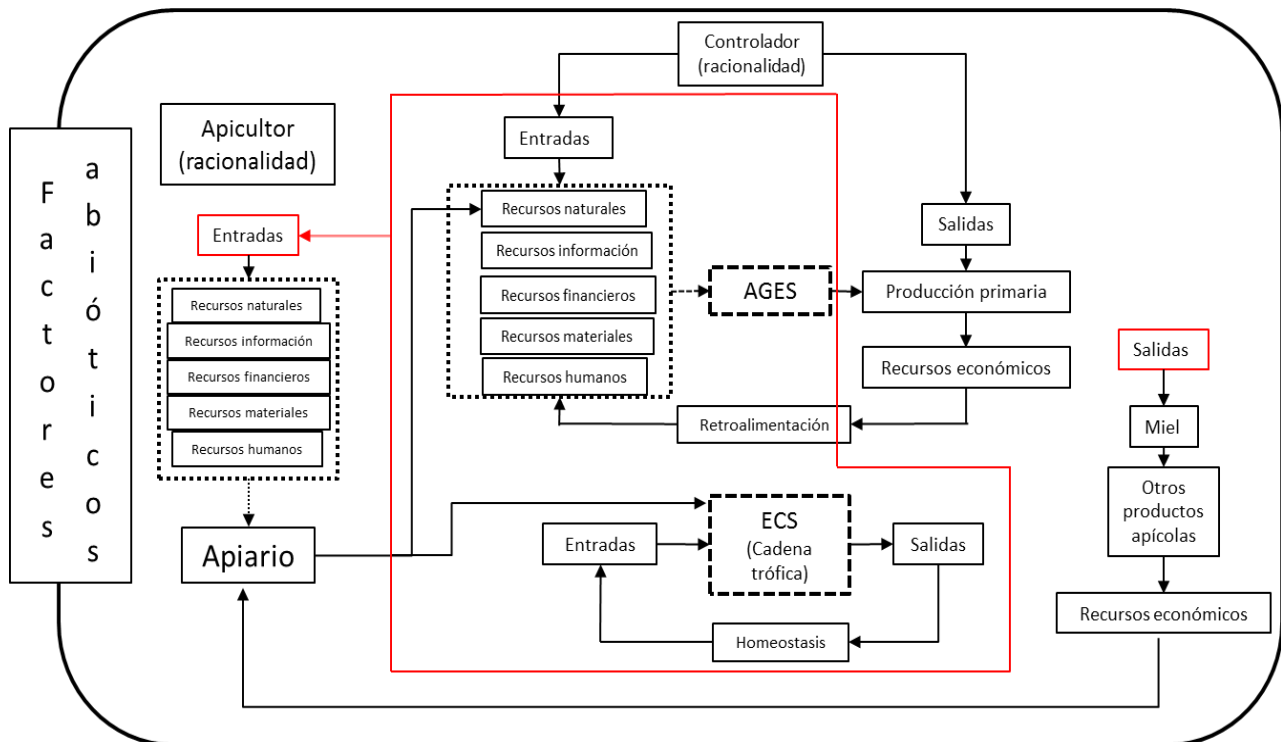


Figura 6. Diagrama del sistema apícola y su relación con los AGES.

La producción de néctar es variante en relación con el volumen, composición y concentración de azúcares (Paiaro *et al.*, 2012). Dentro de una especie, las características pueden presentar variaciones entre regiones geográficas, entre plantas de una misma población y entre flores de una misma planta, además de las que se presentan temporalmente entre años, meses y días.

Esas variaciones se atribuyen a las diferencias edafoclimáticas entre áreas geográficas influyendo principalmente factores abióticos como la temperatura y la humedad, las cuales pueden ocasionar cambios en la producción del néctar.

Las condiciones climáticas intervienen de forma directa sobre la producción del néctar ocasionando su dilución ante la presencia de precipitaciones o evaporación por incrementos en la temperatura, sequías y vientos. Así como de forma indirecta al interrumpir las actividades de los polinizadores.

Por tanto, aunque una especie puede ser importante en una región puede no serlo en otra, por ello la mejor zona de producción es aquella que no depende de una floración única, si no que mantiene una dinámica oferta floral que permita a las abejas acumular los excedentes de miel.

Así la apicultura puede considerarse una estrategia de adaptación en los cultivos para garantizar polinización y a su vez, con la trashumancia el apicultor aprovecha la disposición de floración para la cosecha de miel, subrayando que con la interacción de los sistemas apícolas y los agroecosistemas ambos se benefician y contribuyen a la adaptación de ambas actividades del sector primario a los efectos del cambio climático, así como a conservación de los medios de vida del medio rural.

2.7 Tipología de productores en México

México se caracteriza por su diversidad orográfica y climática lo que le otorga la propiedad de poseer diferentes ecosistemas con sus respectivos tipos de clima en todo su territorio.

Esta característica permite poseer un mosaico heterogéneo en el agro mexicano, con diferentes tipos de productores, quienes son reflejo de las características naturales, ambientales, sociales y económicas de la región en la que se ubican, permitiendo estructurar tipologías bajo diferentes enfoques (Gallardo, 2002).

2.7.1 Enfoque Socioeconómico

Dentro de esta corriente encontramos un mayor número de tipologías, entre las cuales las realizadas por el Centro de Investigaciones Agrarias (CDIA) (1974), la Comisión

Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (1989), Sánchez y Malillo (1998), Nadal (2000) y el Comité Técnico Estatal (CTEE) (2009) exponen de forma jerárquica la condición de campesino a empresario y en su conjunto, coinciden en que en el campo mexicano no existe una forma única de producción, sino más bien una estructura heterogénea donde se combinan diferentes formas de trabajo en cada productor, lo que limita o restringe cada categoría.

El Centro de Documentación e Investigaciones Agrarias (CDIA, 1974) propone una clasificación que se basa en el valor de la producción, diferenciando productores de infrasubsistencia, subfamiliar, familiar, multifamiliar, mediano y multifamiliar grande, aunque gira en torno a la racionalidad económica de la producción este trabajo marca el inicio del reconocimiento de las estructuras agrarias en México.

Años más tarde la CEPAL (1989) propone una tipología basada principalmente en dos criterios: 1) el valor de la mano de obra y 2) en la superficie de producción que genera recursos para satisfacer las necesidades familiares. Al aplicar dichas variables a los 2.6 millones de unidades referidas en el Censo Agropecuario y Ganadero de los 70's, se diferenciaron cuatro grandes categorías: campesinos, agricultores transicionales, empresarios y productores pecuarios (Cuadro 1).

Un sesgo de análisis de esta tipología es que el primer criterio de clasificación es sobre la contratación de mano de obra, ya que en algunas actividades agrícolas esta variable se puede sustituir por el uso de maquinaria, reduciendo al mínimo el uso de mano de obra contratada. Por el contrario, existen otros casos en que el empleo de fuerza de trabajo se utiliza económicamente por su bajo costo (Gallardo, 2002).

En los 90s se propuso una tipología para productores el estado de Morelos (Sanchez y Malillos, 1998), que gira entorno a cuatro grandes rubros socioeconómicos: 1) tecnificación, 2) financiamiento y comercialización, 3) diversificación de cultivos y 4) intensidad del suelo. Con el objetivo de identificar el grado de tecnificación de los municipios del estado a través de la herramienta del valor de índice medio. Se propuso una clasificación de cinco tipos de agricultura en el estado de acuerdo a las características del productor: 1) campesina, 2) de transición, 3) comercial, 4) comercial

de alto nivel y 5) comercial de muy alto nivel. Aunque los autores sugieren que esta propuesta es susceptible de aplicarse a otras regiones de México, presenta la limitante, de definir como unidad de estudio el municipio, que en regiones muy heterogéneas podría enmascarar el tipo de agricultura y ser excluyente de factores (únicos) que pudieran no estar contemplados dentro de sus variables.

Cuadro 1. Tipos de productores agrícolas en México (CEPAL, 1989).

| Categoría | % | Grupo | % |
|------------------|----------|-------------------|----------|
| | | Infrasubsistencia | 54.7 |
| Campesinos | 85.07 | Subsistencia | 15.9 |
| | | Estacionario | 6.38 |
| | | Excedentarios | 8.1 |
| | | Transicional | 11.4 |
| Transicionales | 11.44 | Pequeños | 1.13 |
| | | Medianos | 0.37 |
| Empresarios | 1.82 | Grandes | 0.32 |
| | | Pequeños | 0.83 |
| | | Medianos | 0.69 |
| Pecuarios | 1.67 | Grandes | 0.18 |
| | | | |
| TOTAL | 100 | | 100 |

Con la puesta en marcha del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) México, Estados Unidos y Canadá se propuso una tipología para los productores de maíz en México, contemplando la competitividad, como eje principal ante la apertura de un mercado mundial. Donde se proponen tres tipos de productores: el productor competitivo, el intermediario y el de subsistencia, que si bien intenta reflejar la problemática social, por ser su unidad de estudio el cultivo de maíz, deja fuera el resto de los componentes del sistema del productor.(Nadal, 2000).

Por lo que Gabriel (2003) propuso una tipología a nivel regional con el propósito el establecer categorías en función de las características de la población asentada en las áreas con uso agrícola, en relación a las formas de realizar la actividad y la producción

obtenida proponiendo seis tipos de agricultura: 1) de subsistencia, b) de autoconsumo poco tecnificada, 3) de autoconsumo con alto uso de agroquímicos, 4) comercial monoespecializada, 5) comercial diversificada y 6) comercial diversificada y altamente tecnificada. Sin embargo, el mismo autor sugiere que esta misma clasificación puede ser aplicada a unidades territoriales más amplias o unidades menores considerando los mismos criterios como base.

Por su parte el Comité Técnico Estatal de Evaluación (CTEE, 2009) propone una tipología basada en un concepto legislativo propuesto por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), “Unidad de Producción Rural” (UPR) que se refiere a entes económicos (productores) con base a las particularidades de sus “Unidades de Producción Rural” (UPR) o bienes de producción. Donde el eje central gira entorno a los niveles de capitalización y de desarrollo de tres categorías de productor: de bajos ingresos, en transición y de altos ingresos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Distribución porcentual de los tipos económicos de productores según niveles de capitalización y desarrollo (CTEE, 2009).

| Tipo de productor | Nivel de marginación | Nivel de capitalización (%) | | |
|-------------------|----------------------|-----------------------------|-------|------|
| | | Bajo | Medio | Alto |
| De bajos ingresos | Alta | 37 | 3.8 | 3.2 |
| | Media | 13.2 | 1.6 | 1.4 |
| | Baja | 5.4 | 1 | 1.1 |
| En transición | Alta | 10.6 | 1.8 | 1.4 |
| | Media | 3.9 | 0.7 | 0.4 |
| | Baja | 0.6 | 0.1 | 0 |
| De bajos ingresos | Alta | 6.3 | 1 | 0.9 |
| | Media | 1.5 | 0.8 | 1.1 |
| | Baja | 0.6 | 4 | 0.4 |

2.7.2 Enfoque Ecológico

En este enfoque se destacan trabajos como los realizados por Toledo (1995) en donde señala la diferencia entre dos unidades campesino y agroindustrial, a través de nueve atributos que marcan la tendencia del productor hacia una unidad u otra (Cuadro 3) en espacios determinados.

Esta tipología muestra una crítica al modelo agroindustrial y lo sitúa como una adversidad del modelo campesino por sus consecuencias ecológicas, sociales y culturales, que logran crear una gama de intermediarios entre ambos componentes.

Bajo esta revisión se observa que los intereses sobre las tipologías del agro mexicano se encuentran enfocadas en las variables socioeconómicas y son pocas las que obedecen el orden ecológico; principalmente por el aporte económico del valor de la producción en el sector agropecuario del país.

Cuadro 3. Características del modo campesino y agroindustrial de Toledo (Gallardo, 2002).

| Atributos | Campesino | Agroindustrial |
|-------------------|--|---|
| Energía | Uso exclusivo de energía solar | Uso predominante de energía fósil |
| Escala | Minifundio | Medianas y grandes propiedades |
| Autosuficiencia | Alta autosuficiencia Poco uso de insumos | Baja o nula autosuficiencia Alto uso de insumos externos |
| Fuerza de trabajo | Familiar y/o comunitaria | Familiar y/o asalariada |
| Diversidad | Alta diversidad eco-geográfica, biológica, genética y productiva | Muy baja productividad por especialización |
| Productividad | Alta productividad ecológica-energética, baja productividad en el trabajo | Muy alta productividad en el trabajo, baja productividad ecológica y energética |
| Desechos | Baja o nula producción de desechos | Alta producción de desechos |
| Conocimiento | Holístico, ágrafo, basados en hechos y creencias de transmisión limitada y altamente flexible | Especializado; basado exclusivamente en hechos objetivos, transmitidos por vía escrita, de alta transmisión, pero estandarizados |
| Cosmovisión | La naturaleza es una entidad viviente y sacralizada. Cada elemento natural encarna en deidades | La naturaleza es un sistema (o una maquina) separada de la sociedad, cuyas riquezas deben ser explotadas a través de la ciencia y la tecnología |

2.8 Teoría de la disonancia cognoscitiva (TDC)

El concepto de la disonancia cognoscitiva en psicología hace referencia a la desarmonía o incongruencia interna en el sistema de ideas, creencias y opiniones (cogniciones) sobre el medio, sobre uno mismo o la conducta de uno (Ovejero, 1995).

Esta teoría fue propuesta por el psicólogo estadounidense Leon Festinger en 1957 y se basa en dos hipótesis generales: 1) la existencia de la disonancia, siendo así que es psicológicamente incomoda y hace que la persona trate de reducirla y logre la consonancia y 2) cuando la disonancia está presente, además de intentar reducirla, la

persona evita activamente información que podría aumentarla (Ovejero, 1995), no así la información que puede reducirla o justificarla.

La teoría de la disonancia cognitiva (TDC) explica el cambio de cogniciones en una persona y la justificación de su conducta cuando se percibe la incompatibilidad de dos cogniciones simultáneas (Pineda, 2010), evitando recibir información externa que limite la justificación. Para comprender con claridad la teoría de Festinger, Ovejero (1995) cita el ejemplo de un fumador habitual, que sabe que fumar resulta nocivo para la salud. Dicha información pudo ser adquirida por cualquier medio de comunicación y resulta incongruente con la cognición de continuar fumando. Considerando las dos hipótesis de la teoría, entonces ¿qué hará la persona en cuestión?; a) cambiar sus acciones o comportamiento para ser congruente con su cognición, o b) sus acciones serán las mismas, pero surgirán presiones (argumentos) para reducir la disonancia existente y fortalecer la congruencia (Figura 7). Como se observa la disonancia cognoscitiva es una condición antecedente que nos lleva hacia una actividad dirigida a la reducción de la disonancia (Ovejero, 1995) y lograr la consonancia entre cogniciones.

La aplicación de esta teoría se ha utilizado para explicar el comportamiento individual y social en diferentes áreas de la investigación, como el trabajo realizado por Pineda (2010) en la prevención de trastornos alimenticios con una población en riesgo de trastornos bulímicos y con problemas en su imagen corporal. Basando el estudio en la explicación de las cogniciones entre las que se genera la disonancia: 1) el ideal corporal interiorizado (percepción) y 2) los argumentos que generan para contrarrestar la idea de lucir una figura delgada (comportamiento).

Por lo que se observó, que la inclusión de la teoría disonante en los programas de prevención, tienen mayor eficacia en la reducción y eliminación de factores de riesgo de largo plazo y que la aplicación de la TDC es eficaz para reducir riesgos en los trastornos de conductas alimentarias (Pineda, 2010).

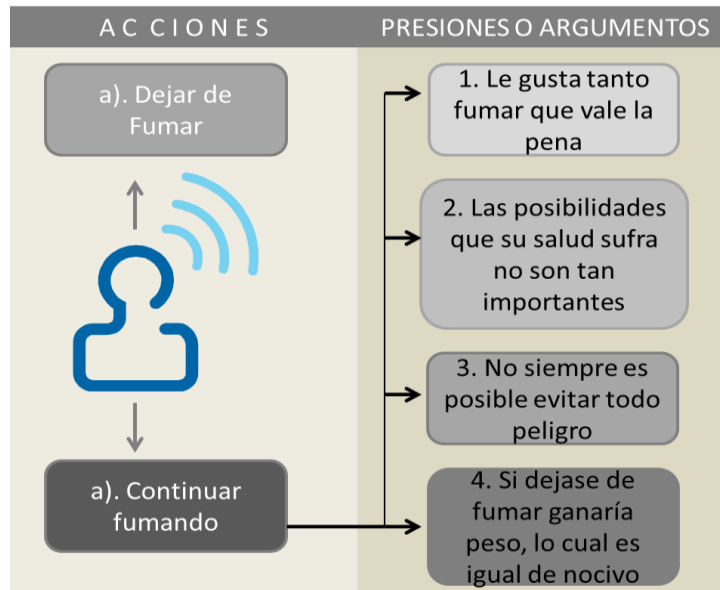


Figura 7. Racionalización de la acción o comportamiento (cognición), en el individuo.

2.8.1 Cambio climático y la disonancia cognitiva

La TDC es una herramienta útil que permite explicar el comportamiento individual y social ante el cambio climático. Oltra *et al*, (2009) realizaron una investigación para conocer la percepción del cambio climático ante un grupo de personas no expertas en el tema, utilizando las bases de la TDC. Su método abarcó sesiones de grupo con estímulos visuales y preguntas abiertas. Encontrando disonancia diferenciada entre percepción, actitud y comportamiento (Figura 8).

Festinger (1957) en su teoría utiliza el concepto de acción como sinónimo de conducta, aludiendo que de manera general por cada acción que emprende un individuo habrá al menos un elemento cognoscitivo disonante con esa acción o conducta (Ovejero, 1995).

Por lo que surgirán presiones (argumentos, justificaciones) para reducir la disonancia y fortalecer la congruencia cognitiva que lleve al individuo a convencerse a sí mismo que la acción emprendida es la correcta. Ante esto Oltra *et al*. (2009); observaron las presiones que los individuos relataron, para reducir la disonancia: 1) los altos costos en la calidad de vida de los individuos pro-ambientales, 2) desconfianza en la acción del gobierno, 3) desconfianza en la acción de otros ciudadanos y 3) que la solución solo puede ser tecnológica.

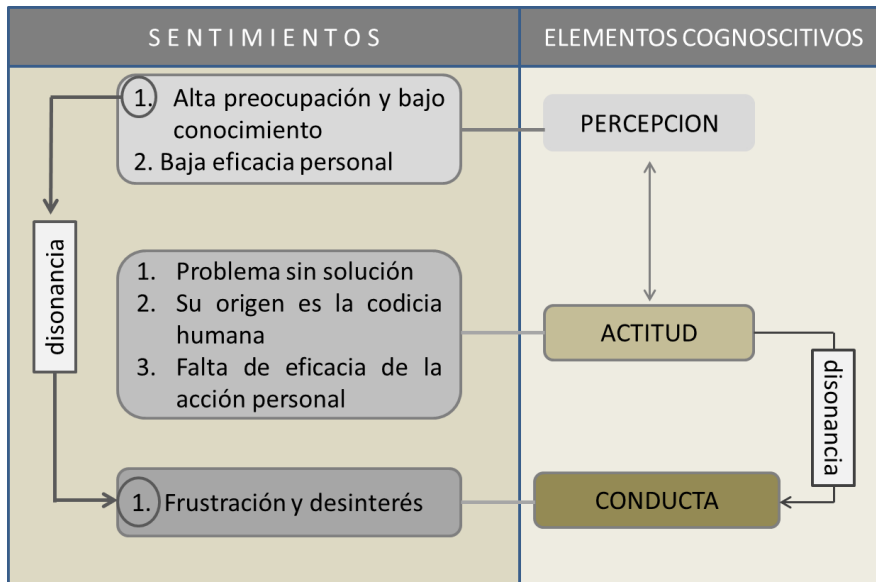


Figura 8. Diagrama de la disonancia de cogniciones ante el cambio.

Por su parte Stermán (2013), consideró que es necesario desarrollar una herramienta de simulación con escenarios futuros, que ayuden al público en la formación de opiniones y políticas coherentes ante el cambio climático. Partiendo de la aceptación de la disonancia cognitiva que se genera ante este fenómeno, iniciando por comprensión del público general, del clima y del cambio climático para poder apoyar o exigir políticas de conformidad con sus propios valores.

3. MARCO DE REFERENCIA

En este capítulo se presentan los resultados de diferentes investigaciones que enmarcan el sistema de teorías y conceptos bajo los cuales se sustenta esta investigación. Con base en lo anterior y para continuar con la estructura del documento en la primera sección se presenta la información relacionada con la actividad apícola en un contexto mundial y nacional.

En el segundo apartado se muestra la tendencia de producción de miel del estado de Veracruz, el tipo de apicultura que se realiza, así como las principales mieles que se comercializan en el estado.

En el tercero se presentan ejemplos de tipologías de apicultores a las cuales se tuvo acceso y los criterios y variables consideradas para realizar cada categorización y por último en el apartado cuatro se plantea los efectos del cambio climático sobre la diversidad y los resultados de diferentes investigaciones en las cuales se proyecta la posible respuesta de las especies tanto de plantas como de insectos ante los efectos del cambio climático, así como la respuesta de las propias abejas.

3.1 Situación apícola en el Mundo y México.

La apicultura es una actividad presente en varias partes del mundo, actualmente cubre una extensión territorial posiblemente similar que cualquier otra rama de la agricultura. Es una actividad que ha demostrado ser una herramienta adecuada para el desarrollo del el sector primario de varios países (Huerta, 2008).

A nivel mundial se reporta una tendencia en la producción a la alza (Figura 9) (FAO, 2015b). La producción de miel es una actividad en la que participan alrededor de 135 países, de los cuales actualmente 10 de ellos aportan más del 70 % de la miel que se comercializa en el mundo, en donde México ocupa el octavo lugar en producción de miel (FAO, 2015b) después de países como China, Turquía, Argentina, Ucrania, USA, Federación de Rusia e India y la quinta posición como exportador de este producto; generando ingresos por más de 90 millones de dólares (AUSAID, 2013; FAO, 2015b).

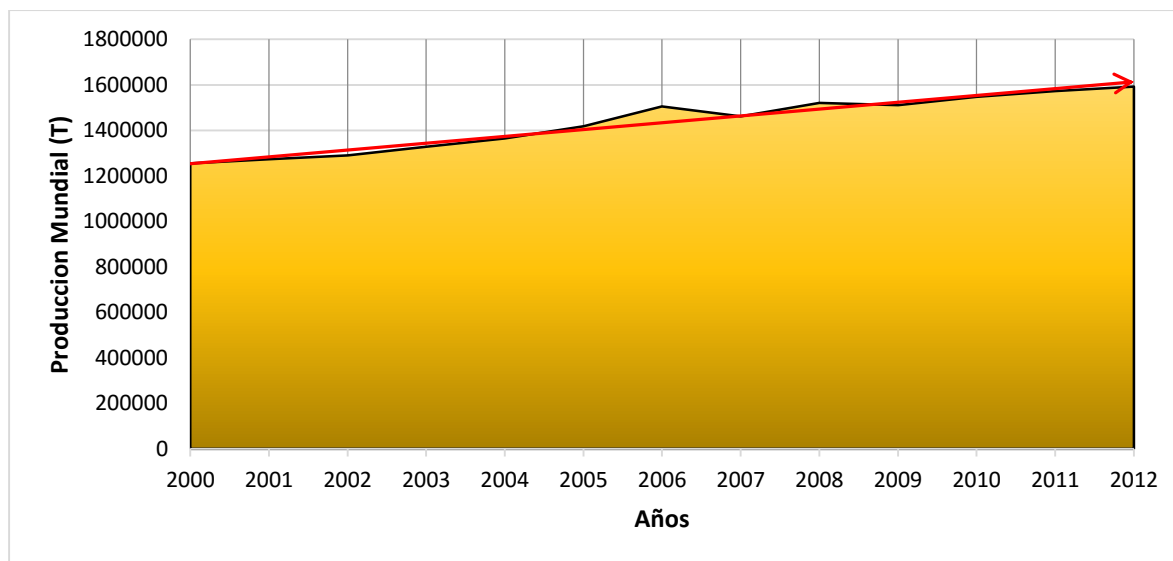


Figura 9. Tendencia de la producción de miel a nivel global FAOSTAT (2015).

En México la apicultura se remonta desde algunas culturas prehispánicas que mantenía la actividad a través del uso de la miel de abejas nativas (meliponas y trigonas) como parte de ceremonias religiosas y el intercambio comercial. Con la llegada de los españoles a territorio mexicano las abejas nativas fueron remplazadas por la abeja europea *Apis mellifera* L. por ser una especie que brinda mayor volumen de producción en menor tiempo. Convirtiéndose poco a poco en una sustancia cada vez más codiciada y reconocida históricamente en el mercado internacional.

Actualmente, la apicultura, representa una de las actividades más importantes dentro del sector ganadero por los empleos que genera y por la cantidad de divisas que ingresa a México, posicionándolo en el quinto lugar como exportador de miel a nivel mundial y como el octavo país productor, de alrededor de 139 reportados por la FAO (FAO, 2015b).

Por lo anterior la apicultura en el país, representa el tercer lugar como generador de divisas por concepto de exportación dentro del subsector pecuario nacional, aportando más de 56 millones de dólares que equivalen al 12% en el subsector de la producción de miel, principalmente (Magaña y Leyva, 2011).

Durante el periodo 2000 al 2012 la producción de miel en México ha presentado fluctuaciones, reportándose para los años 2005 y 2007 una disminución en la producción,

atribuible a la presencia de huracanes Wilma y Dean que afectaron al Sureste y a la Península de Yucatán principal región productora miel. En el 2010 una combinación de la fase neutral y negativa del ENSO (La Niña) contribuyo a la disminución en la miel y aunado a otros problemas asociados a la salud de las abejas, reducción de las áreas silvestres debido a la urbanización y al uso de pesticidas y agroquímicos la producción de miel puede limitar y la comercialización (CONAGUA, 2011; Martínez y Pérez, 2013).

A pesar de los diferentes retos a los que se enfrenta la apicultura en el comercio mundial, la miel de México se ha mantenido en el mercado internacional, siendo los principales destinos de exportación Alemania, EUA y Arabia Saudita que en conjunto concentraron el 81% de la producción (Martínez y Pérez, 2013). Por el contrario las importaciones del producto se han mantenido al mínimo, pasando de 58 toneladas en el año 2000, a 8 toneladas en el 2012 (Figura 10) (FAO, 2015b) lo que indica que el consumo interno se abastece principalmente de la producción nacional además de que dicho consumo *per capita* es bajo en comparación con otros países.

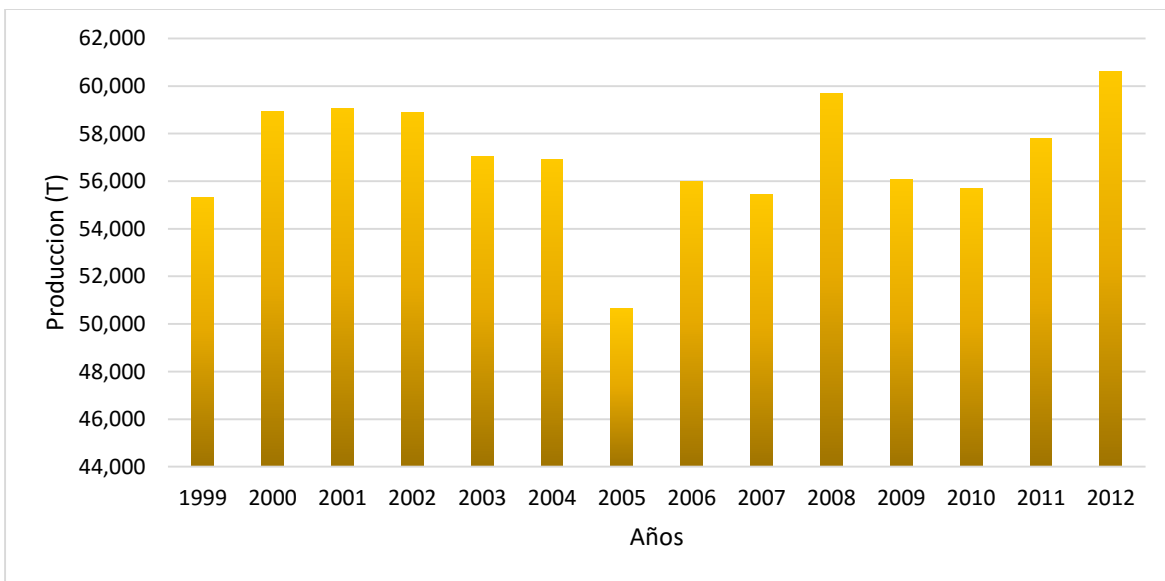


Figura 10. Producción de miel en México de acuerdo a FAOSTAT (2015).

El consumo de miel ha experimentado en los últimos años un incremento en el consumo *per cápita*, anual, pasando de 200 a 350 gramos. Sin embargo, dicho consumo se mantiene por debajo de los 3 kg per cápita, reportados para la población Alemana (SNIIM, 2009).

Además del consumo de miel en forma directa, este producto se consume de forma indirecta en otras presentaciones activando la comercialización interna, por lo que además de la venta directa de los productores a la población, la industria de alimentos, comercializa la miel con los apicultores de forma directa o a través de intermediarios.

La industria utiliza la miel como un ingrediente para la elaboración de alimentos, dentro de los que destacan los cereales, yogurt, dulces y pan (Ulloa *et al.*, 2010). Para el año 2009 el consumo nacional aparente de miel fue de 31,787 ton, (SIAP, 2015) de las que 7,420 ton se comercializaron en cubetas de 20 litros o en frascos de presentación individual, 6,904 ton fueron consumidas por la industria cosmetológica, tabacalera y dulcera, 8,115 ton distribuidas a la industria alimentaria y restaurantera y 9, 348 ton envasadas por 10 grandes y 82 pequeñas empresas (Ulloa *et al.*, 2010).

En México la variabilidad de climas ha permitido la identificación de zonas de producción apícola en base a los recursos melíferos disponibles para esta actividad. Actualmente se reportan cinco regiones apícolas bien definidas con diferente grado de desarrollo, tipo de apicultura (SAGARPA, 2010b) y tipo de mieles con base a sus características físicas, químicas y organolépticas (Figura 11).

La Región del Norte (Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Coahuila, Nuevo León, el norte de Tamaulipas y San Luis Potosí), Región Sur (Campeche, Yucatán y Q. Roo), Región Costa del Pacífico (Sinaloa, Nayarit, poniente de Jalisco y Michoacán, Colima, parte de Oaxaca, Guerrero, Chiapas), Región del Altiplano (Tlaxcala, Puebla, México, Morelos, Distrito Federal, Guanajuato, Aguas Calientes, oriente de Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, poniente de Hidalgo y Querétaro y, la región media de San Luis Potosí) y La Región del Golfo (Tabasco, Tamaulipas, la región Huasteca de San Luis Potosí, Hidalgo y Querétaro y, Veracruz) (SAGARPA, 2010b).

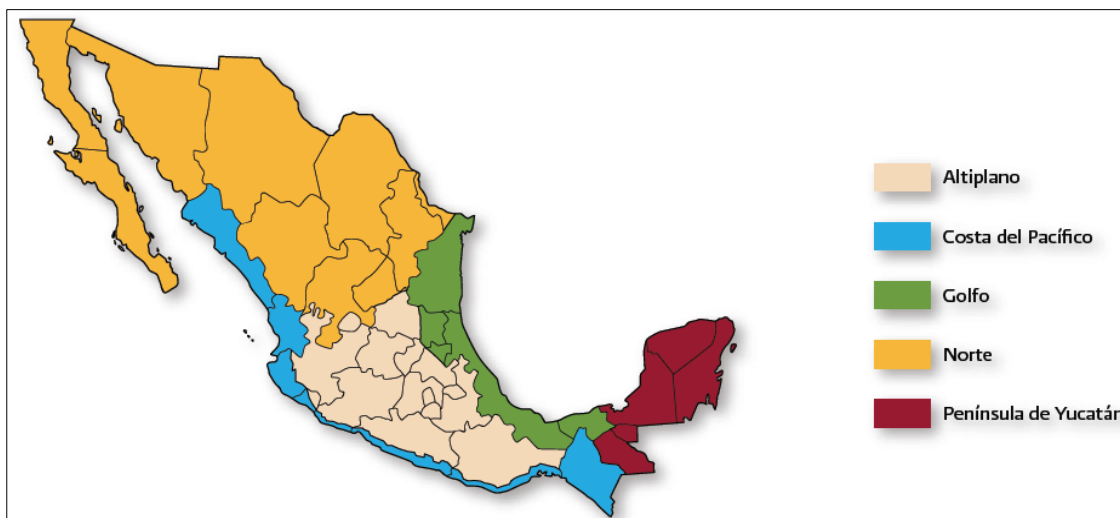


Figura 11. Regiones apícolas de México. Fuente Coordinación General de Ganadería SAGARPA (2010).

3.2 Situación apícola del estado de Veracruz

Veracruz pertenece a la Región del Golfo siendo el principal productor de miel de esta región. La variedad de climas que se presentan en el estado permite una heterogeneidad en la vegetación (Soto y Giddings, 2011) que lo convierte en una región potencial para el desarrollo de la apicultura. Para el 2014 el estado reportó una producción anual de 4 124 toneladas de miel, que lo posiciona en el quinto lugar a nivel nacional. En la última década ha alcanzado su mayor valor de producción de 6 773 ton de miel en el 2003 y el menor valor de 3 383 toneladas en el 2007 (Figura 12) (SIAP, 2015).

En Veracruz se distinguen cuatro zonas biogeográficas productoras de miel (SAGARPA, 2013): La Región Central y de Los Tuxtlas que obtienen el 80% de la producción total de miel y que incluye a los municipios de Coatepec, Teocelo, Xico, Xalapa, Villa Aldama, Altotonga, Atzalan, Perote, Martínez de la Torre y Tlapacoyan para la región centro y la región de Los Tuxtla incluye San Andrés Tuxtla, Santiago Tuxtla, Hueyapan de Ocampo y Catemaco (Hernandez, 1998).

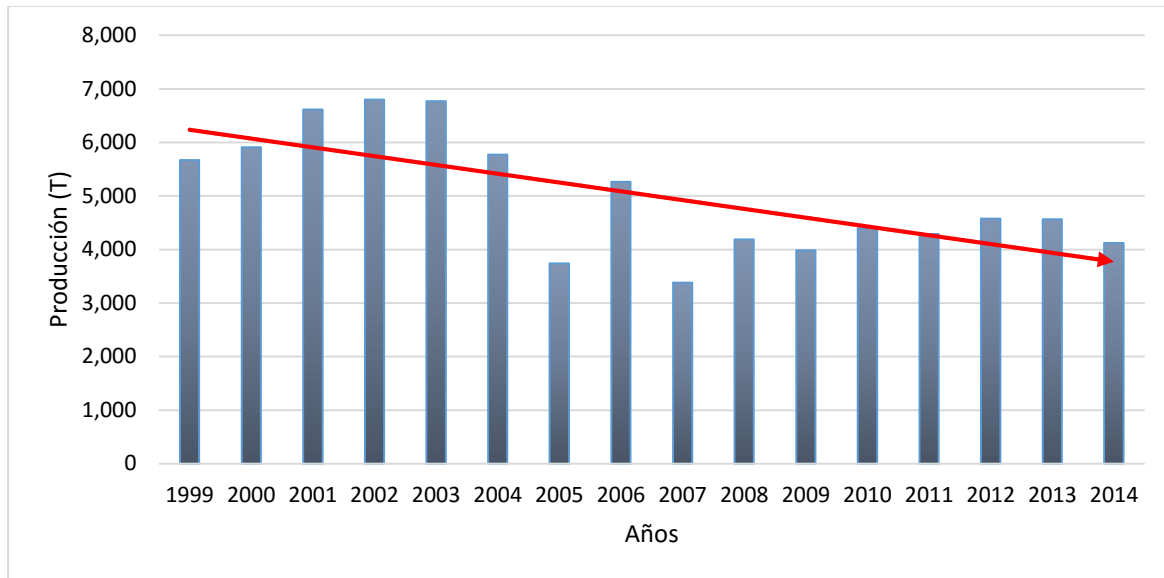


Figura 12. Tendencia de la producción estatal de miel en Veracruz SIAP (2015).

Por su parte la Zona Norte o Región Huasteca y el Sureste, obtienen el 20% restante de la producción de miel del estado donde se incluyen los municipios de Huayacocotla y Chicontepec para la región Huasteca, en tanto para la región sureste se contemplan los municipios de Acayucan y San Juan Evangelista (Hernandez, 1998).

El estado de Veracruz posee una superficie continental de 7 182 040 km² de los cuales 145 630.5 km² pertenecen a superficie agrícola sembrada (INEGI, 2014) y su condición orográfica le confiere una variedad de climas que permiten el desarrollo heterogéneo de la vegetación (Soto y Giddings, 2011).

A pesar de la regionalización de zonas apícolas, de forma empírica los apicultores reconocen tres grandes regiones: la zona norte, centro y sur, siendo la región centro la principal zona de producción apícola debido a su diversidad florística y ecosistémica. Del total de su superficie 244.86 km² (4.13%) son bosques, 1.37 km² es selva (0.023%), 101.88 km² es matorral (1.72%) y 2 698.68 km² (45.45%) son agroecosistemas (INEGI, 2014).

Los agroecosistemas permiten a las abejas distribuirse temporal y espacialmente para aprovechar las floraciones de diferentes cultivos (por la trashumancia) como es el caso de los cítricos, (*Citrus sinensis* y *C. paradisi*) que permiten la obtención de mieles con las

características propias de la floración y las plantaciones de café, (*Coffea arábica*), así como las floraciones de las especies de plantas silvestres.

Por lo anterior los apicultores de la región Centro, principalmente practican la apicultura trashumante, siguiendo periodos de floración dentro y fuera del estado (Puebla y Tlaxcala), obteniendo cinco tipos de mieles principales a lo largo de un ciclo anual (Cuadro 4), (PRONATURA Veracruz, 2010). Sin embargo, de acuerdo a la especificidad de la floración de cada zona estas rutas pueden variar.

Cuadro 4. Tipos de mieles recolectadas en la región Centro del estado de Veracruz (PRONATURA Veracruz, 2010).

| Tipo de miel | Lugar | Temporada |
|-------------------------------------|---|----------------------|
| Miel de Naranjales o miel de azares | Martínez de la Torre (cultivos de cítricos) | Enero-Febrero |
| Miel de cafetal | Xalapa (bosque mesófilo) | Marzo-Abril |
| Miel de manglar | Alvarado (bosque de manglar) | Mayo-Julio |
| Miel mantequilla | Orizaba, Perote (altiplano) | Agosto-Noviembre |
| Miel de campanilla | Selva Espinoza o Selva baja caducifolia | Septiembre-Noviembre |

3.3 Tipología de Apicultores

En un mismo país o región se encuentran diferentes factores fisicobiológicos, socioeconómicos y culturales, que hacen necesario identificar sus distintas combinaciones en relación con las diferentes unidades de producción.

Los apicultores no son la excepción, por ello diferentes autores proponen tipificaciones de acuerdo al espacio y tiempo en que se ubique cada uno con base al contexto que se aborde y los objetivos que se persigan. Dichas tipologías utilizan desde métodos etnográficos hasta muestreos con análisis estadísticos.

Cajero (1999), propone una tipificación de apicultores para México en los que considera variables etnográficas sobresalientes, como: a) grado de tecnología, b) volumen de

producción y 3) número de colmenas principalmente, como ejes de la clasificación, agrupando a los apicultores del país es tres categorías siguientes:

1. **Tecnificados.**- Incorporan adelantos tecnológicos de vanguardia e incluso generan tecnología propia de acuerdo a las características de su región. Realizan trashumancia. Aportan el 30% de la producción nacional de miel, obteniendo rendimientos de 60 a 70 kg por colmena
2. **Semi-tecnificados.**- manejan diferentes grados de tecnificación de acuerdo a su región, producen el 50% del volumen nacional con 30 a 45 colmenas por apicultor y obtienen un rendimiento de 30 a 45 kg por colmena.
3. **Tradicionales.**- Practican esta actividad como complementaria. Utilizan poca tecnología y realizan un tipo de manejo ancestral, poseen de 10 a 60 colmenas con un rendimiento de 15 a 20 kg por colmena.

Por su parte De Layens y Bonnier (2001) citan que los apicultores deberían de tipificarse de tantas formas sea posible de acuerdo al objetivo deseado y al método empleado. Su propuesta es una clasificación general basada en: a) el tiempo dedicado a la actividad, b) el volumen y c) el destino u objetivo de la producción. Con base en ello proponen tres tipos de apicultores, siendo los siguientes:

1. **El apicultor rural.** Es aquel que no puede dedicar mucho tiempo a las abejas, por lo que debe de adoptar un método que requiera poca vigilancia pero que ofrezca una buena cosecha de miel.
2. **El apicultor profesional.** Dependiendo de la región donde se encuentre, el apicultor de oficio producirá miel de la castra, miel en secciones o se dedicara a la cría de abejas. Deberá poseer una gran cantidad de colmenas, pero no deberá instalarlas todas en el mismo lugar, pues las abejas al ser muy numerosas no podrán aportar una recolección suficiente por colmena. Está comprobado que en una región lo suficientemente melífera es una medida prudente no sobrepasar las cincuenta colonias, además el colmenar no deberá estar cerca de otro importante.

El apicultor profesional deberá colocar los colmenares a distancias de varios km entre cada uno.

3. **El apicultor aficionado.** No tiene como principal objetivo la explotación comercial, podrá utilizar el sistema de colmenas que más le guste, también podrá utilizar todas las herramientas accesorias que no se utilizan en la práctica diaria. El mejor consejo que podría recibir a favor de la apicultura es dedicar parte de su tiempo cuando ya tenga experiencia sobre diversos aspectos del tema.

En el estado de Yucatán Magaña *et. al.*, (2007) realizaron la caracterización socioeconómica de la actividad apícola, donde reportan las características sociales como las más sobresalientes que propician una baja rentabilidad, competitividad y que impiden el desarrollo empresarial de dicha actividad, destacando que la práctica apícola del estado se presenta en pequeñas unidades de producción como una actividad secundaria manejada por apicultores de edad avanzada y bajo nivel de estudio.

Pacheco-Araneda (2008) en su tesis sobre el nivel de infestación de nosemosis y su relación con el tipo de apicultor, plantea una tipología de apicultor basado en un Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM), en el cual selecciona ocho variables con diferentes modalidades o categorías de respuesta (Cuadro 5) que proporcionaron la información correspondiente para su posterior análisis.

Cuadro 5. Variables utilizadas para la tipología con base ACM, Pacheco (2008).

| Variable | No de modalidades o categorías |
|---|--------------------------------|
| 1. Educación | 5 |
| 5 Tipo de apiario | 3 |
| 6 Realiza recambio de reinas | 2 |
| 7 Compra reinas | 2 |
| 8 Forma núcleos para hacer crecer su colmenar | 2 |
| 9 Produce núcleos con reina fecundada | 2 |
| 10 Presentó cría tiza la última temporada | 2 |
| 8. Recibe asistencia técnica | 3 |

El análisis de las variables arrojó una tipología de tres grupos principales de apicultores que Pacheco-Araneda (2008) determina de la siguiente forma:

- **Clase 1.** Concentra el 37% de los apicultores encuestados. Se caracterizan por tener educación media, y recibir algún tipo de asistencia técnica esporádica.
- **Clase 2.** Concentra el 30% de los apicultores. Son apicultores que no reciben asistencia técnica, tienen un nivel de educación técnico y superior, no forman núcleos con reina fecundada, compran y recambian reinas, utilizan apiarios trashumantes, fijos y ambos (trashumante-fijo).
- **Clase 3.** Concentra el 33% de los encuestados. Posee educación básica, no recambian ni compran reinas, no forma núcleos con reina fecundada, poseen apiario fijo, reciben asistencia técnica permanente y no forma núcleos para hacer crecer su colmenar.

Aunque Pacheco, (2008) empleó herramientas de análisis estadístico, como se ha mencionado en párrafos anteriores se pueden estructurar tipologías en cada región de acuerdo a las características de los apicultores y el objetivo deseado.

Souza y Amaro (2011), realizan un ensayo en el que proponen que para iniciar una línea base para la caracterización de apicultores en el estado de Morelos a través de Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Se requiere incluir variables sociales, económicas, inventarios (colmenas e instalaciones), paquete tecnológico (manejo y componentes tecnológicos) y de comercialización e inversiones.

Los trabajos anteriores proponen diferentes variables que fungen como base para crear una clasificación de apicultores (Cuadro 6) y aproximarse de una forma más exacta a la situación actual de los productores móviles y fijos, que permitan distribuir de manera dirigida los apoyos vigentes por las instituciones correspondientes en base a las necesidades de los apicultores de cada región.

Cuadro 6. Comparación de variables de tres tipologías de apicultores en México.

| CARACTERÍSTICAS | VARIABLES | *T1 | **T2 | ***T3 |
|--------------------|--|-----|------|-------|
| 1 SOCIALES | Nivel de escolaridad | X | X | X |
| | Experiencia (años) | | X | X |
| | Edad | X | X | X |
| | Alfabetización | | | X |
| | Organización apícola | | | X |
| | Numero de dependientes económicos | | | X |
| | Organización no apícola | | X | X |
| | Numero en el padrón ganadero | | | X |
| 2 ECONÓMICAS | Aportación de la apicultura al ingreso | X | | |
| | Orientación productiva apícola (subproducto) | | X | X |
| | Mercado destino de la miel | | X | X |
| | Vía de comercialización (a quien le vende) | | X | X |
| | Tipo de tenencia de la tierra | X | | X |
| | Tipo de tenencia de las colmenas | | | |
| | Trabajo extra finca | X | | X |
| | Personas que trabajan en el apiario | | | |
| | Volumen de producción comercializada | X | | X |
| | Valor de la producción (ingreso) | | X | X |
| | Comercialización de otro subproductos | | | X |
| Numero de colmenas | X | | X | |

| | | | |
|-------------------------------|--|---|---|
| | Numero de apiarios | X | X |
| | Proveedor de insumos | | |
| | carreteras y caminos de acceso | | X |
| | Distancias de la casa al apiario | | X |
| | Numero de colmenas perdidas el último año | | X |
| | Valor agregado y transformación en otros subproductos | | X |
| | Tipo de inversiones en la unidad apícola | | X |
| | Material del ahumador | X | X |
| | <hr/> | | |
| | Tipo de producción | | |
| | Análisis de calidad | X | |
| | Tipo de apicultura | X | X |
| | Tipo y Características de trabajo extra finca | | X |
| | Instalaciones para la producción, acopio, extracción y envasado de la miel y subproductos. | X | X |
| | Maquinaria y equipo apícola | X | X |
| PRODUCTIVAS Y TECNOLOGICAS | Recambio de cera estampada | X | X |
| | Recambio de reinas | X | X |
| | Raza de reinas | | X |
| | Origen de las reinas | X | X |
| | Formación de núcleos | X | |
| | Método para incrementar las colmenas | X | |
| | Método de identificación de las colmenas | X | X |
| | Fuentes de agua | | X |
| | Tipo de plagas y enfermedades | | X |

| | | | |
|-------------|--|---|---|
| | Control de plagas | | X |
| | Control de enfermedades | | X |
| | Pruebas de diagnóstico de plagas y enfermedades | | X |
| | Antecedentes de capacitación y asistencia técnica | X | X |
| | Registro ante el Sist. Nac. De Identi. de la Miel | | X |
| | Otros registros | | |
| | Tipo de actividades realizadas en el apiario | | |
| | Frecuencia de cada actividad | | X |
| | Tipo de alimentación artificial | | X |
| | Frecuencia de alimentación | | X |
| AMBIENTALES | Prácticas de rehabilitación y conservación de agostaderos, pastizales y praderas | | X |

*T1 (Magaña *et. al.*, 2007) **T2 (Pacheco, 2008), ***T3 (Línea base INIFAP, 2011).

3. 4 El cambio climático y su efecto en la biodiversidad

En México el crecimiento poblacional, la urbanización caótica, la acidificación de los océanos, la generación de desechos sólidos y líquidos, así como la reducción de la biodiversidad, son los principales impulsores que acrecientan el cambio climático. Lo que impacta las zonas rurales y la producción agropecuaria, ocasionando un desequilibrio en la clase socio-política y ambiental generando inquietud e incertidumbre entre la población sobre el hombre y la biodiversidad (Sánchez *et al.*, 2011).

Ochoa-Ochoa (2012) citan que unos de los efectos más evidentes del cambio climático en el país es la fragmentación de hábitat que ha sido reconocida como la principal causa de pérdida en la diversidad terrestre, por lo que el cambio climático puede convertirse en la mayor amenaza en las próximas décadas para el país.

El estado de Veracruz se promulgo el Programa Veracruzano ante el Cambio Climático (PVCC), que surge de investigaciones realizadas por expertos que analizaron el impacto del cambio climático en el sector agropecuario, las áreas naturales y la sociedad urbana;

planteando perspectivas desalentadoras que incluyen el desplazamiento y extinción de especies de plantas y animales así como la modificación o sustitución de ecosistemas a nivel regional. (PVCC, 2009).

Haciendo necesario conocer la respuesta de las especies de interés agropecuario, en los ejes citados por Bellard (2012) y que pudieran afectar o poner en riesgo la seguridad alimentaria (Jorquera y Orrego, 2010; Tirado *et al.*, 2010).

Con base en este contexto estos cambios han sido evaluados en los últimos años a través de los modelos de predicción climática que incluyen múltiples variables bajo los diferentes escenarios de cambio climático (Jorquera y Orrego, 2010). Alvarado *et al.* (2002) citan que el principal impacto sobre la vegetación se refleja en la fenología de las mismas, principalmente por la variación en la temperatura y la acumulación de CO₂.

Por su parte Gordo y Sanz (2005) evaluaron la respuesta de las fases fenológicas de 45 especies vegetales (25 cultivadas y 20 nativas) con una base de datos climáticos de temperatura y precipitación de 1943 al 2003, reportando que los incrementos en la temperatura fueron el principal factor que impactó en las floraciones de primavera principalmente en el mes de marzo.

La tendencia al incremento de las temperaturas globales hace necesario evaluar su impacto en las especies cultivadas. Por ello Jorquera y Orrego (2010) calcularon los cambios fenológicos de *Vitis vinífera* L. a través de modelos denominados AOGCM (*Atmospheric and Ocean Global Climatic Model*) sugiriendo en términos generales un adelanto de las fases fenológicas en el escenario menos cálido (B2) así como la falta de capacidad de los espacios actuales para el desarrollo del cultivo.

Con respecto a los insectos los efectos del cambio climático influyen substancialmente en el desarrollo y distribución de las especies; por generalista que estas sean presentan sus poblaciones distribuidas en fragmentos espaciales discontinuos, poniendo en evidencia los límites de tolerancia a factores ambientales (Bravo *et al.*, 2011).

Las variaciones en la temperatura y la precipitación involucran: cambios en la distribución geográfica, en el crecimiento poblacional, en el número de generaciones, en temporadas

de desarrollo más amplias, en cambios fenológicos e intra-específicos en la relación planta-insecto y riesgo por la invasión de nuevas plagas (Ladány y Horváth, 2010; Norbury *et al.*, 2015).

La plaga del tórtrix de las yemas de la picea (*Choristoneura fumiferana*) es un defoliador en los bosques de coníferas en el norte de Estados Unidos de América y el este de Canadá quien debido a los incrementos de temperatura se prevé que invadirá de un 15% a más de un 75% en el 2050 la población de encinares, ampliando su zona de distribución en esos bosques (Regniere, 2009). Por otra parte, las especies del orden Lepidoptera de los bosques de Europa se prevé que cambian su distribución hacia el norte del continente (Wilson y Maclean, 2011), como la plaga procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*) que ha visto favorecida en su expansión hacia áreas de latitudes más elevadas por efecto del cambio climático global (Hódar *et al.*, 2012).

Otros impactos involucran especies benéficas como son las abejas de miel empleadas en la apicultura, las cuales presentan cambios desde los estados fisiológicos hasta los de comportamiento. La alteración del ambiente floral puede definir una nueva distribución de las abejas interviniendo en las relaciones de competencia entre especies y razas, así como la de parásitos y patógenos asociados. Lo que afecta el manejo en la apicultura forzando a los apicultores a cambiar sus métodos y mover sus colmenas a nuevas áreas de alimentación (Le Conte y Navajas, 2008).

Delgado *et al.* (2012) proyectaron una reducción en el rendimiento promedio de miel, así como pérdidas en la superficie de apta para el desarrollo de la apicultura en Puerto Rico, con el uso de modelos de proyección climática de ensamble ilustraron los posibles efectos del cambio climático en la apicultura, así como en los servicios ambientales que con lleva.

Por tanto, para entender los factores que favorecen los cambios en las abejas y en la apicultura será necesario llevar a cabo investigaciones orientadas a los posibles cambios inducidos por los cambios ambientales y la intervención humana.

4. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Las evidencias de los impactos potenciales del cambio climático son cada vez más concretas, investigaciones recientes muestran el riesgo en la interacción biológica entre las especies de plantas e insectos asociados a ellas, lo que genera una red imbricada de un problema complejo integrada por diferentes aspectos multidisciplinarios.

Por lo anterior, los impactos potenciales del cambio climático sobre la apicultura versan sobre una red que involucra aspectos biológicos, económicos, sociales y políticos, no más relevante uno de otro, pero estrechamente interrelacionados. En este capítulo se presentan alguno de los efectos del cambio climático en la apicultura, así como los puntos más relevantes de los cuatro aspectos anteriormente mencionados desde una perspectiva generalizada dentro de esa actividad productiva.

4.1 Efectos del cambio climático en la apicultura

La apicultura es una actividad pecuaria que se basa en el manejo de las abejas (*A. mellifera* L.) y que depende de adecuadas condiciones climáticas para su óptimo desarrollo. En los últimos tres años la producción de miel ha disminuido, lo que se atribuye al cambio climático en cuestión de temporales erráticos y heladas tempranas que no favorecen el óptimo desarrollo de la floración (Contreras-Escareño *et al.*, 2013). En base a ello las variaciones en el estado del tiempo generan una intrincada red de situaciones que se tornan en un sistema complejo donde interactúan cuatro aspectos principalmente: 1) biológico, 2) económico, 3) social y 4) político; que requieren de propuestas que coadyuven al planteamiento de soluciones integrales que no sean contradictorias ni excluyentes.

4.1.1 Aspecto Biológico

Por la relación directa de la apicultura con las condiciones climatológicas que se presentan como la variación en la temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial; tanto en la fisiología del insecto como en la afluencia de néctar y polen en las plantas, se crea una sincronía entre la fenología de cultivos y la dinámica poblacional de los polinizadores (Ma y Ma, 2012).

De esa relación depende en mayor porcentaje, la productividad de los apiarios. De presentarse condiciones desfavorables se generarán pérdidas de colmenas y de sitios apícolas, orillando a una búsqueda de nuevos predios para establecer las colmenas o incursionar en rutas alternativas de pecoreo buscando floraciones adecuadas para la alimentación de las abejas (Coro, 2009; Pico, 2011).

Aunado a lo anterior, las variaciones en la sincronía de las floraciones altera el crecimiento poblacional de la colmenas, pues no permite que, estén lo suficientemente fuertes y preparadas para salir a pecorear, consumir y almacenar el alimento disponible, ocasionando pérdidas en la producción de miel (Ladány y Horváth, 2010; Pico, 2011; Bellard *et al.*, 2012).

Por su parte, la presencia de sequías prolongadas puede reducir la cantidad de flores, provocando disminución en la cantidad de alimento (néctar y polen) disponible para las abejas y por consecuencia una reducción en la frecuencia de visitas del polinizador (Coro, 2009), reduciendo así la posibilidad de la planta de ser polinizada para su reproducción. Ante esto Quesada (2010), cita, que la presencia de sequías por el cambio climático (CC) tiene un efecto negativo sobre la sincronía de las plantas y las abejas.

Las condiciones de calor prolongado obliga a la mayoría de las abejas a trabajar recolectando mayor volumen de agua y a ventilar la colmena para que ayuden a regular la temperatura de la misma, descuidando el resto de las labores dentro la colmena incrementando la vulnerabilidad ante factores etiológicos como plagas y enfermedades (Coffey *et al.*, 2010), que de no tratarse de forma adecuada pueden llegar a destruir todo el apiario (Ezpinoza, 2004).

Cuando las temperaturas bajas se presentan y se mantienen por periodos prolongados aumenta la probabilidad de que la colonia muera de inanición (por la escasez de alimento) y aumenten las enfermedades dentro de ella. Las heladas repentinas y la presencia de abundantes lluvias torrenciales en épocas de floración, detiene el flujo de néctar y reduce las concentraciones de azúcares necesarios para la producción de miel.

4.1.2. Aspecto Económico

La disminución de alimento limita el desarrollo óptimo de la colmena y se traduce en una escasa o nula cosecha para el apicultor, quien debe de modificar sus labores de manejo en el apiario e incrementar los costos de producción, impactando negativamente en su economía.

El cambio climático (CC) impacta económicamente en la apicultura ya que obliga al apicultor a incrementar el número de revisiones de rutina, que requieren un gasto extra en transporte y tiempo, con el objetivo detectar cambios fisiológicos en el apiario que incrementen la vulnerabilidad a enfermedades, plagas o parásitos (Guzmán y Correa, 2012), así como el comportamiento de la población por escases de alimento.

Lo anterior es un efecto nocivo en el desarrollo de la colmena por la merma en los volúmenes de producción. El no detectar y tratar una enfermedad a tiempo obliga al apicultor a realizar gastos que van, desde la adquisición de tratamientos hasta la compra de nuevos núcleos o reinas (Guzmán y Correa, 2012) para remplazar las colmenas muertas.

Esto ocasiona una baja en la rentabilidad de la apicultura que de acuerdo a lo encontrado por Magaña y Leyva (2011) la estructura de los costos de producción se compone mayoritariamente por los costos variables (67.1%) que pueden reducir la rentabilidad y la participación de la actividad en el sector pecuario (SAGARPA, 2010a).

4.1.3 Aspecto Social

El CC ocasiona conflictos territoriales entre los apicultores, en dos sentidos principales: 1) la invasión de sitios de pecoreo y 2) cuando se instalan colmenas (en lugares) muy cercano uno del otro (propiedad de otro apicultor). Lo anterior ocasionado por una falta de coordinación y una ética de trabajo deteriorada. Provocando saturación de sitios de pecoreo, reducción en la productividad, “pillaje” o robo de alimento entre las abejas y transmisión de enfermedades o plagas (SAGARPA, 2013).

La falta de capacitación sobre los riesgos sanitarios en los que incurre el apicultor al movilizar su apiario, ocasiona daños colaterales a otros productores, generando un escenario de desconfianza entre los miembros del gremio.

Como parte del sector pecuario la apicultura se enfrenta a la problemática generalizada del agro mexicano, abandono de la actividad y una población de productores mayores de edad o envejecida. Debido a la incertidumbre climática que enfrentan los apicultores no se puede garantizar que los volúmenes de producción que obtendrán y que el monto de capital a invertir se mantenga estable. Ante esto, algunos apicultores abandonan la actividad y no cuentan con mano de obra de remplazo. Lo anterior ocasiona un panorama de actitud negativa, que interviene a niveles cognitivos en el apicultor de forma individual y en su propio comportamiento dentro de un grupo social (Ovejero, 1995).

4.1.4 Aspecto Político

La falta de una actividad de gestión que sirva de enlace entre los apicultores y las instituciones; así como la problemática que se percibe en las propias instituciones encargadas de coordinar y administrar los recursos del sector apícola del estado, generan conflictos del orden político.

La deficiente acción de gestión de las instituciones, no contempla planes que incluyan los aspectos significativos (ambientales y económicos) de la apicultura en base a las necesidades de cada región. Las estrategias de mitigación hacia los impactos del CC no se proponen en base a estudios científicos o mínimamente contemplando la información disponible de expertos en su ramo a través de un respaldo en trabajos de investigación científica.

Los efectos causados por el CC son mayores a las acciones que realiza el estado para su mitigación. Los aspectos biológicos, económicos y sociales han sobrepasado la capacidad institucional que sigue operando bajo un enfoque tradicionalista y generalizado y sin otorgar la importancia que merece el tema.

Esta problemática genera escasas labores para organizar a los apicultores; la falta de un modelo de transferencia adecuado ocasiona que los productores no se empoderen de la propuesta y se motiven a ser su propio agente de cambio. Sin embargo, se considera que para lograr esos aspectos es necesario que las instituciones cuenten con el respaldo de instituciones de investigación que con evidencia científica contribuyan a la toma de

decisiones, que permita mejorar el financiamiento y los apoyos de forma dirigida en el sector.

Con base a los planteamientos de los tres capítulos anteriores (el marco conceptual y teórico, el marco de referencia y la situación problemática) se planteó la pregunta de investigación siguiente:

¿Cuál será la movilidad espacio-temporal de la apicultura en la región centro del estado de Veracruz a corto (2021-2030), mediano (2041-2050) y largo plazo (2051-2060) debido a los cambios de la temperatura y precipitación por efecto del Cambio Climático de acuerdo al modelo de ensamble regional SICC; así como la disonancia cognoscitiva en los diferentes tipos de apicultores en respuesta a fenómeno?

De tal forma que la información generada puede proporcionar una mejor comprensión de los factores bioclimáticos que limitan la producción de miel y de esta manera se puede ayudar a los apicultores para hacer frente a las nuevas condiciones ambientales, a través de políticas públicas dirigidas a las necesidades que cada tipo de productor requiere.

5. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

5.1. Hipótesis General

La apicultura de la región centro del estado de Veracruz tendrá una movilidad espacio-temporal, a mediano (2041-2050) y largo plazo (2051-2060) por las variaciones en la temperatura y precipitación, como efecto del cambio climático de acuerdo al modelo de ensamble regional SICC; generando una disonancia cognoscitiva (percepción, actitud y comportamiento) diferenciada de acuerdo a los tipos de apicultores.

5.1.1. Hipótesis Particulares

1. La flora melífera indicadora del centro del estado de Veracruz tendrá una movilidad espacio-temporal en el mediano (2041-2050) y largo plazo (2051-2060), por las variaciones en la temperatura y precipitación como efecto del cambio climático.
2. La zona de confort actual de *Apis mellifera* L. en el centro del estado de Veracruz tendrá una movilidad espacio-temporal en el mediano (2041-2050) y largo plazo (2051-2060), por las variaciones en la temperatura y precipitación como efecto del cambio climático.
3. Los apicultores presentarán una disonancia cognoscitiva diferenciada ante los riesgos que presenta la apicultura por los efectos del cambio climático de acuerdo a sus características sociales, económicas y productivas.

5.2. Objetivo General

Conocer la movilidad espacio-temporal de la apicultura en la región centro del estado de Veracruz en el corto, mediano (2041-2050) y largo plazo (2051-2060) por las variaciones en la temperatura y precipitación como efectos del cambio climático, de acuerdo al modelo de ensamble regional SICC, así como la disonancia cognoscitiva (percepción, actitud y comportamiento) en los tipos de apicultores ante ese fenómeno.

5.1.1 Objetivos específicos

1. Conocer la movilidad espacio-temporal de la flora melífera indicadora de la región centro del estado de Veracruz, en el corto (2021-2030), mediano (2041-2050) y largo plazo (2051-2060), por las variaciones en la temperatura y precipitación

como efecto del cambio climático de acuerdo al modelo de ensamble regional SICC.

2. Determinar la movilidad espacio-temporal de *Apis mellifera* L. de acuerdo a su zona de confort en el corto (2021-2030), mediano (2041-2050) y largo plazo (2051-2060) por las variaciones de temperatura y precipitación como efecto del cambio climático de acuerdo al modelo de ensamble regional SICC.
3. Conocer la disonancia cognoscitiva entre percepción, actitud y comportamiento ante los riesgos que presenta la apicultura por efecto del cambio climático en los diferentes tipos de apicultores de acuerdo a sus características sociales, económicas y productivas.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se incluyeron tres apartados para describir los materiales y métodos con los que se realizó la presente investigación. En el primer apartado se hizo referencia a la ubicación geográfica del área de estudio; en el segundo se presentaron los criterios para la selección del tamaño de la población muestreada y el tercero, en el que se incluyó la operacionalización de cada una de las hipótesis particulares.

6.1 Ubicación del área de estudio

El área de estudio comprende la región centro apícola del estado de Veracruz ubicada entre los $97^{\circ} 27' 0''$ y los $95^{\circ} 26' 41.9''$ de longitud norte y una latitud oeste de $18^{\circ} 31'$ (Figura 13). Esta región incluye 20 municipios: Altotonga, Alvarado, Atzacan, Boca del Rio, Coatepec, Comapa, Córdoba, Cosautlán de Carvajal, Emiliano Zapata, Ixhuacán de los Reyes, Jalacingo, Martínez de la Torre, San Rafael, Soledad de doblado, Teocelo, Tlapacoyan, Veracruz, Xalapa, Xico y Zentla. Del total de su superficie 244.86 km^2 (4.13%) son bosques, 1.37 km^2 (0.023%) es selva, 101.88 km^2 (1.72%) es matorral y 2698.68 km^2 (45.45%) son agroecosistemas.

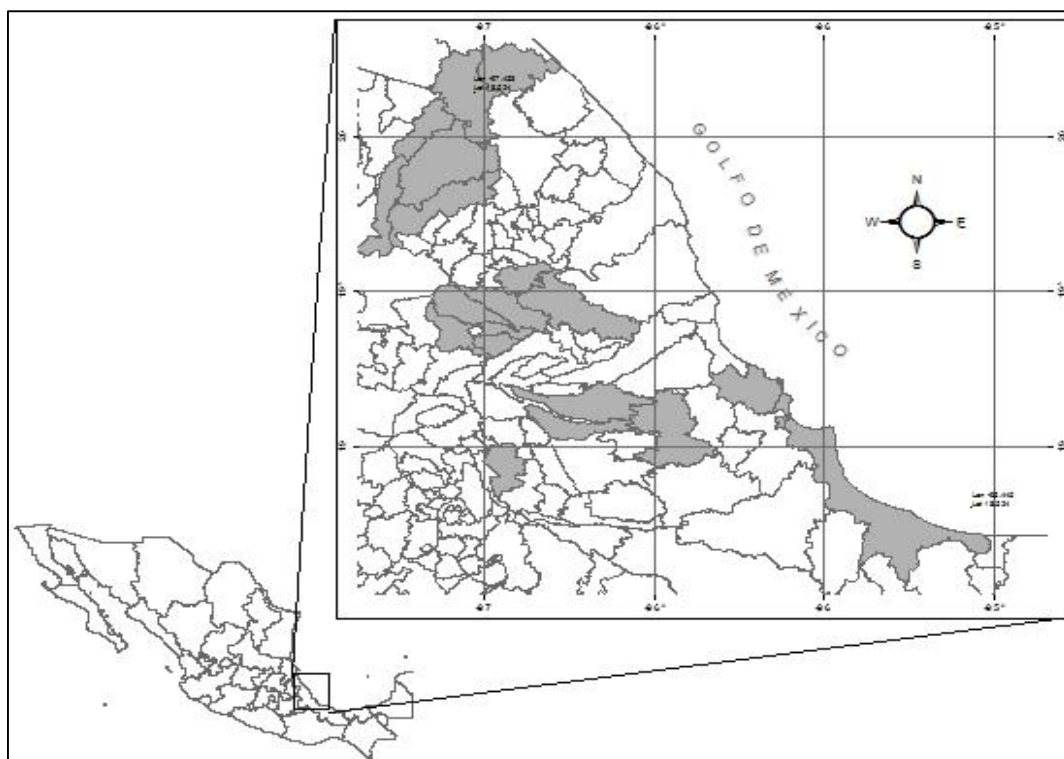


Figura 13. Ubicación del área de estudio.

6.2 Selección de la muestra

Dado que no se contaba con un censo apícola oficial de la región centro, se consideró como población muestral los apicultores a quienes se expidió constancia de niveles de infestación de *Varroa destructor* (varroa), emitida por el órgano rector nacional, en la delegación estatal de la SAGARPA, durante el periodo 2012-2013.

Para estimar el tamaño de muestra de la población de $N= 247$ y aplicar los cuestionarios correspondientes para la estructuración de la tipología y la disonancia cognitiva (Anexo 1 y 2), se utilizó la técnica de muestreo aleatorio simple (Scheaffer *et al.*, 1987) para estimar el promedio de colmenas por productor, empleando los estadísticos de la variable número de colmenas (Ecuación 1). El tamaño de muestra se obtuvo aplicando un nivel de confianza del 95%.

$$n = \frac{N\sigma^2}{(N - 1)D + \sigma^2} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde

$N=$ es el número de colmenas registradas

$\sigma=$ es la desviación estándar del número de colmenas registradas por productor

$D= \frac{B^2}{4}$ es el límite del error de estimación

Donde:

$B= 34.4$ y 4 es el valor redondeado del valor $z_{\alpha/2}^2 = 0.025$ de la distribución normal para el cálculo de la muestra a un nivel de confianza de 95% (1.96).

6.3. Operacionalización de las hipótesis

A continuación, se describe la operacionalización de cada hipótesis, donde se definen las variables para que sean medibles y manejables operativamente en factores medibles, que permitan alcanzar los objetivos específicos correspondiente a cada hipótesis.

6.3.1 Operacionalización de la hipótesis particular uno

Para el contraste de la hipótesis específica uno y alcanzar el primer objetivo en el que se planteó que la flora melífera indicadora (FM) del centro del estado de Veracruz tendrá

una movilidad espacio-temporal, hacia latitudes y altitudes más elevadas en el mediano y largo plazo, por las variaciones en la temperatura (t°) y precipitación (Pr) como efecto del cambio climático a través de un modelo de ensamble del SICC; se analizó la función de las siguientes variables:

$$\text{MFM} = f [(t^{\circ}, \text{Pr}) T] \text{ SICC}$$

Donde:

MFM= Movilidad de la Flora Melífera indicadora

t° = temperatura ambiental

Pr= precipitación

T= tiempo en décadas

Definición conceptual

Flora melífera es un término apícola que hace referencia a las especies botánicas de las cuales las abejas se alimentan de néctar y polen. Dentro de este grupo de especies se identificaron las especies principales e indicadoras que aportaron el grueso de la producción de miel y que contaban con una alta ponderación en el número de individuos por hectárea.

La distribución espacial y temporal de ese grupo de plantas estuvo en función del comportamiento de diferentes factores, entre los que se consideró la temperatura promedio anual y la precipitación como factores climáticos, ligados a la producción de miel (Figura 14).

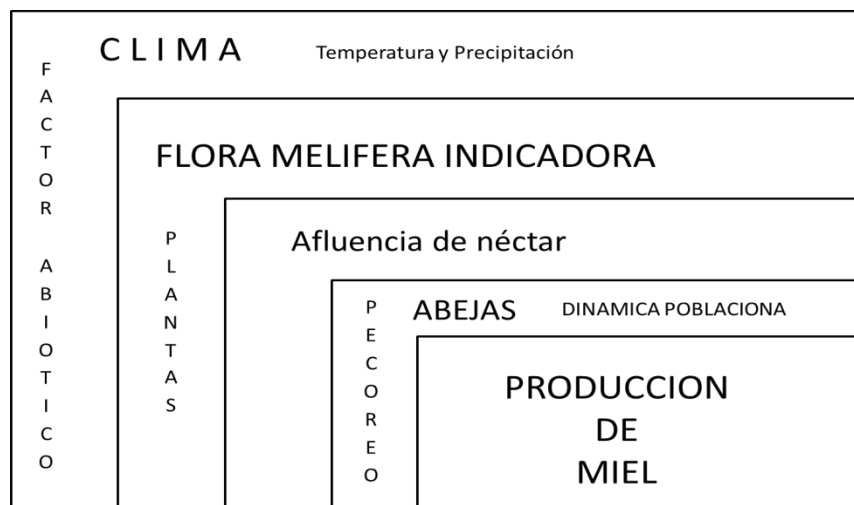


Figura 14. Jerarquización de elementos ambientales necesarios en la apicultura.

Esta información se complementó con los registros de rutas de trashumancia publicadas por PRONATURA Veracruz A.C. en el proyecto “Las mieles de Veracruz” (PRONATURA Veracruz, 2010), mediante los pasos siguientes:

1. Se seleccionaron las especies melíferas indicadoras en las rutas de trashumancia con base a estudios melisopolinológicos, que consistieron en el análisis cualitativo y cuantitativo de los granos de polen contenidos en la miel, realizados por PRONATURA (2012).
2. Los datos se complementaron con información etnográfica de los apicultores sobre las principales floraciones en las rutas de trashumancia, para la elección de las especies botánicas.
3. Se utilizó el método del potencial productivo de cultivos en México empleado por Diaz *et al.* (2012). Con el uso de herramientas de sistemas de información geográfica del medio físico, edafológica (a escala 1:50, 000) y datos del clima (precipitación y temperatura) de la serie III del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), además de la información sobre la fenología vegetal y requerimientos edafoclimáticos de las especies indicadoras como: temperatura, precipitación, altitud y suelos.

Las imágenes fueron elaboradas en el Laboratorio de Agromapas Digitales del Sitio Experimental Teocelo – INIFAP, a través de la sobre posición de mapas temáticos, los cuales se reclasificaron con el uso de una matriz de decisión basado en el método del mínimo de Liebig, en dos niveles: alto (1) y medio (2) de acuerdo los requerimientos edafoclimáticos de las especies (Figura 15) (Ruiz *et al.*, 2011a), se obtuvieron las imágenes para cada especie.

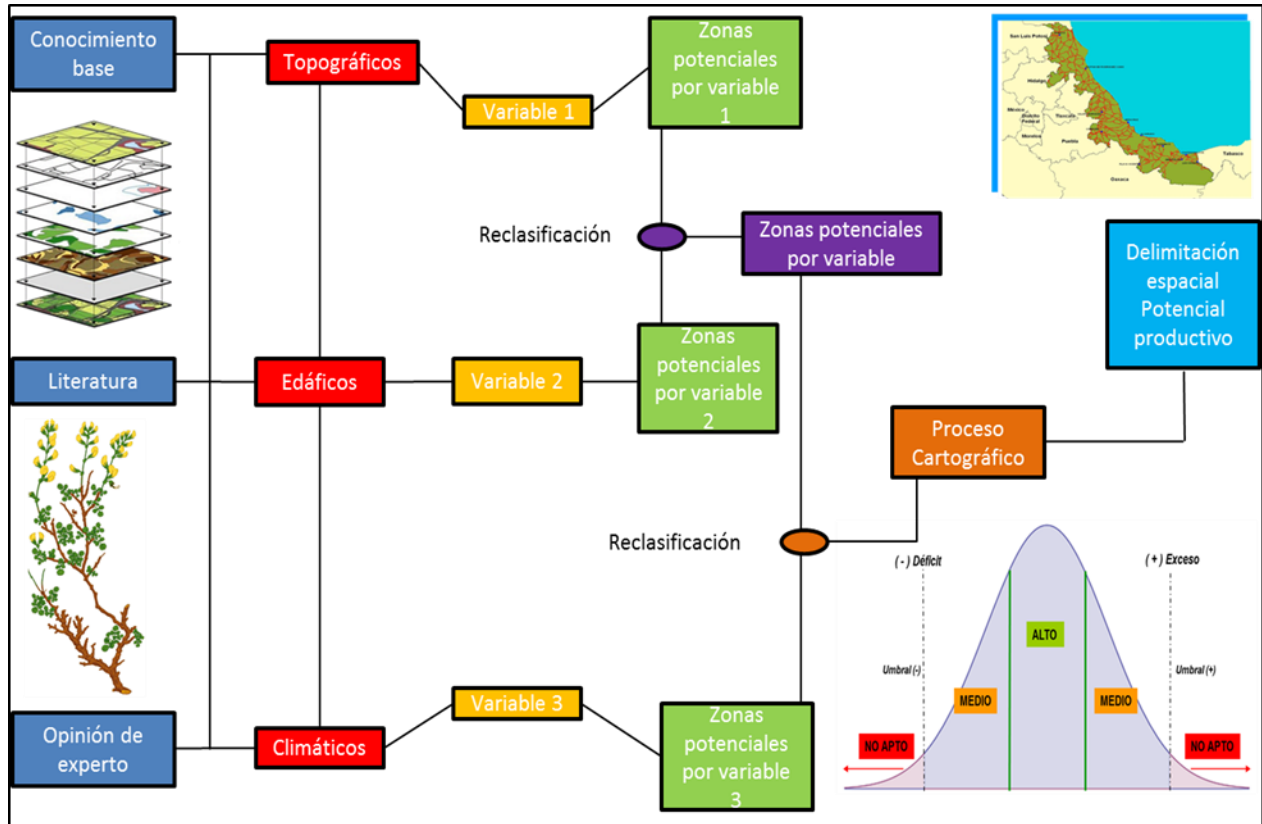


Figura 15. Intersecciones cartográficas para el proceso de delimitación del potencial productivo.

6.3.2 Operacionalización de la hipótesis particular dos

Para el contraste de la segunda hipótesis, donde se planteó que la zona de confort (ZCA) actual de *Apis mellifera* L. en el centro del estado de Veracruz tendrá una movilidad espacio-temporal en el mediano y largo plazo, por las variaciones en la temperatura y precipitación por efecto del cambio climático.

La fase metodológica para probar esta hipótesis se detalla a continuación:

1. Se definió la respuesta en el desarrollo de *A. mellifera* L. a factores climáticos específicos como: la temperatura y humedad relativa; para predecir la amplitud potencial de la actividad apícola en base al “confort” de la abeja. Utilizando el proceso cartográfico empleado para el potencial productivo de las especies melíferas (Figura 15) se determinaron las áreas geográficas con diferente potencial para el desarrollo de las abejas.
2. Se realizó una intersección de los modelos vectoriales resultantes entre plantas y abejas para conocer el área de influencia de la actividad apícola en la región, así como las zonas de confort (áreas con las condiciones óptimas para el desarrollo de las abejas).
3. Para caracterizar la climatología actual se utilizó el sistema de información ambiental nacional (SIAN) del INIFAP, cuya información climatológica representó valores normales históricos del período 1961-1999 (Ruiz *et al.*, 2011a). La simulación de los cambios en el clima por efecto del cambio climático en las décadas del 2021-2030, 2041-2050 y 2051-2060, se basó en el SICC; fundamentado en la utilización del modelo de ensamble propuesto por Magaña y Caetano (2007) con valores climáticos ponderados de 10 Modelos de Circulación General (mpi_echam5, miub_echo_g, csiro_mk3_0, csiro_mk3_5, cccma_cgcm3_1, giss_model_e_r, ncar_ccsm3_0, miroc3_2_hires, mri_cgcm2_3_2a, ukmo_hadcm3). Este ensamble presentó cambios de acuerdo al escenario A2 contenidos en el AR4 publicado por el IPCC. Con una resolución de 90 m x 90 m, este modelo de ensamble permitió trabajar con regionalizaciones de acuerdo a las necesidades de los usuarios.
4. La información de las interacciones se examinó de acuerdo al Análisis de Componentes Principales.

6.3.3 Operacionalización de la hipótesis particular tres

Los apicultores presentaran una disonancia cognoscitiva (DC) diferenciada de los riesgos que presenta la apicultura ante el cambio climático (CC) de acuerdo a sus características sociales (CS), económicas (CE) y productivas (CP).

$$DC= f (CS, CE, CP)$$

Donde:

DC= Disonancia cognitiva

CS= Características sociales del apicultor

CE= Características económicas del apicultor

CP= Características productivas del apiario

Definición de conceptual de la Disonancia Cognitiva (DC)

En términos psicológicos la DC se entiende como la desarmonía o incongruencia interna en el sistema de ideas, creencias y opiniones (cogniciones) sobre el medio, sobre uno mismo o la conducta de uno mismo (Ovejero, 1995).

La DC se interpretó para este trabajo, como el estado de incongruencia que el apicultor mantiene entre la percepción, actitud y comportamiento ante los efectos del cambio climático (Cuadro 7) sobre su actividad productiva, la disposición que pudiera tener para implementar estrategias de adaptación y en los cambios que ha realizado para adaptarse al cambio climático de acuerdo a las características sociales, económicas y productivas que posee (Cuadro 8).

Cuadro 7. Descripción conceptual y operativa de los indicadores de la disonancia cognitiva de los apicultores ante el cambio climático.

| Descripción conceptual | Descripción operativa |
|---|---|
| Percepción. Proceso cognitivo personal de la conciencia que permite el reconocimiento e interpretación de las sensaciones obtenidas del ambiente físico y social, sobre un evento o actividad. | Interpretación del termino Cambio climático Reconocimiento de los efectos del CC en la apicultura |
| Actitud. Condición de vida personal en función a la adaptación e interacción social con el entorno. Por tanto se organiza y renueva a partir de repetidas interacciones por lo que se condenan como | Predisposición de cambios a realizar por los productores en el manejo de la apicultura para adaptar esta actividad al CC. |

evaluaciones del comportamiento ante eventos determinados (Corral, *et al.*,1997)

Comportamiento. Es la manera de proceder en las personas en relación con su entorno o estímulos de manera consiente e inconsciente. Identificación de las diferentes acciones que están realizando los apicultores para adaptar su actividad al cambio climático

Cuadro 8. Definición de variables e indicadores de las características de los apicultores con las que se integra la tipología.

| Características | Variables | Unidad |
|------------------------|---|---------------|
| Sociales | Edad de los apicultores | Numérico |
| | Años de experiencia del apicultor | Numérico |
| | Importancia de la actividad como fuente de ingresos | % frec |
| | Tipo de propiedad del apiario | % frec. |
| | Tenencia de la tierra donde se encuentra el apiario | % frec. |
| | Miembro de alguna organización apícola | % frec. |
| Económicas | Numero de colmas | Numérico |
| | Número de apiarios propios | Numérico |
| | Volumen de producción | Numérico |
| | Objetivo de la producción de miel | % frec. |
| | Mercado donde se comercializa la producción | % frec. |
| | Número de cosechas en un ciclo anual | Numérico |
| | Floración de cada cosecha o temporada | % frec. |
| | El valor de la producción en el mercado | Numérico |
| | Variación del precio por temporada o floración | % frec. |
| Productivas | Quien le enseñó la práctica apícola | % frec. |

| | |
|--|----------|
| Número de horas diarias dedicadas a la actividad | Numérico |
| Mano de obra utilizada en el apiario | % frec. |
| Implementos con los que cuenta el apicultor | % frec. |
| Recibe asistencia técnica para la innovación y procesos de transferencia | % frec. |
| Recibe apoyo para la producción de apícola | % frec. |

Los pasos metodológicos para elaborar la tipología de apicultores y su relación con la disonancia cognitiva correspondiente a la tercera hipótesis fueron los siguientes:

1. Con el uso del programa Statistica© 7 (StatSoft, 2007) se realizó un análisis exploratorio de los datos (Tukey, 1977), además de análisis univariados y bivariados de acuerdo al tipo de variable y escala de medición. Con los análisis anteriores se identificaron 14 variables que tuvieron un índice de correlación superior a 0.50 respecto a la producción apícola.
2. Con las 14 variables identificada, se realizó el análisis de componentes principales (CP) para reducir la dimensión de los datos (Johnson y Wichern, 2007; INEGI, 2010a) y con el que se obtuvo una explicación del 34.3% de la varianza para el primer componente (CP-1) y 12% para el segundo (CP-2). Posteriormente se identificaron las variables con mayor peso en cada componente. Resultando en ocho para el CP-1 y seis para el CP-2.
3. Para la generación de grupos homogéneos se utilizó la técnica propuesta por Dalenius y Hodges (INEG, 2010) con la que se formaron tres grupos y se realizó una representación gráfica. Posteriormente, se hizo un análisis de varianza y pruebas de medias para determinar la diferencia estadística entre grupos de acuerdo a sus variables (Ojeda, 1999). Finalmente, se identificaron a los apicultores de cada grupo y se describieron con base a las características asociadas en la producción apícola.
4. A través de una entrevista en la muestra de la población de apicultores (n=88), se aplicó un cuestionario para explorar la consonancia o disonancia en el sistema de cogniciones (percepción, actitud y comportamiento) de los tipos de apicultores sobre

las afectaciones del cambio climático en la apicultura, así como las estrategias de adaptación y mitigación que practican o pueden llegar a implementarse.

5. Se realizaron análisis univariados a variables de percepción, actitud y comportamiento y análisis bivariado para entender la relación entre ellas.
6. Para las preguntas de actitud, referentes a la disposición de los apicultores para implementar estrategias de adaptación en la producción ante el cambio climático, se estructuraron nueve ítems en escala de Lickert (1935). Las respuestas se codificaron en: Muy de acuerdo (5), De acuerdo (4), Indiferente (3), En desacuerdo (2), Muy en desacuerdo (1). El valor de 3 se consideró como actitud positiva baja y el valor de 5 correspondió a una actitud positiva muy alta.

La fórmula Lickert se define como:

Ecuación 2

$$IL = \frac{PT}{Ni}$$

Donde:

IL= Índice Lickert

PT= Puntuación total

Ni= Número total de afirmaciones

6. Finalmente con la ayuda de análisis bivariados en el programa Statistica© 7, se asociaron las tres cogniciones (percepción, actitud y comportamiento) para explorar la relación entre ellas y la tipología de apicultores.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado los resultados se presentan en tres secciones con base al orden de los objetivos planteados. En el primero se presentan las imágenes y graficas correspondientes a la movilidad de las especies melíferas indicadoras con base a las condiciones climáticas actuales y a las condiciones climáticas proyectadas por el modelo de simulación.

En el segundo apartado de forma similar al primer objetivo se presentan las imágenes y graficas que corresponden a las zonas potenciales de distribución de la especie *Apis mellifera* con base al confort térmico de la abeja, bajo las condiciones climáticas actuales y las condiciones climáticas proyectadas por el modelo de simulación.

En este mismo apartado se realizó el cruce de información entre las imágenes de la distribución potencial de las especies melíferas indicadoras y las imágenes de la distribución de la abeja, con la finalidad de poder visualizar la distribución de las zonas potenciales para el desarrollo de la apicultura, con base a la distribución de la flora melífera.

En el tercer apartado se presenta una tipología apícola con base a las características sociales, económicas y técnico-productivas de los productores de este sector y se visualiza la influencia de estas características con el sistema cognitivo sobre el cambio climático bajo la teoría de la disonancia cognitiva.

Para cerrar cada apartado al final de cada una de las tres secciones se presenta una discusión y síntesis de cada uno de los objetivos que permiten comprender el comportamiento de los resultados obtenidos en esta investigación.

7.1 Movilidad de las especies melíferas indicadoras

A continuación, se presenta una breve descripción de las especies que se eligieron como indicadoras para realizar la proyección del potencial productivo con el modelo de simulación climática para las décadas de 2021-2030, 2041-2050 y 2051-2060.

Estas especies indicadoras se seleccionaron con base a la información proporcionada por PRONATURA AC., así como por la información obtenida de las entrevistas con los

apicultores con relación a las floraciones a las que movilizan sus colmenas, presentando la descripción y requerimiento de cada una de ellas en el apartado de Anexos (Anexo 3). El orden de las especies se muestra con base al periodo de floración que reporta la bibliografía consultada en un ciclo anual disponible para los apicultores trashumantes y de acuerdo a la información que los apicultores reportaron, observando que la floración con mayor aprovechamiento es la multiflora de primavera (Figura 16).

De forma sucesiva a la descripción se presenta de forma condensada las variables empleadas para la elaboración de los mapas de potencial productivo. Estas variables fueron las mismas para cada especie (temperatura, precipitación y altitud) sin embargo, se contempló la variable de salinidad para las especies del bosque de manglar y la textura empleada en las especies silvestres *Bursera simaruba* (palo mulato) *Spondias mombin* (jobo), con el objetivo de delimitar la superficie de desarrollo de dichas especies.

Se muestran cuatro imágenes de proyección del potencial productivo por especie melífera, con la información de la ubicación de las áreas de potencial de producción alto y medio para el desarrollo de dichas especies. Como parte del proceso cartográfico solo se excluyeron los cuerpos de agua y las zonas urbanas, debido a que dentro de las especies indicadoras se incluyeron plantas silvestres que no responden a las zonas de cultivo.

La primera imagen corresponde a las áreas de la región centro del estado de Veracruz con potencial (alto y medio) para el desarrollo de la especie, con base a las condiciones climáticas actuales del SIAN y sucesivamente tres imágenes de proyección del posible potencial productivo para las décadas citadas, con base al modelo de simulación climática SIGG (Ruiz *et al.*, 2011a).

Por la similitud en los requerimientos edafoclimáticos las dos especies de cítricos (*Citrus sinensis* y *C. paradisi*) y del bosque de manglar (*Avicennia germinans* y *Rizophora mangle*) se manejaron en el mismo conjunto de imagen vectorial o mapa, agrupando a las especies en dos floraciones: Cítricos y Manglar.

Por último al final de las imágenes se presentan los cambios en la superficie del potencial productivo para las especies melíferas en un cuadro por especie, en unidades de

hectáreas que cuantifican los cambios en la dimensión espacial y temporal de acuerdo a las variables de requerimientos edafoclimáticos y su comportamiento con base al modelo de proyección climática.

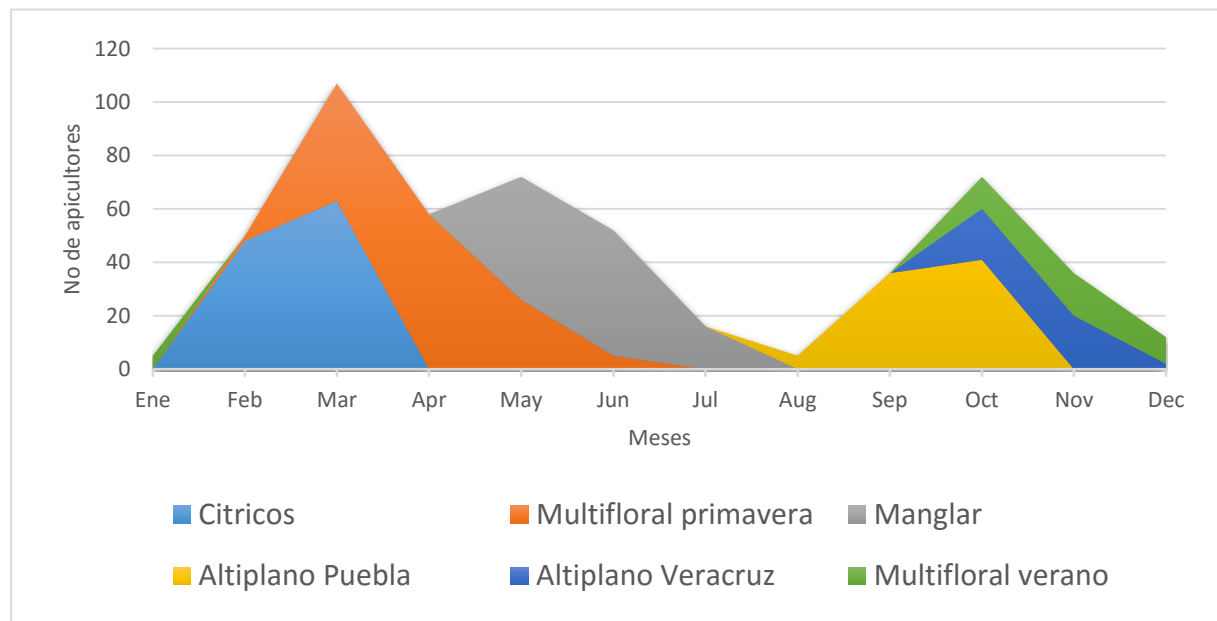


Figura 16. Temporalidad de floraciones disponibles en la región centro apícola en Veracruz, con base al porcentaje de apicultores.

A continuación, se presentan las imágenes vectoriales correspondientes a las especies indicadoras de: cítricos (Figuras 17-20), *B. simaruba* (Figuras 22-25), *C. arabica* (Figura 27-30), manglar (Figuras 32-35), *B. nigra* (Figuras 37-40) y *S. mombin* (Figura 42-45), en las cuales se observa el espacio de potencial productivo alto, medio y bajo en el periodo de tiempo del corto (2021-2030), mediano (2041-2050) y largo plazo (2051-2060).

Mapas de potencial productivo actual y proyecciones del cambio climático.

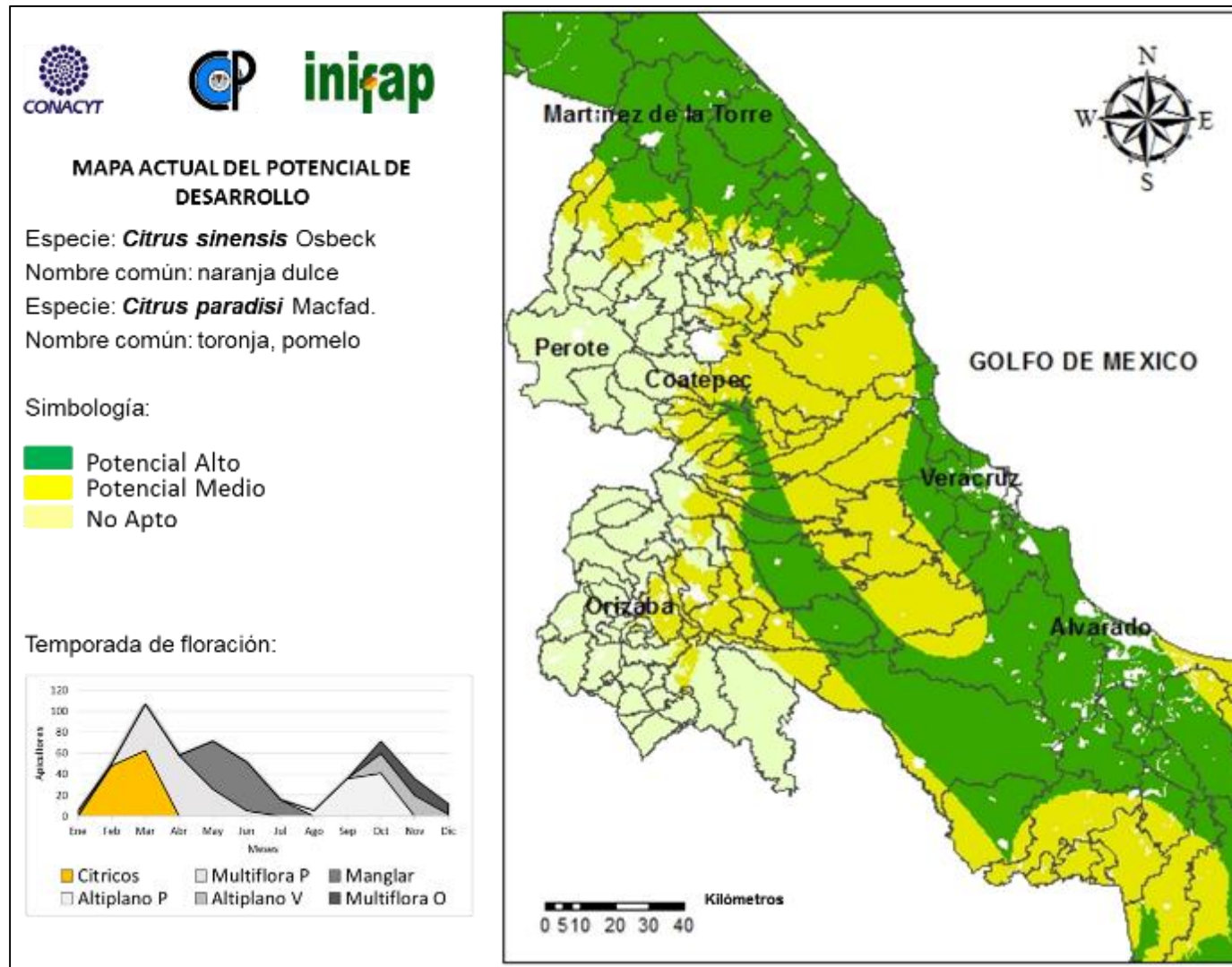


Figura 17. Potencial productivo actual en cítricos.

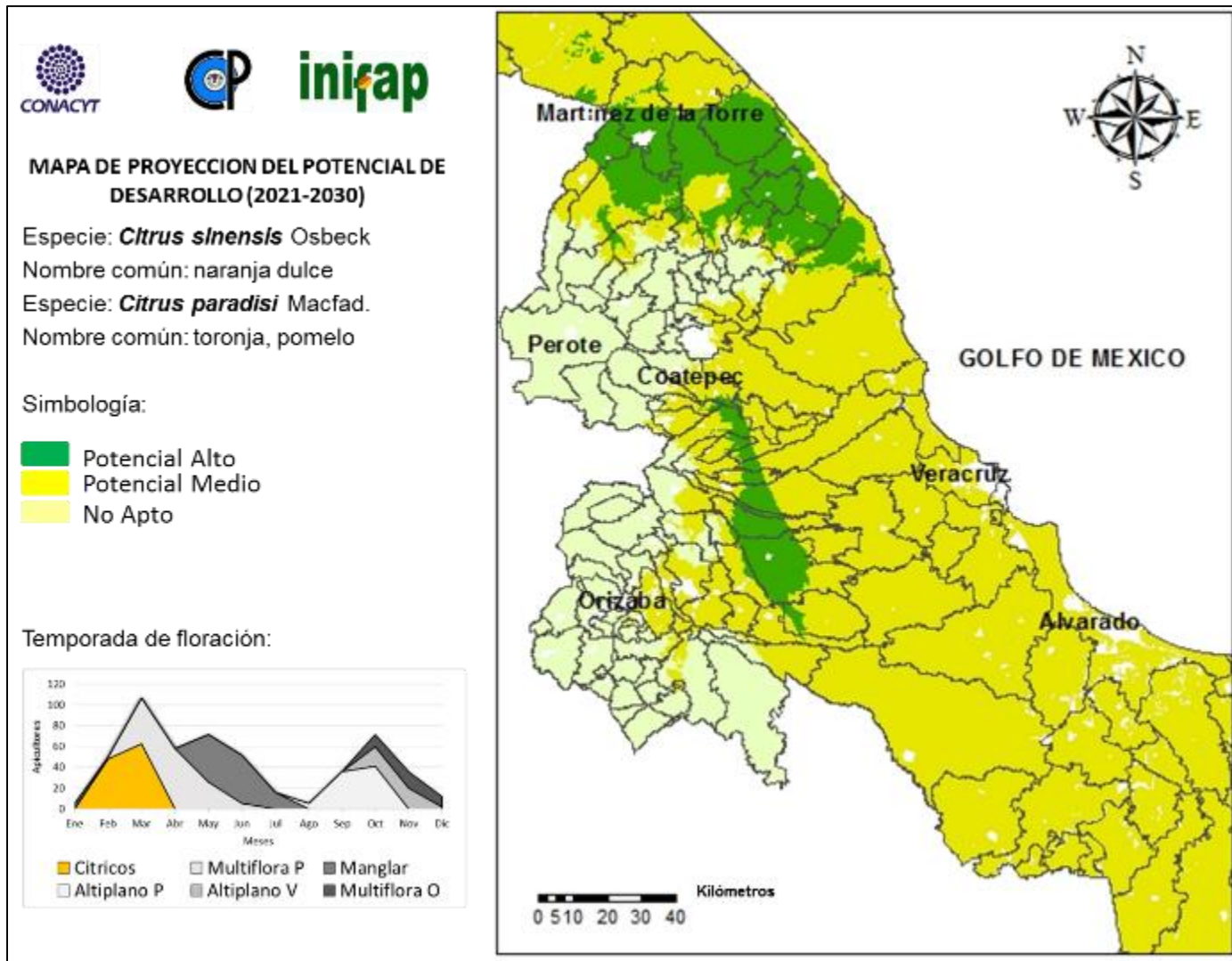


Figura 18. Potencial productivo en cítricos proyectado para la década 2021-2030.

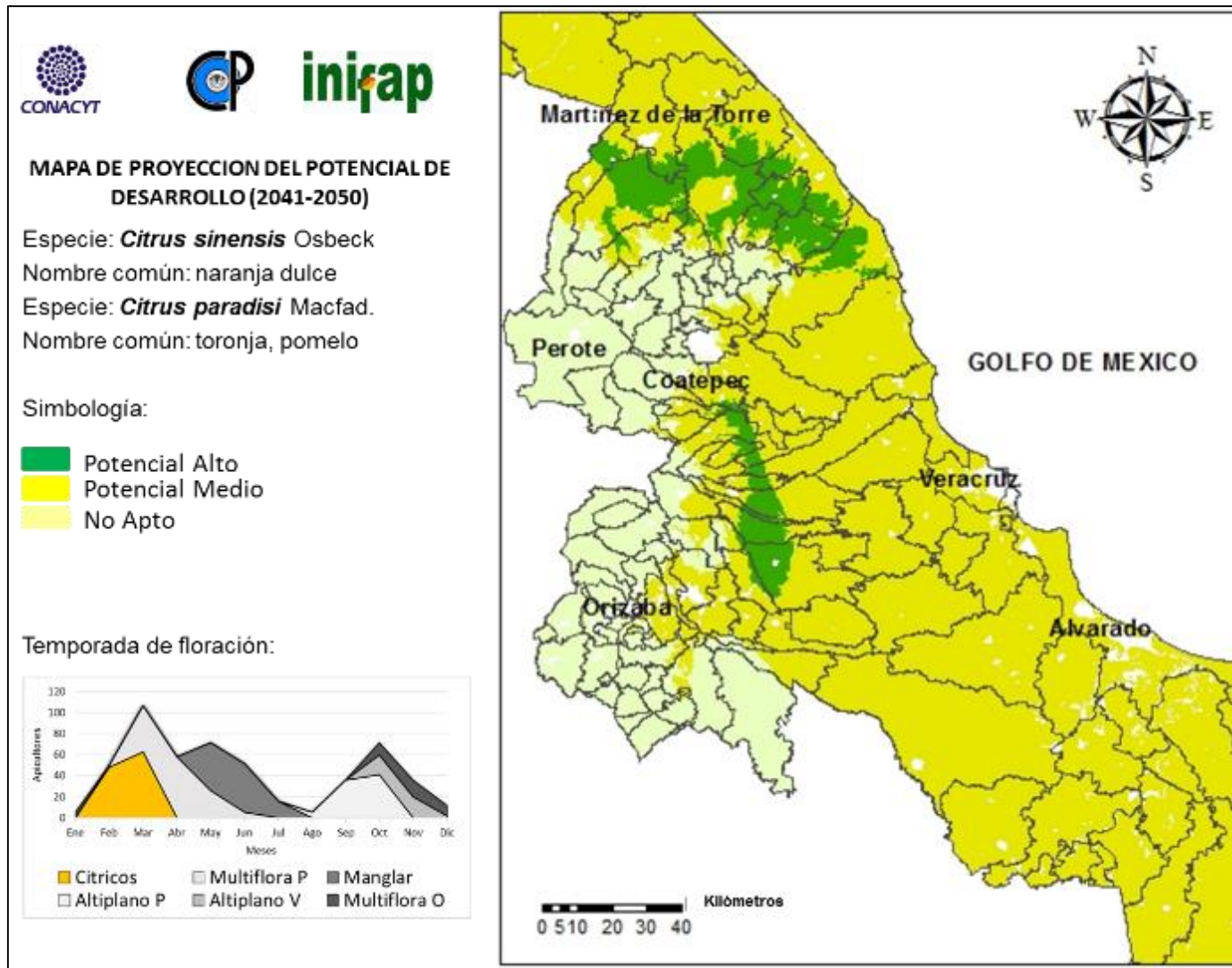


Figura 19. Potencial productivo en cítricos proyectado para la década 2041-2050.

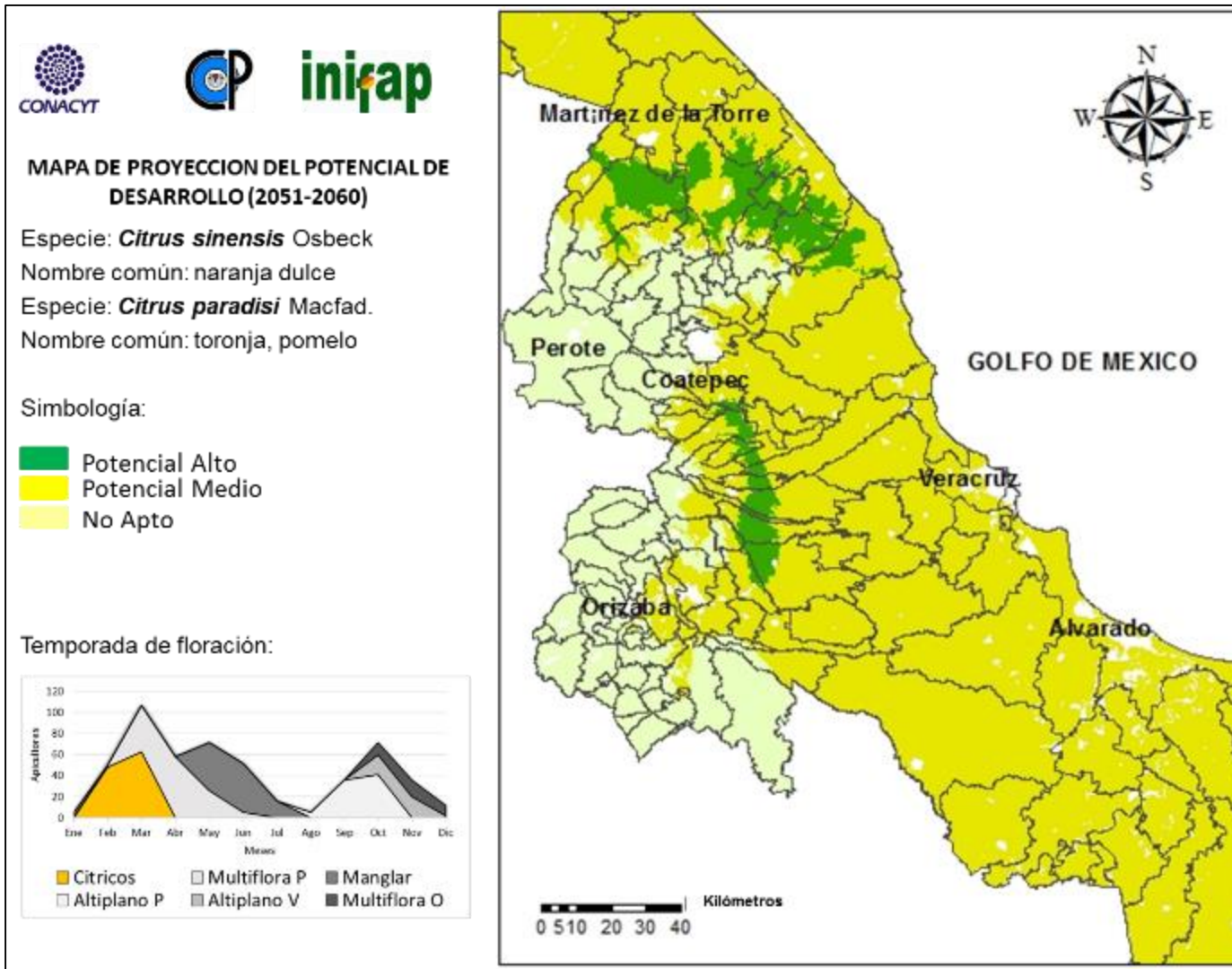


Figura 20. Potencial productivo en cítricos proyectado para la década 2051-2060.

En términos generales la superficie de cambio (ha) en cítricos: *Citrus paradisi* (Toronja) y *Citrus sinensis* (Naranja dulce) presento una reducción del 75.2% en las zonas de potencial alto desde la década actual, a la proyección estimada en la década de 2051-2060, mientras que la superficie de potencial medio tuvo un incremento del 73.9% (Figura 21).

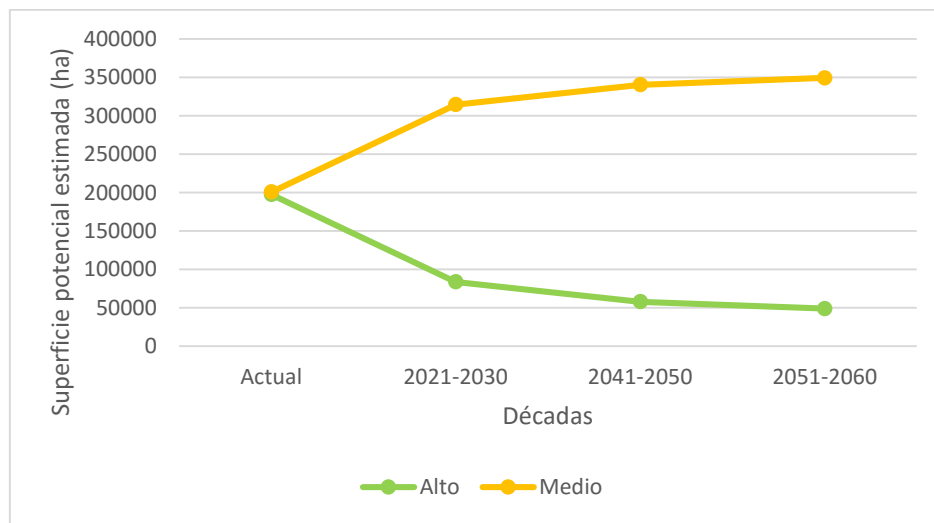


Figura 21. Variación en la superficie de potencial productivo en cítricos para las diferentes décadas proyectadas.

De acuerdo a la información del Cuadro 9 la superficie con potencial alto para el cultivo de cítricos pudiera pasar de 197 474 hectáreas disponibles de forma potencial en la década actual, a 48 955 hectáreas en el periodo de la década 2051-2060 presentando una tendencia hacia la disminución de superficie. Sin embargo, la superficie para potencial productivo medio se incrementa de 200 962 a, una superficie potencial proyectada de 349 484 hectáreas, bajo las características del escenario A2 para el mismo periodo por lo que la tendencia es hacia el incremento de superficie.

Cuadro 9. Superficie de cambio potencial proyectada para el escenario A2 en cítricos para las tres diferentes décadas.

| Potencial | Proyecciones del escenario A2 para las décadas | | | |
|--------------|--|-----------|-----------|-----------|
| | Actual | 2021-2030 | 2041-2050 | 2051-2060 |
| Alto | 197 474 | 83 753 | 57 979 | 48 955 |
| Medio | 200 962 | 314 688 | 340 461 | 349 484 |
| Bajo | 85 888 | 85 888 | 85 888 | 85 888 |

Mapas del potencial productivo de *Bursera simaruba*.

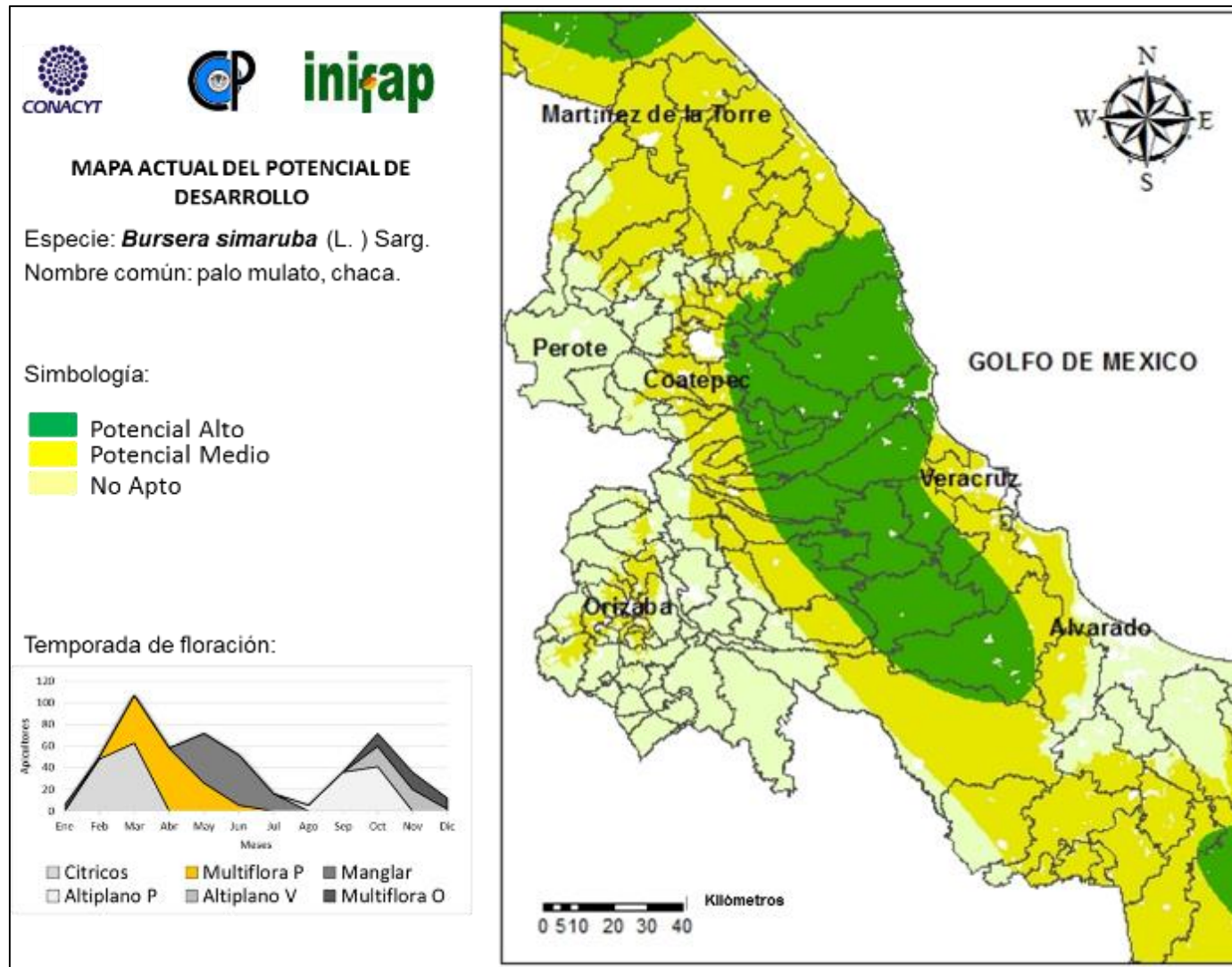


Figura 22. Potencial productivo actual de *B. simaruba*.

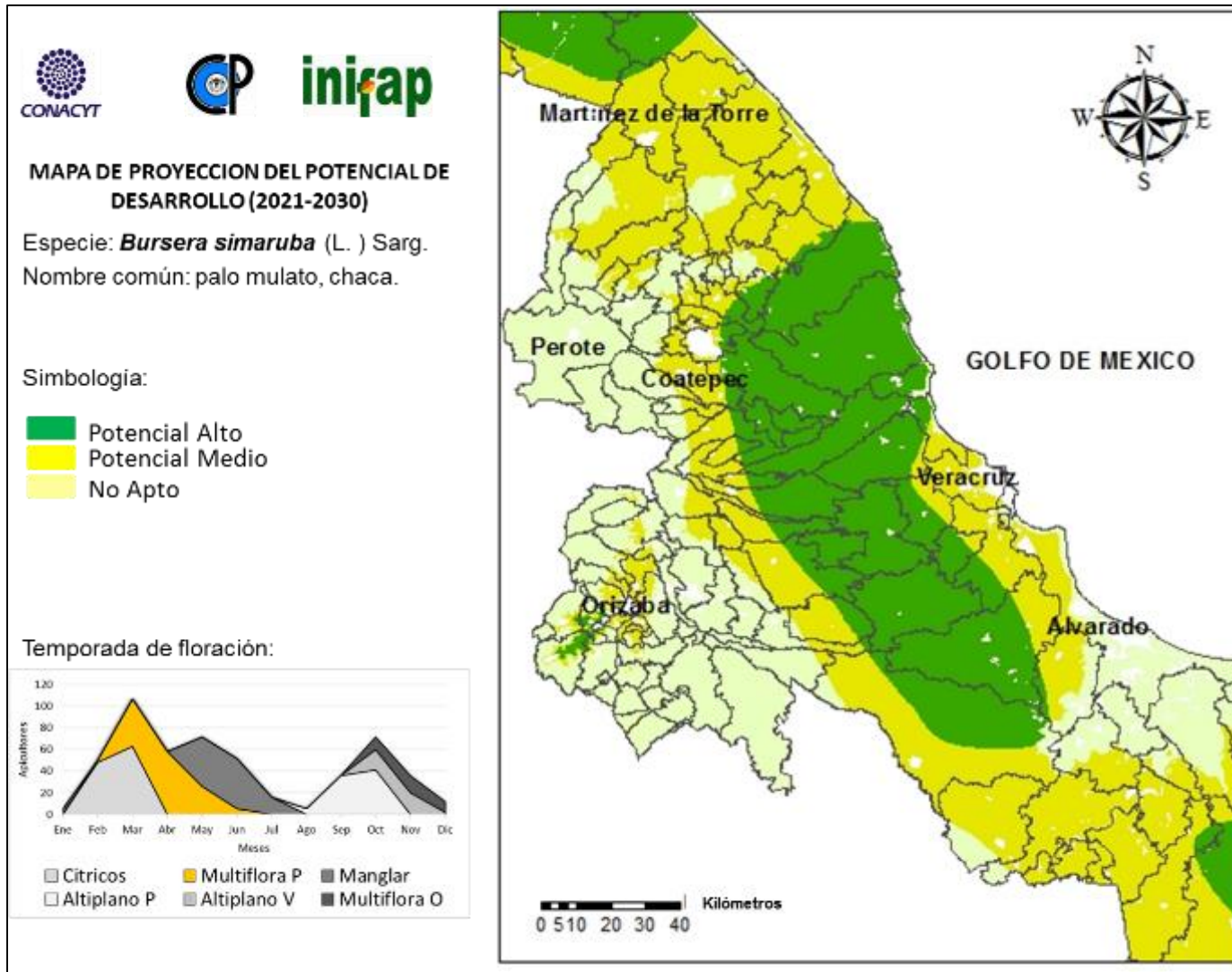


Figura 23. Potencial productivo en *B. simaruba* proyectado para la década 2021-2030.

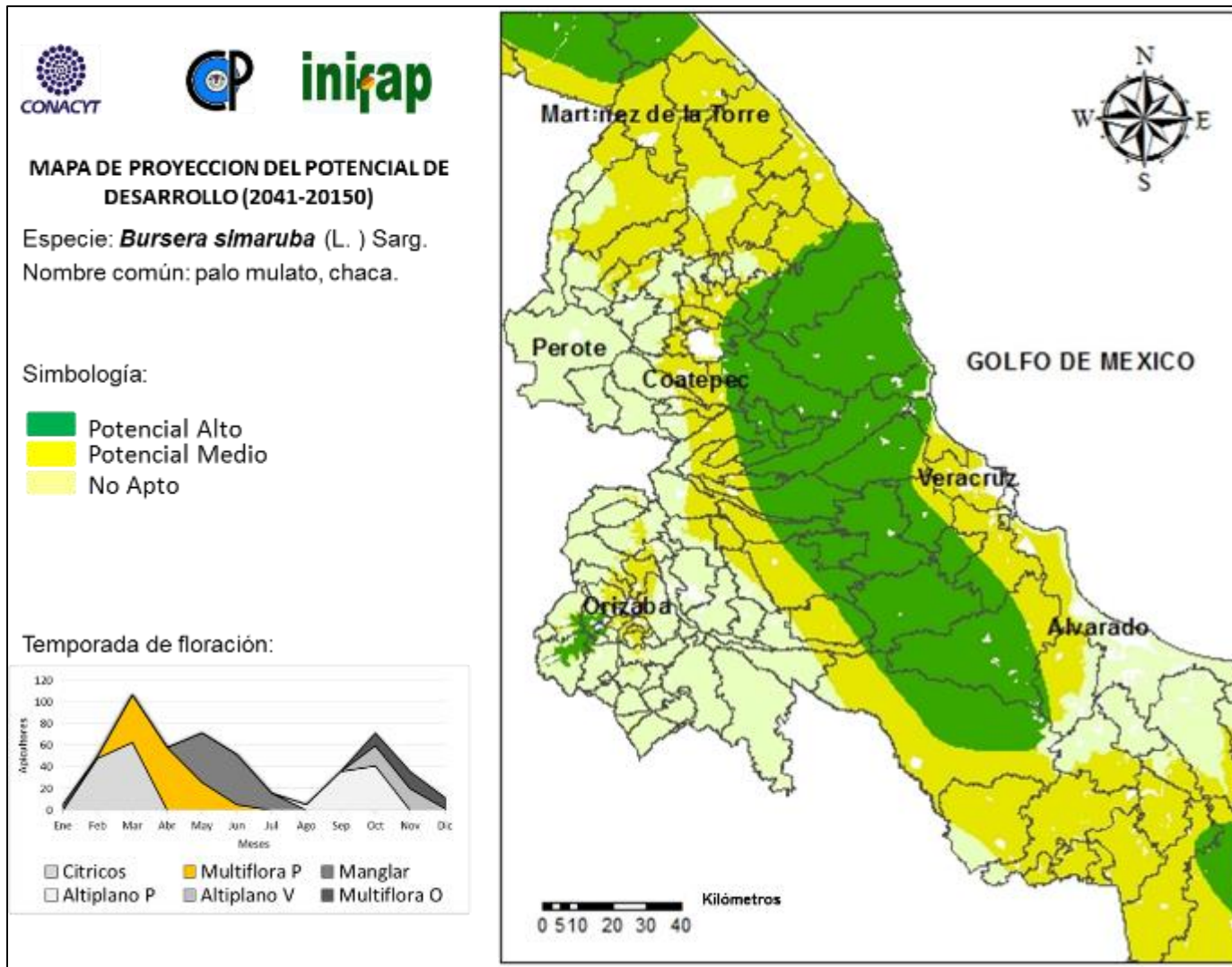


Figura 24. Potencial productivo en *B. simaruba* proyectado para la década 2041-2050.

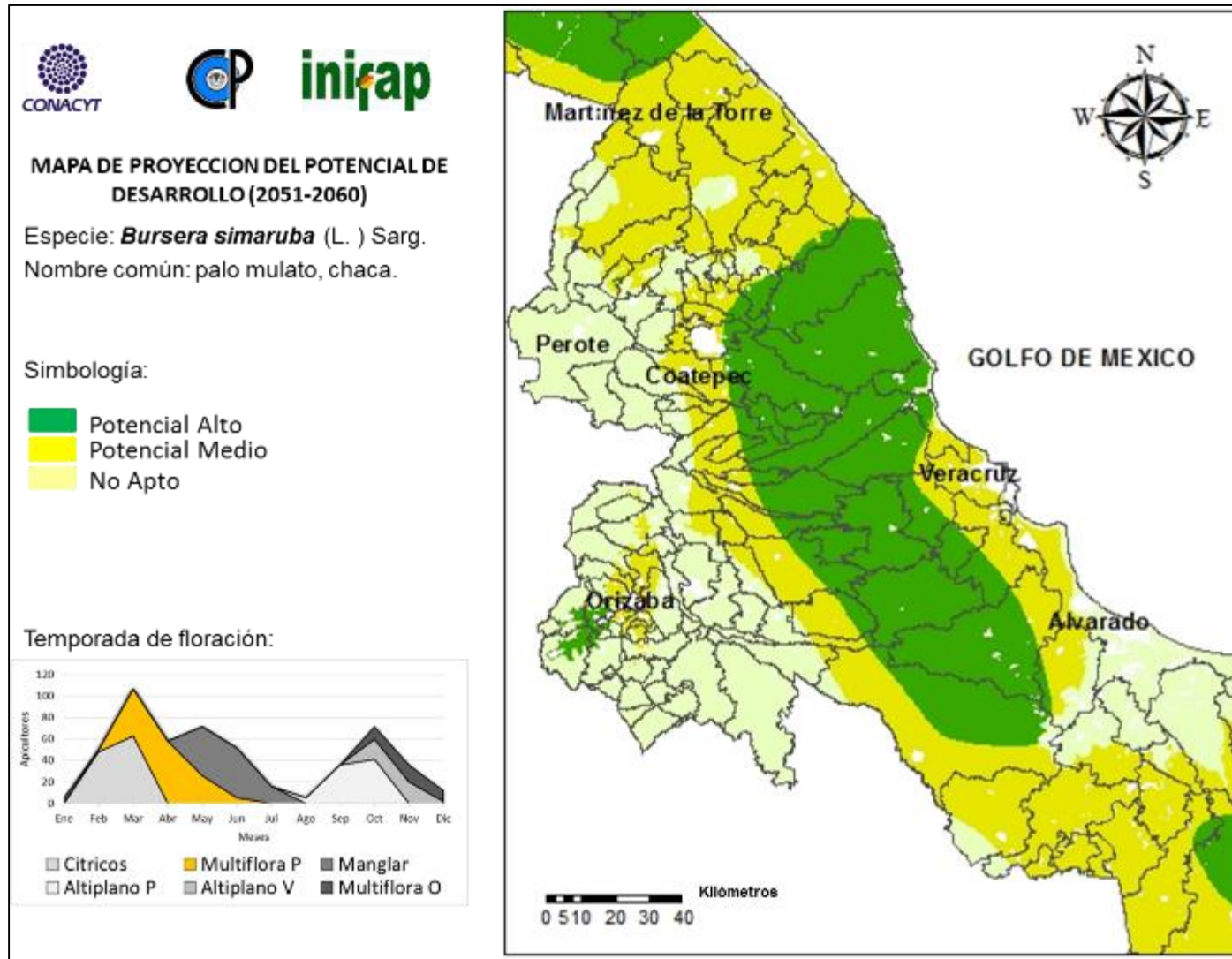


Figura 25. Potencial productivo en *B. simaruba* proyectado para la década 2051-2060.

La superficie (ha) de *B. simaruba* presento un incremento del 5% en las zonas con potencial alto, de la década actual a la proyección estimada a la década de 2051-2060, mientras que la superficie de potencial medio se redujo 8%, para el mismo periodo (Figura 26).

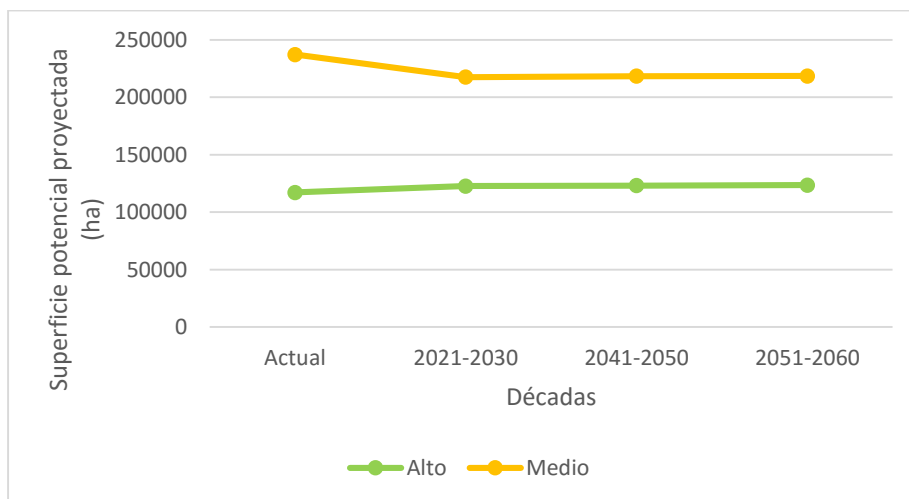


Figura 26. Variación en la superficie de potencial productivo en *B. simaruba* para las diferentes décadas proyectadas.

De acuerdo a la información del Cuadro 10 la superficie con potencial alto para la distribución de *B. simaruba* pasara de 117 175 ha de forma potencial en la década actual, a 123 517 ha., observando una tendencia a incrementarse. Sin embargo, la superficie para potencial productivo medio presento una tendencia a disminuir, pasando de 237 153 ha a una superficie potencial proyectada de 218 422 ha, bajo las características del escenario A2.

Cuadro 10. Superficie de cambio potencial proyectada para el escenario A2 en *B. simaruba* para las tres diferentes décadas.

| Potencial | Proyecciones del escenario A2 para las décadas | | | |
|--------------|--|-----------|-----------|-----------|
| | Actual | 2021-2030 | 2041-2050 | 2051-2060 |
| Alto | 117 175 | 122 697 | 123 181 | 123 517 |
| Medio | 237 153 | 217 592 | 218 422 | 218 539 |
| Bajo | 129 998 | 144 038 | 142 724 | 142 271 |

Mapas de potencial productivo de *Coffea arabica*.

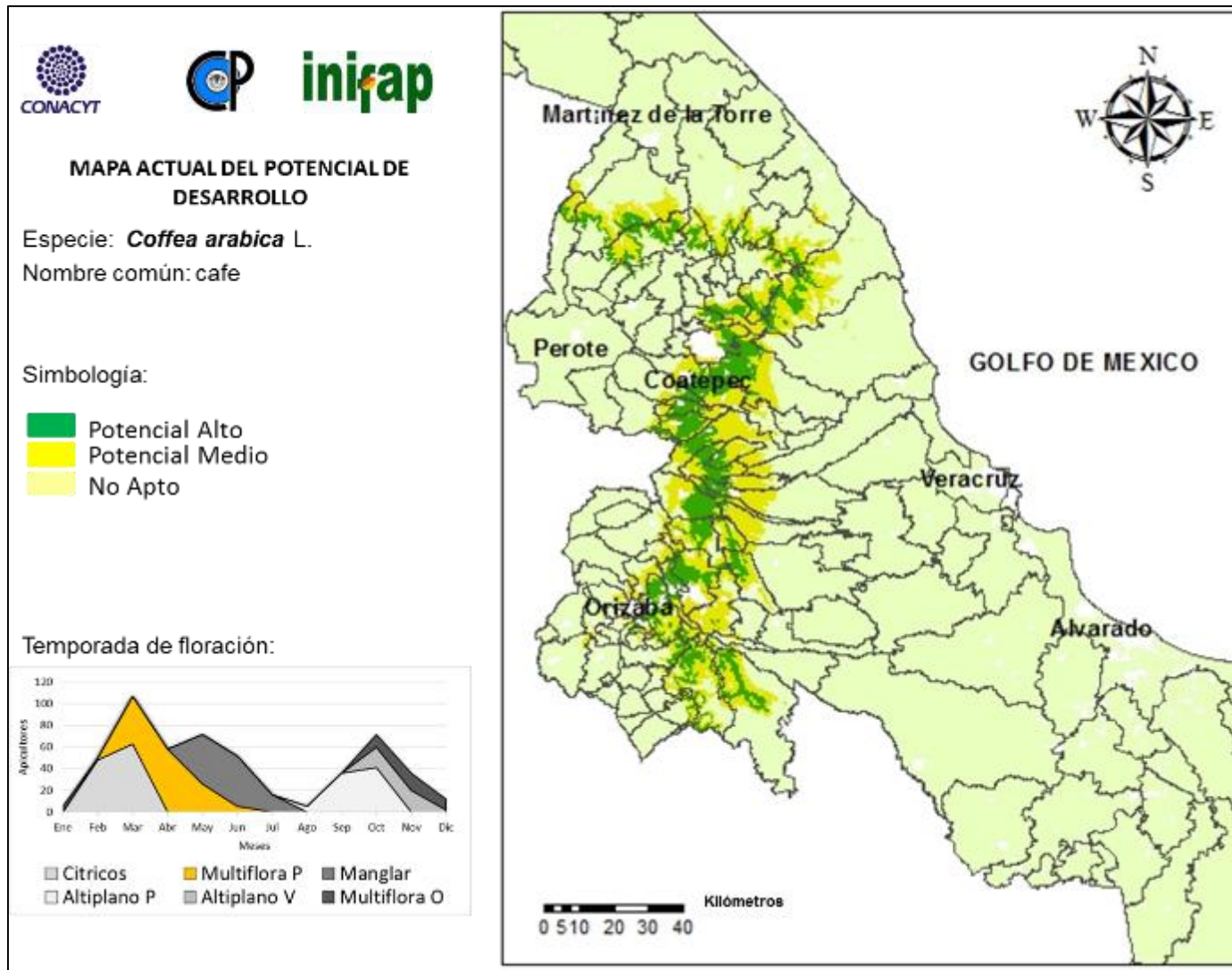


Figura 27. Potencial productivo en *C. arabica* actual.

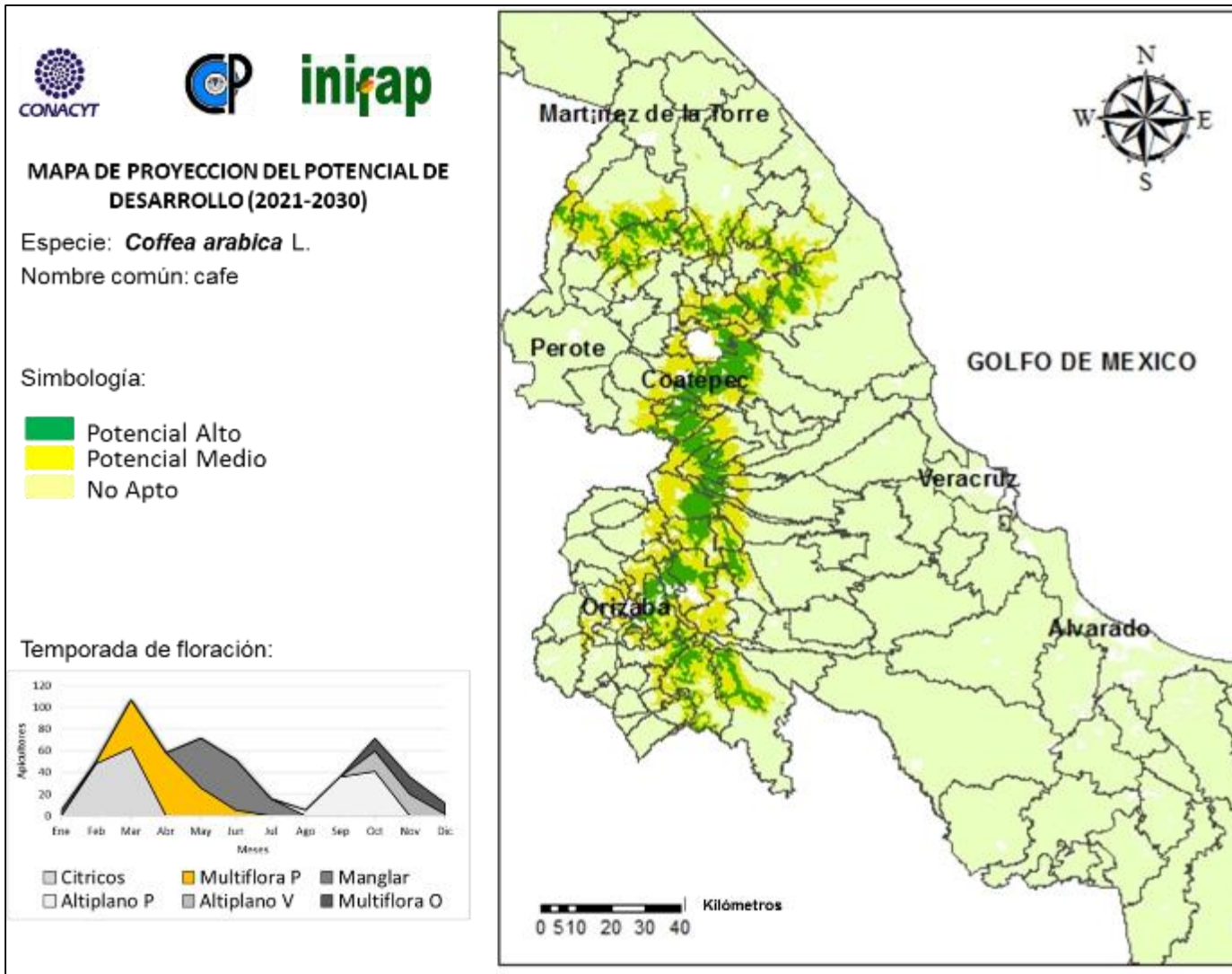


Figura 28. Potencial productivo en *C. arabica* proyectado para la década 2021-2030.

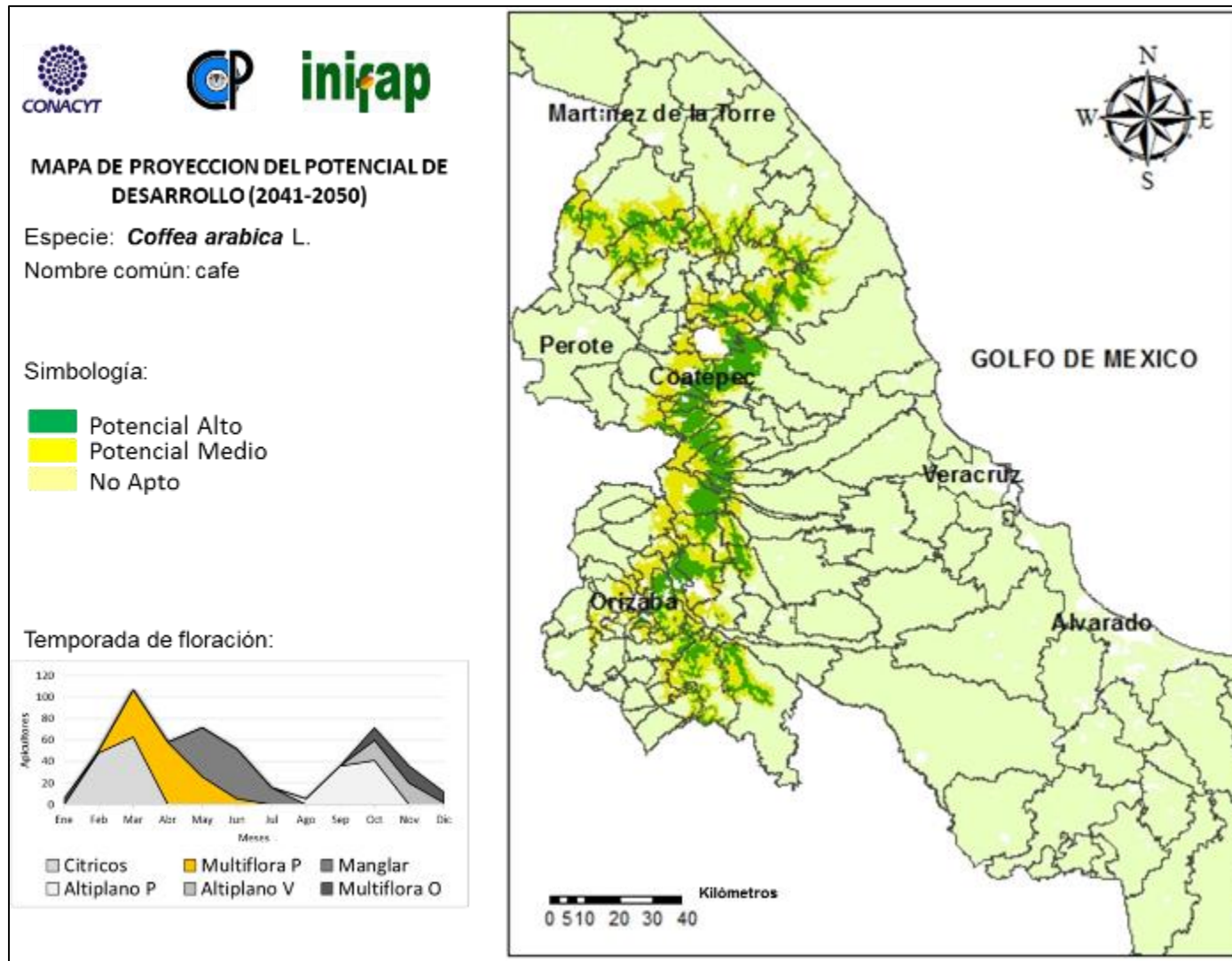


Figura 29. Potencial productivo en *C. arabica* proyectado para la década 2041-2050.

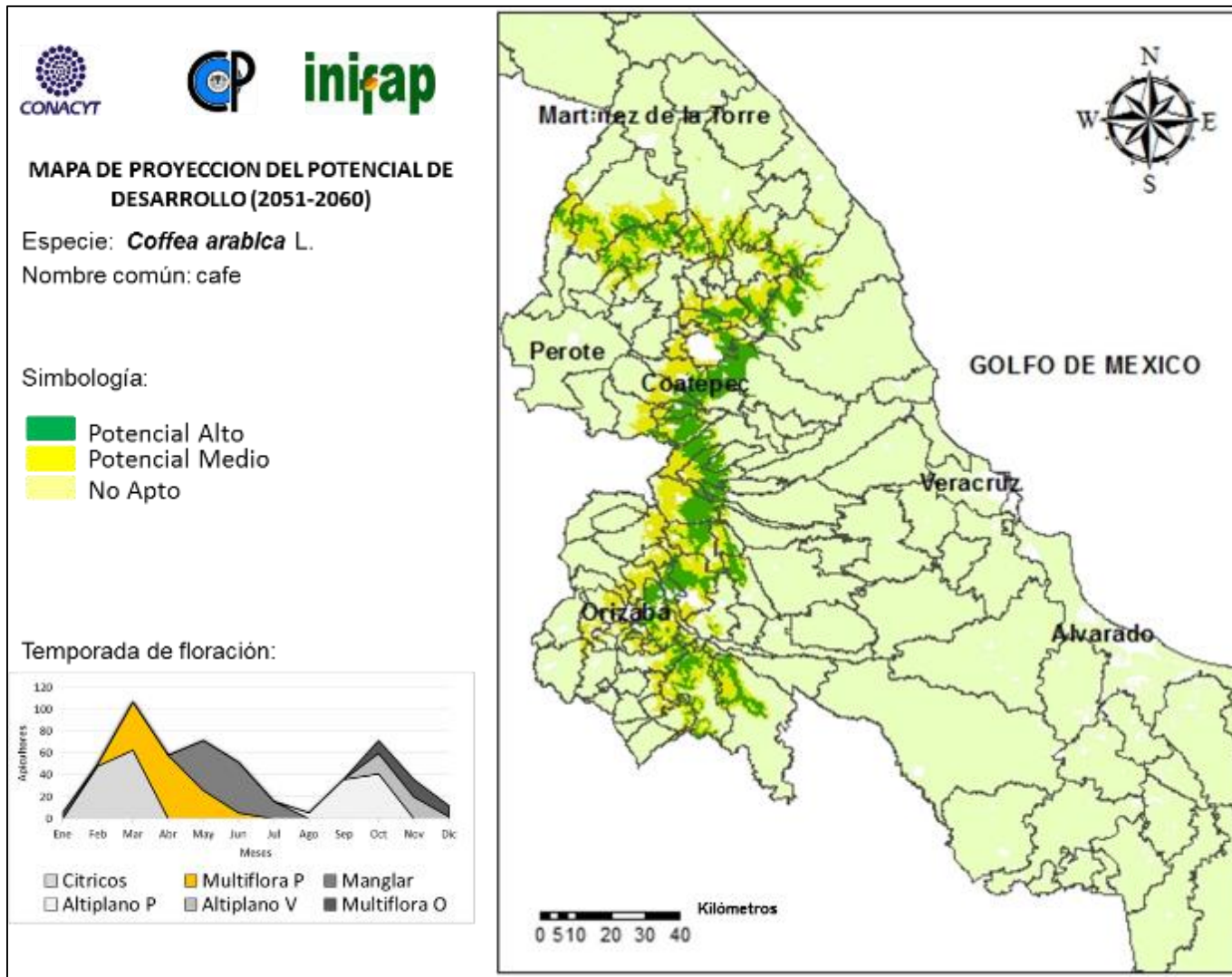


Figura 30. Potencial productivo en *C. arabica* proyectado para la década 2051-2060.

De forma general la superficie de cambio (ha) en *C. arabica* (Café) tendrá una reducción en la superficie de potencial alto de 1.9% de la década actual a la década 2051-2060 y una reducción en la superficie de potencial medio del 11.6% en el mismo periodo de tiempo. (Figura 31).

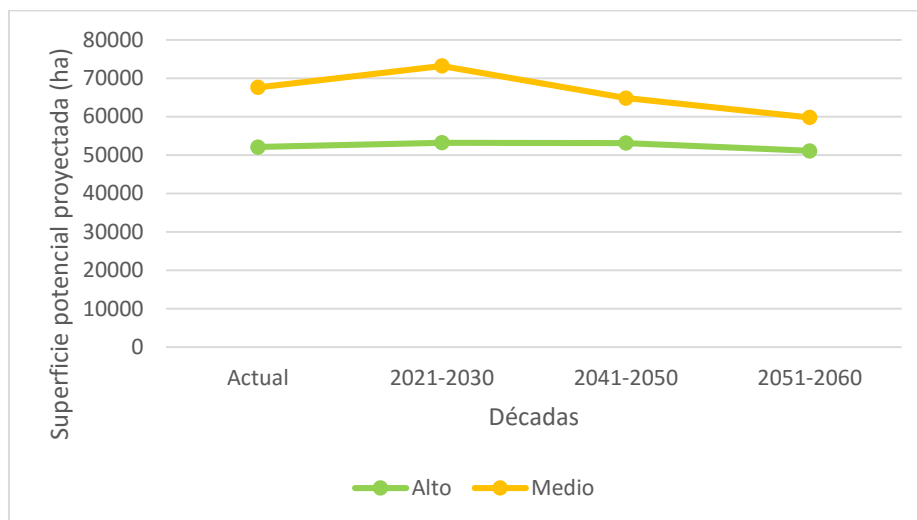


Figura 31. Variación en la superficie de potencial productivo en *C. arabica* para las diferentes décadas proyectadas.

De acuerdo a la información del Cuadro 11 se observa que la superficie con potencial alto para el desarrollo de *C. arabica* paso de 52 090 ha en la década actual, a 51 100 ha en la década 2051-2060 y con la misma tendencia la superficie para potencial productivo medio se redujo, de 67 623 ha a una superficie potencial proyectada de 59 793 ha, bajo las características del escenario A2 y en el mismo intervalo temporal.

Cuadro 11. Superficie de cambio potencial proyectada para el escenario A2 en *C. arabica* para las tres diferentes décadas.

| Potencial | Proyecciones del escenario A2 para las décadas | | | |
|--------------|--|-----------|-----------|-----------|
| | Actual | 2021-2030 | 2041-2050 | 2051-2060 |
| Alto | 52 090 | 53 207 | 53 141 | 51 100 |
| Medio | 67 623 | 73 230 | 64 852 | 59 793 |
| Bajo | 364 611 | 357 891 | 366 335 | 373 435 |

Mapas de potencial productivo en Manglar

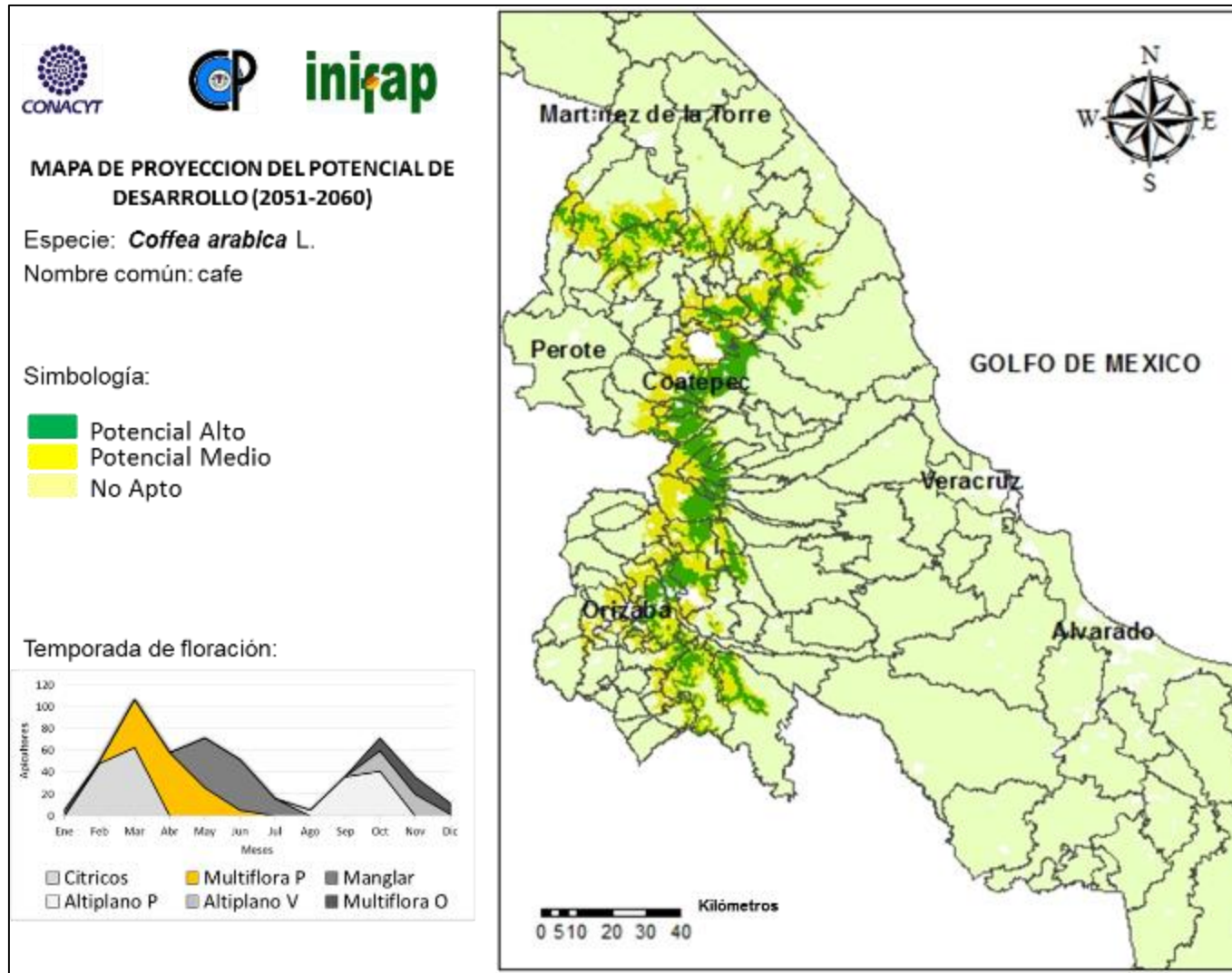


Figura 32. Potencial productivo actual en Manglar.

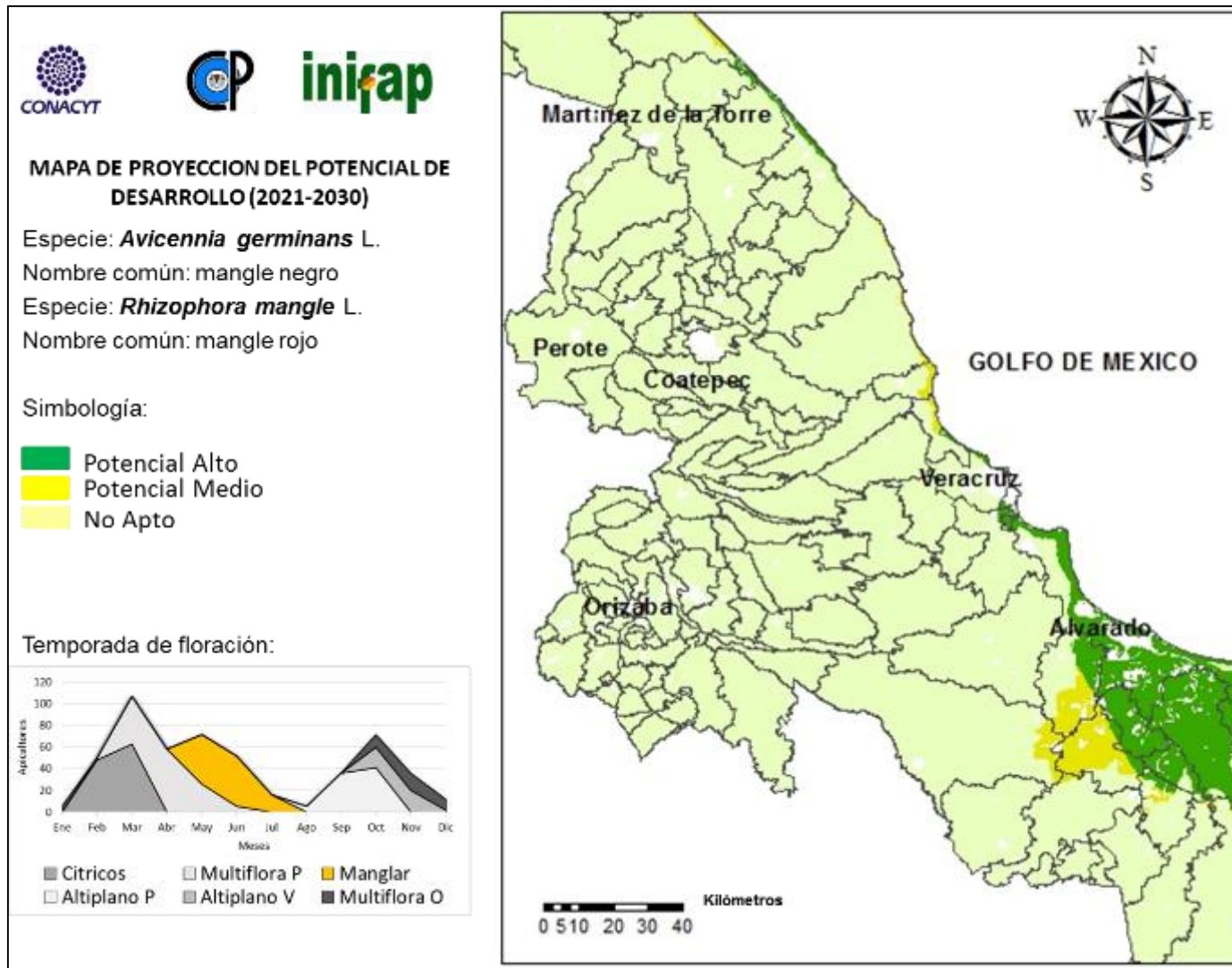


Figura 33. Potencial productivo en manglar proyectado para la década 2021-2030.

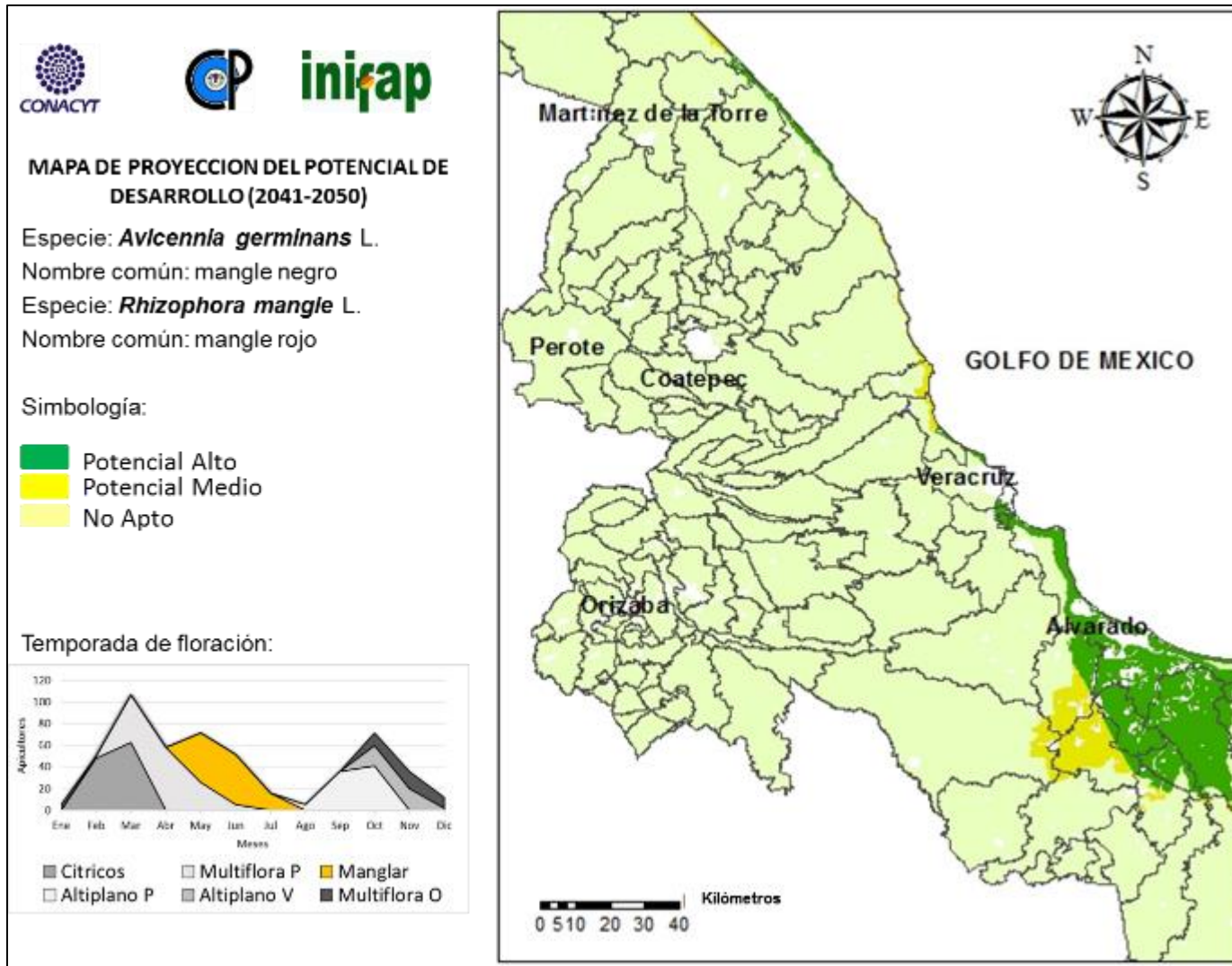


Figura 34. Potencial productivo en manglar proyectado para la década 2041-2050.

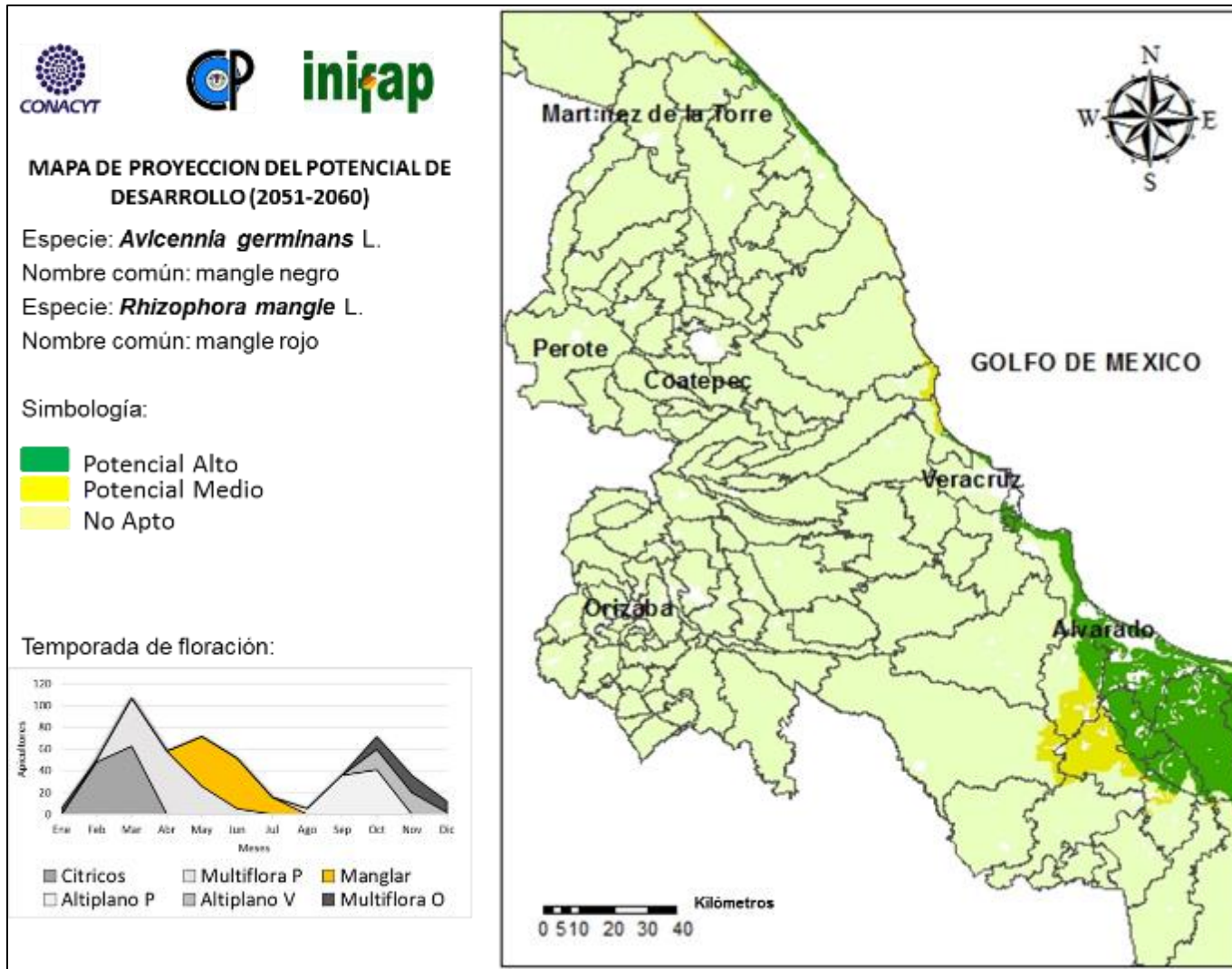


Figura 35. Potencial productivo en manglar proyectado para la década 2051-2060.

La superficie de cambio (ha) en manglar: con las especies de *A. germinans* L. (mangle negro) y *R. mangle* L. (mangle rojo), no presento cambios en la superficie de potencial alto, ya que solo se observó una reducción del 0.003% del periodo actual al largo plazo (2051-2060), mientras que las condiciones en la superficie con potencial medio se presentan hasta en el largo plazo (Figura 36).

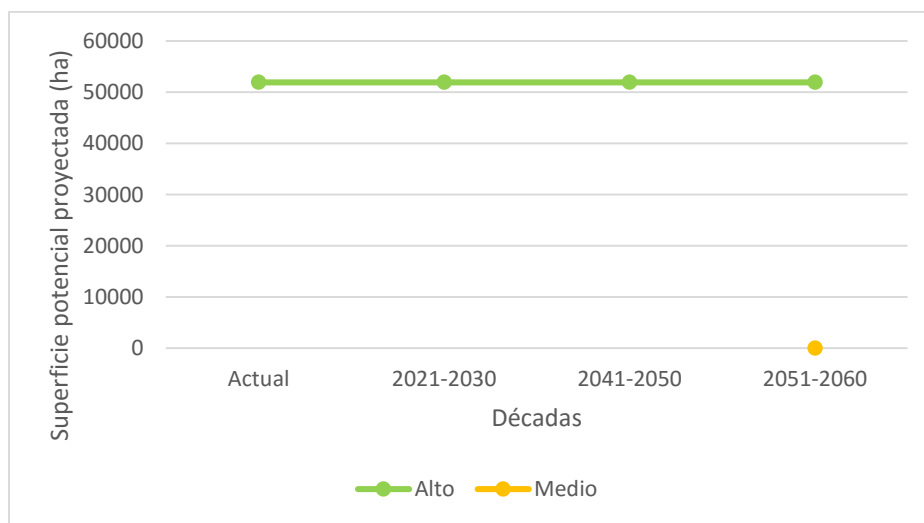


Figura 36. Variación en la superficie de potencial productivo en manglar para las diferentes décadas proyectadas.

De acuerdo a la información del Cuadro 12 la superficie con potencial productivo alto en manglar paso de 51 938 ha en la década actual, a 51 936 ha en la década 2051-2060, por lo que se consideró que no hubo cambios. En otro aspecto la superficie para potencial productivo medio se presenta hasta la década 2051-2060 con una superficie potencial proyectada de 3 ha, bajo las características del escenario A2 y el modelo de proyección.

Cuadro 12. Superficie de cambio potencial proyectada para el escenario A2 en manglar para las tres diferentes décadas.

| Potencial | Proyecciones del escenario A2 para las décadas | | | |
|--------------|--|-----------|-----------|-----------|
| | Actual | 2021-2030 | 2041-2050 | 2051-2060 |
| Alto | 51 938 | 51 939 | 51 939 | 51 936 |
| Medio | ----- | ----- | ----- | 3 |
| Bajo | 432 385 | 432 384 | 432 384 | 432 384 |

Mapas de potencial productivo de *Brassica nigra*.

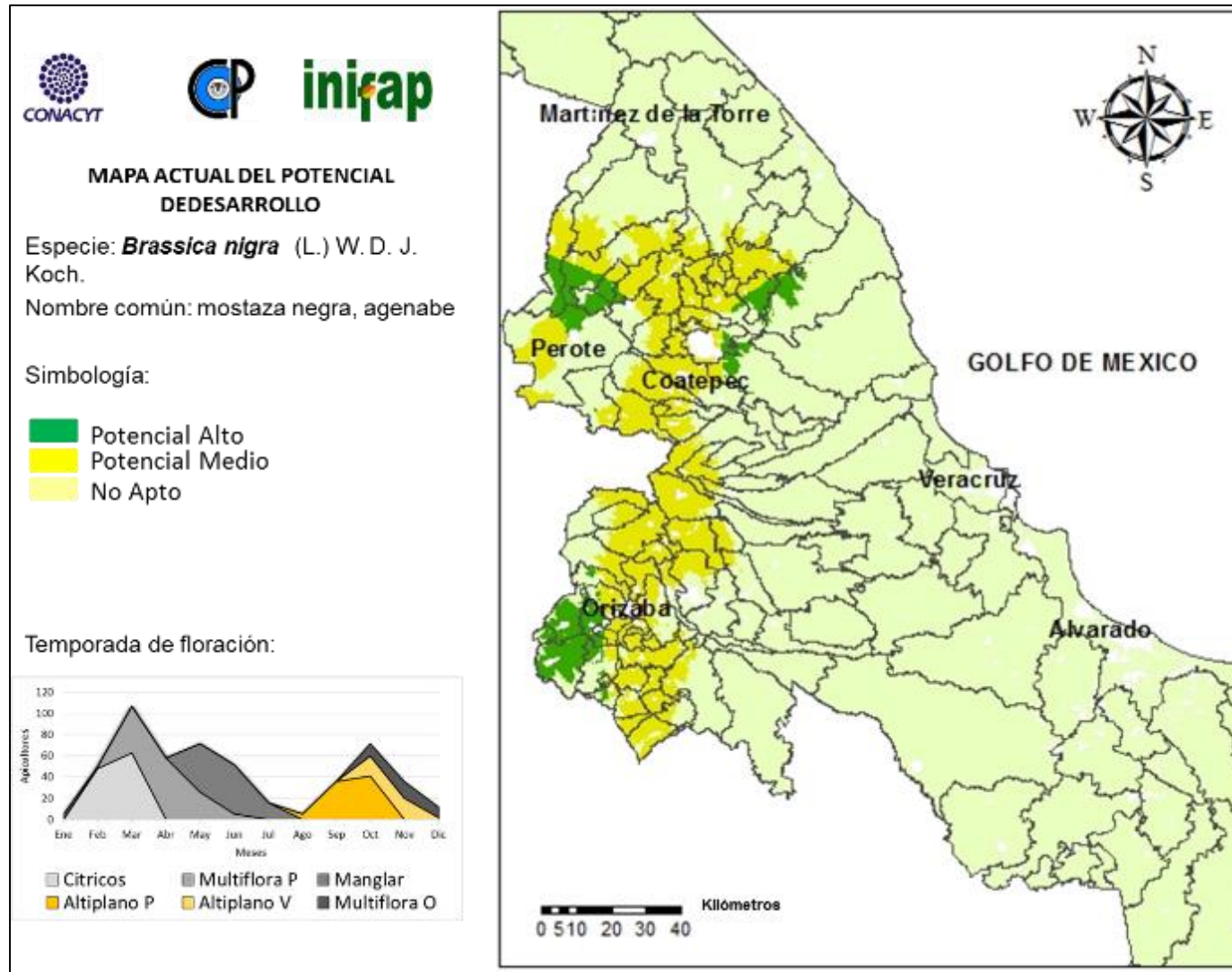


Figura 37. Potencial productivo actual de *B. nigra*.

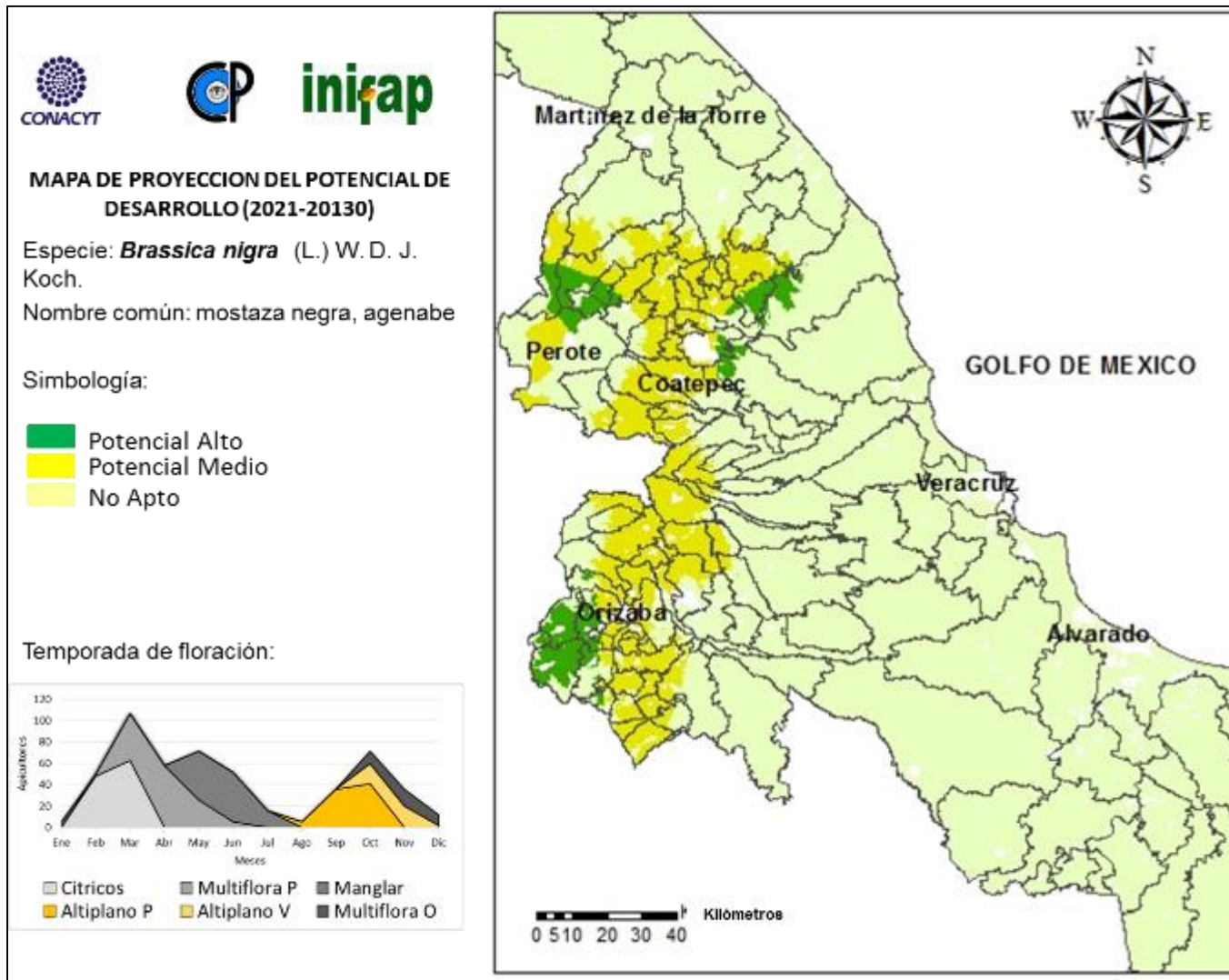


Figura 38. Potencial productivo de *B. nigra* proyectado para la década 2021-2030.

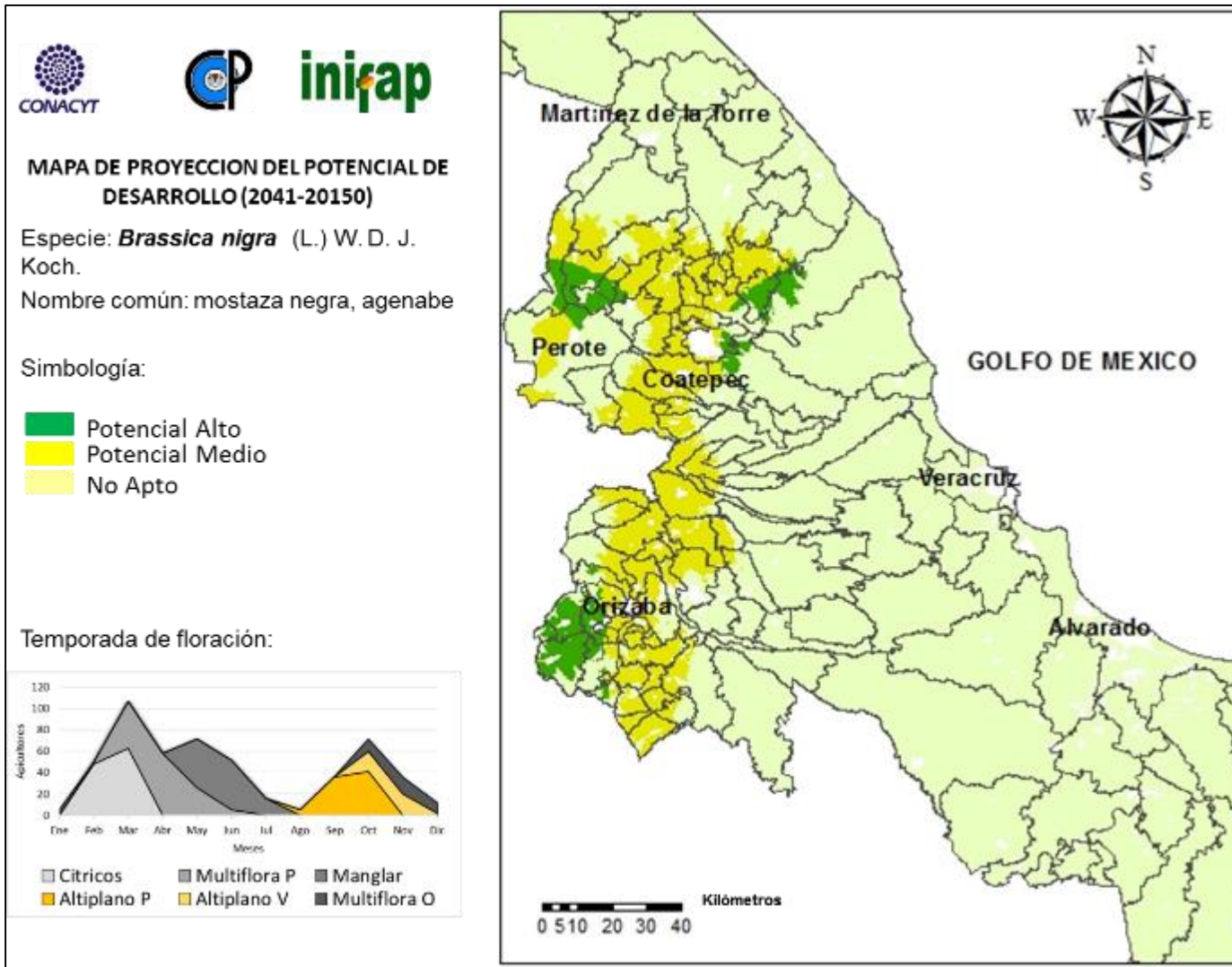


Figura 39. Potencial productivo de *B. nigra* proyectado para la década 2041-2050.

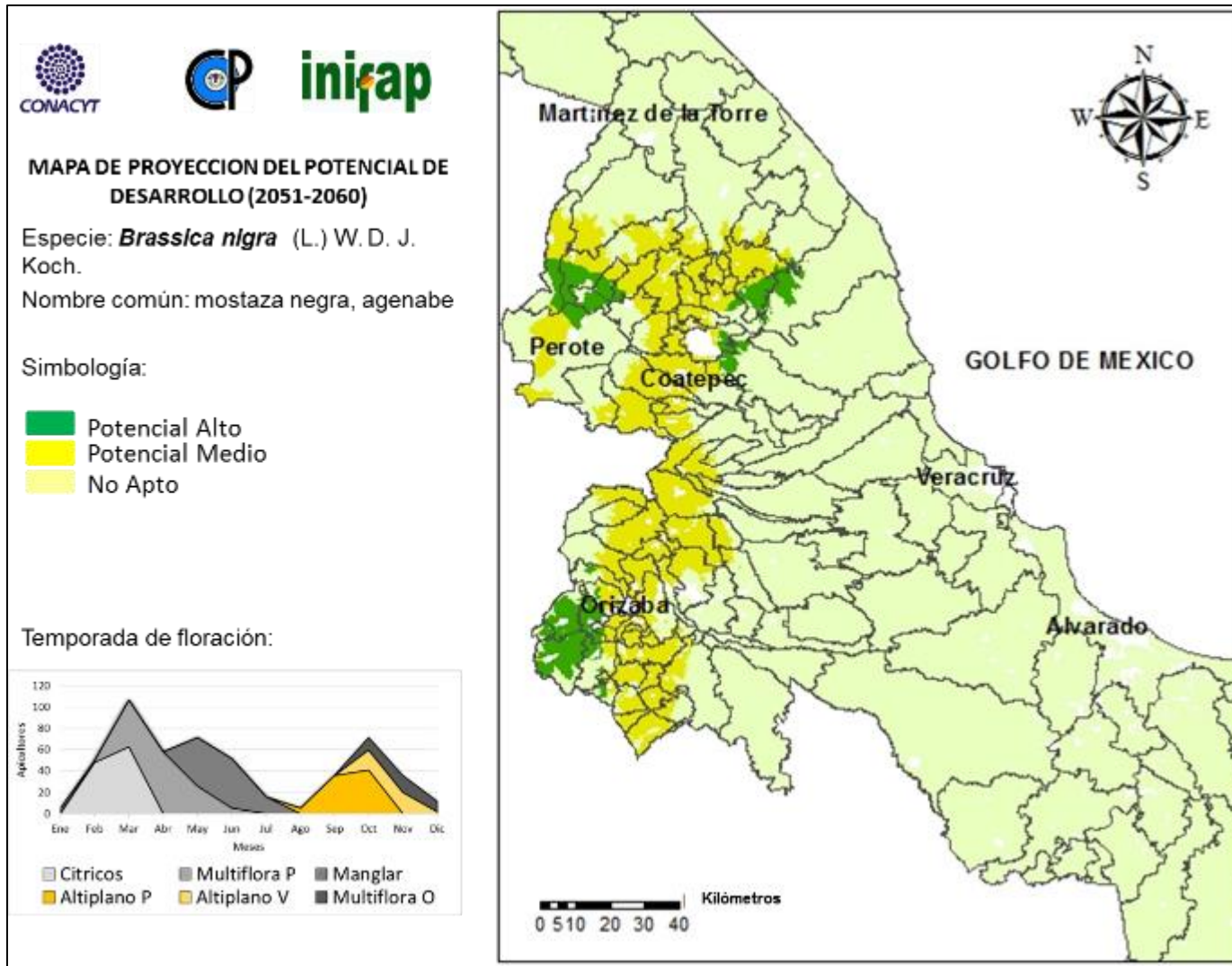


Figura 40. Potencial productivo de *B. nigra* proyectado para la década 2051-2060.

En términos generales la superficie de cambio (ha) en *B.nigra* (mostaza negra).se reduce en un 3% para la superficie con potencial productivo alto mientras que la superficie con potencial productivo medio se incrementa en un 0.63% (Figura 41).

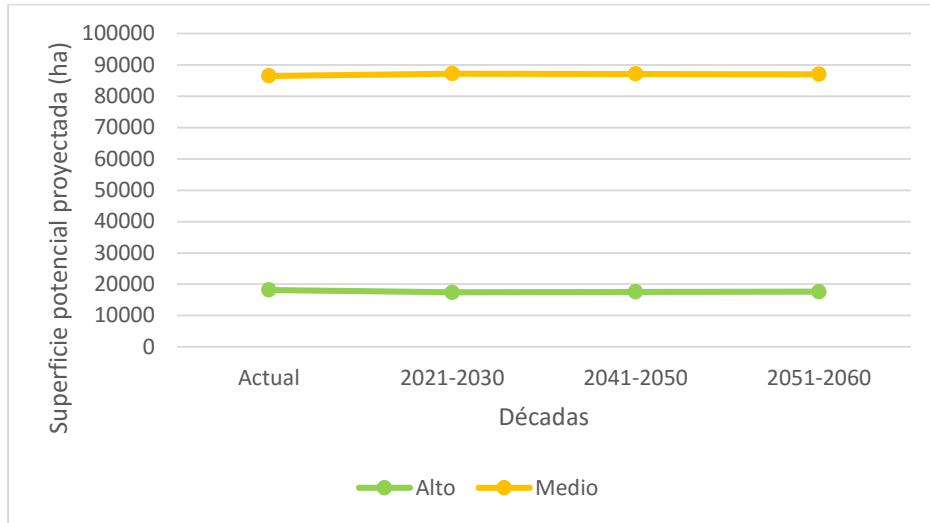


Figura 41. Variación en la superficie de potencial productivo en *B. nigra* para las diferentes décadas proyectadas.

En el Cuadro 13 se observa que la superficie con potencial productivo alto de *B. nigra* se reduce de 18 158 ha en la década actual, a 17 615 ha en la década 2051-2060 y la superficie para potencial productivo medio se incrementa de 86 509 ha a una superficie potencial proyectada de 87 050 ha en el mismo periodo de tiempo y bajo las características del escenario A2.

Cuadro 13. Superficie de cambio potencial proyectada para el escenario A2 en *B. nigra* para las tres diferentes décadas.

| Potencial | Proyecciones del escenario A2 para las décadas | | | |
|--------------|--|-----------|-----------|-----------|
| | Actual | 2021-2030 | 2041-2050 | 2051-2060 |
| Alto | 18 158 | 17 420 | 17 553 | 17 615 |
| Medio | 86 509 | 87 246 | 87 112 | 87 050 |
| Bajo | 379 662 | 379 662 | 379 663 | 379 663 |

Mapas de potencial productivo de *Spondias mombin*.

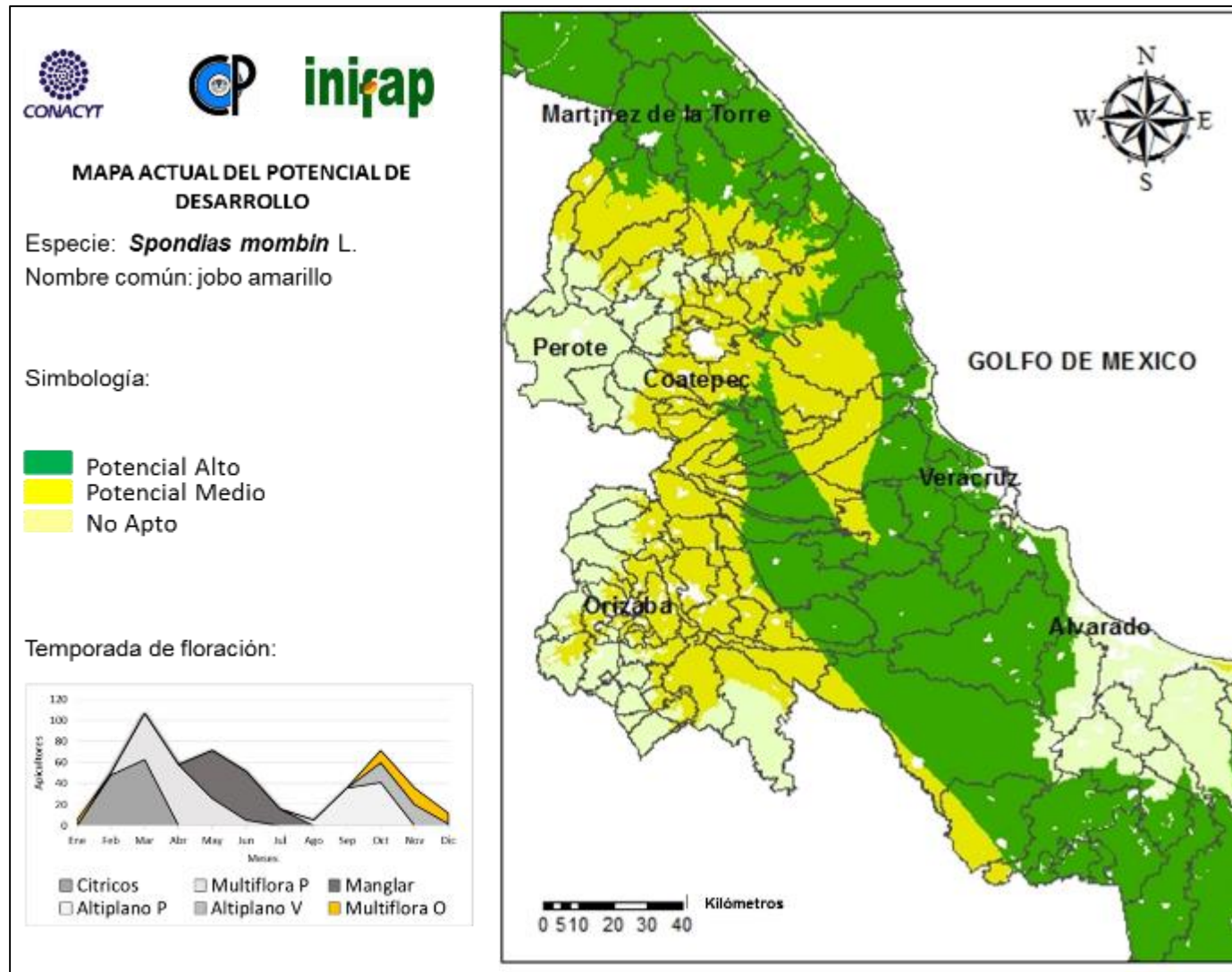


Figura 42. Potencial productivo actual de *S. mombin*.

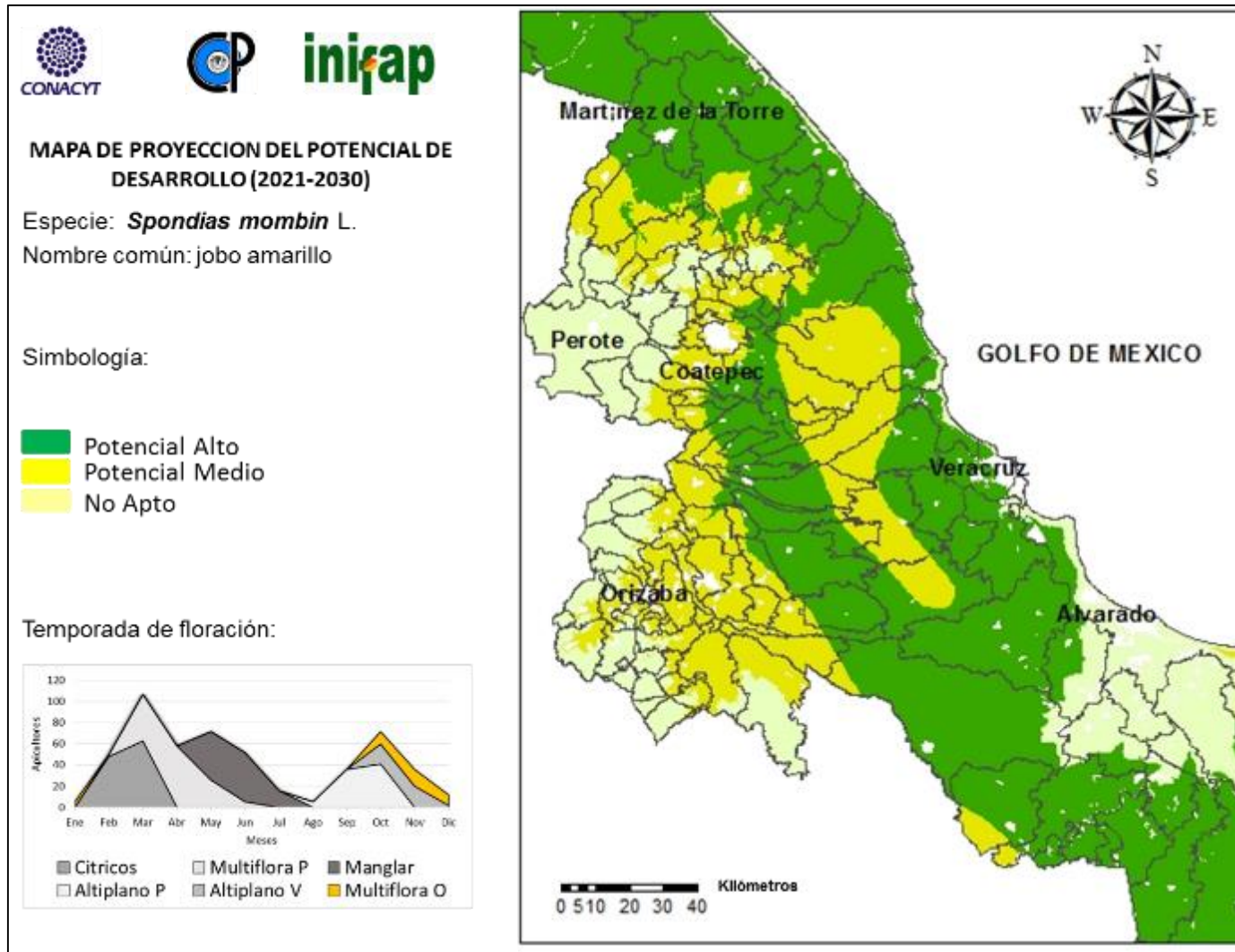


Figura 43. Potencial productivo proyectado para *S. mombin* para la década 2021-2030.

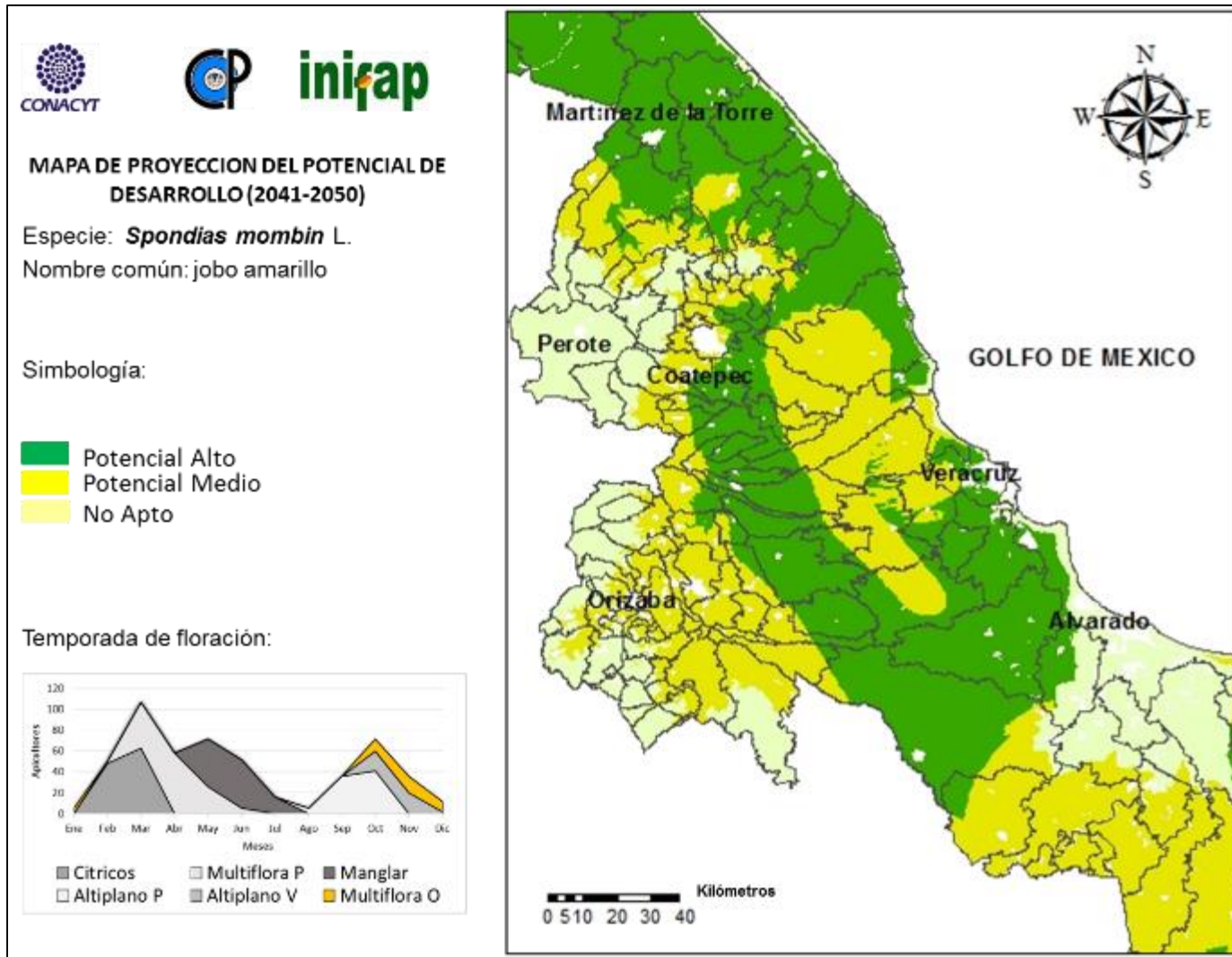


Figura 44. Potencial productivo proyectado para *S. mombin* para la década 2041-2050.

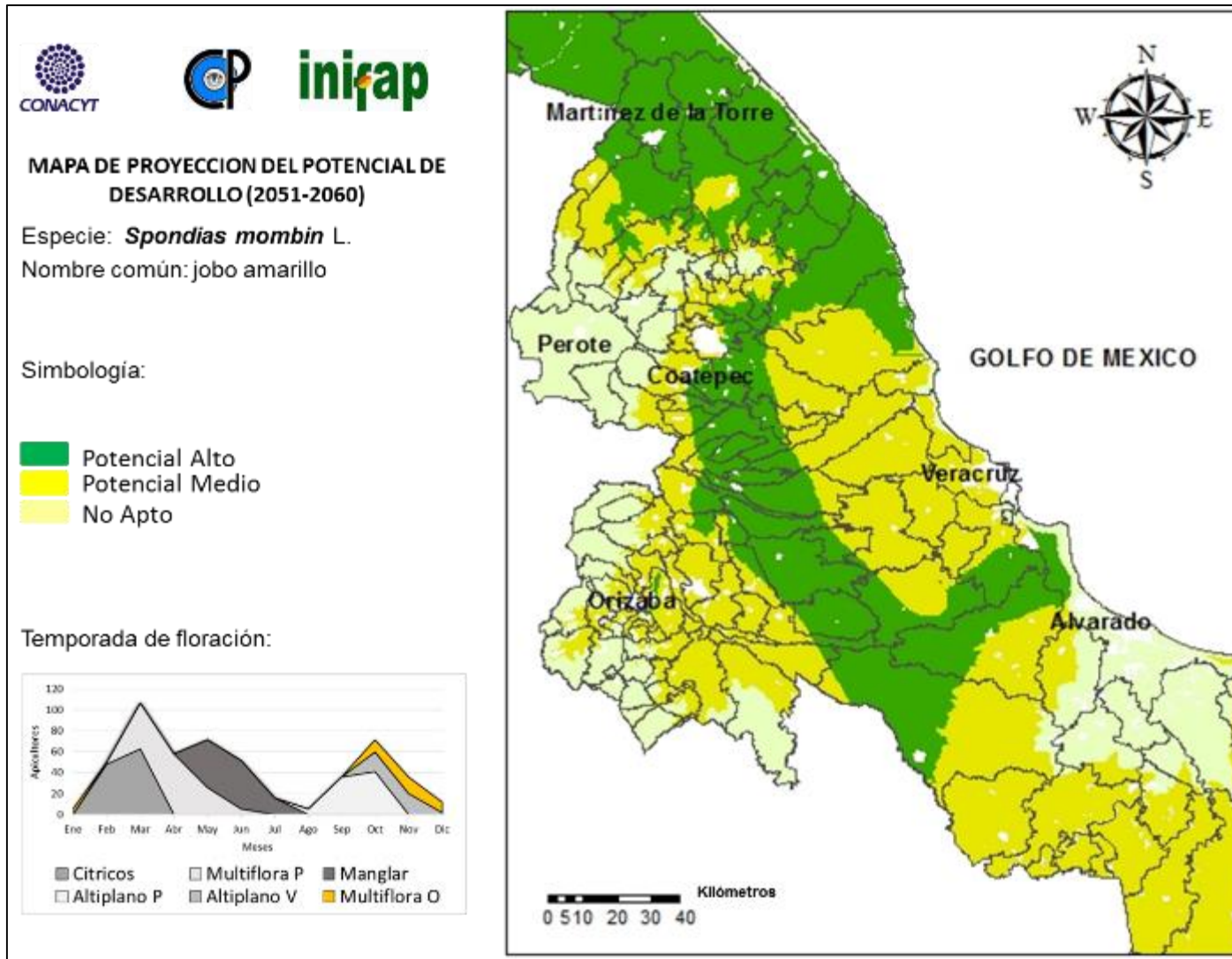


Figura 45. Potencial productivo proyectado para *S. mombin* para la década 2051-2060.

En general la superficie de cambio (ha) en *S. mombin* (Jobo) en el potencial productivo alto se incrementa en un 4% al periodo 2051-2060 pero, es en la década 2041-2050 donde la superficie total con el potencial productivo alto presenta un mayor incremento, en un 13.6% respecto al periodo actual, mientras que la superficie de potencial medio presenta una reducción 4.2% a la década 2051-2060 (Figura 46).

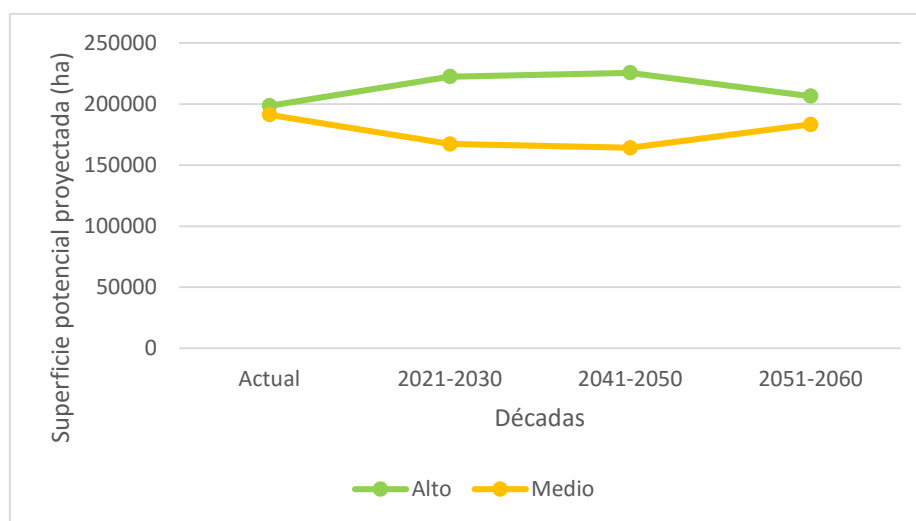


Figura 46. Variación en la superficie de potencial productivo en *S. mombin* para las diferentes décadas proyectadas.

Respecto a la información del Cuadro 14 se observa que la superficie con potencial productivo alto de *S. mombin* se incrementó de 198 588 ha en la década actual, a 206 526 ha en la década 2051-2060 y la superficie para potencial productivo medio se redujo de 191 239 ha a una superficie potencial proyectada de 183 299 ha en el mismo intervalo de tiempo, bajo las características del escenario A2.

Cuadro 14. Superficie de cambio potencial proyectada para el escenario A2 en *S. mombin* para las tres diferentes décadas.

| Potencial | Proyecciones del escenario A2 para las décadas | | | |
|--------------|--|-----------|-----------|-----------|
| | Actual | 2021-2030 | 2041-2050 | 2051-2060 |
| Alto | 198 588 | 222 469 | 225 601 | 206 526 |
| Medio | 191 239 | 167 360 | 164 228 | 183 299 |
| Bajo | 94 499 | 94 499 | 94 499 | 94 503 |

7.1.1 Síntesis de la movilidad de las especies melíferas.

El patrón -en general- de la superficie proyectada para cada una de las especies disminuye o se incrementa de forma particular. En las especies cultivadas como los cítricos (*C. sinensis* y *C. paradisi*) el modelo de proyección indica una reducción en la superficie con potencial alto, desde el corto (57.6%), mediano (70.1%) y largo plazo (75.2%), por lo que las imágenes muestran un remplazo en la superficie proyectada del potencial alto, por áreas con características de potencial medio, reflejando que las predicciones del modelo de simulación para este cultivo son negativas. Sin embargo, por tratarse de un cultivo de importancia antropógena, los impactos podrían ser amortiguados por las acciones humanas que por la misma especie.

El café (*C. arabica*) es otra de las especies indicadoras cultivadas en las que se reduce la superficie de potencial productivo alto sin embargo los porcentajes de cambio son variables en cada periodo de tiempo establecido a diferencia con los cítricos, observando que en el corto y mediano plazo la superficie de desarrollo con potencial alto presentara un incremento del 2.1 y 2% respectivamente, en comparación con la superficie potencial actual, pero a largo plazo tendrá una reducción 1.9% respecto a los valores de superficie actuales, por lo que las proyecciones para este cultivo presentan un impacto negativo.

La especie de *B. nigra* es la especie indicadora para la región del altiplano (en conjunto *B. campestris* y otras especies de la familia Asteraceae), seleccionada por los reportes de PRONATURA (2012), en la cual el modelo de proyección presento un impacto negativo para la superficie con potencial de desarrollo alto, en el corto, mediano y largo plazo, lo que supone una reducción del 3% con respecto a la superficie actual.

Por su parte las especies de manglar (*A. germinans* y *R. mangle*) no presentaron cambios espaciales en las áreas con potencial productivo alto por lo que, con base al modelo empleado, estas comunidades vegetales no tendrán cambios.

Mientras que las especies que ampliaron las zonas de desarrollo fueron las que forman parte de la vegetación silvestre: *B. simaruba* y *S. mombin*, componentes de la floración de primavera y otoño, e integrantes de las mieles multiflorales correspondientes a esas temporadas. En ambas especies el modelo de proyección climática, pronostico un

impacto positivo en el corto, mediano y largo plazo, incrementado la superficie de desarrollo potencial alto en un 5% para *B. simaruba* y 4% para *S. mombin*, con respecto a la superficie actual, atribuido a los intervalos en los requerimientos edafoclimáticos de ambas especies.

Los impactos negativos y positivos del cambio climático sobre las superficies proyectadas del potencial productivo reflejan cambios marcados desde el corto plazo (es decir en el periodo 2021-2030) y debido a que en especies como *C. arabica*, los cambios de un periodo a otro fueron variables, las tendencias se indicaron de forma particular en cada una de las especies.

Debido a que las especies de cítricos involucradas en la trashumancia son plantaciones comerciales, Rosenzweig *et al.* (1996), sugiere que los impactos por las variaciones climáticas estarán determinadas por la localización geográfica y temporal de estos cultivos e incrementar los riesgos de producción. Neves *et al.* (2012) sostienen que la producción es un tema controvertido debido a la amplia gama de factores que la involucran, además de las características climáticas (manejo, aportación y gestión técnica, eficiencia tecnológica, suelo, plagas y enfermedades, productividad por árbol y por hectárea, requisitos de manejo sanitario de cada sitio, costos de envío y logística), sin embargo confirma que si las variaciones climáticas, resultado del cambio climático se seguirán intensificando y acentuarán cambios en la geografía de la agricultura, como sucedió con los cultivos de cítricos en Brasil.

La especie de *C. arabica* aunque en menor porcentaje de reducción en la superficie de potencial productivo alto, fue consistente con la tendencia en los reportes del Sur de Sudan en África, donde la pérdida de superficie óptima para el cultivo del café, bajo el escenario A2A es de hasta un 68%. Sin embargo en contraste con las predicciones de nuestro modelo, donde la superficie intermedia también se reduce en un 11.6%, en África esta superficie se incrementara en un 95% para la década 2080 (Davis *et al.*, 2012).

Si bien la cuantificación del cambio de superficies proyectadas, es mayor en el segundo reporte, la proyección en la reducción de superficie con condiciones óptimas para el cultivo de café es consistente en ambos estudios y la diferencia porcentual de ambos,

pueden atribuirse a los factores geográficos, a la estructura y enfoque del tipo de modelación climática que se utilizó en ambos estudios (Zhang *et al.*, 2015).

Dentro del modelo SIG empleado para la proyección espacial de las especies melíferas, se consideraron las variables de temperatura, precipitación, tipo de suelo, pero para el caso del manglar se agregó una variable más correspondiente a salinidad. Sin embargo, no se observaron cambios en la superficie de desarrollo de las especies. Estos resultados pudieran contrastar con el pronóstico de reducción del 33% del IPCC (2002) y las graves afectaciones en dichos ecosistemas citados en el Resumen Técnico del grupo de trabajo III (IPCC, 2007b).

Yañez-Arancibia *et al.* (2014) y Day *et al.* (2008) sugieren que los manglares son sistemas bio-complejos por lo que cambios en el incremento relativo sobre el nivel del mar, la temperatura y las condiciones químicas del suelo, lo que requiere que los manglares se aborden con un enfoque integral de manejo eco-sistémico, para comprender su funcionamiento y los efectos que el CC conlleva.

Una hipótesis es que estos ecosistemas podrían beneficiarse de forma positiva con una expansión espacial y temporal ante los efectos del CC, con base en una posible tropicalización del Golfo de México (Yañez-Arancibia *et al.*, 2014) y, no a experimentar impactos adversos de inundación, inmersión y erosión costera, así como los impactos negativos generados por el crecimiento demográfico, económico y urbano, que pongan en riesgo la estructura, composición, función y distribución de estos ecosistemas (IPCC, 2014).

Como se ha observado respecto a la superficie de cambio los impactos potenciales del cambio climático son variables en cada especie. Las especies silvestres como *B. simaruba* y *S. mombin* sugieren un incremento en la superficie con potencial alto y una reducción en la superficie de potencial medio, atribuible a la amplitud de intervalos en las características de desarrollo de la especie, lo cual brinda una distribución mayor que las especies cultivadas. Sin embargo de acuerdo al quinto informe del IPCC (2014) la mortalidad arbórea y el decaimiento forestal a causa del aumento en la temperatura se

incrementara en diferentes regiones, lo que plantea riesgos para el almacenamiento de carbono, la biodiversidad, la producción de madera, la calidad del agua y el valor estético.

Estas evidencias indican que los cambios en las superficies potenciales para el desarrollo de la flora melífera indicadora son variables. Los cambios en la proyección de superficie, no permiten afirmar alguna tendencia de acuerdo al tipo de especie (cultivada o silvestre) ni al tipo de hábitat, de acuerdo al modelo de proyección SIGG con base el escenario A2.

La expansión o reducción de la superficie de desarrollo de las especies, como consecuencia del calentamiento global, dependerá de la habilidad en dispersión de la propia especie con base a sus características edafoclimáticas, a los intervalos de tolerancia y a la fauna asociada, por lo que esta respuesta será siempre, diferente para cada tipo de especie o conjunto de poblaciones–vegetales- (Yañez-Arancibia *et al.*, 2014).

No obstante que las especies de interés antropógeno pueden desarrollarse en ambientes con condiciones adversas, considerando el uso de la biotecnología para la obtención de nuevas variedades, así como el establecimiento de infraestructura que reúna las características de desarrollo de las especies bajo condiciones controladas.

7.2 Movilidad de la zona de confort térmico de *Apis mellifera*

A continuación, se presenta la proyección de las zonas de confort térmico con el modelo de simulación climática para las décadas de 2021-2030, 2041-2050 y 2051-2060. El enfoque de las condiciones de temperatura (Figura 47), no estuvo limitado a los reportes de la literatura, por efecto abarca las condiciones de temperatura de los sitios en donde los apicultores reportaron se ubicaban sus apiarios, por lo que el intervalo de temperatura se expandió hacia el límite inferior y se redujo en el límite superior, con base a los promedios anuales de la región.

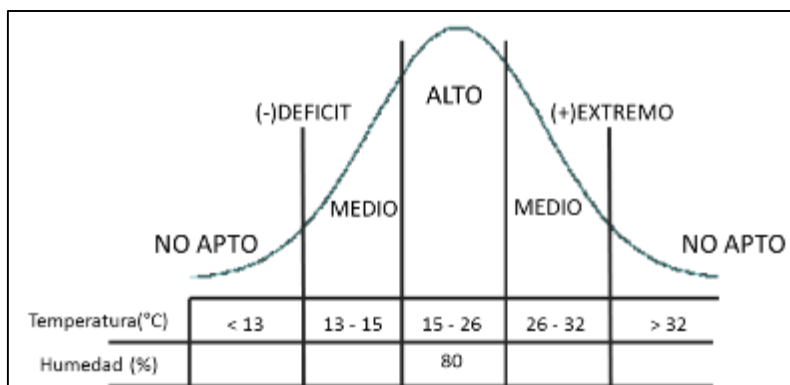


Figura 47. Intervalos de requerimientos de temperatura de la abeja en la región centro de Veracruz.

La primera imagen (Figura 48) corresponde a las zonas, de la región centro del estado de Veracruz, de confort (alto y medio) para el desarrollo de la especie, con base a las condiciones climáticas actuales, de forma sucesiva se presentan tres imágenes de proyección con los cambios posibles de dichas zonas para las décadas mencionadas, con base al modelo de simulación climática SIGG (Ruiz *et al.*, 2011a) y que permiten observar los cambios de forma cualitativa.

Las Figuras y Cuadros con los cambios espaciales de superficie en unidades de hectáreas para cada imagen, se muestran después de las cuatro figuras de manera que los cambios puedan observarse, en un contexto cuantitativo.

Mapas de confort térmico en *Apis mellifera*

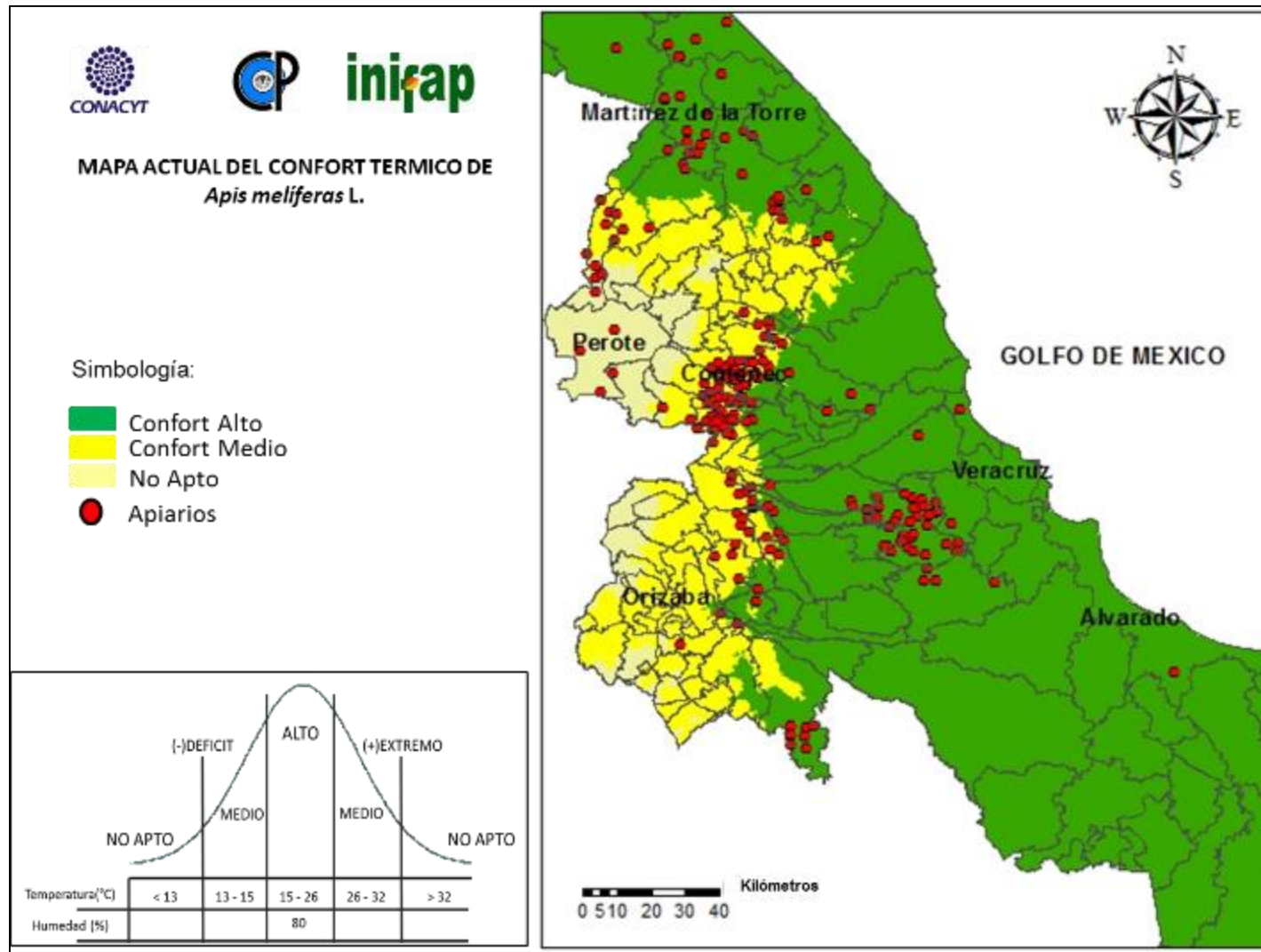


Figura 48. Distribución de apiarios y zonas de confort térmico actual de *A. mellifera*.

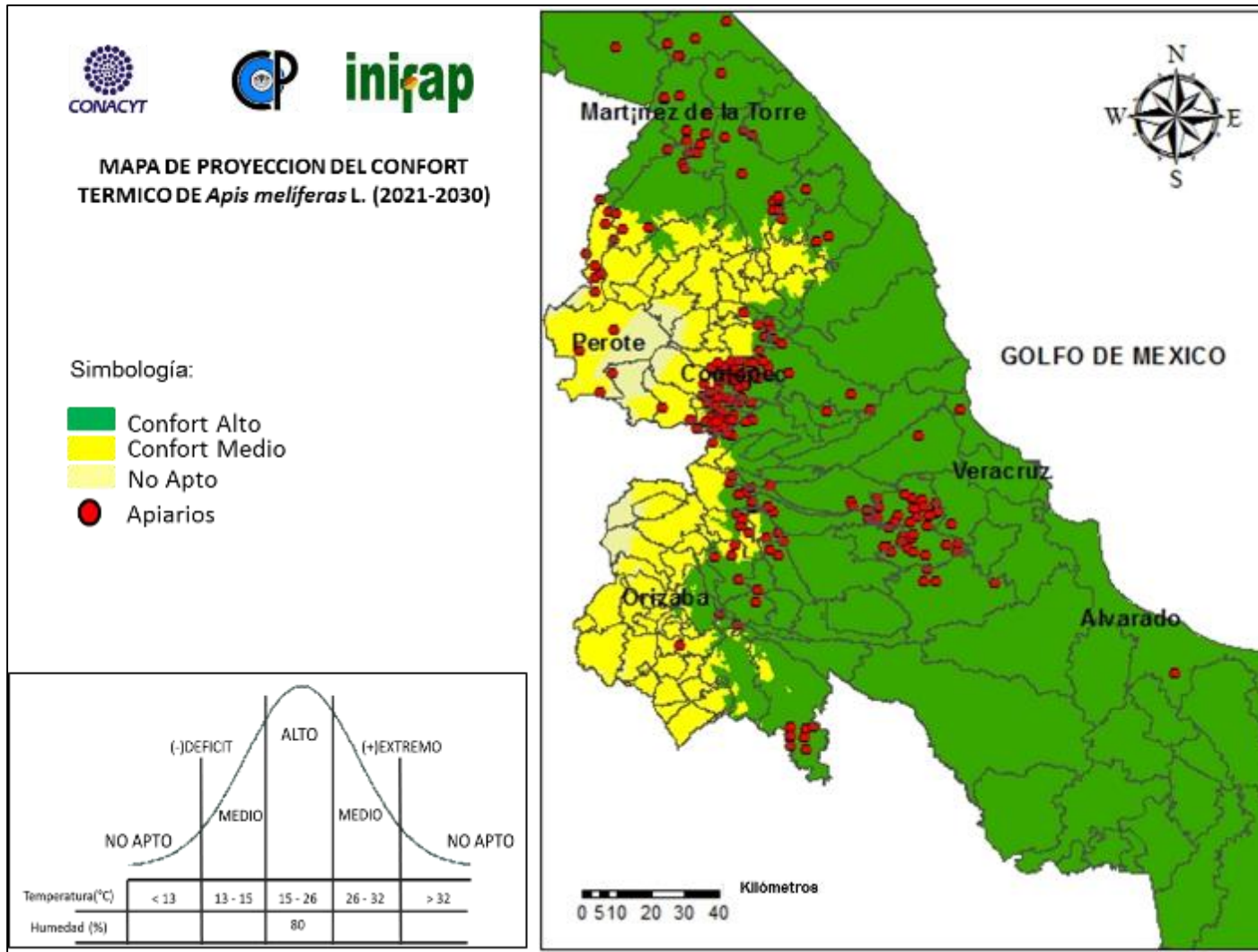


Figura 49. Distribución de apiarios y zonas de confort térmico de *A. mellifera* proyectadas para la década de 2021-2030.

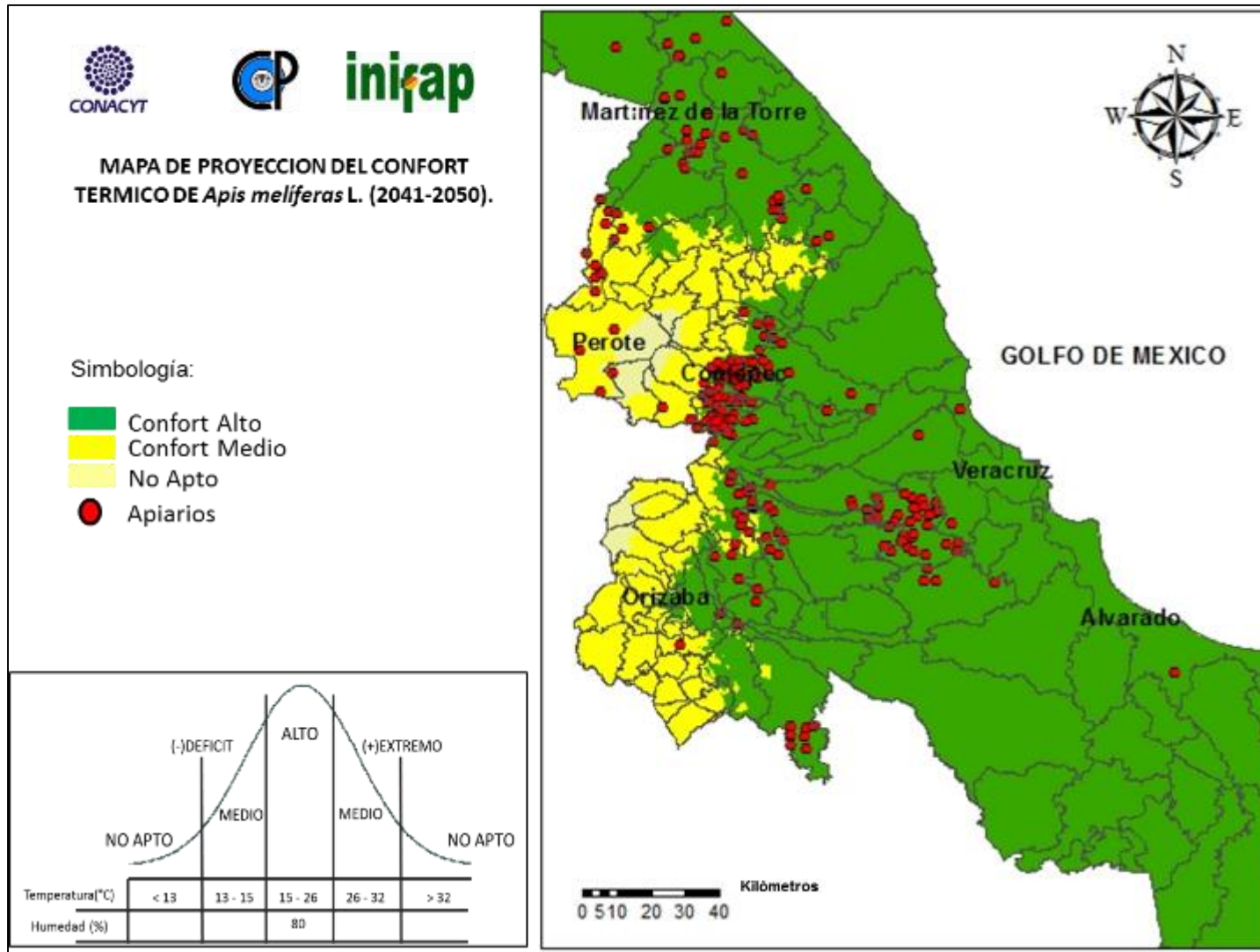


Figura 50. Distribución de apiarios y zonas de confort térmico de *A. mellifera* proyectadas para la década de 2041-2050.

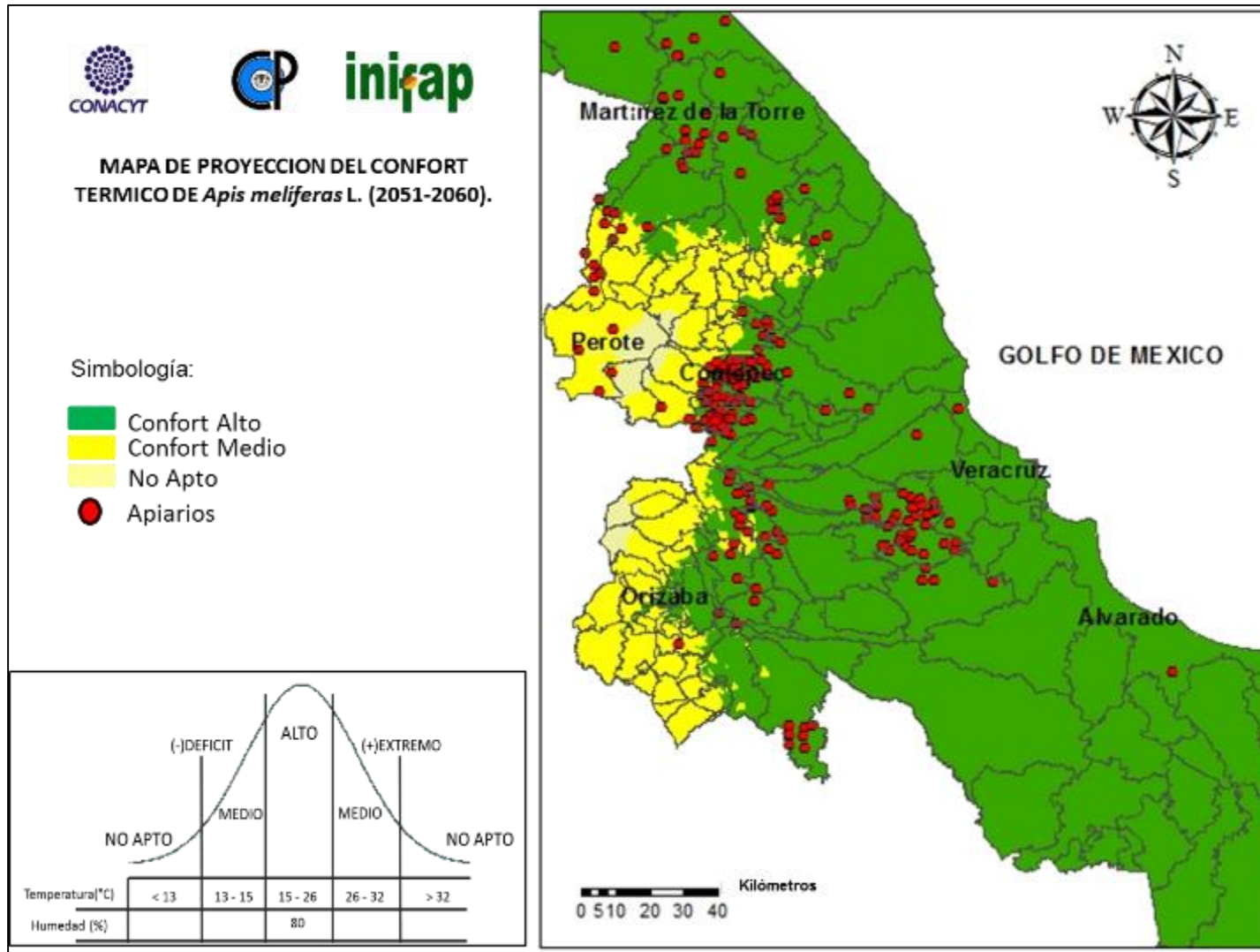


Figura 51. Distribución de apiarios y zonas de confort térmico de *A. mellifera* proyectadas para la década de 2051-2060.

Se observó que con el uso del modelo de proyección las superficies de confort térmico alto para la abeja se incrementaron en un 25.4% de la década actual a la década 2051-2060 y las zonas de confort térmico medio se redujeron en un 45% en el mismo periodo (Figura 52).

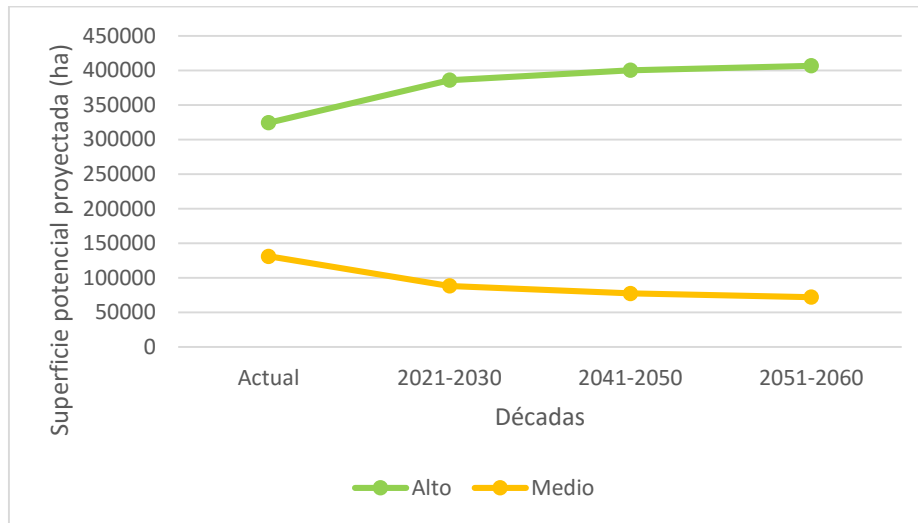


Figura 52. Variación en la superficie de confort térmico de *A. mellifera* para las diferentes décadas proyectadas.

En el Cuadro 15 se observa que la superficie potencial para el confort térmico alto para la abeja, se incrementó de 324 424 ha en la década actual, a 406 680 ha en la década 2051-2060 observando una definida tendencia de incremento, mientras que la superficie de confort térmico medio se redujo de 131 358 ha, a una superficie potencial proyectada de 72 277 ha, en el mismo periodo de tiempo bajo las características del escenario A2.

Cuadro 15. Superficie de cambio del confort térmico proyectada para el escenario A2 en *A. mellifera* para las tres diferentes décadas.

| Potencial | Proyecciones del escenario A2 para las décadas | | | |
|--------------|--|-----------|-----------|-----------|
| | Actual | 2021-2030 | 2041-2050 | 2051-2060 |
| Alto | 324 424 | 385 915 | 400 376 | 406 680 |
| Medio | 131 358 | 88 532 | 77 574 | 72 277 |
| Bajo | 28 537 | 9 870 | 6 370 | 5 361 |

7.2.1 Cruzamiento de imágenes vectoriales

Se realizó un entrecruzamiento de las imágenes vectoriales (mapas) resultantes entre las condiciones de confort térmico de abejas y el potencial productivo de las especies melíferas indicadoras, para conocer las áreas de influencia de la actividad apícola en la región. A través de una matriz de decisión (Cuadro 16) se obtuvieron cuatro categorías que definen las condiciones de la apicultura con base al potencial productivo de las especies melíferas y las zonas de confort de las abejas. Sin embargo, en los mapas se muestran cinco categorías ya que se consideró ilustrar las regiones no aptas para la especie de abeja y para la especie melífera.

En total se presentan 24 mapas que corresponden a los entrecruces mencionados, cuatro por especie y siguiendo la estructura del apartado 9.1 Al final de las cuatro imágenes correspondientes a una especie particular se muestra el cambio en unidades de superficie (ha) con el objetivo de poder cuantificar los cambios en la superficie en cada especie y para cada una de las décadas proyectadas.

Cuadro 16. Matriz de cruzamiento entre la condición óptima y media de las plantas y abejas.

| Plantas/Abejas | Optimo (+) | Medio (-) |
|----------------|------------|-----------|
| Optimo (+) | ++ | +— |
| Medio (-) | —+ | -- |

Confort térmico de *A. mellifera* y las especies de cítricos: *C. sinensis* y *C. paradisi*.

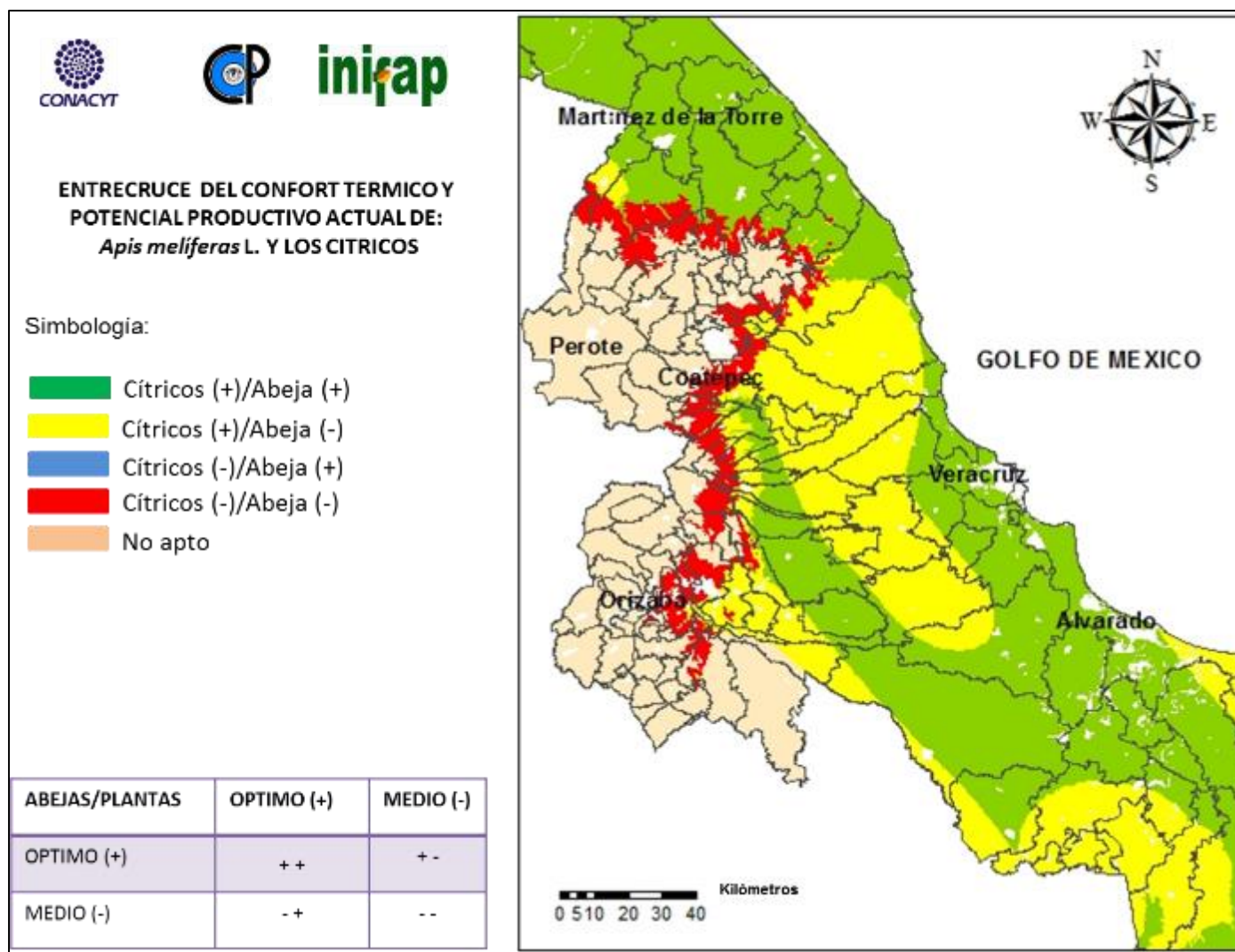


Figura 53. Zonas para el desarrollo de la apicultura en el cultivo de cítricos con las condiciones climáticas actuales.

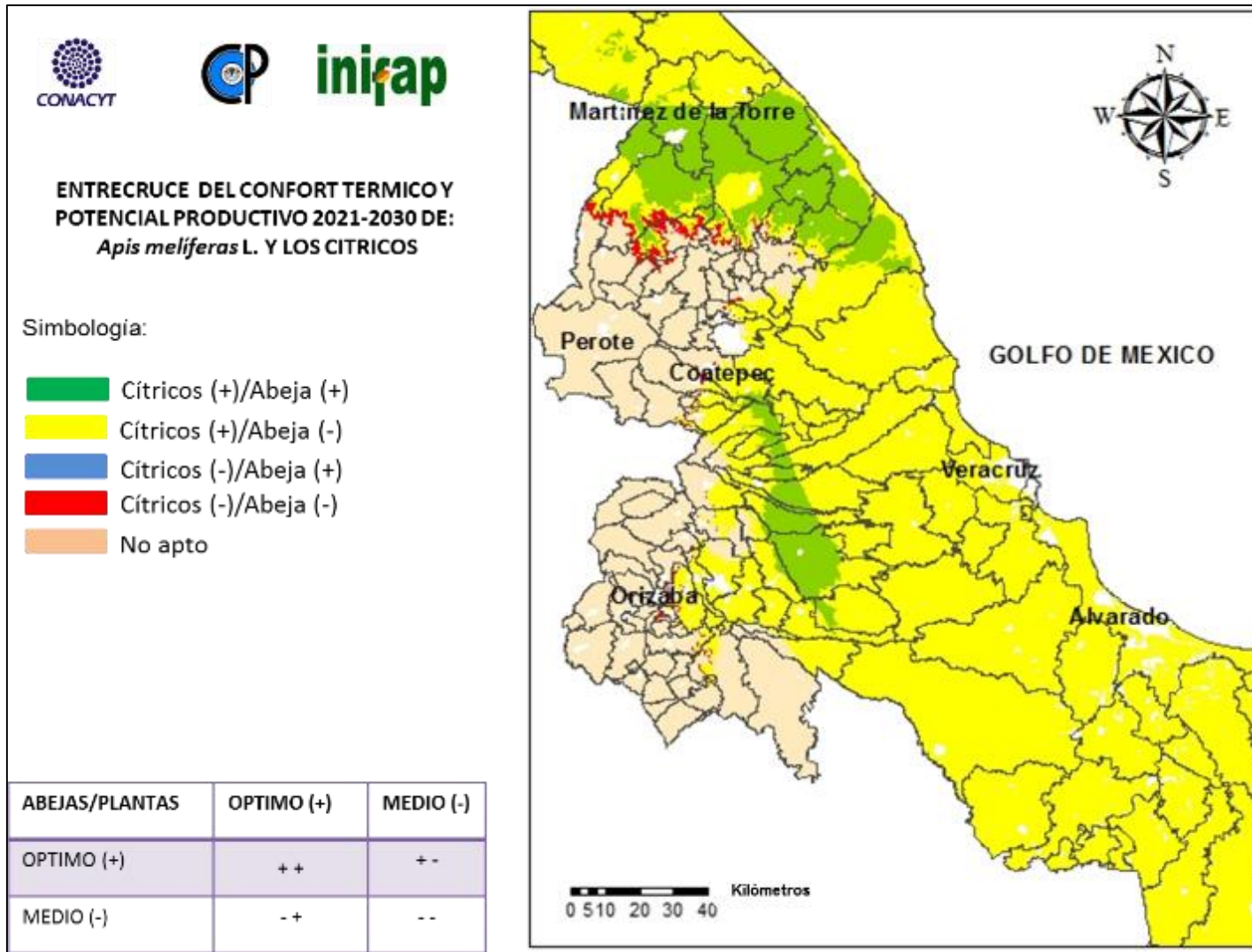


Figura 54. Zonas para el desarrollo de la apicultura en el cultivo de cítricos con las condiciones climáticas 2021-2030.

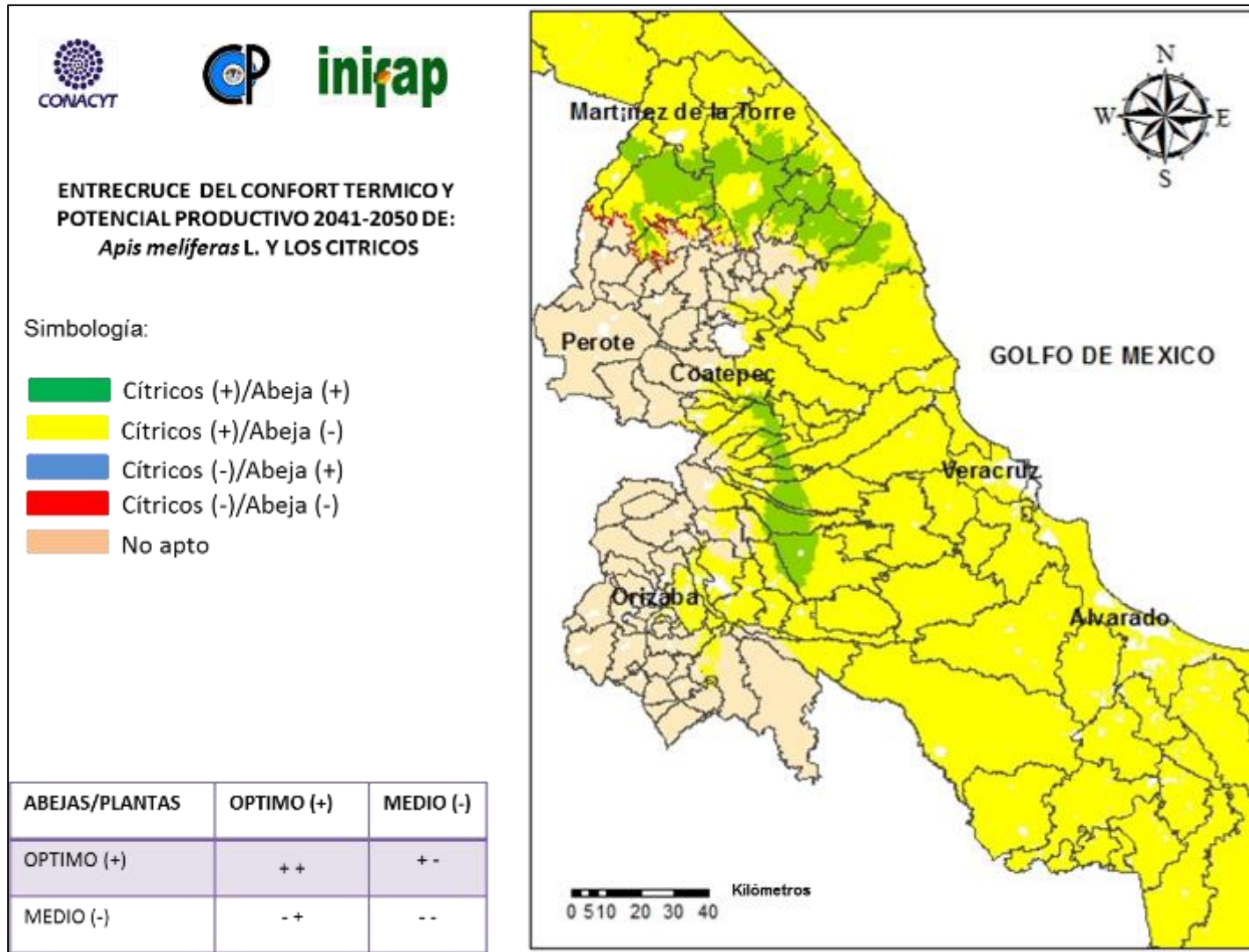


Figura 55. Zonas para el desarrollo de la apicultura en el cultivo de cítricos con las condiciones climáticas 2041-2050.

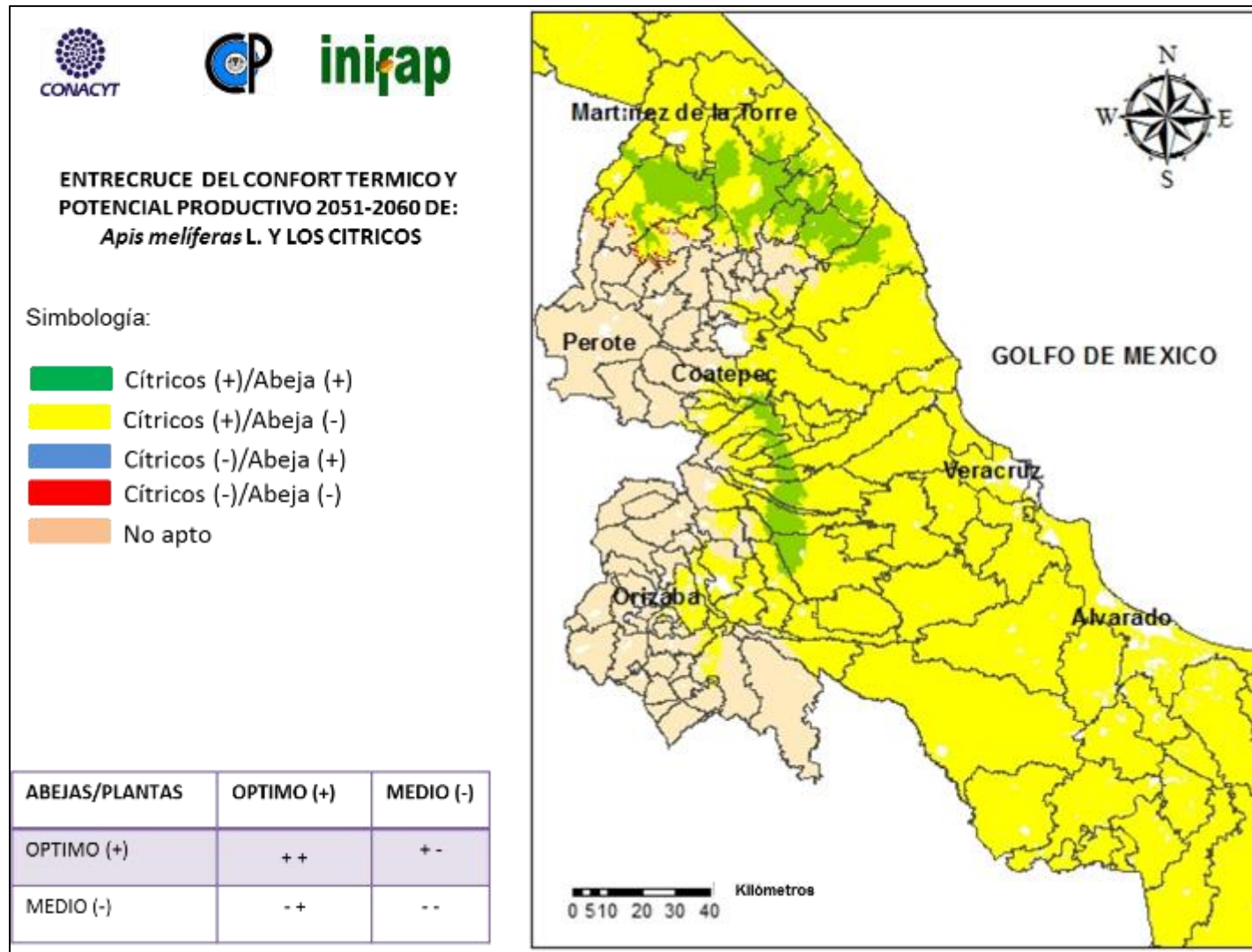


Figura 56. Zonas para el desarrollo de la apicultura en el cultivo de cítricos con las condiciones climáticas 2051-2060.

Las zonas dominantes para el desarrollo de la apicultura con base en las condiciones de confort térmico de las abejas y los requerimientos de las especies de cítricos indicadoras, en general sobresale la reducción en las zonas con las condiciones óptimas para ambas especies en un 75% al periodo 2051-2060. Sin embargo, las condiciones de desarrollo óptimo en la abeja y medio en la especie indicadora se incrementan en un 173% al mismo periodo de tiempo (Figura 57)

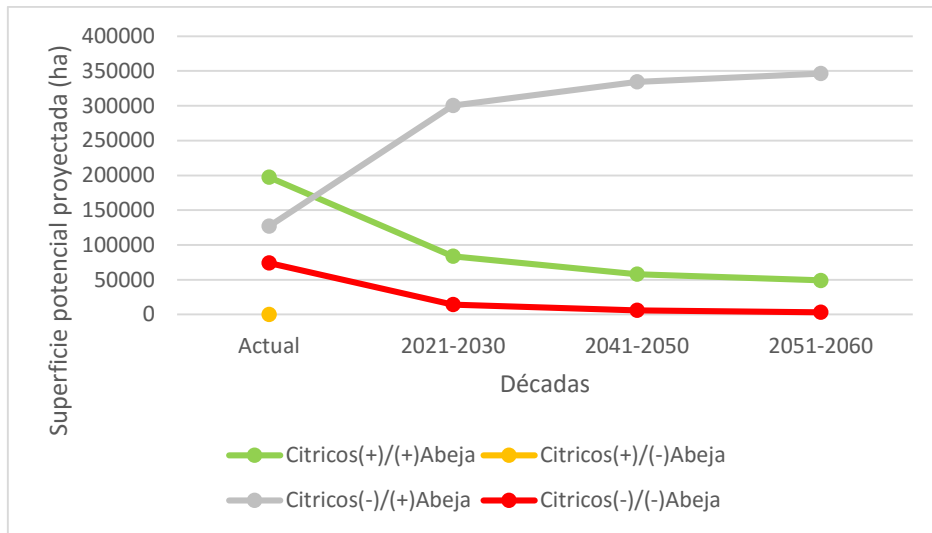


Figura 57. Variación en la superficie del desarrollo de la apicultura en el cultivo de cítricos para las diferentes décadas proyectadas.

En el Cuadro 17 se observa que la superficie potencial para el desarrollo óptimo de ambas especies se redujo de 197 473 ha a 48 954 ha en la década 2051-2060. La superficie con potencial medio en los cítricos y con potencial alto en el confort de la abeja se incrementó de 126 949 ha en la década actual, a 346 314ha en el mismo periodo de tiempo bajo las características del escenario A2.

Cuadro 17. Superficie proyectada para el desarrollo de la apicultura con base a los requerimientos de las abejas y los cítricos proyectada para el escenario A2.

| Potencial | Proyecciones del escenario A2 para las décadas | | | |
|-----------------------------|--|-----------|-----------|-----------|
| | Actual | 2021-2030 | 2041-2050 | 2051-2060 |
| Cítricos(+)/(+)Abeja | 197 473 | 83 749 | 57 977 | 48 954 |
| Cítricos(+)/(-)Abeja | 2 | ----- | ----- | ----- |
| Cítricos(-)/(+)Abeja | 126 949 | 300 447 | 334 498 | 346 314 |
| Cítricos(-)/(-)Abeja | 74 010 | 14 236 | 5 960 | 3 169 |

Confort térmico de *A. mellifera* y potencial productivo de *B. simaruba*

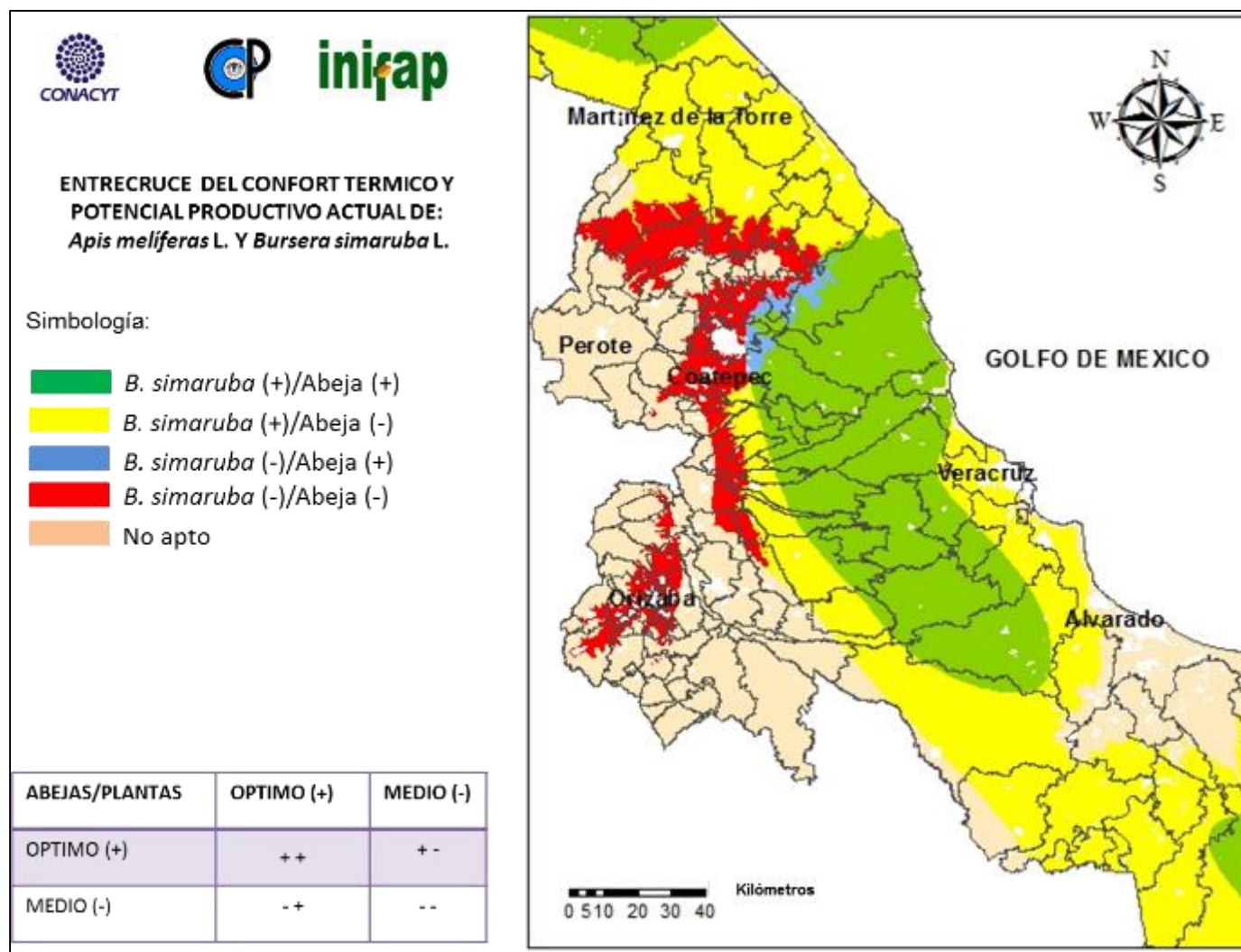


Figura 58. Zonas para el desarrollo de la apicultura con la especie silvestre *B. simaruba* con las condiciones climáticas actuales.

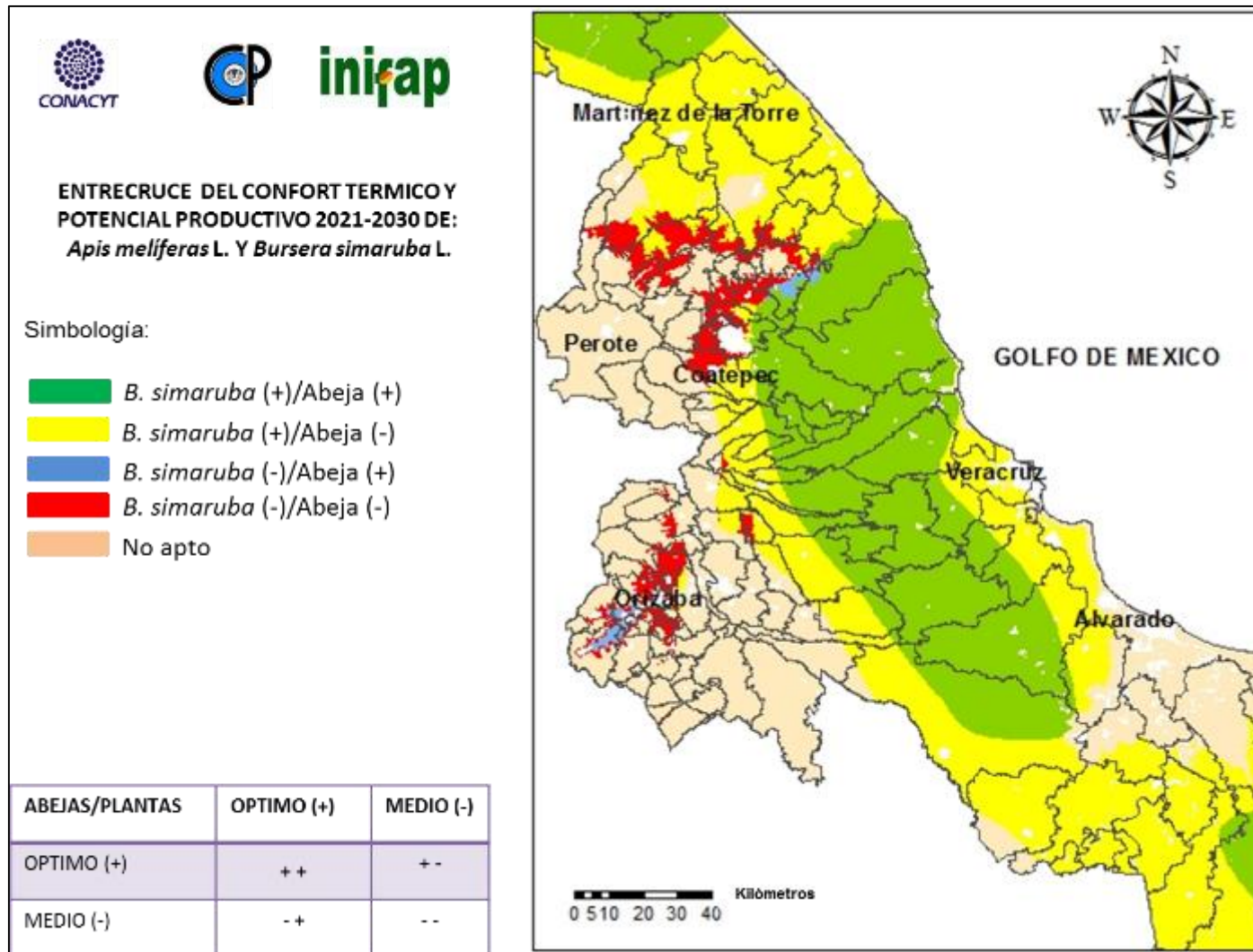


Figura 59. Zonas para el desarrollo de la apicultura con la especie *B. simaruba* con las condiciones climáticas 2021-2030.

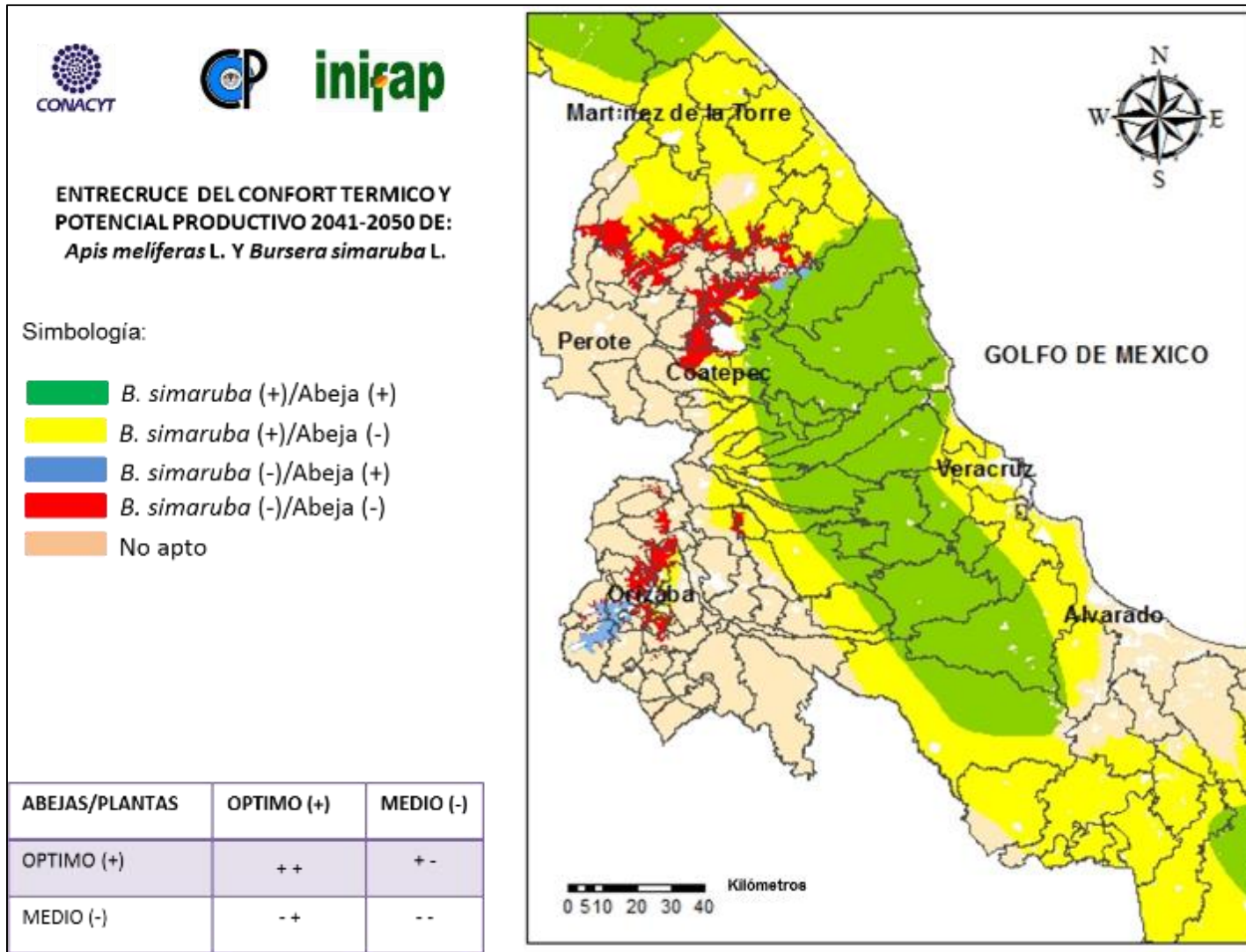


Figura 60. Zonas para el desarrollo de la apicultura con la especie *B. simaruba* con las condiciones climáticas 2041-2050.

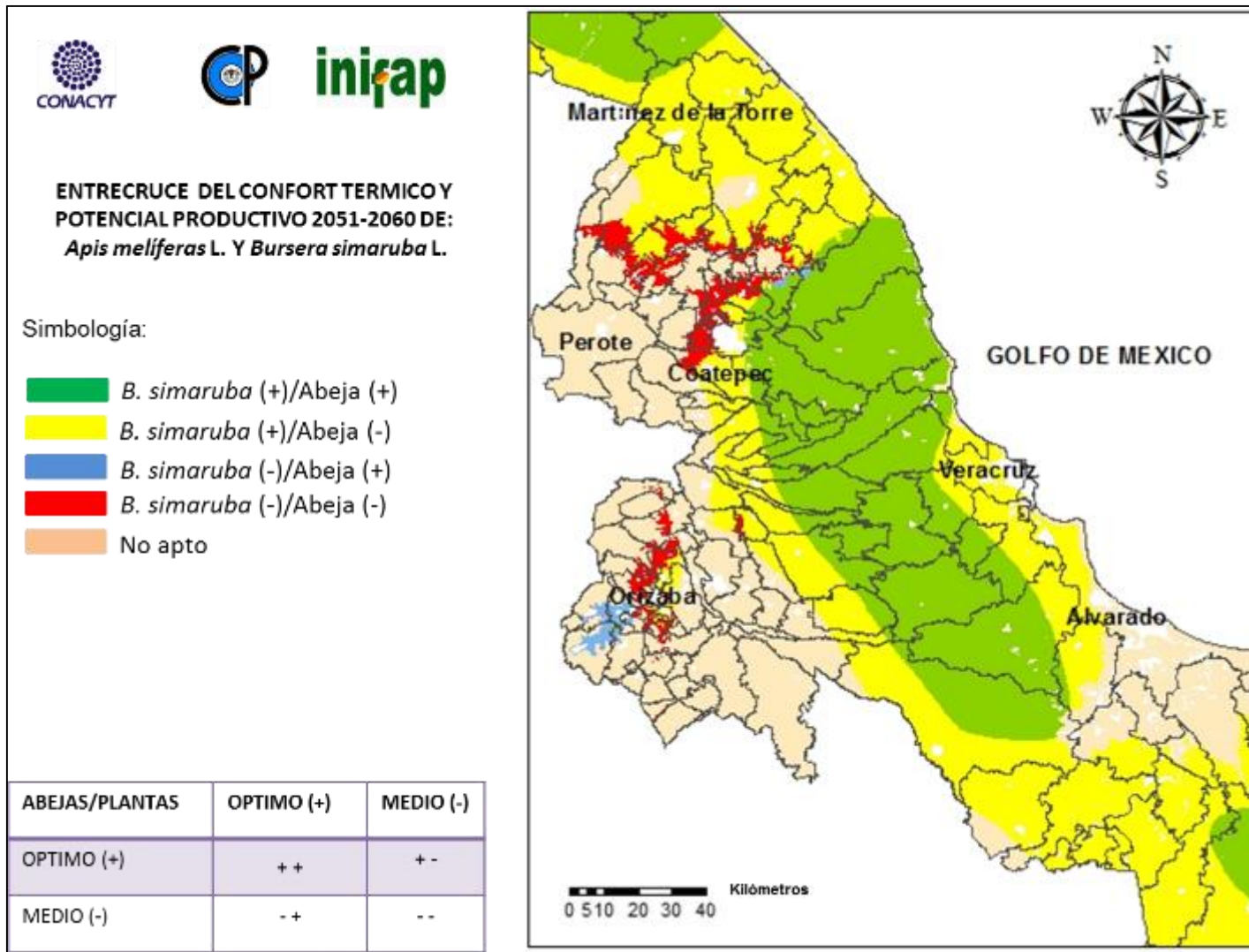


Figura 61. Zonas para el desarrollo de la apicultura con la especie *B. simaruba* con las condiciones climáticas 2051-2060.

Las zonas dominantes para el desarrollo de la apicultura con base los requerimientos de *B. simaruba* y confort térmico de las abejas se pudo observar que las zonas con las condiciones óptimas para ambas especies se incrementan en un 13% a la década de 2051-2060. Las condiciones de desarrollo óptimo para *B. simaruba* y medio para la abeja se reduce en 99%, mientras que los espacios con potencial medio para la planta y optimo en la abeja, se incrementan en un 24% (Figura 62).

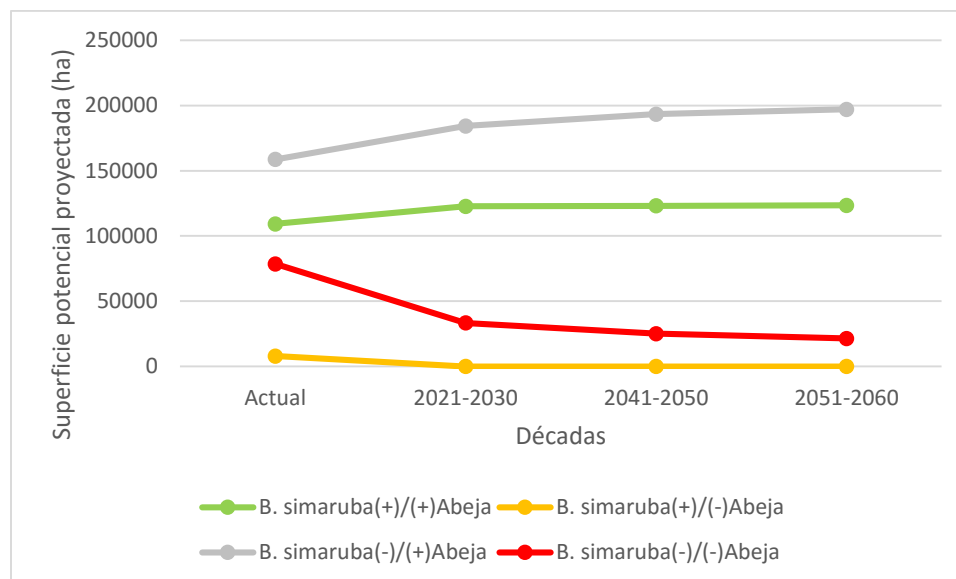


Figura 62. Variación en la superficie del desarrollo de la apicultura con *B. simaruba* para las diferentes décadas proyectadas.

En el Cuadro 18 se observa que la superficie potencial para el desarrollo óptimo de ambas especies se incrementa de 109 246 ha a 123 473ha hasta la década 2051-2060 y la superficie con el óptimo para la abeja y medio para la planta, también se incrementa de 158 603 a 197 020 ha bajo las características del escenario A2 en el mismo periodo de tiempo.

Cuadro 18. Superficie proyectada para el desarrollo de la apicultura con base a los requerimientos de las abejas y *B. simaruba* proyectada para el escenario A2.

| Potencial | Proyecciones del escenario A2 para las décadas | | | |
|---------------------------------|--|-----------|-----------|-----------|
| | Actual | 2021-2030 | 2041-2050 | 2051-2060 |
| <i>B. simaruba</i> (+)/(+)Abeja | 109 246 | 122 682 | 123 148 | 123 473 |
| <i>B. simaruba</i> (+)/(-)Abeja | 7 929 | 16 | 33 | 44 |
| <i>B. simaruba</i> (-)/(+)Abeja | 158 603 | 184 289 | 193 331 | 197 020 |
| <i>B. simaruba</i> (-)/(-)Abeja | 78 548 | 33 301 | 25 089 | 21 517 |

Confort térmico de *A. mellifera* y potencial productivo de *C. arabica*.

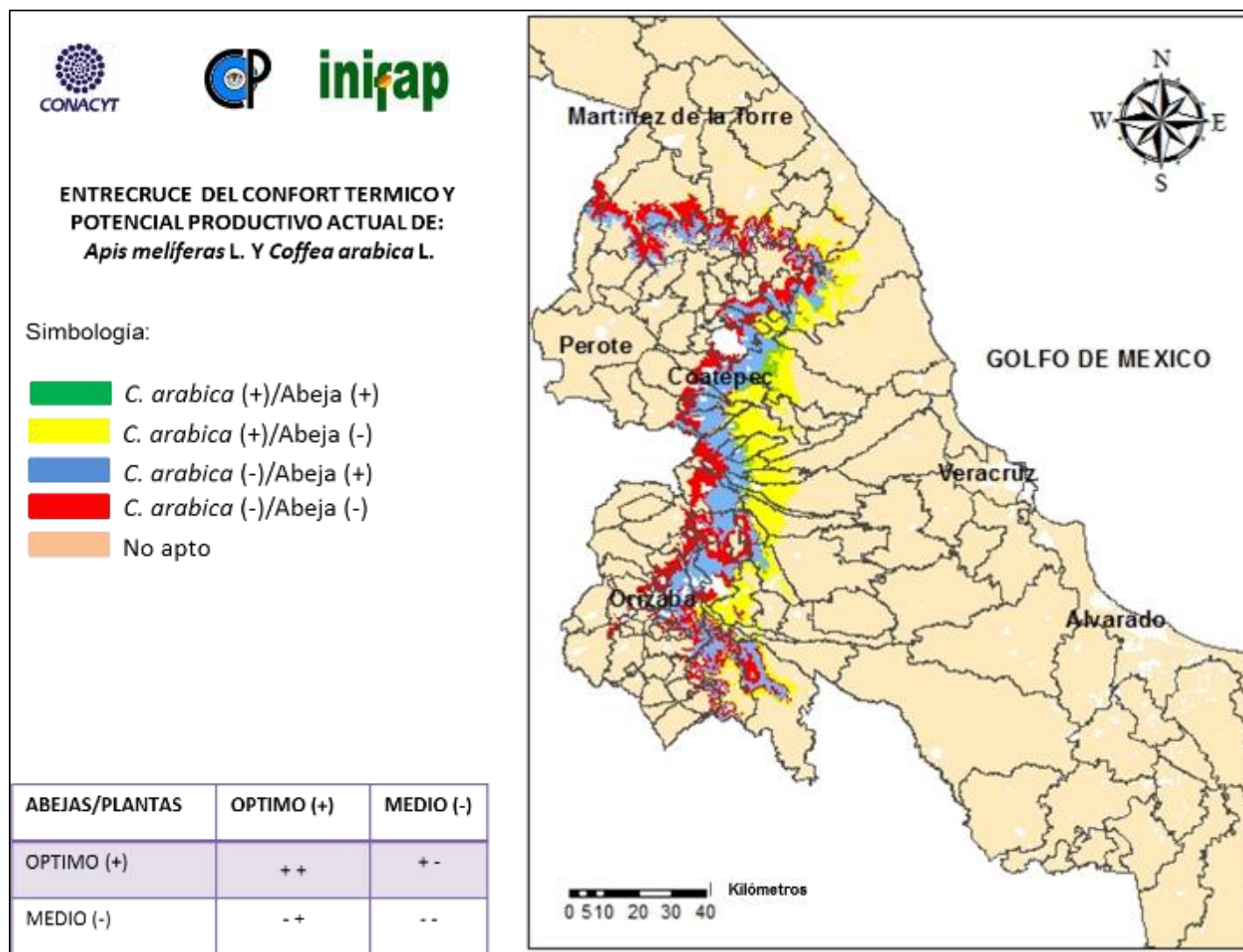


Figura 63. Zonas para el desarrollo de la apicultura con *C. arabica* con las condiciones climáticas actuales.

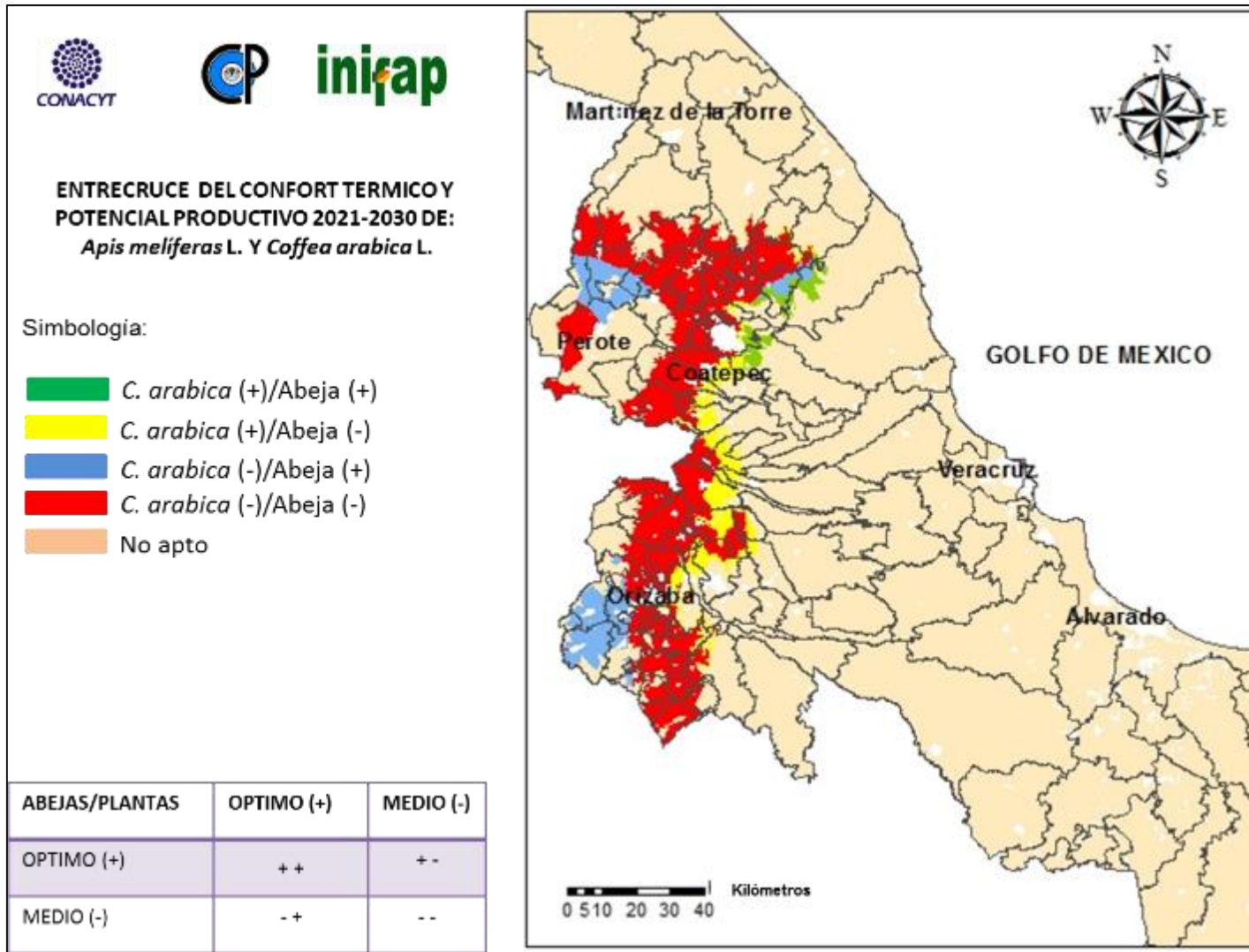


Figura 64. Zonas para el desarrollo de la apicultura con *C. arabica* con las condiciones climáticas de la década 2021-2030.

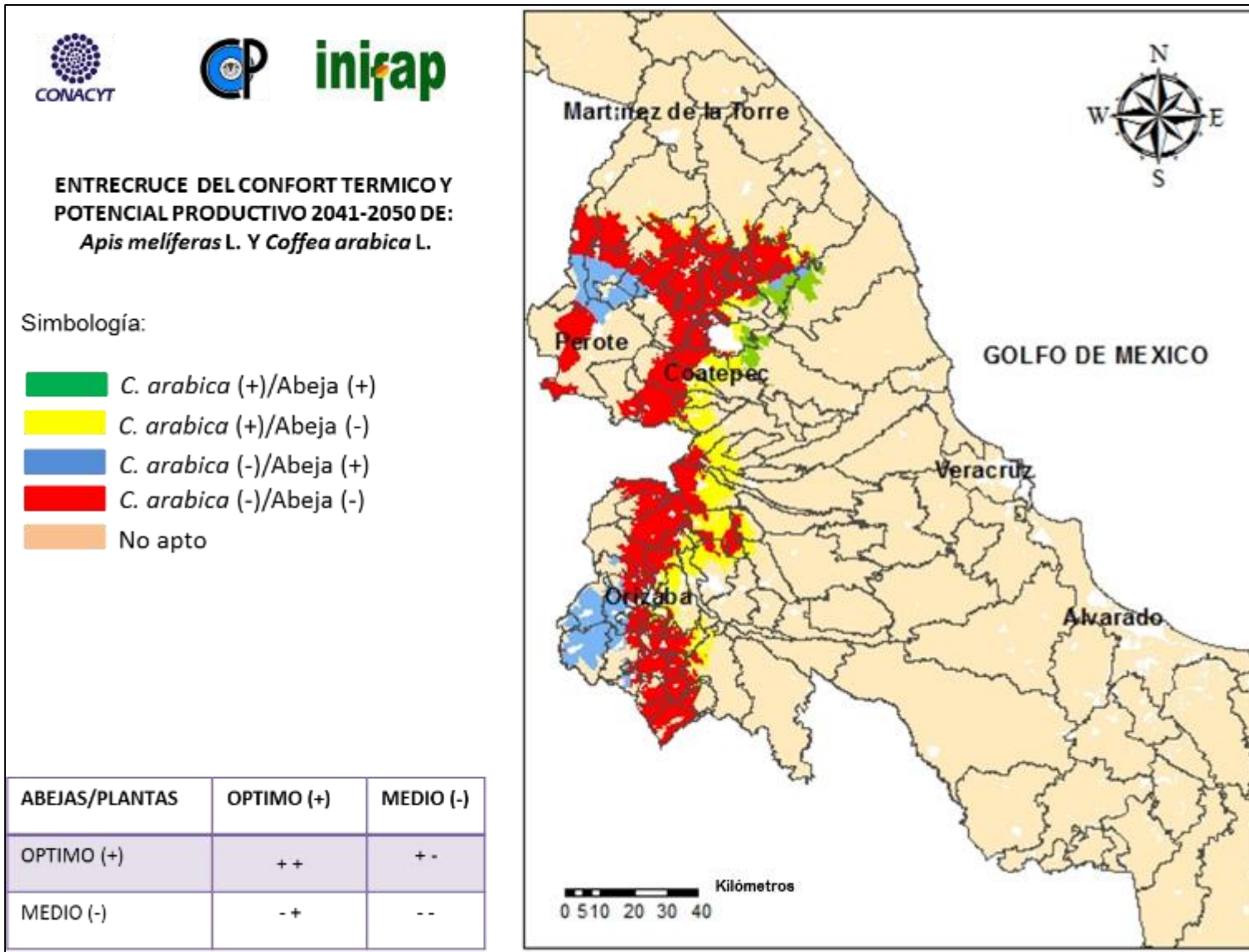


Figura 65. Zonas para el desarrollo de la apicultura con *C. arabica* con las condiciones climáticas de la década 2041-2050.

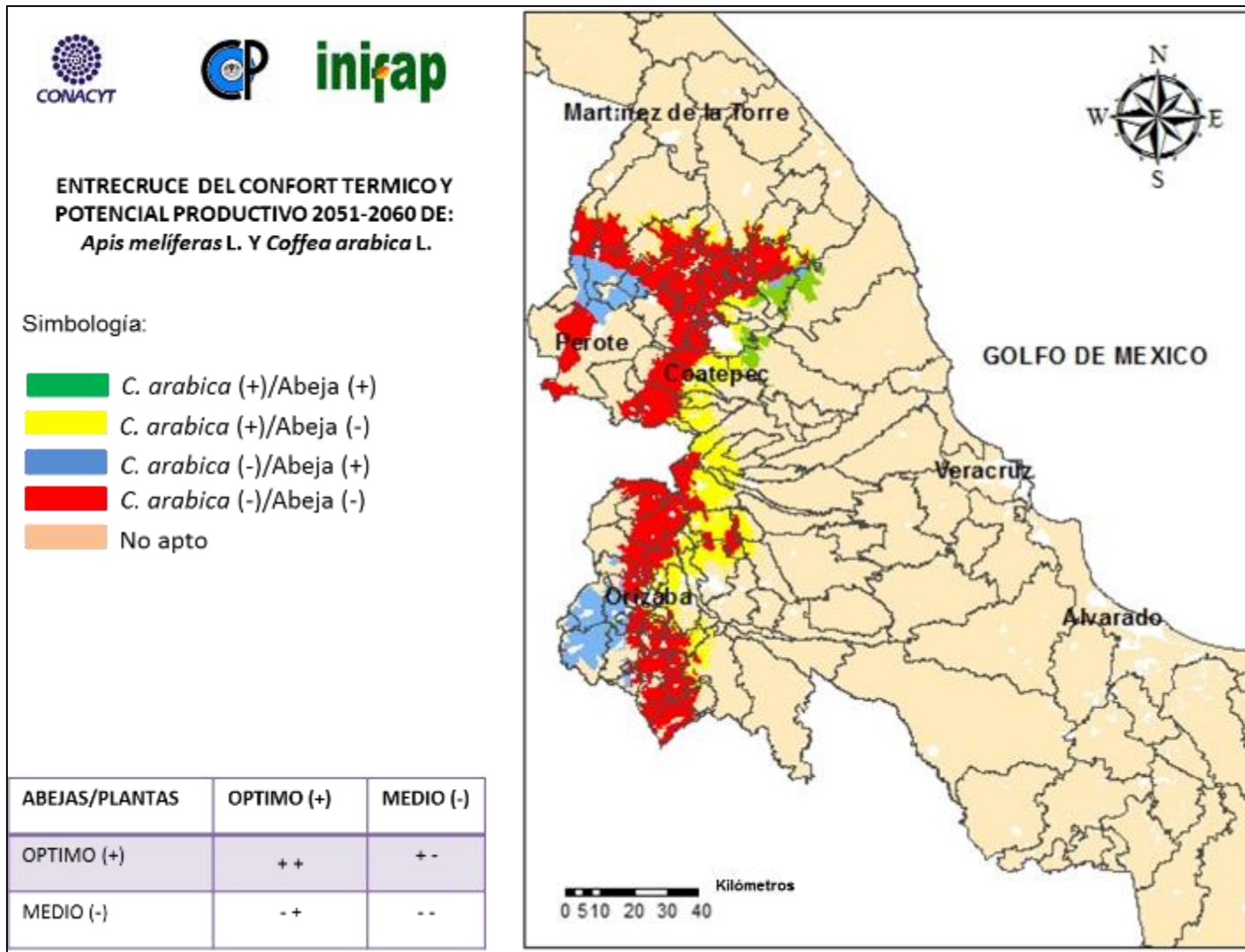


Figura 66. Zonas para el desarrollo de la apicultura con *C. arabica* con las condiciones climáticas de la década 2051-2060.

Se observó que las zonas dominantes para el desarrollo de la apicultura con base en las condiciones de confort térmico de las abejas y los requerimientos de la especie indicadora *C. arabica*, con las condiciones óptimas para el desarrollo potencial de ambas especies se incrementan en 850% hasta la década 2051-2060, de igual forma que el espacio de desarrollo, óptimo para las abejas y medio en la especie indicadora al incrementarse en un 24%, al igual que se redujeron las otras dos condiciones (Figura 67).

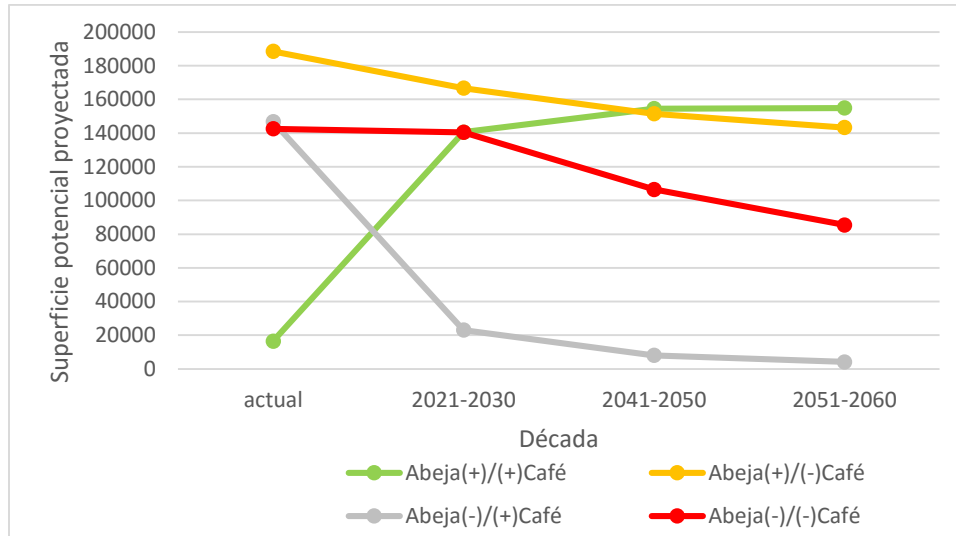


Figura 67. Variación en la superficie del desarrollo de la apicultura con *C. arabica* para las diferentes décadas proyectadas.

El Cuadro 19 muestra que la superficie potencial para el desarrollo óptimo de ambas especies se incrementa de 5 044 ha a 47 930 ha hasta la década 2051-2060. Así mismo el espacio con el óptimo para la abeja y medio para la planta, se incrementa de 30 722 a 38 180 ha en el mismo periodo bajo las condiciones del escenario A2.

Cuadro 19. Superficie proyectada para el desarrollo de la apicultura con base a los requerimientos de las abejas y *C. arabica* proyectada para el escenario A2.

| Potencial | Proyecciones del escenario A2 para las décadas | | | |
|--------------------------------------|--|-----------|-----------|-----------|
| | Actual | 2021-2030 | 2041-2050 | 2051-2060 |
| <i>C. arabica</i>(+)/(+)Abeja | 5 044 | 39 503 | 47 179 | 47 930 |
| <i>C. arabica</i>(+)/(-)Abeja | 47 044 | 13 700 | 5 960 | 3 169 |
| <i>C. arabica</i>(-)/(+)Abeja | 30 722 | 42 279 | 39 732 | 38 180 |
| <i>C. arabica</i>(-)/(-)Abeja | 36 898 | 30 947 | 25 116 | 21 607 |

Confort térmico de *A. mellifera* y potencial productivo del manglar

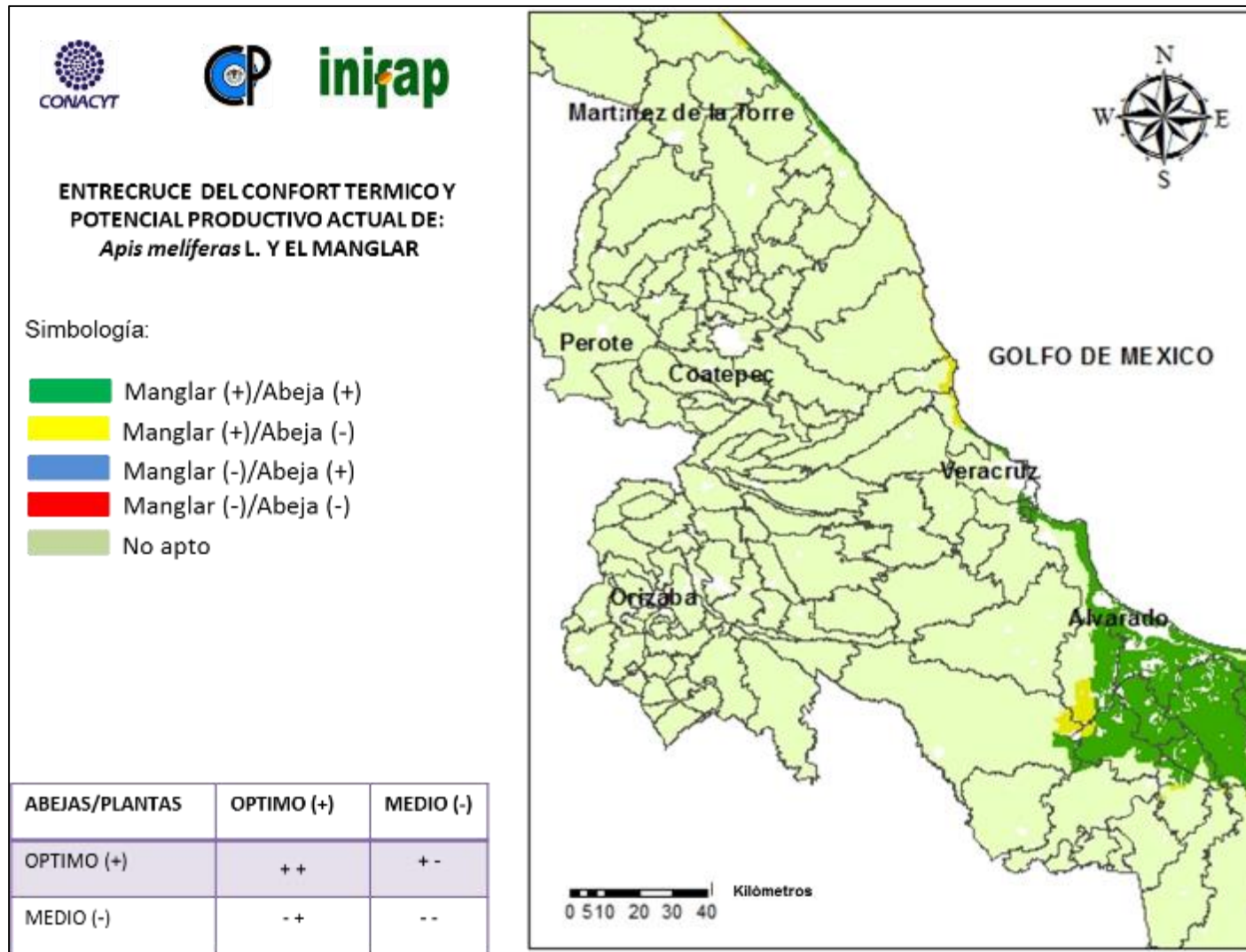


Figura 68. Zonas para el desarrollo de la apicultura en manglar con las condiciones climáticas actuales.

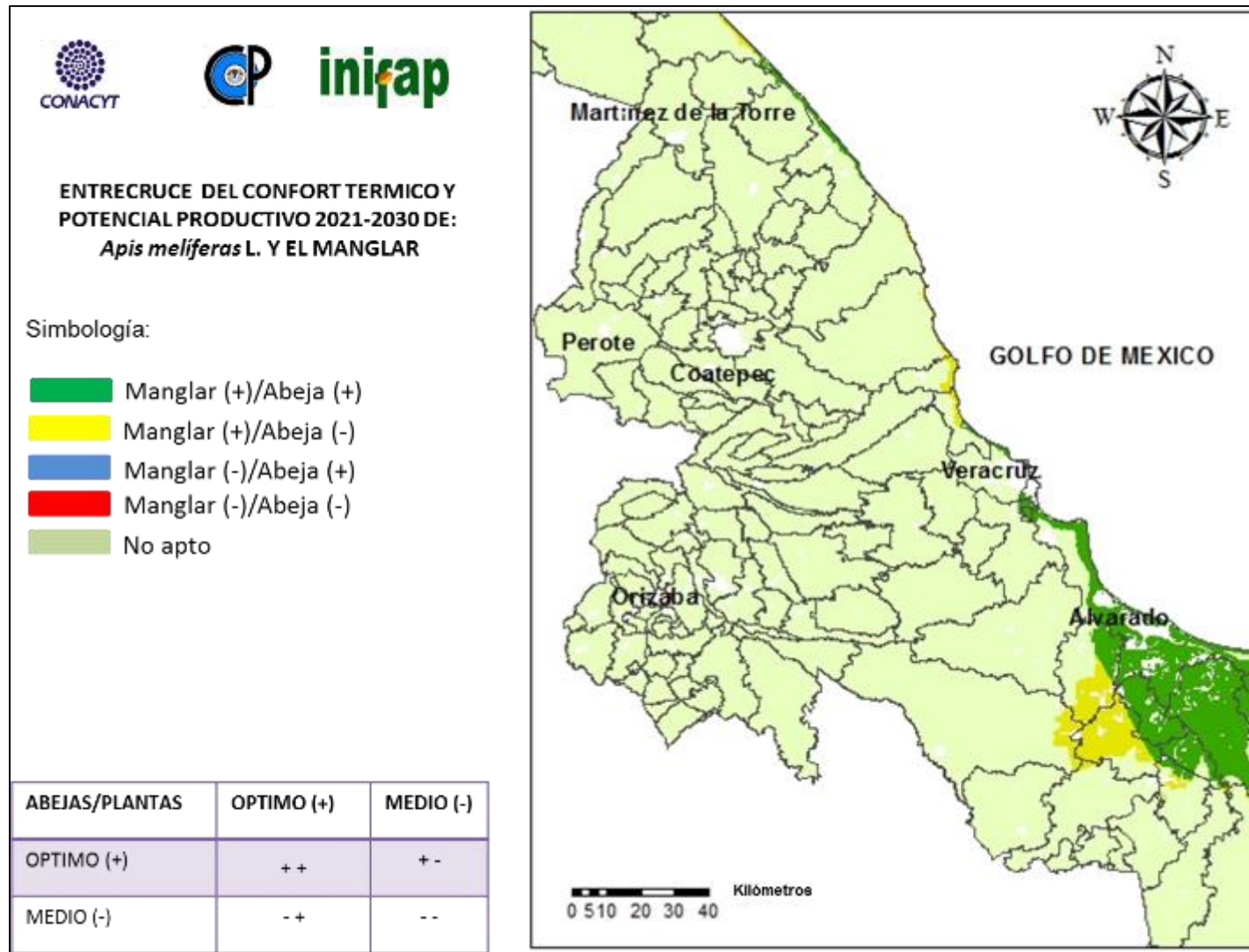


Figura 69. Zonas para el desarrollo de la apicultura en manglar con las condiciones climáticas de la década 2021-2030.

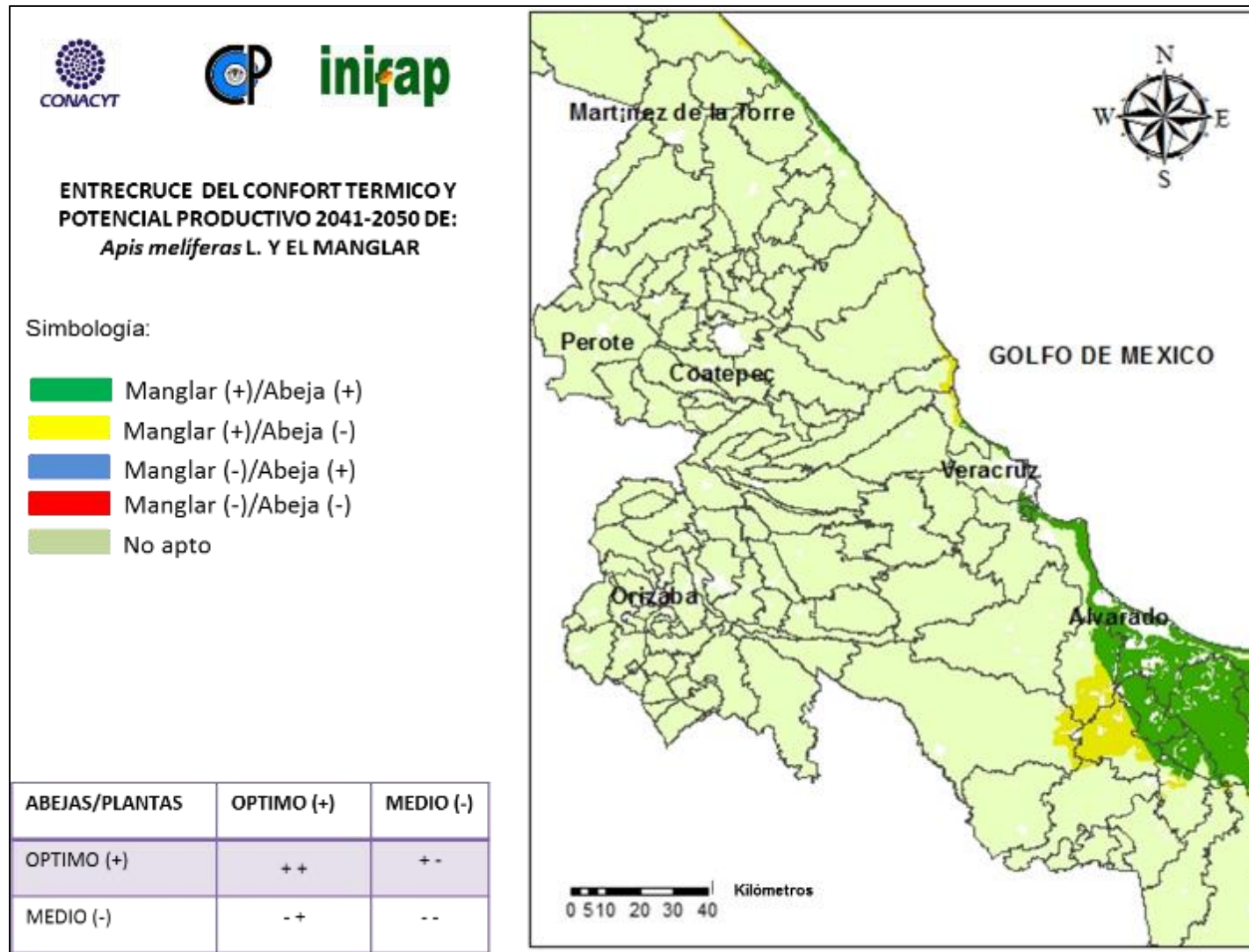


Figura 70. Zonas para el desarrollo de la apicultura en manglar con las condiciones climáticas de la década 2041-2050.

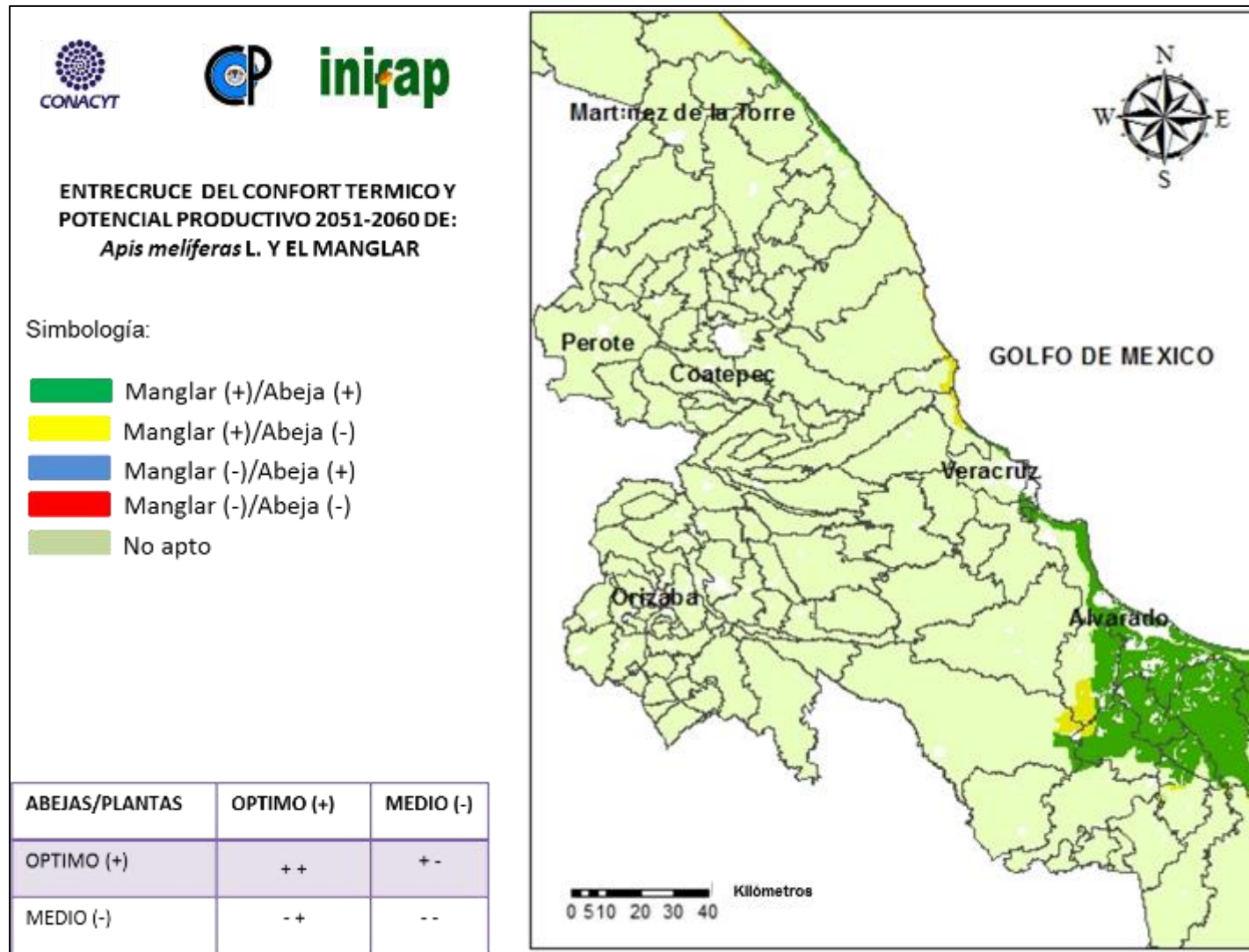


Figura 71. Zonas para el desarrollo de la apicultura en manglar con las condiciones climáticas de la década 2051-2060.

Se encontró que el espacio para el desarrollo de la apicultura con base en los requerimientos de las especies indicadoras y las condiciones de confort térmico de las abejas en las especies de manglar; se reduce en los espacios con las condiciones óptimas para ambas especies en un 0.004% hasta la década 2051-2060. Mientras que la superficie de desarrollo, óptimo para las abejas y medio para el manglar se incrementó en un 300%, los otros dos cruzamientos de la matriz no se presentaron (Figura 72).

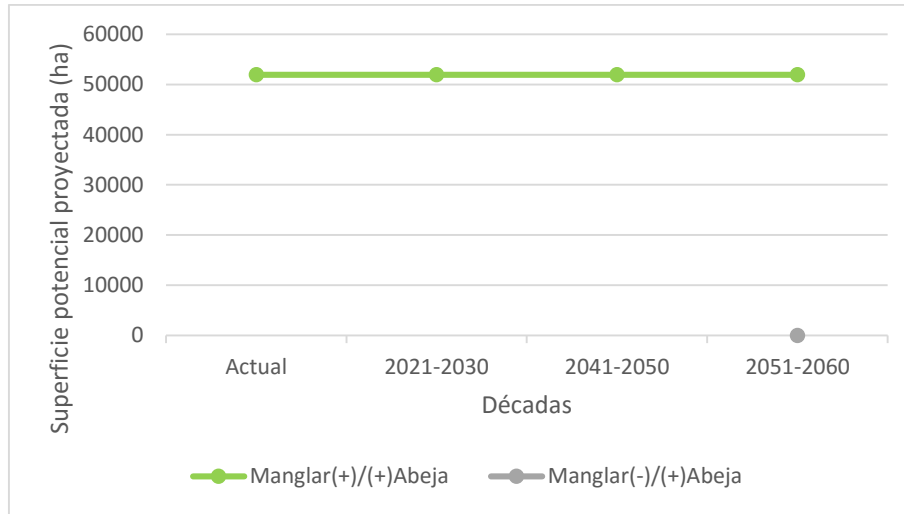


Figura 72. Variación en la superficie del desarrollo de la apicultura en el manglar para las diferentes décadas proyectadas.

En el Cuadro 20 se muestra que la superficie potencial para el desarrollo óptimo de ambas especies se mantiene a través de los periodos de tiempo en el corto, mediano y largo plazo. Mientras que la superficie con el óptimo para la abeja y medio para las plantas, se presenta en el largo plazo (2051-2060) en 3 ha. La superficie con los otros dos cruzamientos no se manifestó.

Cuadro 20. Superficie proyectada para el desarrollo de la apicultura con base a los requerimientos de las abejas y el manglar proyectada para el escenario A2.

| Potencial | Proyecciones del escenario A2 para las décadas | | | |
|----------------------------|--|-----------|-----------|-----------|
| | Actual | 2021-2030 | 2041-2050 | 2051-2060 |
| Manglar(+)/(+)Abeja | 51 938 | 51 939 | 51 939 | 51 936 |
| Manglar(+)/(-)Abeja | ----- | ----- | ----- | ----- |
| Manglar(-)/(+)Abeja | ----- | ----- | ----- | 3 |
| Manglar(-)/(-)Abeja | ----- | ----- | ----- | ----- |

Confort térmico de *A. mellifera* y potencial productivo de *B. nigra*.

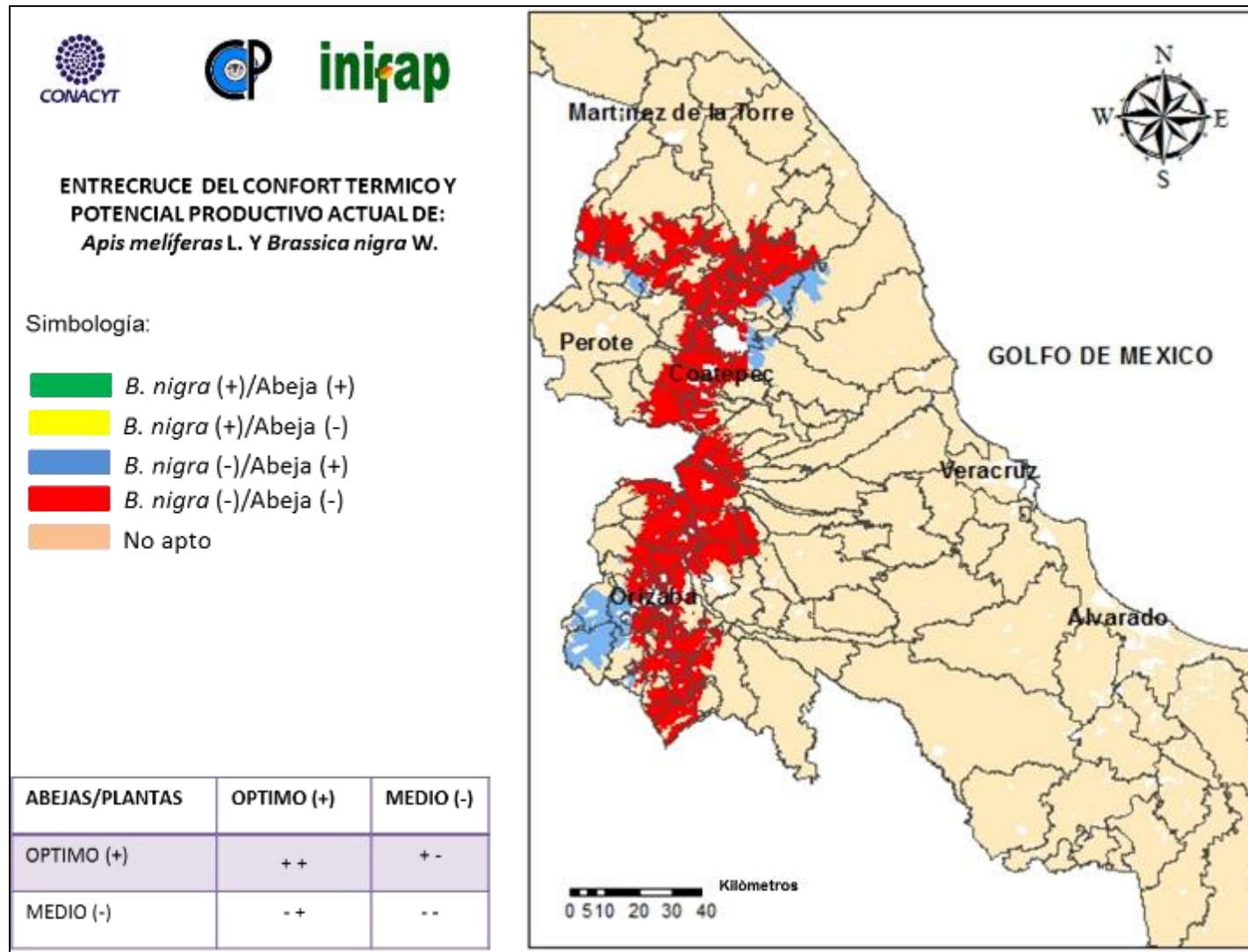


Figura 73. Zonas para el desarrollo de la apicultura con *B. nigra* en las condiciones climáticas actuales.

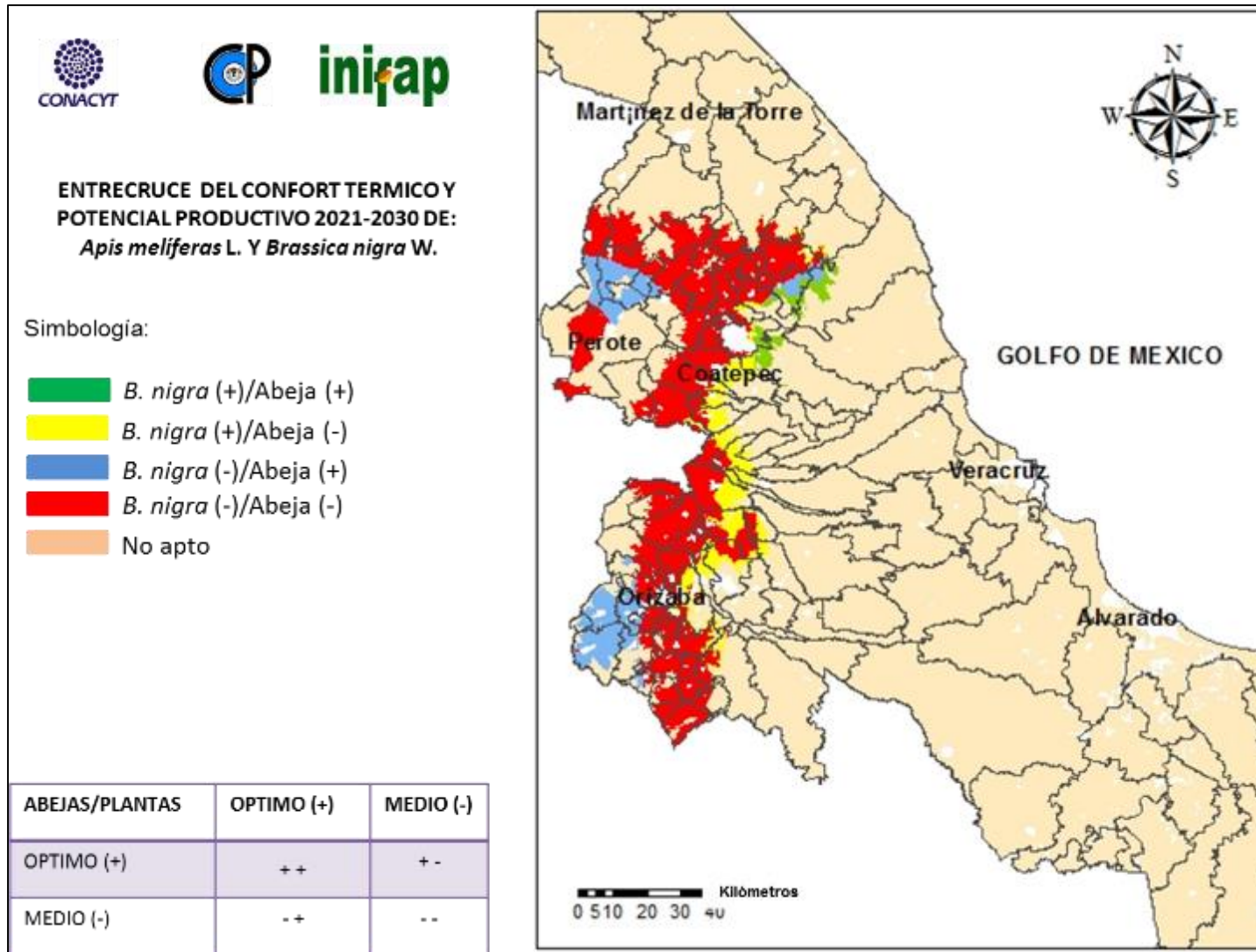


Figura 74. Zonas para el desarrollo de la apicultura con *B. nigra* en las condiciones climáticas de la década 2021-2030.

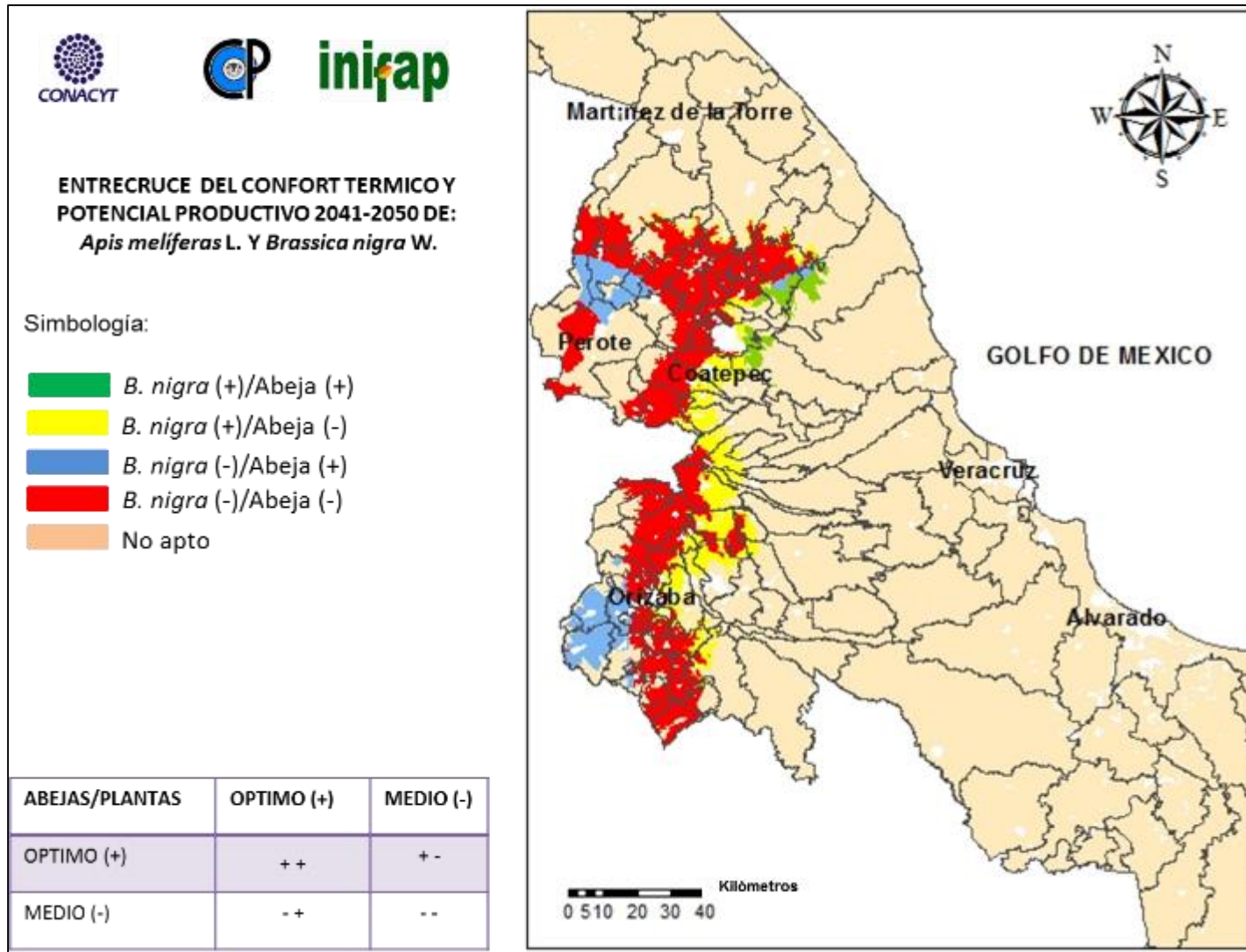


Figura 75. Zonas para el desarrollo de la apicultura con *B. nigra* en las condiciones climáticas de la década 2041-2050.

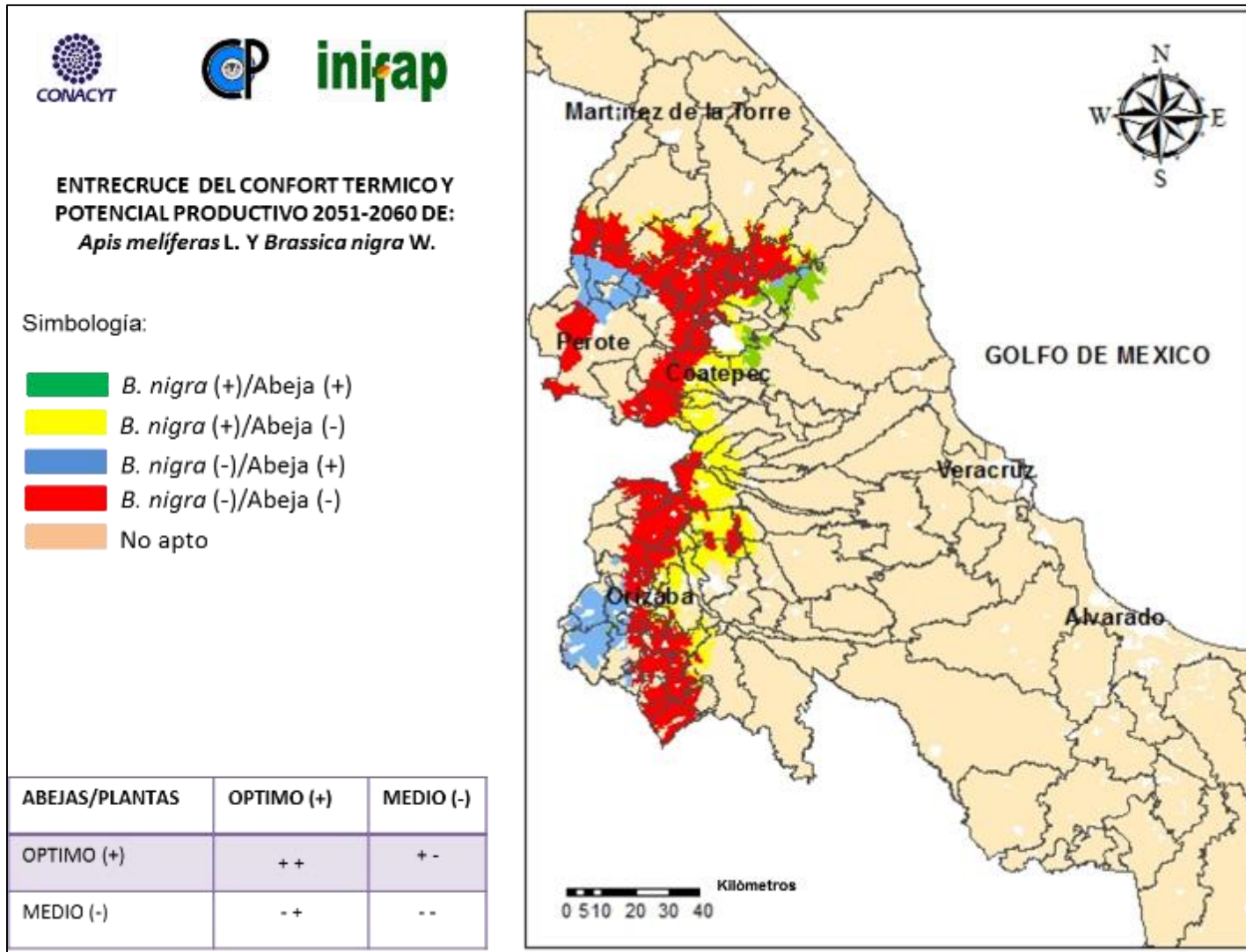


Figura 76. Zonas para el desarrollo de la apicultura con *B. nigra* en las condiciones climáticas de la década 2051-2060.

Se observó que las zonas con las condiciones óptimas para ambas especies se incrementaron en más de un 100% hasta la década 2051-2060 al igual que el incremento para la superficie de desarrollo, óptimo para las abejas y medio en la especie indicadora. Observando una marcada disminución de los espacios con potencial de desarrollo medio para ambas especies de un 37% (Figura 77).

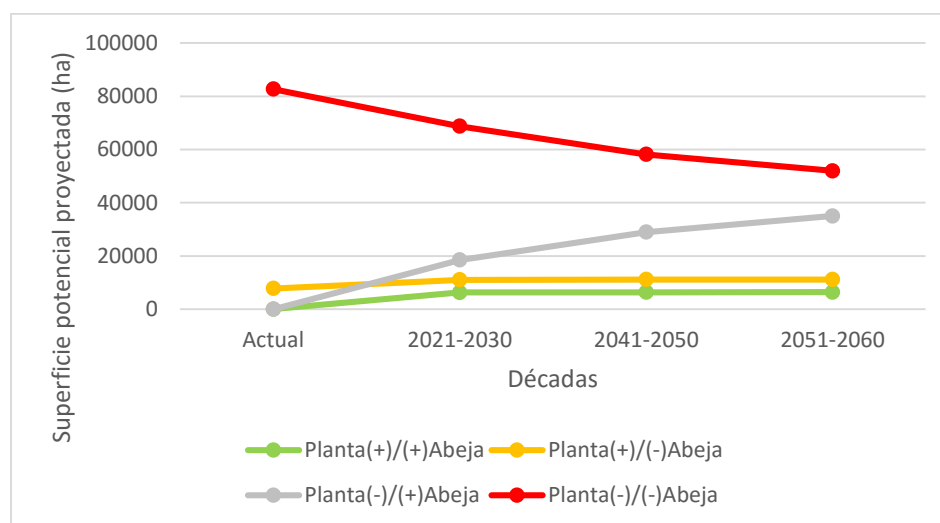


Figura 77. Variación en la superficie del desarrollo de la apicultura con *B. nigra* para las diferentes décadas proyectadas.

El Cuadro 21 muestra que la superficie potencial para el desarrollo óptimo de ambas especies se incrementa de 68 ha a 6 441 ha hasta la década 2051-2060 y al igual que la superficie con el óptimo para la abeja y medio para la planta, que se incrementa a 35 056 h en el mismo periodo de tiempo.

Cuadro 21. Superficie proyectada para el desarrollo de la apicultura con base a los requerimientos de las abejas y *B. nigra* indicadora proyectada para el escenario A2.

| Potencial | Proyecciones del escenario A2 para las décadas | | | |
|--------------------|--|-----------|-----------|-----------|
| | Actual | 2021-2030 | 2041-2050 | 2051-2060 |
| Planta(+)/(+)Abeja | 68 | 6 330 | 6 375 | 6 441 |
| Planta(+)/(-)Abeja | 7 842 | 11 085 | 11 177 | 11 173 |
| Planta(-)/(+)Abeja | 0 | 18 514 | 28 946 | 35 056 |
| Planta(-)/(-)Abeja | 82 682 | 68 726 | 58 160 | 51 989 |

Confort térmico de *A. mellifera* y potencial productivo de *S. mombin*.

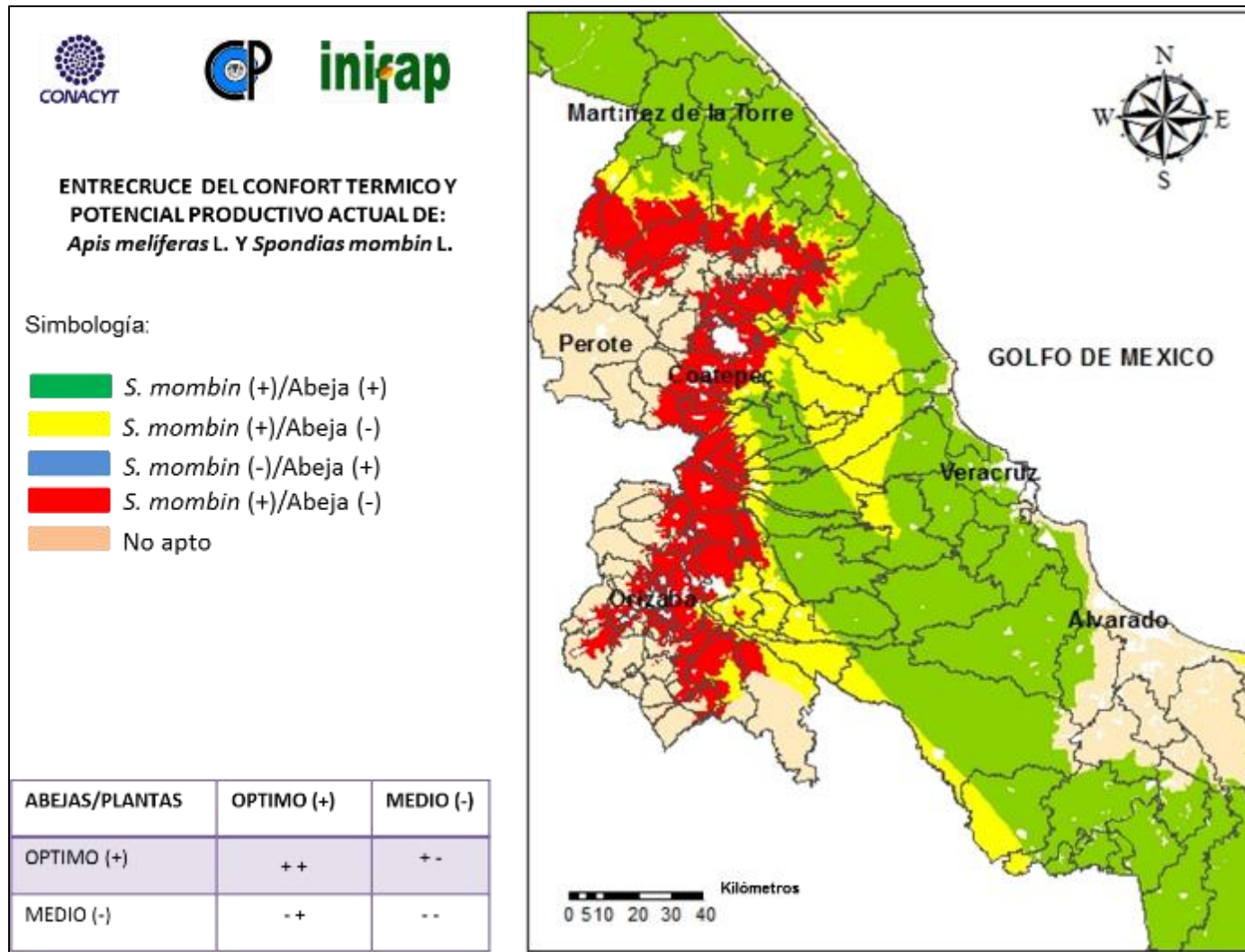


Figura 78. Zonas para el desarrollo de la apicultura con *S. mombin* en las condiciones climáticas actuales.

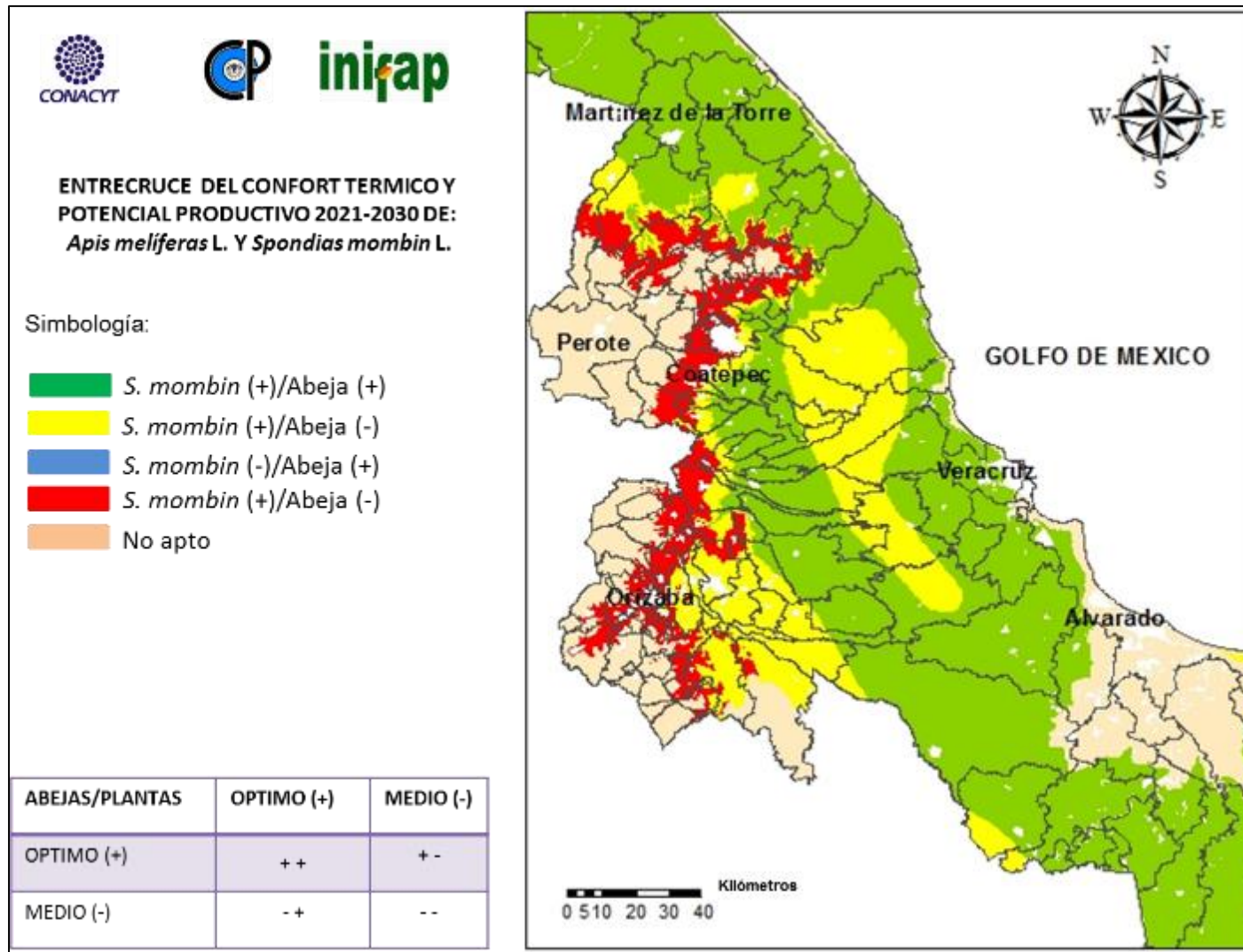


Figura 79. Zonas para el desarrollo de la apicultura con *S. mombin* en las condiciones climáticas de la década 2021-2030.

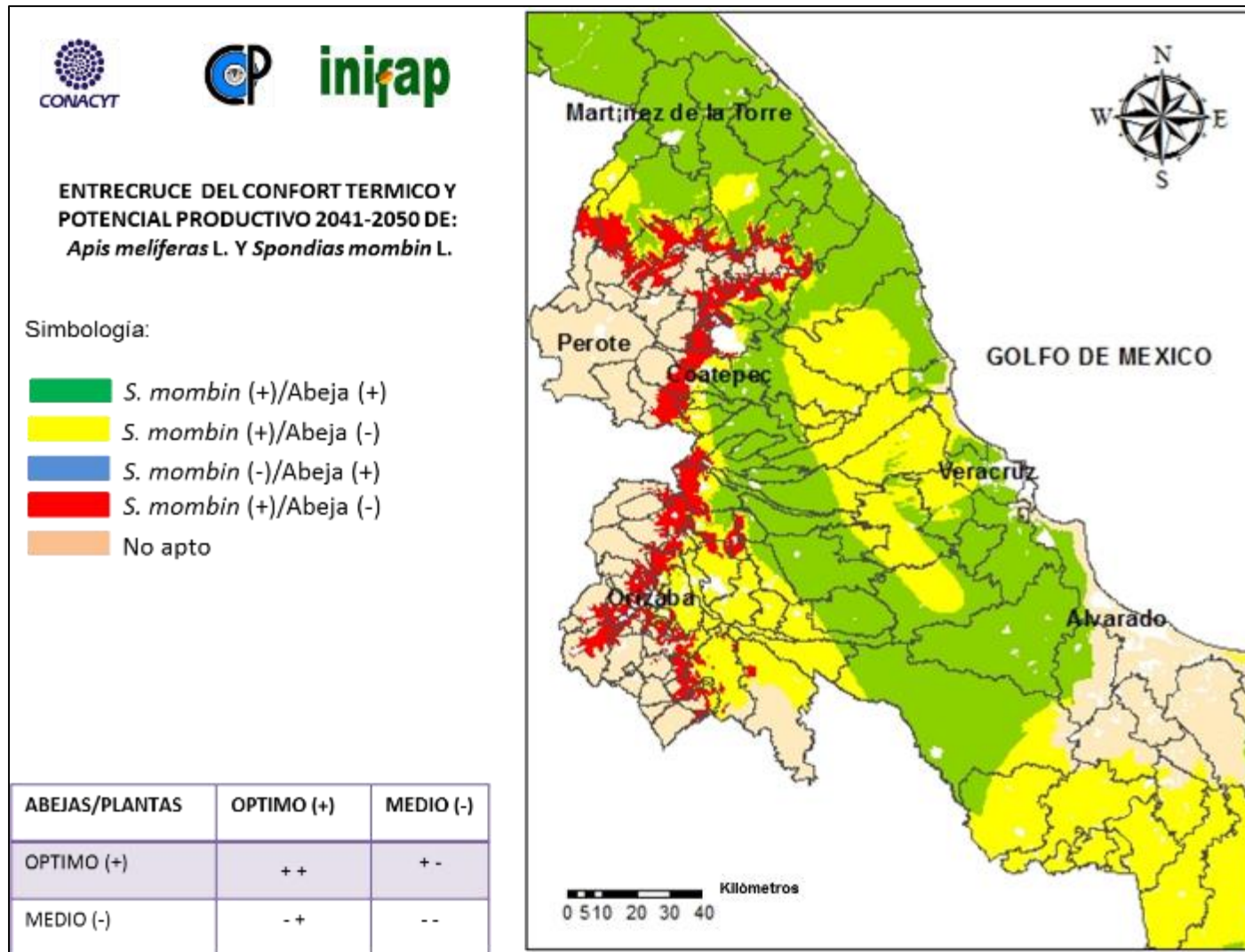


Figura 80. Zonas para el desarrollo de la apicultura con *S. mombin* en las condiciones climáticas de la década 2041-2050.

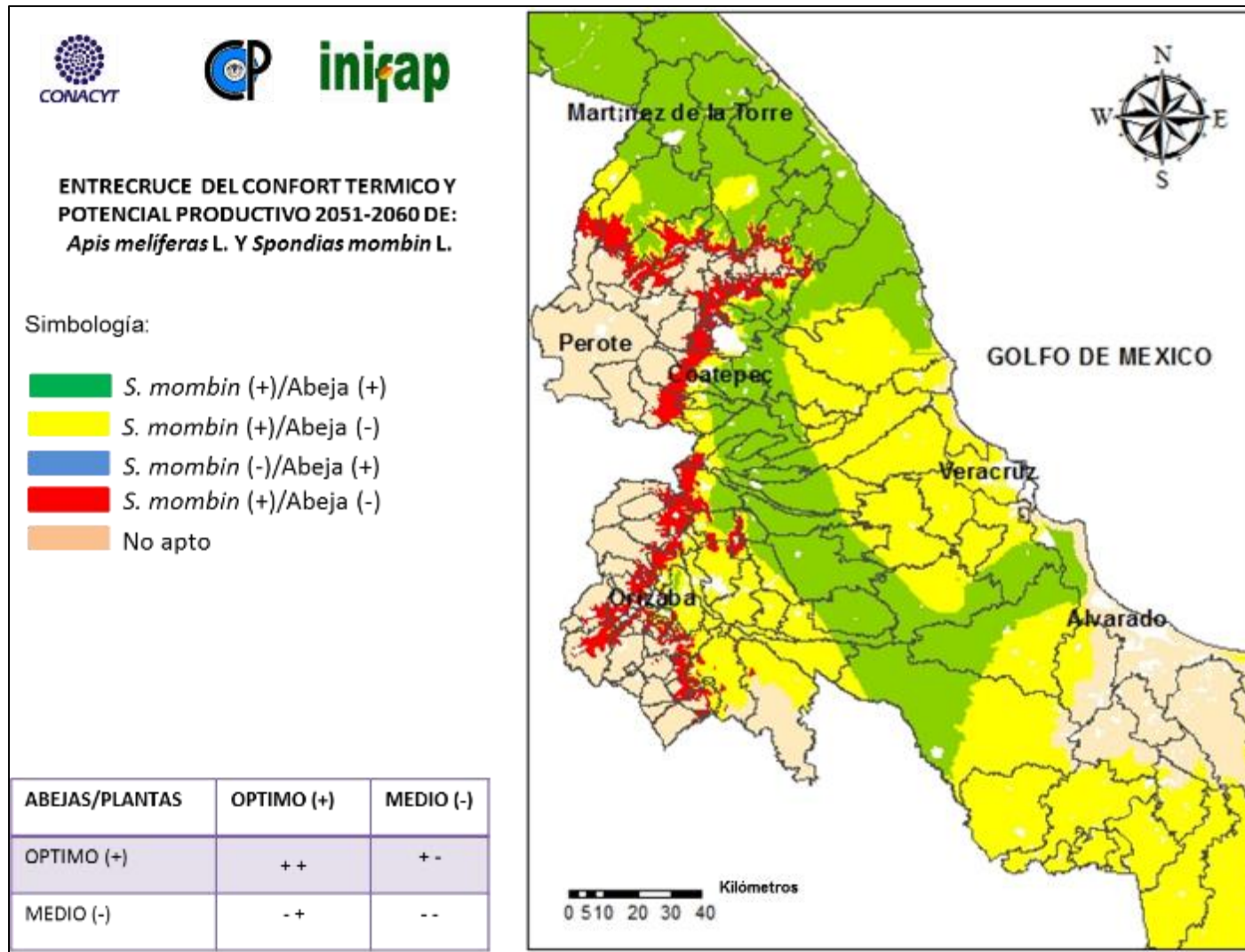


Figura 81. Zonas para el desarrollo de la apicultura con *S. mombin* en las condiciones climáticas de la década 2051-2060.

Se encontró que la zona con las condiciones óptimas para ambas especies se incrementó en un 4% hasta la década 2051-2060 y la superficie de desarrollo, alto para las abejas y medio en *S. mombin* se incrementó en más de 100%, la superficie con confort medio de la abeja y potencial óptimo de la planta no se manifestó. Sin embargo el cruzamiento medio de ambas especies se reduce en un 70% (Figura 82).

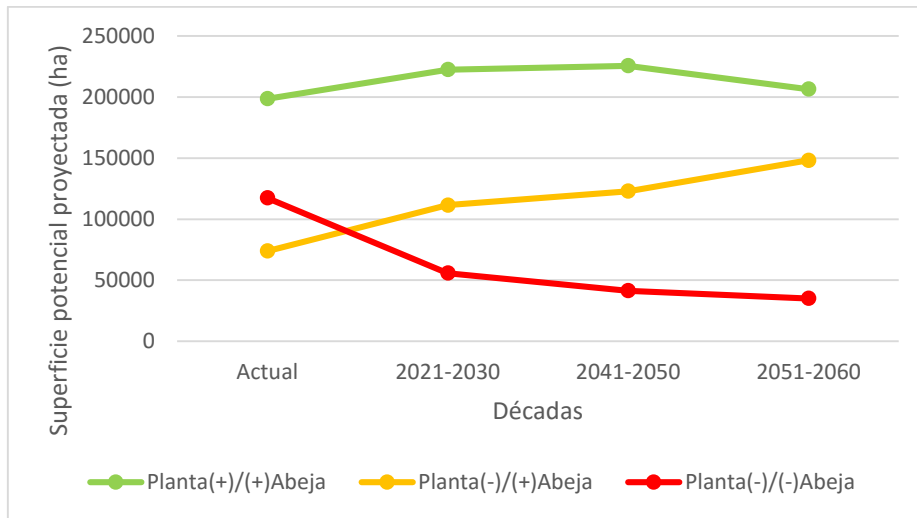


Figura 82. Variación en la superficie del desarrollo de la apicultura con *S.mombin* para las diferentes décadas proyectadas.

En el Cuadro 22 se observa que la superficie potencial para el desarrollo óptimo de ambas especies se incrementa de 198 588 ha a 206 525 ha hasta la década 2051-2060 y la superficie con el óptimo para la abeja y medio para la planta, se incrementó de 73 897 a 148 215 ha en el mismo periodo de tiempo. Los espacios con las condiciones óptimas para *S. mombin* y confort medio para la abeja no se presentaron con base a las características del escenario A2.

Cuadro 22. Superficie proyectada para el desarrollo de la apicultura con base a los requerimientos de las abejas y *S. mombin* proyectada para el escenario A2.

| Potencial | Proyecciones del escenario A2 para las décadas | | | |
|-------------------------------|--|-----------|-----------|-----------|
| | Actual | 2021-2030 | 2041-2050 | 2051-2060 |
| <i>S. mombin</i> (+)/(+)Abeja | 198 588 | 222 468 | 225 600 | 206 525 |
| <i>S. mombin</i> (+)/(-)Abeja | ----- | ----- | ----- | ----- |
| <i>S. mombin</i> (-)/(+)Abeja | 73 897 | 111 510 | 122 838 | 148 215 |
| <i>S. mombin</i> (-)/(-)Abeja | 117 339 | 55 844 | 41 383 | 35 078 |

7.2.1 Síntesis de la movilidad de la apicultura.

Con estos resultados se observó que los espacios proyectados con las condiciones de confort óptimas para el desarrollo de la abeja se incrementaron en los municipios de movilidad apícola, ya que con base al factor térmico la superficie de desarrollo potencial alto se incrementará a partir del corto plazo en un 19%, un 23.40% en el mediano y 25.4% en el largo plazo. Mientras que la superficie de potencial medio se reduce un 32.6% en el corto plazo, un 40.9% en el mediano y 45% en el largo plazo, proyectando una expansión espacial como consecuencia de las variaciones en la temperatura que el cambio climático conlleva en el escenario A2, coincidiendo con los reportes de Regniere (2009) y Kiritani (2013), quienes afirman que la expansión de territorio será una de las respuesta de los insectos por las variaciones térmicas que el cambio climático prevé.

No obstante, al realizar el proceso de modelación y entre-cruzar las imágenes vectoriales del confort térmico de la abeja, con las correspondientes a las especies melíferas indicadoras, se encontró que las superficies proyectadas tendrán un aumento o disminución espacial de acuerdo al potencial de desarrollo de cada especie en las diferentes décadas (Cuadro 23), proyectando cambios desde el corto plazo (2021-2030) en todas las especies indicadoras.

Los resultados de la reclasificación de sitios permitió confirmar que la expansión en las zonas con las condiciones de confort térmico para las abejas son congruentes con los antecedentes, que prevén la expansión territorial de las poblaciones de insectos por efecto de la temperatura, principalmente (Le Conte y Navajas, 2008; Regniere, 2009; Musolin y Saulich, 2012; Kiritani, 2013), por lo que las variaciones térmicas previstas en el escenario climático A2 podría representar una ventaja para el desarrollo de las abejas en la región centro apícola de Veracruz, lo que podría incidir en que un mayor número de municipios ofrezcan las condiciones térmicas de desarrollo confortables.

Con estos resultados se proyecta una reducción espacial y temporal en la superficie con potencial de desarrollo óptimo de la apicultura con base en la relación planta-insecto, es decir, las áreas con el confort térmico óptimo para la abeja y el potencial de desarrollo óptimo para la flora melífera indicadora. Observándose cambios negativos desde el corto plazo (2021-2030) en las especies de cítricos (57.6%) y en la especie *S. mombin* (12%).

En el mediano plazo (2041-2050) la tendencia se mantuvo y la asociación de las abejas con los cítricos, reduce su espacio en un 70.6% y por último en el largo plazo (2051-2060) las mismas especies de cítricos (75.2%) (Cuadro 23).

Cuadro 23. Porcentaje de la superficie de cambio de los cruzamientos realizados, de la década actual a la década 2060.

| Década | spp indicadora | Planta(+) | Planta(+) | Planta(-) | Planta(-) | Tendencia |
|-----------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| | | Abeja (+) | Abeja (-) | Abeja (+) | Abeja (-) | |
| 2021- 2030 | Cítricos | -57.6 | ----- | 137.0 | -81.0 | Disminuye |
| | <i>B. simaruba</i> | 12.3 | -100.0 | 16.0 | -57.6 | Incrementa |
| | <i>C. arabica</i> | 683.2 | -70.9 | 37.6 | -16.1 | Incrementa |
| | Manglar | 1.0 | ----- | ----- | ----- | Se mantiene |
| | <i>B. nigra</i> | 9266.0 | 41.4 | 18514.0 | -16.9 | Incrementa |
| | <i>S. mombin</i> | -12.0 | ----- | 51.0 | -52.0 | Disminuye |
| 2041- 2050 | Cítricos | -70.6 | ----- | 163.5 | -91.9 | Disminuye |
| | <i>B. simaruba</i> | 13.0 | -99.6 | 21.9 | -68.1 | Incrementa |
| | <i>C. arabica</i> | 835.3 | -87.3 | 29.3 | -31.9 | Incrementa |
| | Manglar | 1.0 | ----- | ----- | ----- | Se mantiene |
| | <i>B. nigra</i> | 9332.9 | 42.5 | 28946.0 | -29.7 | Incrementa |
| | <i>S. mombin</i> | 14.0 | ----- | 66.0 | -65.0 | Incrementa |
| 2051- 2060 | Cítricos | -75.2 | ----- | -172.8 | -95.7 | Disminuye |
| | <i>B. simaruba</i> | 13.0 | -99.4 | -24.2 | -72.6 | Incrementa |
| | <i>C. arabica</i> | 850.2 | -93.3 | 24.3 | -41.4 | Incrementa |
| | Manglar | -2.0 | ----- | ----- | ----- | Se mantiene |
| | <i>B. nigra</i> | 9430.1 | 42.5 | 35056.0 | -37.1 | Incrementa |
| | <i>S. mombin</i> | 4.0 | ----- | 101.0 | -70.0 | Incrementa |

El signo (-) indica reducción en el valor del porcentaje de superficie.

Con respecto a las especies que presentaron un cambio positivo al incrementar el espacio de desarrollo potencial óptimo para la apicultura desde el corto y en el mediano plazo fueron la asociación de la abeja con, *B. simaruba*, *B. nigra*, *C. arabica*. Sin embargo, a largo plazo solo *B. simaruba*, *B. nigra* y *C. arabica* mantienen la tendencia a incrementar su espacio. Por último, el porcentaje de incremento y disminución de las superficies

potenciales fue variada en las otras tres diferentes clases de las plantas y las abejas (Cuadro 23).

Por su parte las especies de manglar no presentaron cambios en la superficie de desarrollo, manteniendo la superficie actual en las zonas apícolas de la región.

Como se ha mencionado la apicultura es una actividad que se establece en función de la floración disponible la cual se considera como uno de los principales elementos en la industria apícola (Khabbach *et al.*, 2013; Al-Ghamdi *et al.*, 2014) en esta investigación se observó, que la distribución de la zonas apícolas con potencial alto para el insecto y las plantas, no estuvo definida por alguna características específica de la planta o las abejas. Sin embargo, las clases entre los cítricos-abejas fueron las que presentaron tendencia hacia la reducción de superficie, comportamiento que la propia especie indicadora por si sola ya había marcado. Esto evidencia los posibles impactos negativos en espacio y tiempo del cambio climático sobre la actividad apícola en la región y en las externalidades positivas que dicha actividad provee a los ecosistemas (Delgado *et al.*, 2012).

En Costa Rica Delgado *et al.* (2012) reportan que los incrementos de temperatura, precipitación y humedad relativa reducirán las superficies aptas para el desarrollo de la apicultura y el volumen de producción, comparando los resultados de cuatro modelos de predicción climática diferentes. Por lo que esta investigación concuerda con la tendencia negativa que conlleva el cambio climático, sin embargo, existen diferencias en ambos estudios atribuidos a la diferencia de los modelos de proyección y a las variables climáticas utilizadas.

No obstante y a pesar que la trashumancia en las regiones citrícolas podría representar un riesgo (por ser la miel con mayor precio en el mercado de esta región) debido que *A. mellifera* es un organismos poliléctico, se puede considerar que podría modificar su comportamiento de pecoreo en relación al tipo de vegetación presente (Gaines-Day y Gratton, 2016) (aunque esto represente la producción de mieles con características diferentes y menor precio de mercado). De esta forma es posible aprovechar no solo la abundancia de alimento que brindan las especies indicadoras si no también, los recursos secundarios que se encuentran como parte de las comunidades vegetales. Ya que de

acuerdo a Feltham *et al.* (2015) la diversidad de especies de plantas silvestres se correlaciona de forma positiva con la abundancia de alimento para los polinizadores.

Por lo tanto a pesar de la variación en la en zonas potenciales para el desarrollo apícola por la disponibilidad de recursos botánicos, se observó que la movilidad espacial y temporal de las rutas trashumantes con base al escenario y modelo de proyección SICC A2, como consecuencia de las modificaciones en las zonas de desarrollo potencial de las especies melíferas, coinciden con las conclusiones de Medina-Cuéllar *et al.* (2014) y se infiere que las fluctuaciones climáticas serán responsables del desarrollo fenológico de las especies melíferas y la variación en la disposición de estos recursos en los ciclos de producción, determinaran las rutas trashumantes de la apicultura veracruzana.

7.3 Disonancia cognitiva de acuerdo a tipos de apicultores

7.3.1 Tipología de apicultores

Para estimar el tamaño mínimo de muestra de la población ($n=88$) se sustituyó en la fórmula de Scheaffer *et al.* (1987) los siguientes valores: $N=247$, la desviación estándar del número de colmenas (σ)=200.6 y $B=34.4$.y se aplicaron las entrevistas correspondientes.

Se realizó el análisis exploratorio de los datos obtenidos (Tukey, 1977), además de análisis univariados y bivariados de acuerdo al tipo de variable y escala de medición. Se identificaron 14 variables que tuvieron un índice de correlación superior a 0.50 respecto a la producción apícola; a estas, se les aplicó la técnica de componentes principales (CP) para reducir la dimensión de los datos (Johnson y Wichern, 2007; INEGI, 2010b) y con el que se obtuvo una explicación del 34.3% de la varianza para el primer componente (CP-1) y 12% para el segundo (CP-2). Posteriormente se identificaron las variables con mayor peso en cada componente, ocho para el CP-1 y seis para el CP-2 (Cuadro 24).

Para la generación de grupos homogéneos se utilizó la técnica propuesta por Dalenius y Hodges (INEG, 2010) con la que se formaron tres grupos y se realizó una representación gráfica. A través de un análisis de varianza y pruebas de medias para determinar la diferencia estadística entre grupos de acuerdo a sus variables (Ojeda, 1999). Finalmente,

se identificaron a los apicultores de cada grupo y se describieron con base a las características asociadas en la producción apícola.

Cuadro 24. Peso de cada variable en los componentes principales 1 y 2.

| Característica | Variable | CP-1 | CP-2 |
|----------------------------|---|-------------|-------------|
| Social | Edad | -0.016 | -0.563* |
| | Años de estudio | 0.035 | 0.492* |
| Económica | Dependencia económica (%) | 0.301* | 0.109 |
| | Expectativa económica | 0.181 | 0.276* |
| | Dependientes económicos | 0.148 | 0.249* |
| Técnico-Productivas | Total de colmenas | 0.396* | -0.157 |
| | Total de apiarios | 0.365* | -0.190 |
| | Total de floraciones | 0.306* | -0.083 |
| | Producción total (kg) | 0.370* | 0.025 |
| | Producción por colmena (kg) | 0.232 | 0.237* |
| | Diversificación apícola | 0.164 | 0.338* |
| | Total de jornales aportados | 0.300* | -0.159 |
| | Total de equipo que posee | 0.300* | -0.068 |
| | Total de días que trabaja en apicultura | 0.270* | -0.148 |
| | Porcentaje que explica el componente | 34.3% | 12.6% |
| | Porcentaje acumulado | 34.3% | 46.9% |

*Variables con mayor peso para cada componente principal

Características Sociales

La edad promedio de los apicultores entrevistados fue de 50 ± 10.3 años, con 7.9 ± 3.7 años de estudio y el 8% de ellos con estudios de licenciatura (cinco) y solo uno con posgrado. Este resultado fue diferente con las características de los apicultores del estado de Yucatán, que en promedio registraron 4 años de escolaridad con un 24% analfabetas (Magaña *et al.*, 2007). En contraste en países como Arabia Saudita, donde el 40.7% de los apicultores poseen estudios de posgrado (Adgaba *et al.*, 2014). El promedio de edad encontrado fue similar a la edad de los apicultores en países como Sudáfrica y Polonia, que se ubican en los 50 años (Semkiw y Skubida, 2010; Masuku, 2013). No obstante, aunque la edad de los apicultores fue similar ésta puede ser una limitante para la apropiación tecnológica; ya que entre más jóvenes sean los apicultores mayor es la posibilidad de innovación (Damián Huato *et al.*, 2007; Sanjerman-Jarquín *et al.*, 2014). La experiencia de los apicultores fue de 20.3 años en promedio, similar a los reportes en Yucatán de 21 años (Magaña *et al.*, 2007); pero superior a los 16 años reportados para el estado de Jalisco (Contreras-Escareño *et al.*, 2013).

Con base al proceso de aprendizaje de la apicultura poco más de la mitad de estos apicultores se inició en esta actividad por instrucción de un amigo (52.1%), por un familiar (29.3%), por una relación laboral (12.3%) o por talleres de capacitación (6.4%). Estas diferentes formas de comunicación y aprendizaje social mostraron diferencias estadísticas e cuanto al número de floraciones que aprovecha ($p < 0.05$; Tukey) ya que quienes aprendieron a través de una relación laboral movilizan sus apiarios a un mayor número de floraciones, en comparación con aquellos que lo hicieron a través de un amigo, un familiar o talleres. Sin embargo, la mayor diversificación productiva se encontró ligada al aprendizaje con un familiar y la alimentación artificial de estímulo al aprendizaje en talleres de capacitación.

Características Económicas

En general de cada tres apicultores entrevistados, uno depende exclusivamente de la apicultura; otros complementan sus ingresos con otras actividades agropecuarias (ganadería, cultivo del café o maíz) y otro con las actividades extra-finca (comercio,

trabajador de campo o en el sector privado). En Yucatán sólo un 4% de los productores depende exclusivamente de la apicultura (Magaña *et al.*, 2007), el resto diversifican sus actividades económicas donde el ingreso por la venta de miel se utiliza para subsanar necesidades familiares, sin llegar a cubrir los costos de producción (Rosales y Rubio, 2010). Por esta razón la apicultura ha mantenido un estatus de actividad secundaria. En la India, al igual que en la mayoría de los apicultores en México esta actividad es sólo un complemento de la actividad agrícola, en especial en los pequeños productores que consideran a la apicultura como una actividad secundaria y en ocasiones solo un pasatiempo (Karam *et al.*, 2013).

En promedio cada apicultor tiene 3 (± 2) dependientes económicos y su expectativa económica para satisfacer estas necesidades familiares es en promedio de \$20.94 (± 8.95) dólares diarios, encontrando relación positiva ($r=0.43$) entre el número de dependientes y el ingreso diario necesario para la manutención de sus familias.

Se registró que la apicultura tuvo un efecto multiplicador económico y que se reflejó en la generación de 2.6 (± 1.6) empleos de mano de obra familiar y contratada, de forma eventual y permanente, además de la mano de obra del propio apicultor. Esta actividad es por tanto una fuente importante de generación de empleos para el sector rural (Magaña y Leyva, 2011) y uno de los principales rubros de ingreso a nivel local o regional (Magaña-Magaña *et al.*, 2012).

El 48% de los apiarios se ubicaron en predios que son propios, a diferencia de Yucatán, donde un 57.8% de los apicultores ubican sus apiarios en predios de su propiedad (Magaña *et al.*, 2007). Esto se explica en parte, por el tipo de manejo predominante que fue de tipo migratorio, diferente a los de Yucatán que es fijo, y que les garantiza mayor seguridad y permanencia de los apiarios. Por lo que se evidencia que la tenencia de la tierra contribuye en gran medida al manejo técnico-productivo apícola.

Características Técnico-Productivas

La diversidad agroclimática del estado de Veracruz permite que se tengan cinco temporadas con floración de importancia melífera al año (Figura 15), que por su traslape temporal se agrupan en dos floraciones significativas al año, la de primavera y otoño

(Magaña-Magaña *et al.*, 2012). El 91% de los apicultores practican la apicultura migratoria, de estos el 32.5% movilizaron a dos floraciones, el 45.3% a tres, el 19.7% a cuatro y el 2.3% a cinco floraciones. Esta variación se debió principalmente al traslape temporal de las floraciones, así como a los costos de movilización

El promedio del número de colmenas por apicultor fue de 252.5 ± 201.30 , distribuidas en 9.96 ± 7.88 apiarios, lo que representa un promedio de 25 colmenas por apiario. Estos promedios son superiores a la de Yucatán con 2.6 apiarios por apicultor y 20.9 colmenas, lo que se relaciona también con la posesión de terrenos propios, como es el caso de Yucatán o al manejo migratorio en Veracruz. Sin embargo, coincidió con el promedio de 25 colmenas por apiario reportado para Polonia (Semkiw y Skubida, 2010).

La producción de miel por colmena en promedio fue de 22.15 kg (± 10.69), superior a los 16.73 kg/colmena reportados en Jalisco y 2.17 kg/colmena en Yucatán (Contreras-Escareño *et al.*, 2013). Sin embargo, es inferior al promedio nacional (27 kg) y a los reportes de producción en países como USA (26.97 kg) y Turquía (26.28 kg), y muy por debajo de países como China (33 kg) y Argentina (40 kg) quienes son los principales países productores de miel (Vural y Karaman, 2009; Popescu, 2012).

De un apiario se puede obtener miel y diversos subproductos para comercializar (Delgado, 1984) Sin embargo, la función zotécnica del 100% de apicultores en Veracruz fue la producción de miel, solo un 38% realizaron la venta de otros subproductos de la colmena a menor escala, similar a la diversificación que algunos apicultores polacos realizan (Semkiw y Skubida, 2010), es decir, que la obtención de miel como vocación primaria de la apicultura se mantiene y, la diversificación hacia otros productos aun es baja (Magaña y Leyva, 2011).

En relación a la posesión de equipo de extracción y envasado, ningún apicultor posee el 100% del equipo y material que recomiendan las buenas prácticas de manejo y producción para integrarse a canales de comercialización externa, de acuerdo al Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) y a la Coordinación Nacional de Ganadería (CGG). Se observó una incipiente transición hacia el empleo de equipo de acero inoxidable, lo que representa uno de los retos de la

innovación en el sector apícola (Contreras-Escareño *et al.*, 2013). Se encontró que, conforme se incrementa el número de colmenas, la posesión de estos activos igual se incrementa ($r=0.49$), confirmando, que a mayor número de colmenas mayor posesión de equipo (Pat *et al.*, 2012).

En relación al medio de transporte, un 83.9% registró poseer vehículo automotor (camioneta con redilas), a diferencia de Yucatán y Campeche donde sólo es el 15% utiliza este transporte, siendo la bicicleta el medio más utilizado (Pat *et al.*, 2012). Esto es atribuible a la distancia a recorrer, al número de apiarios y al tipo de apicultura migratoria que se practica en Veracruz.

Como parte de la cadena de suministros de la apicultura, el 61.3% de los apicultores adquieren sus materiales y equipos en veterinarias o distribuidores y maquiladores locales, un 28% los adquiere a través de distribuidor foráneo y el 7.9% restante los adquieren con proveedores en otro estado a través de la Internet.

Respecto a la adquisición de reinas, el 58.1% de los apicultores las compraron con productores de reinas locales las cuales no siempre están certificadas, pero reducen el riesgo de mortalidad ya que, enfatizan que estas últimas están aclimatadas a las condiciones ambientales de la región.

El 98.7% de los apicultores alimentaron de forma artificial de acuerdo a las necesidades de las colmenas. Por ejemplo, el 96.6% elaboran su propio alimento de estímulo y mantenimiento a base de soluciones de azúcar y agua en una proporción 2:1; por ser esta la opción más económica. Sin embargo, el uso de fructuosa y alimentos procesados no es frecuente y solo se implementa cuando tienen oportunidad de adquirirlos. Esta práctica fue más frecuente en los aprendieron por un “taller de capacitación” los que más realizaron esta práctica, en contraste con los que aprendieron a través de la red social de amistad.

La asistencia técnica fue escasa, ya que el 56.8% de los apicultores reportó no haber recibido asistencia para la innovación en los procesos de producción y envasado. Sin embargo, lo anterior no es limitante para recibir apoyos económicos del gobierno, por lo que el 77.2% fue beneficiario de un programa de apoyo nacional (PROGRAM), dirigido a

personas con producción extensiva, que tengan entre 10 y 1 500 colmenas en producción.

Tipos de Apicultores

De acuerdo a la técnica multivariada de componentes principales se diferenciaron tres grupos de apicultores: comerciales (37.5%; n=33), intermedios (43.2%; n=38) y tradicionales (19.3%; n=17) (Figura 82), diferenciados principalmente por ocho variables: dependencia económica, total de colmenas, total de apiarios, total de floraciones que visita, producción total, total de jornales que genera, total de equipo propio y días de trabajo, (Figura 83).

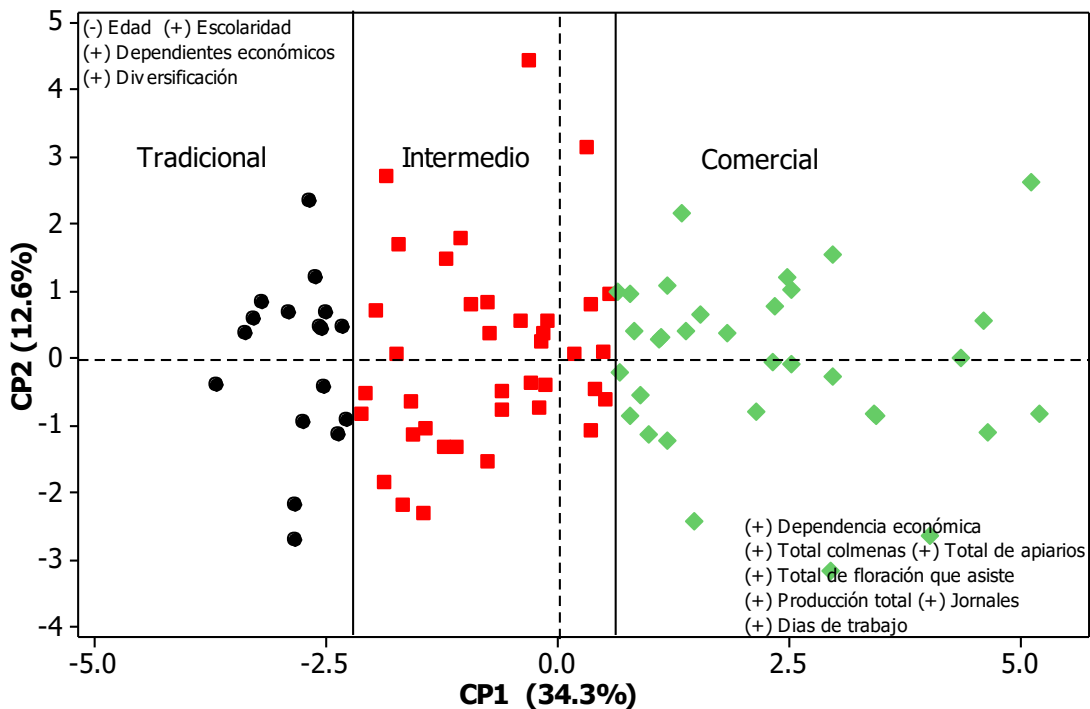


Figura 83. Identificación de los grupos de apicultores en los Componentes Principales 1 y 2, de acuerdo a Dalenius y Hodges (INEG, 2010).

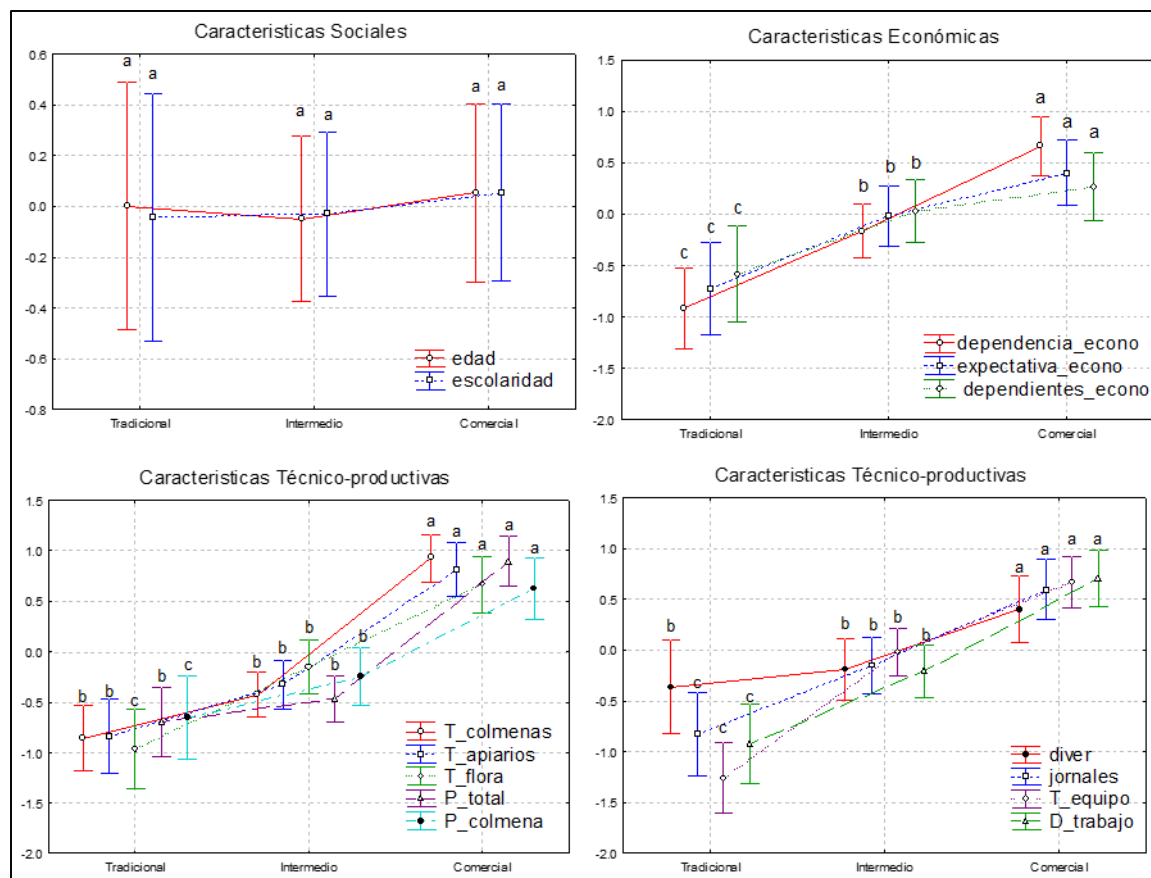


Figura 84. Distribución de valores estandarizados de las características socio-económicas y técnico-productivas de los apicultores ($p < 0.05$).

Comerciales. Los apicultores de este grupo tuvieron una dependencia económica del 80% de la actividad y practican la apicultura migratoria. La edad promedio fue de 50.7 (± 9.8) ($n=33$) años, 8.1 (± 3.1) años de escolaridad. Poseen mayor número de equipo para la producción, extracción y envasado de la miel; tienen una expectativa económica diaria de \$24.31 (± 8.35) dólares. Tuvieron el mayor número de colmenas y volumen de producción; en promedio reportan 440 (± 220) colmenas con un máximo de 900 y con una producción de 28.9 kg/colmena. Las colmenas se movilizan en tres y cinco floraciones, por lo que el 57% proporciona alimento de mantenimiento y 93% de estímulo. El 39% se inició como apicultor por enseñanza de un familiar, por lo que realizan una mayor diversificación de productos apícolas y generan en promedio cuatro empleos al año.

Por el número de colmenas y jornales que se emplean, esto apicultores elaboran y reparan parte del equipo fijo que se requiere como son: la cámara de cría, bastidores, alzas y estampado de cera, confirmando que el número de colmenas define varias características de la práctica apícola, lo anterior coincide con la descripción de Magaña *et al.*, (2007) y Contreras-Escareño *et al.*, (2013), quienes sugieren que a mayor número de colmenas, la dependencia económica de la apicultura como única actividad fuente de ingresos, se incrementa, así como la posesión de equipo y las prácticas de manejo.

Intermedios. Estos apicultores tuvieron una dependencia económica en promedio del 60% de la actividad y practican la apicultura migratoria. La edad promedio fue de 49.6 (± 10.21) ($n=38$) años, 7.8 (± 4.1) años de escolaridad. Tuvieron menos equipo apícola que el grupo anterior, con una expectativa económica diaria de \$20.60 (± 8.90) dólares. En promedio reportaron 166 (± 80.9) colmenas con un máximo de 350 y con una producción de 19.8 kg/colmenas. Las colmenas se distribuyen entre dos y cuatro floraciones, por lo que un 90% proporciona alimento para “mantenimiento” y un 45% para “estimulo” con el uso de diferentes alimentadores. El 52% de estos apicultores aprendieron la práctica apícola a través de un amigo por tanto la diversificación es escasa o nula y generan en promedio solo dos empleos al año. Para la adquisición y mantenimiento del equipo fijo estos apicultores combinaron diferentes eslabones de la red de suministros entre: distribuidores, elaboración propia y carpinteros de la localidad.

Tradicionales. Los apicultores de este grupo tuvieron una dependencia económica en promedio de un 20%, por lo tanto, se presenta un mayor número de actividades extra finca, confirmando que a menor número de colmenas mayor es la diversificación de actividades económicas (Contreras-Escareño *et al.*, 2013). Este grupo no practica la apicultura migratoria, por los costos de movilización principalmente. La edad promedio fue de 50 (± 11.9) ($n=17$) años, con 7 (± 3.8) años de escolaridad. Su expectativa económica diaria fue de \$14.37 (± 5.91) dólares. Tuvieron menor número de equipos para la producción de miel, por lo que recurren a equipos prestados para realizar las actividades de extracción.

En este grupo los apicultores registraron 80 (± 40) colmenas, con una producción de 15.1 kg/colmena. Los apiarios son fijos y aprovechan las floraciones que se presentan en su

localidad, generando en promedio un empleo eventual al año. El aprendizaje de la apicultura fue una combinación de enseñanza a través de un amigo, por talleres de capacitación o una relación laboral y sólo se dedican a la producción de miel. Respecto a la alimentación artificial este grupo es el que menos realiza dicha actividad, por los costos que representa y por el tipo de apicultura fija, solo un 42% proporciono alimentación de mantenimiento y 30% alimentación de estímulo.

7.3.2 Síntesis sobre la tipología de apicultores.

La construcción de esta tipología permitió visualizar las características particulares de los apicultores a través de una categorización, cabe señalar que metodológicamente se encuentran pocos trabajos que tipifiquen a los productores apícolas. De las 14 variables socioeconómicas y técnico-productivas empleadas en la tipología, el número de colmenas fue la principal característica de diferenciación entre cada grupo. Lo que demostró un sistema de apicultura extensiva, es decir a mayor número de colmenas mayor producción (Masuku, 2013). A diferencia de los apicultores de China y Argentina donde la maximización en la producción por colmena es el objetivo, lo que los ubica en los primeros lugares de producción mundial (Popescu, 2012).

Finalmente, de acuerdo a las características técnico-productivas y socio-económicas se encontró que los tres tipos de apicultores se diferenciaron principalmente por las variables técnico-productivas de: número total de colmenas, total de apiarios, total de floraciones a las que asiste, producción total y producción por colmena. Así como por las variables económicas correspondientes a la dependencia económica, expectativa económica y dependientes económicos.

Los valores de las variables anteriores fueron superiores en los apicultores comerciales, seguido de los intermedios y menor en los tradicionales. Sin embargo, las características sociales como fueron la edad y escolaridad no mostraron diferencia entre los grupos. Por lo tanto, las diferencias tipológicas se debieron a la escala de producción, la dependencia económica de la apicultura y por la eficiencia productiva en esta actividad.

A pesar que la tipología reveló un sistema de producción extensivo, la apicultura migratoria es la práctica principal entre los grupos de apicultores comerciales e

intermedios. Estos apicultores presentan características similares de producción con apicultores de USA (Popescu, 2012) y Turquía (Vural y Karaman, 2009) de acuerdo al número de colmenas y a la producción de miel por colmena, requiriendo apoyos encaminados a la maximización de la producción. Por lo que se recomienda a los tomadores de decisión considerar este tipo de categorizaciones para planificar políticas de apoyo diferenciadas que permitan elevar la competitividad del sector apícola en la región.

7.4 Sistema de cogniciones ante el cambio climático

Esta sección se estructuró en tres apartados. En primera instancia se presentan los resultados de forma general con base en cogniciones de percepción y comportamiento debido a la estructura abierta de cada ítem. Después se presentan las respuestas de la actitud las cuales se analizaron a través de la escala de Lickert. Finalmente se presenta la exploración de la presencia de disonancia cognitiva con base en la tipología apícola propuesta a través de gráficos integradores.

7.4.1 Percepción y comportamiento

Cabe señalar que se tomó la decisión de no informar al productor la intención de la entrevista, sino hasta la pregunta número dos, con el objetivo de conocer si para ellos el cambio climático representa un problema para su actividad.

Al analizar las respuestas obtenidas se obtuvo que para la pregunta uno el 41.1% de las respuestas refirieron la variación del clima como el principal problema de la apicultura, seguido de la variación en la floración (25.3%) y la falta de espacio o saturación de sitios (17.1%) (Figura 85).

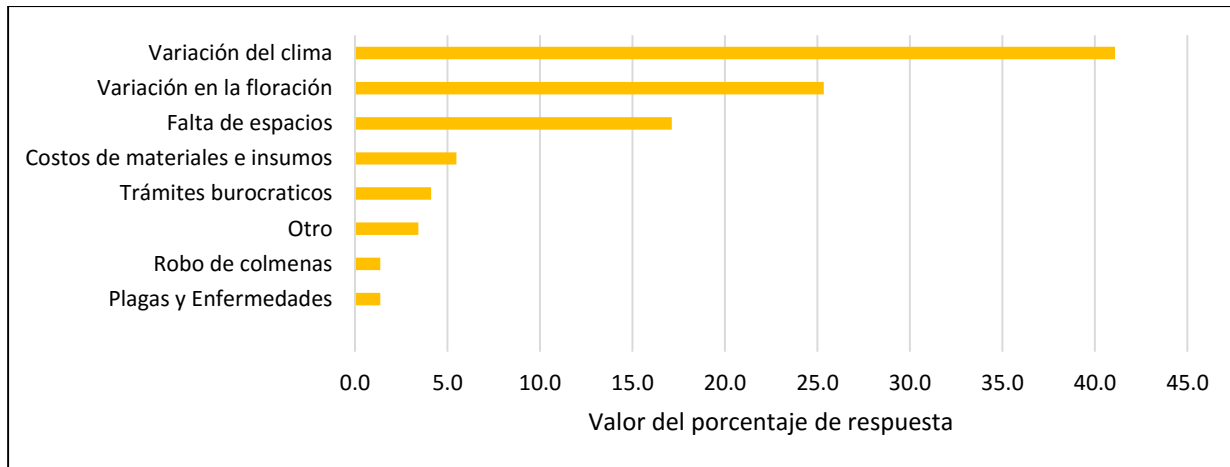


Figura 85. Percepción del principal problema de la apicultura en la región centro.

A partir de la pregunta número dos, la entrevista se direccionó al tema de estudio específico: *¿Qué sabe o que entiende por cambio climático?* siendo las cuatro primeras respuestas las siguientes: el 30.2% hizo referencia al desfase en las estaciones del año por culpa del ser humano, otro 24% a los cambios en los ciclos naturales por la deforestación, seguido por un 13.5% que no sabe y un 12.5% que mencionó el Calentamiento Global (CG).

A la pregunta *¿Cuál fue el medio de comunicación por el cual se enteró?* Sobresalió la televisión (39%) como el medio de comunicación por el cual adquirieron la información seguida por la información difundida en los periódicos (20%).



Figura 86. Percepción del concepto del cambio climático por los apicultores.

En este estudio el 70% de los apicultores dijeron haber sido afectados en la producción por algún evento climático extremo o atípico, de esos el 58% menciona que el tipo de afectación fue: *la escases de floración*, por causa de alguna *helada inesperada* (51%) en la zona del Altiplano (54%). El 35.2% de los apicultores registro al 2010 como el año de mayor afectación para la apicultura por algún evento climático. Sin embargo, al comparar el registro de los apicultores de cada año con mala producción y el volumen de producción para el estado, la producción del 2005 fue el registro más bajo y solo el 1.4% recordó la fecha (Figura 87).

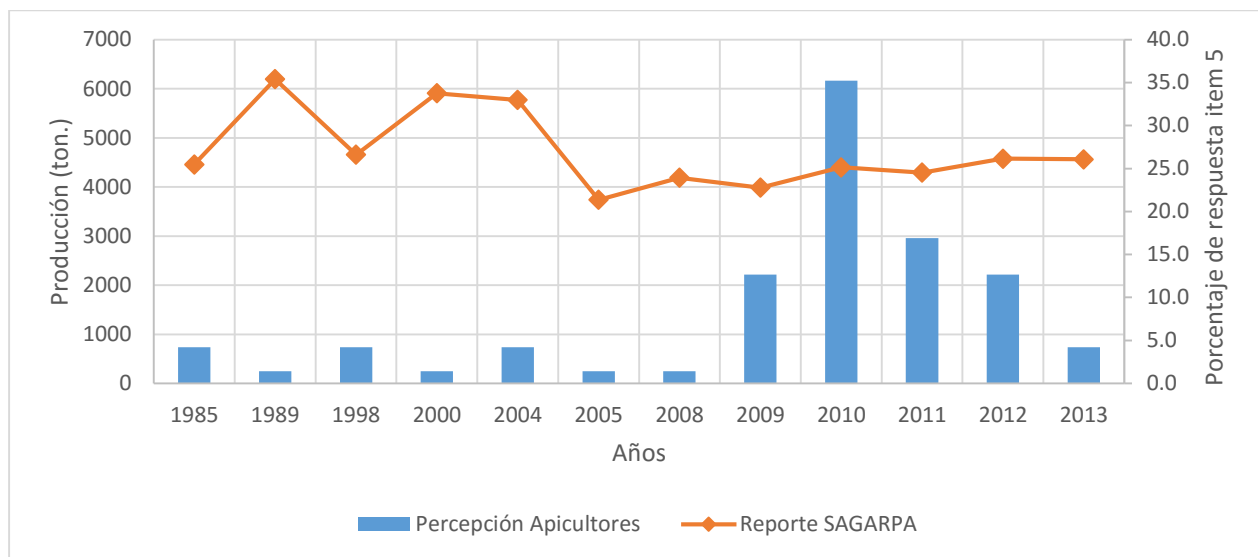


Figura 87. Percepción de los años con presencia de eventos climáticos extremos que dañaron la apicultura de la región centro, contra la producción total reportada en el estado SIAP (2015).

Con base en la percepción de las condiciones climáticas en las últimas dos décadas el 97.7% afirmó que el clima en la región ha cambiado, en cuanto a los factores de temperatura, precipitación, sequias y heladas. En esta pregunta se establecieron tres categorías de cambio: a) *cuantitativo*, si el apicultor percibió un aumento, disminución o constancia de los factores climáticos; b) *frecuencia*, si se percibió un aumento, disminución o constancia en el patrón del evento y c) *intensidad*, si se percibieron que tan severos se han presentado esos eventos.

Con base en lo anterior se registró que los productores percibieron en general un incremento cuantitativo en la temperatura, precipitación y sequias, pero ningún cambio en

las heladas. Respecto a los cambios en frecuencia un mayor número de individuos percibió un aumento en la temperatura y precipitación, al mismo tiempo que ningún cambio en las sequias y heladas. Considerando los cambios en intensidad, un mayor número de individuos percibió que la temperatura y precipitación son más intensas, a su vez que las condiciones de sequias y heladas se ha mantenido constantes (Figura 88) en congruencia con reportes de apicultores y cazadores de miel en África que un 100% percibieron un incremento en la intensidad de la temperatura y cambios en la frecuencia o patrones de lluvia (Paraíso *et al.*, 2012).

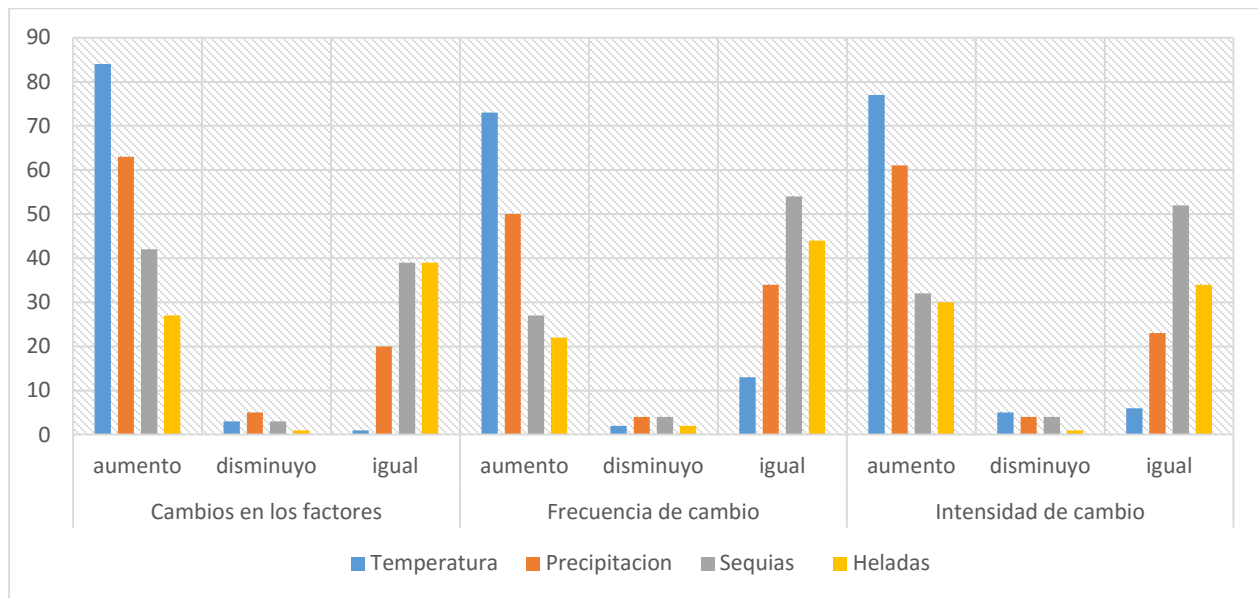


Figura 88. Cambios en cuatro factores climáticos que intervienen en la actividad apícola.

De forma sucesiva el 100% de los apicultores percibe cambios en las floraciones apícolas que afectan los volúmenes de producción. El 71.6% de los apicultores tienen conocimiento o han escuchado de alguna estrategia de adaptación entre las que se mencionaron: reforestación con especies melíferas (35%), alimentación artificial (32%), recambio de reinas (11.1%), mejor manejo de apiario (11.1%) y la trashumancia (10%). De las estrategias mencionadas por los apicultores el 80.7% de éstos, lleva acabo al menos alguna de ellas de forma consiente como estrategia de adaptación. Sin embargo, la población restante realiza esta actividad, aunque no las reconocen como estrategias de adaptación, como es la alimentación artificial (42.3%), reforestación de especies melíferas, (26.8%), recambio de reinas (12.7%), mejor manejo de apiario (9.9%),

trashumancia (7.0%) y mejoramiento genético (1.4%). A diferencia de apicultores en África donde se les proponen estrategias de adaptación que incluyen cambios en la practicas apícolas, diversificación en la razas de abejas, cambios en la sitios de pecoreo, reforestación, cambios en los tipos de colmenas y la transición de cazadores de miel a apicultores (Paraíso *et al.*, 2012).

A pesar que la mayoría (80.7%) de los entrevistados respondió estar implementando alguna de las estrategias anteriores, se estructuró una pregunta asociada a la actitud, independiente a que si realizaban o no, alguna medida de adaptación, por lo que se preguntó *¿Cuál era la principal limitante u obstáculo para no realizar alguna de las estrategias anteriores?*; el 89.7% respondió lo siguiente: falta de capital económico (56.9%), cultura propia o indiferencia (15.2%), falta de espacios físicos propios (12.6%), falta de apoyos gubernamentales (7.6%), falta de tiempo (5.0%) y burocracia institucional (2.5%).

El conocimiento sobre el cambio climático es generalmente considerado como un aspecto cognitivo que puede hacer evidente la presencia de un problema o riesgo (van der Linden, 2015). En este estudio se observó que la percepción del cambio climático existe, aunque de forma subjetiva, puesto que la respuesta del mayor porcentaje de apicultores sobre la definición del concepto no corresponde a la definición que bajo consenso científico ha estimado el IPCC, dejando en evidencia un “déficit” informativo que limita conocimiento real del problema Gonzales (2012).

Sin embargo al estar la fenología floral ligada al sistema climático y está a su vez a la apicultura por la relación planta-insecto (Le Conte y Navajas, 2008; Musolin y Saulich, 2012; Aluja *et al.*, 2014) representa un riesgo y problema real para los apicultores quienes perciben los efectos del cambio climático y realizan acciones de adaptación a nivel individual. En concordancia con los resultados de Paraíso *et al.* (2012) quien reveló que en África más de 50% de los apicultores perciben los efectos del cambio climático y establecen estrategias de adaptación o supervivencia, por lo que existe una respuesta de acción positiva ante la percepción cognitiva de un problema, similar a los resultados obtenidos con los apicultores de la región en este estudio.

7.4.2 Actitud

Se calculó el Índice de Lickert (IL) para obtener una escala de medición que permitiera conocer la actitud en cada apicultor. Como parte del análisis exploratorio se calcularon los porcentajes de respuesta para cada estrategia por grupo de apicultor (Cuadro 25), como panorama general de la actitud para implementar estrategias de adaptación.

Cuadro 25. Porcentaje de respuesta en cada estrategia por tipo de apicultor.

| Estrategia | Tipos | Actitud | | | | |
|----------------------------|-------------|---------|------|----|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Reforestar | Comercial | 0 | 0 | 0 | 10.53 | 89.47 |
| | Intermedios | 0 | 0 | 0 | 8.20 | 91.80 |
| | Tradicional | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| Reinas propias | Comercial | 5.26 | 0 | 0 | 16 | 79 |
| | Intermedios | 0 | 3.28 | 0 | 30 | 66.7 |
| | Tradicional | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| Reinas certificadas | Comercial | 5 | 0 | 0 | 32 | 63 |
| | Intermedios | 0 | 5 | 5 | 43 | 47 |
| | Tradicional | 0 | 0 | 12 | 38 | 50 |
| Cambiar manejo | Comercial | 5 | 16 | 0 | 11 | 68 |
| | Intermedios | 10 | 10 | 8 | 28 | 44 |
| | Tradicional | 0 | 0 | 25 | 25 | 50 |
| Aceptar asistencia técnica | Comercial | 5 | 0 | 0 | 5 | 90 |
| | Intermedios | 2 | 2 | 0 | 22 | 72 |
| | Tradicional | 0 | 0 | 0 | 25 | 75 |
| BPPyM | Comercial | 0 | 0 | 0 | 5 | 95 |
| | Intermedios | 0 | 0 | 2 | 23 | 75 |
| | Tradicional | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| Mayor número de visitas | Comercial | 0 | 0 | 0 | 11 | 89 |
| | Intermedios | 0 | 0 | 2 | 23 | 75 |
| | Tradicional | 0 | 0 | 0 | 13 | 87 |
| Registro de floración | Comercial | 5 | 0 | 0 | 5 | 89 |
| | Intermedios | 0 | 3 | 5 | 22 | 70 |
| | Tradicional | 0 | 0 | 0 | 12 | 88 |
| Registro de manejo | Comercial | 0 | 0 | 0 | 5 | 95 |
| | Intermedios | 0 | 0 | 6 | 20 | 74 |
| | Tradicional | 0 | 0 | 0 | 12 | 88 |

(1)Muy en desacuerdo, (2) En desacuerdo, (3) Indiferente, (4) Muy de acuerdo, (5) De acuerdo

En promedio se obtuvo un IL de 4.7 para el total de la población y para cada tipo de productor el promedio fue de 4.8 para los comerciales, 4.7 los tradicionales y 4.5 el grupo intermedio, lo cual se interpretó como una actitud positiva alta.

Se correlacionó el valor del IL con las características sociales, económicas y técnico-productivas que se consideraron en la tipología apícola y no se encontró relación significativa ($r > 0.5$) entre ellas (Cuadro 26). Debido a que dentro de la tipología se consideraron las variables del Cuadro 31, se realizó la prueba de medias de Tukey (HSD). Para lo cual se observó que no hubo diferencia significativa de la actitud entre cada uno de los grupos ($p = 0.061$) (Figura 89).

Cuadro 26. Valores de la correlación entre la actitud (IL) y las características cuantitativas de la tipología.

| Característica | Variable | Valor de r |
|----------------------------|-------------------------|-------------------|
| Social | Edad | -0.14 |
| | Escolaridad | 0.16 |
| Económica | Depen_economicos | 0.009 |
| | Expectativa_económica | 0.15 |
| | Dependientes_econo | 0.18 |
| Técnico-Productivas | T_colmenas | 0.03 |
| | T_apiarios | -0.02 |
| | T_floraciones | -0.32 |
| | P_total | 0.26 |
| | P_colmena | 0.23 |
| | Diversificación produc. | 0.09 |
| | Jornales | 0.18 |
| | T_equipo | 0.18 |
| | Días de trabajo | -0.09 |

Es decir, la actitud de los tres tipos de apicultores fue de positiva a positiva alta. Lo cual se verificó con un Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM). Para el cual fue necesario

que las preguntas y las respuestas fueran codificadas para facilitar el análisis y el gráfico (Cuadro 27)

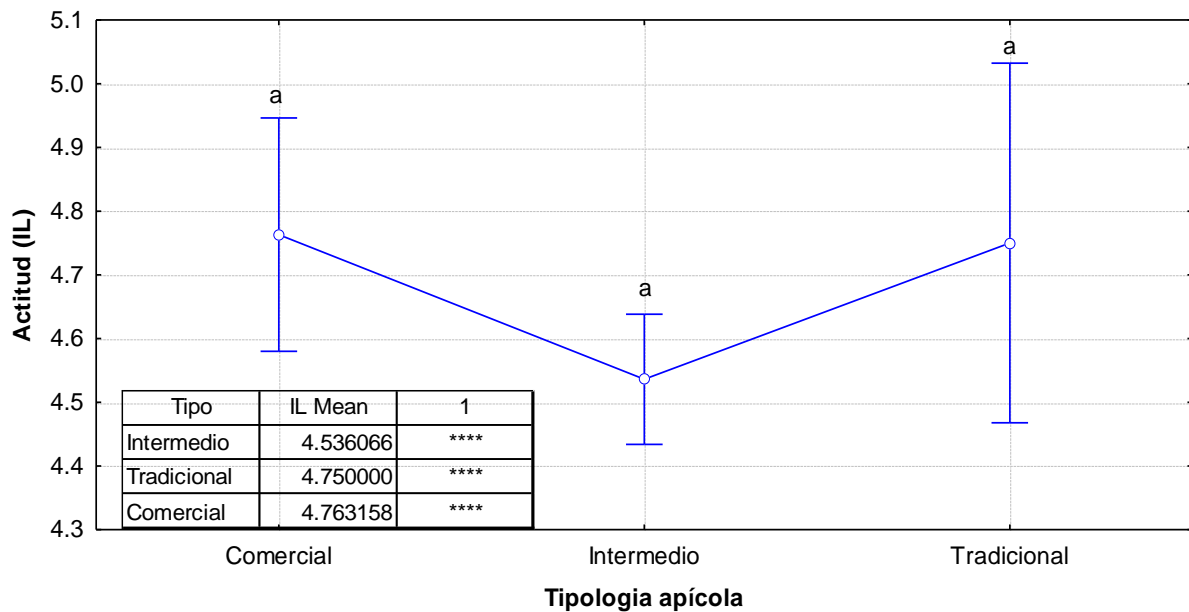


Figura 89. Prueba de medias para el IL de cada grupo de apicultor.

Se realizó el cruce de variables y se obtuvo un valor de inercia de 28.38% para la dimensión 1 y 2 lo cual indicó una baja asociación entre las variables (Cuadro 28). En la Figura 91 se observan categorías o puntos que se ubican de forma conglomerada cercanos al origen. Estos indican que estas categorías se ubican cercanos al promedio o tipo ideal promedio, en cambio los grupos que se alejan difieren de este promedio, correspondientes a las actitudes muy bajas (1), bajas (2) y algunas con actitud positiva baja (3).

Cuadro 27. Codificación e inercia entre las estrategias de adaptación y la actitud de los apicultores.

| Estrategia/Actitud | Totalmente en desacuerdo (1) | En desacuerdo (2) | Indiferente (3) | De acuerdo (4) | Totalmente de acuerdo (5) |
|--|-------------------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Reforestar(Re) | Re1 | Re2 | Re3 | Re4 | Re5 |
| Recambio reinas propias(Rrp) | Rrp1 | Rrp2 | Rrp3 | Rrp4 | Rrp5 |
| Recambio reinas certificadas (Rrc) | Rrc1 | Rrc2 | Rrc3 | Rrc4 | Rrc5 |
| Labores de Manejo(Man) | Man1 | Man2 | Man3 | Man4 | Man5 |
| Asistencia técnica(Atec) | Atec1 | Atec2 | Atec3 | Atec4 | Atec5 |
| Buenas prácticas de producción y manufactura(BPPyM) | BPPyM1 | BPPyM2 | BPPyM3 | BPPyM4 | BPPyM5 |
| Tiempo de trabajo(Mvis) | Mvis1 | Mvis2 | Mvis3 | Mvis4 | Mvis5 |
| Registro de floración(Rflo) | Rflo1 | Rflo2 | Rflo3 | Rflo4 | Rflo5 |
| Registro del manejo(Rman) | Rflo1 | Rman2 | Rman3 | Rman4 | Rman5 |

Cuadro 28. Transformación de valores propios y cálculo de la inercia del ACM.

| Dimensión | Factor | Valores propios | Porcentaje de la inercia | Porcentaje acumulado | Chi cuadrada |
|------------------|---------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 1 | 0.680885 | 0.463605 | 16.68976 | 16.6898 | 1378.620 |
| 2 | 0.569926 | 0.324816 | 11.69338 | 28.3831 | 965.905 |

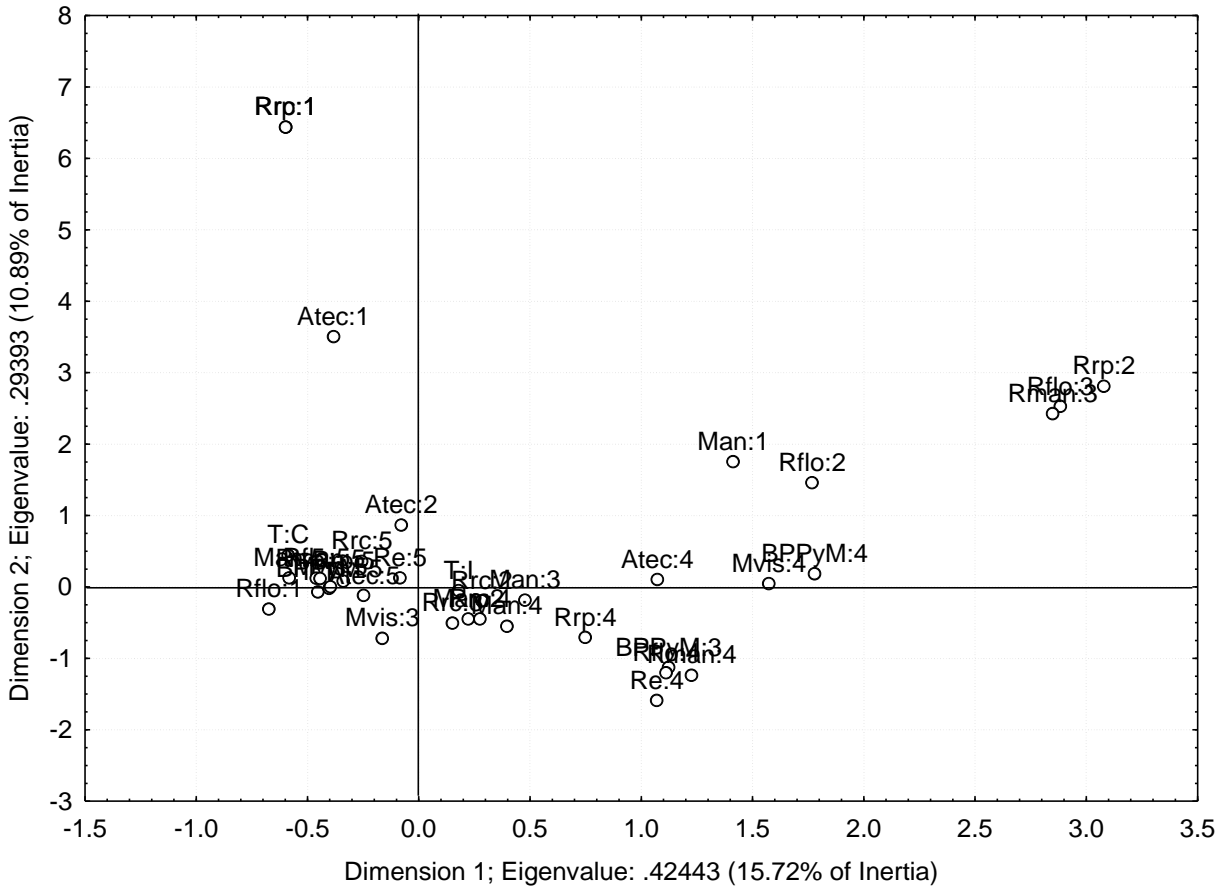


Figura 90. Relación entre las estrategias de adaptación y la actitud por ACM.

Las estrategias de adaptación planteadas con disposición o no para llevarlas a cabo por parte de los apicultores se complementaron con dos interrogantes más. La penúltima pregunta consistió en conocer si el apicultor estaba de acuerdo en llevar a cabo alguna de las nueve estrategias mencionadas anteriormente y, que no estuviera realizando en la actualidad dentro de sus actividades o labores apícolas, como medida de adaptación para enfrentar alguno de los obstáculos que representa el cambio climático en la apicultura.

De forma general las dos respuestas con mayor peso fueron la reforestación con el 59% y el 27% no sabe, el porcentaje restante fue distribuido entre alimentación (7%), cambiar el manejo (3%), Nada (2%) y asistir a capacitación (1%).

Estas categorías de respuesta se evaluaron por grupo de apicultor, obteniendo que el grupo de apicultores Intermedios, son los que están dispuestos a realizar un mayor

número de estrategias de adaptación como reforestar, asistir a capacitación, cambiar el manejo y la alimentación de las abejas, seguido por el grupo de apicultores Comerciales quienes dijeron solo estar dispuesto a reforestar y alimentar a las abejas. Por último, el grupo de apicultores Tradicionales mencionó estar dispuesto a reforestar. A pesar de la diferencia cualitativa de las respuestas entre cada grupo de apicultores no se registró diferencia cuantitativa significativa entre los grupos a través de la prueba de medias tal y como se observó en la Figura 89.

La última pregunta fue: “¿Qué acciones cree deberían estar haciendo las instituciones federales y estatales para ayudar a los apicultores a adaptarse al cambio climático? El 46.6% considera que se deben destinar apoyos económicos para enfrentar los impactos del cambio climático (además del PROGRAM), el 13.6% que se deben implementar programas de reforestación de especies melíferas y un 10.2% opina que las instituciones deben eficientar los tramites apícolas, principalmente para los apicultores trashumantes. El porcentaje restante considero acciones en menor frecuencia incluyendo: prohibición de plaguicidas (7.9%), mantener áreas naturales (7.9%), capacitación apícola (5.7%), supervisión de apiarios (3.4%), difusión de la importancia de los polinizadores (2.3%) y promover el consumo de miel (2.2%).

Si bien en lo general en este estudio no se encontró diferencia entre la actitud de los grupos de apicultores con base en la tipología propuesta, se observó que los tres grupos presentaron una actitud positiva apoyando las estrategias de adaptación básicas para enfrentar el cambio climático. Cabe aclarar que las propuestas fueron a nivel de acciones individuales que corresponden al propio apicultor y no se presentaron a nivel de trabajo organizado y gestión de políticas públicas. Sin embargo, la presencia de una actitud positiva en los apicultores para la disposición de ejecutar acciones de adaptación, facilitaría la aplicación y el éxito de programas que incluyeran estrategias de adaptación ante los efectos del cambio climático en el sector apícola de la región.

Estos resultados se contraponen al trabajo de Paraíso *et al.* (2012) realizado con apicultores de África donde los años de experiencia como apicultor influye sobre la percepción de los efectos del cambio climático. Es decir, conforme se incrementa la edad se incrementa la capacidad de percibir el cambio climático. De forma similar Galdies *et*

al. (2016) en la isla de Malta en la Unión Europea, reporta que en otros sectores agropecuarios como la agricultura y ganadería las características sociales como la edad y escolaridad determinan la percepción y comportamiento sobre los efectos del cambio climático, representando una limitante para la implementación de estrategias de adaptación, ya que la población más joven y con mayor escolaridad son los que brindarían las facilidades para el desarrollo de estrategias de forma exitosa.

7.4.3 Disonancia cognitiva ante el cambio climático

Dentro de la percepción se observa que en los tres grupos de apicultores se perciben los efectos del cambio climático, aunque sus respuestas no coinciden con la definición del IPCC. Por lo que la problemática se concibe como un desfase, diacronía o cambio en las estaciones y floraciones de un ciclo anual, demostrando que la concepción del concepto es sesgada y podría limitar la comprensión del fenómeno del cambio climático por parte del apicultor. Pues éste seguiría asociando la escasez de floración como sinónimo de cambio climático, por lo que en una estructura cognitiva consonante las estrategias de adaptación estarán dirigidas hacia a la percepción del fenómeno.

Para explorar los elementos consonantes o disonantes a nivel cognitivo se analizaron histogramas bivariados delimitados por una matriz de decisión (Figura 91) que permitió identificar e interpretar el estado cognitivo entre la actitud (categorías Lickert) hacia las estrategias de adaptación, sobre lo que estarían dispuesto a realizar *versus* el comportamiento con base a que, si realizan o no, dicha estrategia.

La matriz de decisión permitió establecer dos posibles estados cognitivos en los apicultores, de forma positiva o negativa de la siguiente forma:

- Cuadrante I, disonante positivo: actitud negativa (1) y (2) hacia las estrategias de adaptación, pero que si las lleva a cabo.
- Cuadrante II, consonante positivo: actitud positiva (1), (2) y (3), hacia las estrategias de adaptación y que si las lleva a cabo.
- Cuadrante III, consonante negativo: actitud negativa (1) y (2) hacia las estrategias de adaptación y no las lleva a cabo.

- Cuadrante IV, disonante negativo: actitud positiva (1), (2) y (3) hacia las estrategias de adaptación pero que no las lleva a cabo.

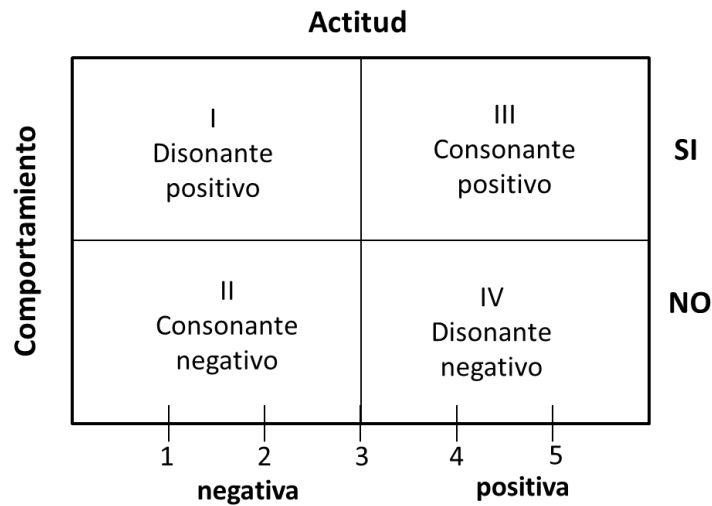


Figura 91. Matriz de decisión del estado cognitivo entre la actitud versus el comportamiento.

Bajo el esquema de la Figura 91, se realizaron las contrastaciones siguientes:

Reforestación.- al contrastar la estrategia de reforestación se observó que el 72.73% de los apicultores expresaron estar “totalmente de acuerdo” (TDA) en realizar esta estrategia. Sin embargo, solo el 19.33% llevan a cabo esta acción (Figura 92A) observando elementos disonantes entre estas dos cogniciones.

El Recambio de reinas.- Respecto al recambio de reinas con crías propias se observó que el estado disonante se manifestó entre los apicultores TDA (71.59%) y de acuerdo (DA) (23.86%) ya que solo el 1.14% dijo realizar esta práctica; sin embargo en esta misma estrategia se observaron apicultores consonantes negativos, aunque en menor porcentaje, al afirmar estar en desacuerdo (ED) (2.27%) y totalmente en desacuerdo (TED) (1.14%) en realizar esta estrategia por lo que no llevan a cabo el recambio con crías de reinas propias (Figura 92B). Por otro lado, la estrategia de recambio con reinas certificadas presentó un estado similar de disonancia entre la actitud TDA (43.18%) y DA (7.95) versus el 9.09% que llevan a cabo esta acción y un 4.55% que mantiene el estado consonante negativo (Figura 92C).

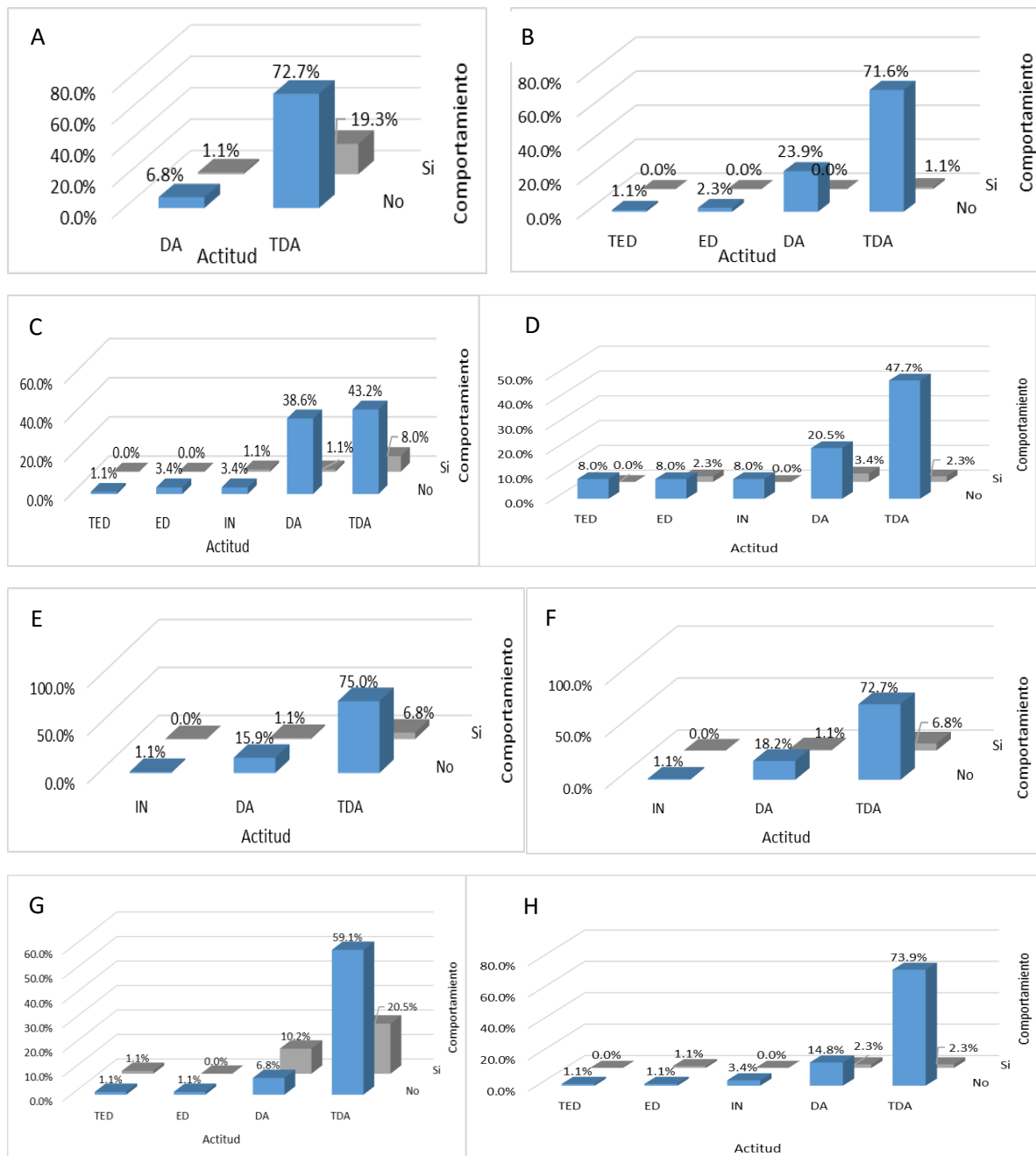


Figura 92. Disonancia cognitiva en los apicultores respecto a la actitud y comportamiento en las estrategias de adaptación: A) Reforestación, B) Recambio con crías de reinas propias, C) Recambio con crías de reinas certificadas, D) Manejo, E) Buenas prácticas de producción y manufactura, F) Mayor número de visitas al apiario, G) Asistencia técnica para alimentación artificial, H) Registro de floraciones para la trashumancia.

Actividades de Manejo.- Dentro de las actividades de manejo del apiario se observó que los apicultores que estuvieron TDA (47.73%), DA (20.45%) y los indiferentes (IN) (7.95%) son disonantes y representan el mayor porcentaje de la población, ya que solo el 5.68% a realizado cambios en el manejo de sus apiarios, mientras que los apicultores consonantes negativos se observaron en menor porcentaje ED (7.95%) y TED (7.95%) (Figura 92D). Como parte de las actividades de manejo, la adopción de las buenas prácticas de producción y manejo (BPPyM) demostraron un estado de disonancia cognitiva entre el porcentaje de apicultores que dijo estar dispuesto a adoptarlas, el 75% (TDA), 15.91% (DA) y 1.14% (IN), *versus* el 7.96% que si a adoptado las BPPyM (Figura 92E). De forma similar los apicultores que mencionaron estar TDA (72.73%), DA (18.18%) e IN (1.14%) en realizar un mayor número de visitas a los apiarios y los 15.91% que están realizando estas acciones (Figura 92F), remarcando el estado de disonancia cognitiva entre la actitud y el comportamiento en las estrategias de manejo en los apiarios.

La alimentación artificial.- La alimentación artificial de las abejas por ser un elemento ligado a la capacitación técnica, se contrasto con la disposición de los apicultores a recibir y asistir a los cursos de asistencia técnica por lo que el estado cognitivo disonante se presentó en el 65.91% de los apicultores TDA y DA *versus* el 30.68% que dijo realizar este tipo de práctica; mientras que los apicultores consonantes negativos se presentaron en menor porcentaje 2.28% (TED y ED) (Figura 92G).

Registro de la floración.- Las trashumancia aunque es el principal tipo de apicultura que se práctica no se concibe como una estrategia de adaptación sin embargo al contrastar esta actividad con la disposición de realizar registros y calendarios de floraciones se observó que el 92.05% estaría dispuesto a realizar dichos registros sin embargo solo un 4.55% realiza este tipo de registros (Figura 92H), demostrando un estado de disonancia cognitiva en el sistema de ideas.

En el Cuadro 29 se presenta de forma resumida los porcentajes de la población en cada uno de los estados cognitivos, observando que la mayor parte de la población de apicultores se encuentra en un estado de disonancia cognitiva negativa, lo que de acuerdo a la teoría de Festinger, es el estado cognitivo común cada que se presenta una situación de decisión o elección.

Cuadro 29. Estado cognitivo entre la actitud y comportamiento de las estrategias de adaptación en la apicultura.

| Estrategia | Disonante(+) | Consonante (-) | Consonante (+) | Disonante (-) | Total (%) |
|------------------------------|--------------|----------------|----------------|---------------|-----------|
| Reforestar | 1.1 | 6.8 | 19.3 | 72.8 | 100 |
| Recambio de reinas propias | 0 | 3.3 | 1.1 | 95.6 | 100 |
| Recambio reinas certificadas | 0 | 4.5 | 10.3 | 85.2 | 100 |
| Manejo | 2.3 | 16 | 5.7 | 76.0 | 100 |
| Bunas prácticas de PyM | 0 | 1.1 | 8.0 | 90.9 | 100 |
| Mayores visitas apiario | 0 | 0 | 7.9 | 92.1 | 100 |
| Asistencia técnica | 1 | 2.2 | 30.8 | 66.0 | 100 |
| Registro de floración | 1.1 | 2.2 | 4.6 | 92.1 | 100 |

Así mismo se realizó la exploración del estado cognitivo por tipo de apicultor y para las estrategias propuestas (Cuadro 30), observándose que el mayor porcentaje de respuestas que se presenta es la disonancia cognitiva negativa en la mayoría de los apicultores. Esto se ilustra en la Figura 93 en donde se puede confirmar que la mayoría de los apicultores poseen una actitud positiva para implementar las estrategias de adaptación, pero las acciones no se llevan a cabo por los mismos.

Cuadro 30. Estado cognitivo entre la actitud y comportamiento en los tipos de apicultores.

| Estrategia | Disonante(+) | | | Consonante (-) | | | Consonante (+) | | | Disonante (-) | | |
|-------------------------|--------------|----|----|----------------|-------|------|----------------|-------|-------|---------------|-------|--------|
| | T1 | T2 | T3 | T1 | T2 | T3 | T1 | T2 | T3 | T1 | T2 | T3 |
| Reforestar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15.15 | 23.68 | 23.53 | 84.85 | 76.32 | 76.47 |
| Recambio reina propia | 0 | 0 | 0 | 3.03 | 5.26 | 0 | 0 | 2.63 | 0 | 96.97 | 92.11 | 100.00 |
| Recambio reina certific | 0 | 0 | 0 | 3.03 | 5.26 | 5.88 | 12.12 | 10.53 | 5.88 | 84.85 | 84.21 | 88.24 |
| Manejo | 0 | 0 | 0 | 15.15 | 23.69 | 0 | 0 | 2.63 | 11.76 | 72.73 | 73.69 | 88.24 |
| Buenas prácticas PyM | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.12 | 7.89 | 11.76 | 87.88 | 92.11 | 88.24 |
| Mayores visitas apiario | 6.06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.12 | 7.89 | 11.76 | 87.88 | 92.11 | 88.24 |
| Asistencia técnica | 0 | 0 | 0 | 3.03 | 5.26 | 0 | 39.39 | 28.95 | 0 | 57.58 | 65.78 | 100.00 |
| Registro de floración | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.26 | 0 | 9.09 | 2.63 | 5.88 | 90.91 | 92.1 | 94.12 |

T1: comercial; T2: intermedio; T3: tradicional

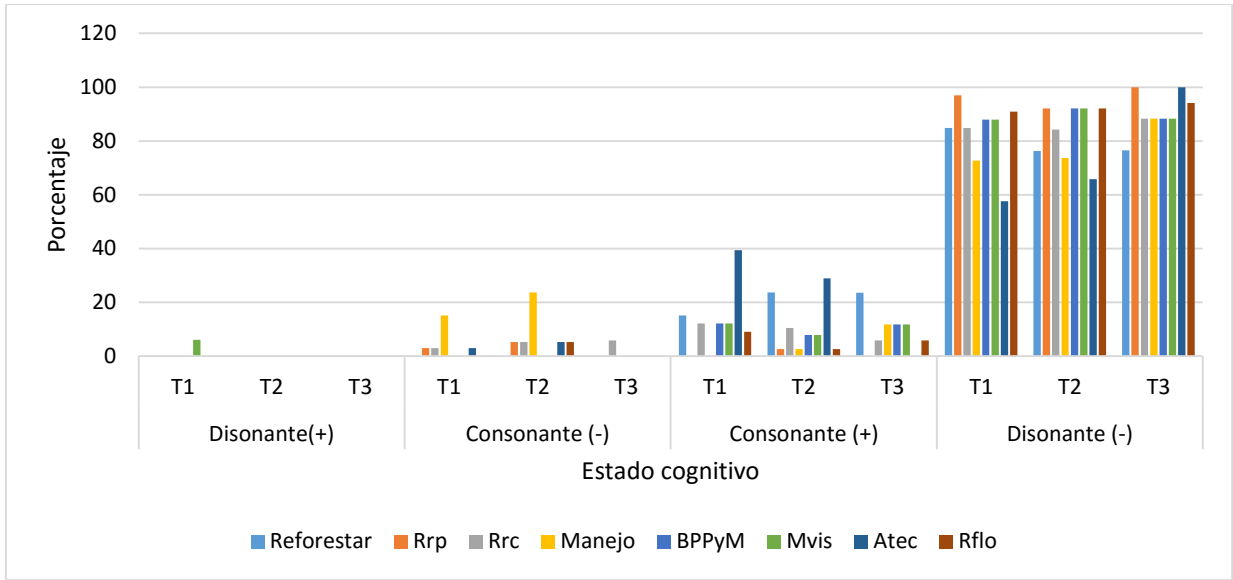


Figura 93. Representación en porcentaje de respuesta del estado cognitivo de los tipos de apicultores.

Se observó que los estados cognitivos dominantes fueron los de la consonancia positiva y la disonancia negativa por lo que se realizó la prueba H de Kruskal-Wallis (1952). Con esta se observó que no hubo diferencia estadística significativa entre tipos de apicultores y el estado consonante positivo ($p=0.54$), ni tampoco en la disonancia cognitiva negativa entre los tipos de apicultores ($p=0.07$), (Figura 94).

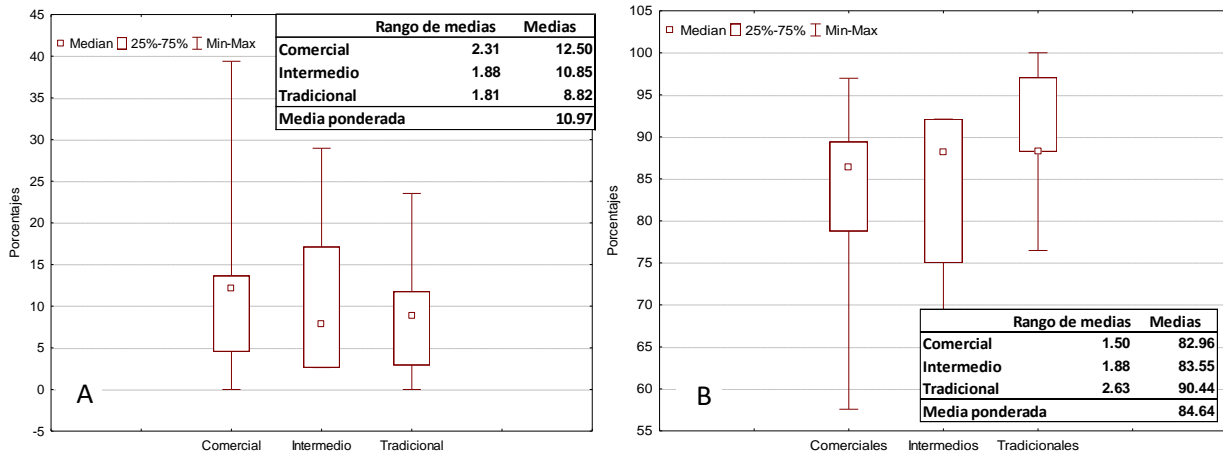


Figura 94. Prueba de Kruskal-Wallis entre los tipos de apicultores consonantes positivos (A) y los tipos de apicultores disonantes negativos (B).

Los análisis anteriores permiten interpretar que la presencia de la disonancia cognitiva negativa es generalizada entre los apicultores, es decir, no se observó una disonancia cognitiva diferenciada por tipo de apicultor para las estrategias de adaptación al cambio climático.

7.4.4 Síntesis de la disonancia cognitiva sobre el cambio climático

El CC forma parte de los retos actuales en la sociedad, conlleva el riesgo de estar sujetos a sus efectos negativos a nivel de individuo, comunidad, país o población (Olmos *et al.*, 2013). En este estudio el análisis del sistema de cogniciones de los apicultores desde la teoría de Festinger (TDC) (Ovejero, 1995) sobre el CC, sugiere que los apicultores en general presentan disonancia cognitiva entre dos cogniciones, actitud y comportamiento sin que las características tipológicas marquen alguna diferencia entre ellos.

De forma particular al analizar la percepción se observó que el individuo percibe los efectos del cambio climático. Sin embargo no posee una definición precisa del concepto y de las causas del fenómeno, demostrando la presencia de un sesgo en la comprensión del concepto, atribuido a un déficit informativo que de acuerdo a Gonzales (2012), se deriva de un desajuste en la información mediática, como por ejemplo que la comunidad científica habla de CC, las noticias en los medios de calentamiento global y la industria petrolera de GEI; lo que genera confusión en la percepción del público, ya que la cobertura del fenómeno del cambio climático depende de la agenda política e intereses económicos de cada país.

Por tanto en esta investigación la percepción del CC se concibe de acuerdo a interpretaciones basadas en las necesidades productivas de los apicultores en función de los impactos que genera en el apicultura, similar a las percepciones de apicultores y cazadores de miel en África pues estos perciben los efectos del CC como el incremento o disminución de los patrones de temperatura y precipitación según la temporada del año y de acuerdo a que si son apicultores formales, cazadores de miel o una combinación de estos (Paraíso *et al.*, 2012).

La percepción del CC se basa en sus efectos en la apicultura para el caso particular de la actitud, la cual en general fue positiva (IL: 4.7) y sin diferencia significativa entre los

tipos de apicultores ($p=0.06$). Al contrastar esta cognición con el comportamiento, se obtuvo que a pesar de la disposición positiva de los apicultores en su mayoría presentaron un estado de disonancia negativa, es decir, que a pesar de estar de acuerdo (DA) o totalmente de acuerdo (TDA) con implementar las estrategias de adaptación, no llevan a cabo estas acciones como parte de sus actividades apícolas. Por lo que frente a la teoría de Festinger, esta disonancia cognitiva se presenta ante incompatibilidad simultánea en las cogniciones de actitud y comportamiento (Pineda, 2010). Lo que genera argumentos dirigidos a reducir el estado de disonancia (Ovejero, 1995).

Estos resultados coinciden a las observaciones de Oltra *et al*, (2009), quienes observaron disonancia diferenciada entre percepción, actitud y comportamiento ante el CC, en una muestra de la población general, utilizando las bases de la TDC en sesiones de grupo y en preguntas abiertas de forma individual. Ya que a pesar que los apicultores son capaces de percibir los efectos del CC, no incorporan esta percepción de forma directa al comportamiento similar a los individuos quienes se dedican a otro tipo de actividades laborales y no logran incorporar los efectos del cambio climático como prioridad en su sistema cognitivo, lo que de acuerdo a Festinger esto se debe a la tendencia a realizar la acción que genere menos estrés en el sistemas de cognoscitivo.

Por tanto aunque el cambio climático se identifique como un problema de atención prioritario en consenso científico no es, si no que hasta que esta problemática se incorpora a través de las necesidades económicas que se perciben a través del sentido común y, son asumidos e incorporados al sistema de cogniciones (Gonzales, 2012). Por ello, aunque los tipos de apicultores perciben los efectos del cambio climático de forma generalizada, la interiorización de la problemática con base a los impactos en la apicultura, permite desarrollar una actitud positiva hacia las estrategias de adaptación. Sin embargo, la disonancia se presenta, cuando en el comportamiento el apicultor no es capaz de llevar a cabo las acciones que dice, estaría dispuesto a realizar para mantener su medio de vida. Solo el 89.7% expreso al menos un motivo con el justifica y reduce la disonancia presente, como fue por la falta de: capital económico (56.96%), interés (15.18%), espacios propios (12.65%), programas de apoyos (7.50%), tiempo (5.06%) e

interés de las autoridades (2.53%). Lo que para el apicultor constituyen barreras que limitan la adopción de estrategias de adaptación ya que son estas medidas que contribuyen a la reducción del riesgo ante los efectos de CC.

7.5 Contraste de hipótesis

Con los resultados obtenidos en la presente investigación se pudo responder la pregunta de investigación planteada: ¿Cuál será la movilidad espacio-temporal de la apicultura en la región centro del estado de Veracruz a corto (2021-2030), mediano (2041-2050) y largo plazo (2051-2060) ante los cambios de la temperatura y precipitación por efecto del Cambio Climático de acuerdo al modelo de ensamble SICC; así como la disonancia cognoscitiva en los diferentes tipos de apicultores frente a este fenómeno? Por lo que a continuación se plantea el contraste de las hipótesis de forma particular de acuerdo a los resultados obtenidos.

Hipótesis particular uno

La flora melífera indicadora del centro del estado de Veracruz tendría una movilidad espacio-temporal, en el mediano (2041-2050) y largo plazo (2051-2060), por las variaciones en la temperatura y precipitación como efecto del cambio climático.

Se observó que bajo el modelo de proyección climático SICC con el SRES A2, las especies que presentaron una reducción en la superficie potencial de desarrollo alto desde el corto plazo (2021-2030) fueron los cítricos (*C. sinensis* y *C. paradisi*) (57.6%) y *B. nigra* (4.1%). En el mediano plazo (2041-2050) las mismas especies de cítricos (70.6%), y *B. nigra* (3.3%). Y en el largo plazo (2051-2060) las mismas especies de cítricos (75.2%), *B. nigra* (3%) y *C. arabica* (1.9%).

Mientras que las especies que ampliaron las zonas de desarrollo potencial desde el corto plazo, fueron *B. simaruba* (4.7%), *C. arabica* (2.1%) y *S. mombin* (12%). En el mediano plazo las mismas especies presentaron un incremento espacial de 5.1%, 2%, 13.6% y 0.002%. Sin embargo, en el largo plazo, solo las especies de *B. simaruba* y *S. mombin* mantienen la expansión espacial en un 5% y 4% respectivamente, ya que *C. arabica* reduce su espacio, en los valores del párrafo anterior.

Con estos resultados se observa que las proyecciones son diferentes para cada tipo de especie o conjunto de poblaciones, de manera que, a pesar, que la flora melífera presentó cambios variables en las superficies potenciales para su desarrollo, no se observó alguna tendencia de acuerdo a la especie (cultivada o silvestre), referente a los cambios en las superficies potenciales de desarrollo "alto. Los cuales se manifestaron desde el corto hasta el largo plazo, bajo las proyecciones climáticas realizadas con el modelo de ensamble SICC del escenario A2. Por lo que con base a las condiciones anteriores la primera hipótesis particular se rechaza.

Hipótesis particular dos

La zona de confort actual de *Apis mellifera* L. en el centro del estado de Veracruz tendrá una movilidad espacio-temporal en el mediano (2041-2050) y largo plazo (2051-2060), por las variaciones en la temperatura y precipitación como efecto del cambio climático

Se observó que la superficie para el desarrollo de la abeja con base al factor térmico para un desarrollo potencial alto se incrementará en el corto plazo un 19%, 23.4% en el mediano y 25.4% en el largo plazo, mientras que la superficie de potencial medio se reduce un 32.6% en el corto, 40.9% en el mediano y 45% en el largo plazo, lo que sugiere una ampliación espacial y temporal del territorio para las abejas como consecuencia de las variaciones en la temperatura que el cambio climático con lleva.

Por lo tanto con el modelo de simulación climática se observó una movilidad en espacio y tiempo en la superficie potencial para el desarrollo de *A. mellifera*. Sin embargo, no fue posible estimar las variaciones con base a los valores de precipitación por la dificultad de delimitar los intervalos de tolerancia para la abeja. Por lo tanto, bajo las condiciones de temperatura y puesto que los cambios espaciales se presentaron desde el corto plazo, la hipótesis particular dos se rechaza.

Hipótesis particular tres

La última hipótesis particular plantea que los apicultores presentarán una disonancia cognitiva diferenciada ante los riesgos de la apicultura por efectos del cambio climático de acuerdo a sus características sociales, económicas y productivas.

Para la falsación de esta hipótesis primero se estructuró una tipología de apicultor acorde a las características técnico-productivas y económicas, donde se encontró que la diferenciación entre los tres tipos de apicultores: comerciales, intermedios y tradicionales, estuvo marcada por la escala de producción, la dependencia económica de la apicultura y por la eficiencia productiva en esta actividad; la edad y escolaridad (variables sociales) no marcaron diferencia entre los grupos.

Con el enfoque de la teoría de Festinger (TDC) se observó que la población general de apicultores presentó un estado de disonancia cognitiva entre la actitud y el comportamiento. Al comparar el estado cognitivo por tipo de apicultor se observó que el mayor porcentaje de apicultores mantiene una disonancia cognitiva negativa generalizada.

En síntesis, los apicultores perciben los efectos del cambio climático con base en los impactos que se reflejan en la apicultura y no por una comprensión del fenómeno por sí mismo. A pesar de mantener una actitud positiva no se observó diferencia estadística entre los tipos de apicultores, dado que solo el menor porcentaje de la población realiza acciones para adaptarse a la problemática, lo que demuestra un estado de disonancia cognitiva indistinto al tipo de apicultor, es decir, que las características tipológicas no influyen de forma particular, en presencia de la desarmonía interna.

Por tanto, con relación a los argumentos anteriores la hipótesis particular tres se rechaza.

Hipótesis general

El análisis de estas tres hipótesis contribuyó a contrastar la hipótesis general que supone, que la apicultura de la región centro del estado de Veracruz tendrá una movilidad espacio-temporal, a mediano (2041-2050) y largo plazo (2051-2060) por las variaciones en la temperatura y precipitación, como efecto del cambio climático de acuerdo al modelo de ensamble SICC; generando una disonancia cognitiva diferenciada de acuerdo a los tipos de apicultores, se comenta lo siguiente:

Al contrastar las hipótesis particulares se obtuvo que la disminución espacial de las zonas apícolas con potencial alto para el insecto y las plantas, bajo el modelo de proyección climático SICC con el SRES A2, desde el corto plazo (2021-2030) se observó en los

cítricos (*C. sinensis* y *C. paradisi*) en un 75% y *S. mombin* en un 12%. En el mediano plazo (2041-2050) el cambio espacial fue en el cruzamiento del confort de la abeja y los cítricos en un 70.6%. Y por último, en el largo plazo (2051-2060) solo los cítricos reducen su superficie (75%).

Mientras que la amplitud espacial desde el corto plazo se observó en la asociación del confort de las abejas y las especies de *B. simaruba* (12.3%), *B. nigra* (>100%) y *C. arabica* (>100%). En el mediano plazo *B. simaruba* (15.5%), *B. nigra* (>100%) y *C. arabica* (>100%), las especies de manglar (1%) y *S. mombin* (14%). Por último, los incrementos espaciales en el largo plazo se mantuvieron en las especies de *B. simaruba* (13%), *B. nigra* (>100%) y *C. arabica* (>100) y *S. mombin* (4%).

Por otro lado, los impactos de cambio climático en los apicultores que dependen total o parcialmente de la actividad podrían no soportar estos efectos adversos, por ello al conocer el estado cognitivo actual se pudo observar que a pesar de que los apicultores tuvieron una actitud positiva (IL: 4.7) respecto a las estrategias de adaptación, las acciones de comportamiento no fueron concordantes con dicha actitud. Puesto que se observó que los estados cognitivos dominantes fueron la consonancia positiva y la disonancia negativa que a través de la prueba de Kruskal-Wallis no tuvieron diferencia estadística significativa entre apicultores y el estado cognitivo (consonante positivo, $p=0.54$ y disonante negativo, $p=0.07$), por lo que la presencia de la disonancia cognitiva no fue diferenciada por tipo de apicultor.

Por consiguiente, con base al contraste de las tres hipótesis particulares y bajo las condiciones de cada una de ellas, no se observaron elementos suficientes y la hipótesis general se rechaza.

Lo que permite responder la pregunta de investigación que de acuerdo al modelo de ensamble de proyección climática bajo de la familia de escenario A2, la apicultura tendrá una movilidad espacio temporal desde el corto (2021-2030), mediano (2041-2050) y largo plazo (2051-2060) ante los cambios de la temperatura y precipitación por efecto del cambio climático, como respuesta de las especies melíferas indicadoras y las abejas

(*Apis mellifera*); así mismo que los impactos del cambio climático generan una disonancia cognitiva generalizada en los tipos de apicultores.

8. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se concluyó que:

1. La flora melífera indicadora del centro del estado de Veracruz tendrá una movilidad espacio-temporal variada, en el corto (2021-2030) mediano (2041-2050) y largo plazo (2051-2060), por los cambios en la temperatura y precipitación como efecto del cambio climático, al incrementar las áreas para el desarrollo con potencial alto de la mayoría de las especies.
2. Las zonas de confort térmico actual de *A. mellifera* L. en el centro del estado de Veracruz tendrá una movilidad espacio-temporal positiva en el corto (2021-2030), mediano (2041-2050) y largo plazo (2051-2060), como efecto del cambio climático al expandir las áreas para su desarrollo con base al confort térmico.
3. Ante los riesgos que presenta la apicultura por los efectos del cambio climático, la mayor población de apicultores mantiene un estado de disonancia cognitiva entre la actitud y el comportamiento, de manera indistinta a las características, económicas y técnico- productivas que integraron los tres grupos de apicultores (comercial, intermedio y tradicional).

En general se concluye que la apicultura tendrá una movilidad espacio temporal variada en el corto, mediano y largo plazo de acuerdo a la disposición de los recursos botánicos y al confort térmico de la abeja. Mientras que los elementos, como la percepción (derivada de estímulos en la apicultura) sobre el cambio climático y la disonancia cognitiva entre la actitud y el comportamiento, reflejan el riesgo de los apicultores de mantenerse o no en la actividad, frente a la resistencia al cambio de comportamiento y en la medida en que este mismo comportamiento, se mantenga consonante con la actitud respecto a las estrategias de adaptación diversificada que el apicultor tuviera que llevar a cabo.

Por lo tanto, estos análisis proporcionan un panorama exploratorio para la comprensión de los impactos potenciales del cambio climático en la apicultura de la región centro del estado de Veracruz desde la relación planta-insecto y el sistema cognoscitivo de los apicultores.

9. RECOMENDACIONES

No existe una sola estrategia a nivel global que permita enfrentar el cambio climático, sin embargo, un primer paso consiste en la difusión de la información del cambio climático y los riesgos que de él se derivan para mejorar la percepción del problema e incrementar la probabilidad en la adopción de estrategias.

Es por ello que se sugiere una planeación estratégica, que coadyuve a divulgar y promover políticas públicas que favorezcan el desarrollo y la capacidad de producción apícola dirigida con base a las necesidades de los tipos de apicultores, ante los efectos del cambio climático.

Por lo que finalmente se recomienda que en futuras investigaciones se incluyan los nuevos escenarios de proyección climática, variación de la fenología floral, el potencial de adaptación genética de las razas de abejas *A. mellifera*, los volúmenes de producción de miel históricos, considerar variables climáticas adicionales y creencias cognoscitivas de los tomadores de decisiones y prestadores de servicios.

10. BIBLIOGRAFIA

- Adgaba, N, A Al-Ghamdi, AG Shenkute, S Ismaiel, S Al-Kahtani, Y Tadess, MJ Ansari, W Abebe and MQA Abdulaziz. 2014. Socio-economic analysis of beekeeping and determinants of box hive technology adoption in the kingdom of Saudi Arabia. *The Journal of Animal & Plant Sciences* 24, (6): 1876-1884.
- Al-Ghamdi, A, N Adgaba, A Getachew and Y Tadesse. 2014. New approach for determination of an optimum honeybee colonies carrying capacity based on productivity and nectar secretion potential of bee forages species. *Saudi Journal of Biological Sciences* (0).
- Altieri, MA. 1995. El agroecosistema: Determinantes, recursos, procesos y sustentabilidad. *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. CLADES. Santiago de Chile. pp. 22-31.
- Altieri, MA. 2003. El rol ecológico de la biodiversidad en agroecosistemas. *Volver*. CLADES. Colombia.
- Altieri, MA and CI Nicholls. 2013. Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología* 8, (1): 7-20.
- Aluja, M, A Birke, M Ceymann, L Guillén, E Arrigoni, D Baumgartner, C Pascacio and J Samietz. 2014. Agroecosystem resilience to an invasive insect species that could expand its geographical range in response to global climate change. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 186, (0): 54-63.
- Alvarado, MA, PR Foroughbakhch, YE Jurado and A Rocha. 2002. El cambio climático y la fenología de las plantas. *Ciencia UANL* 5, (4): 493-500.
- AUSAID. 2013. Trade information brief (honey). *Trade and Industrial Policy Strategies (TIPS)*. Australian Agency for International Development Australian. p. 42.
- Bellard, C, C Bertelsmeier, P Leadley, W Thuiller and F Courchamp. 2012. Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters* 15, (4): 365-377.
- Bird, DN, S Benabdallah, N Gouda, F Hummel, J Koeberl, I La Jeunesse, S Meyer, F Pretenthaler, A Soddu and S Woess-Gallasch. 2015. Modelling climate change impacts on and adaptation strategies for agriculture in sardinia and tunisia using aquacrop and value-at-risk. *Science of The Total Environment*.
- Blanco, M, J Haggard, P Moraga, JdC Madriz and G Pavón. 2003. Morfología del café (*coffea arabica* L.), en lotes comerciales. *Nicaragua1. Agronomía Mesoamericana* 14, (1): 197-103
- Botello, AV and S Villanueva-Fragoso. 2011. Introducción 1-14p. *In: V BA, S V-F, J G and Rojas GJLs (eds.). Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático (segunda edición)*.

- Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, unam-icmyl, Universidad Autónoma de Campeche. México. p. 754.
- Bravo, CJ, RG Sanchez and GM Gelviz. 2011. Estudio de la distribución de especies frente al cambio climático. Cuadernos de Biodiversidad. CBIO. Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CBIO). Universidad de Alicante. p. 24.
- Brown, MJF and RJ Paxton. 2009. The conservation of bees: A global perspective. *Apidologie* 40, (3): 410-416.
- Cajero, AS. 1999. Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. *In: Echazarreta CM and Arellano RAs (eds.). Memorias del primero foro de proyectos integrales SISIERRA México.*
- CDIA. 1974. Estructura agraria y desarrollo agrícola en México. Fondo de cultura económica de México. Centro de investigaciones agrarias. México.
- CEPAL. 1989. Economía campesina y agricultura empresarial. Tipología de productores del agro mexicano. Carmen Valcarce. México. 339 pp.
- Coffey, MF, J Breen, MJF Brown and JB McMullan. 2010. Brood-cell size has no influence on the population dynamics of varroa destructor mites in the native western honey bee, *Apis mellifera mellifera**. *Apidologie* 41, (5): 522-530.
- CONAFOR. 2013. Ficha técnica para la reforestación. "Published on the. Accessed Agosto 2013.
- CONAGUA. 2011. Reporte anual 2011 Reporte anual del clima en México. Servicio Meteorológico Nacional, Gerencia de Meteorología y Climatología, Subgerencia de Pronóstico a mediano y largo plazo. México. p. 16.
- Conde, AA. 2010. El cambio climático. De lo inequívoco a lo incierto 17-34p. *In: Delgado GC, Gay C, Imas M and Martínez As (eds.). México frente al cambio climático. Retos y oportunidades. México : UNAM, Centro de Ciencias de la Atmósfera : Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades : Programa de Investigación en Cambio Climático : Programa Universitario de Medio Ambiente, 2010. México. p. 240.*
- Conde, C. 2006. El clima es lo que esperas, el estado del tiempo es lo que recibes. *In: Ciencia DGdDds (ed.). México y el cambio climático global. México. pp. 6-28.*
- Contreras-Escareño, F, BP Armendáriz, CM Echazarreta, JC Arroyo, JO Macías-Macías and JM Tapia-González. 2013. Present situation and characteristics of beekeepers in the south and southeastern regions of the state of Jalisco, Mexico. *Características y situación actual de la apicultura en las regiones Sur y Sureste de Jalisco, Mexico* 4, (3): 387-398.
- Conway, GR and JA McCracken. 1990. Rapid rural appraisal and agroecosystem analysis. 221-235.

- Coro, AM. 2009. La crisis de los polinizadores. Biodiversitas. CONABIO. pp. 1-5.
- CTEE. 2009. Tipología de productores agrícolas del estado de Veracruz. *In*: SAGARPAs (ed.). Gobierno del estado de Veracruz. Veracruz. p. 79.
- Chen, S, X Chen and J Xu. 2015. Impacts of climate change on agriculture: Evidence from China. *Journal of Environmental Economics and Management*.
- Damián Huato, M^Á, B Ramírez Valverde, F Parra Inzunza, JA Paredes Sánchez, A Gil Muñoz, A Cruz León and JF López Olguín. 2007. Apropiación de tecnología por productores de maíz en el estado de Tlaxcala, México. *Agricultura Técnica en México* 33: 163-173.
- Davis, AP, TW Gole, S Baena and J Moat. 2012. The impact of climate change on indigenous Arabica coffee (*Coffea arabica*): Predicting future trends and identifying priorities. *PLoS ONE* 7, (11): e47981.
- Day, JW, R Christian, R Boesch, A Yáñez-Arancibia, J Morris, R Twilley, L Naylor, L Schaffner and C Stevenson. 2008. Consequences of climate change on the ecogeomorphology of coastal wetlands. *Estuaries and Coasts*. 37: 477-491.
- De Layens, G and G Bonnier. 2001. Curso completo de apicultura y cuidado de un colmenar aislado. Ediciones Omega S.A. Barcelona. 85, 307-309 pp.
- Delgado, DI, PM Eglee, A Galindo-Cardona, T Giray and R C. 2012. Forecasting the influence of climate change on agroecosystem services: Potential impacts on honey yields in a small-island developing state. *Psyche* 2012: 1-10.
- Delgado, RMA. 1984. Apicultura y dinámica de poblaciones de *Apis mellifera* en una zona trópic húmeda. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. p. 90.
- Díaz, PG, PRA Guajardo, GG Medina, CI Sánchez, RJ Soria, AJM Vásquez, CJA Quijano, PF Legorreta and CJA Ruiz. 2012. Potencial productivo de especies agrícolas de importancia socioeconómica en México. *In*: SAGARPAs (ed.). INIFAP. Xalapa Ver.
- ECOCROP. 2007. "Published on the Internet:" <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/home>.
- Enric, JL. 2010. Bases de la modelización climática. *In*: Barcelona UAdS (ed.). Escenarios climáticos. pp. 62-73.
- Equihua, Z, Miguel, B Bénéitez, Griselda, A Tejeda-Mártinez and G Palma, Beatriz. 2011. Cambio climático y biodiversidad. *In*: Cruz-Angón As (ed.). La biodiversidad de Veracruz. Contexto, Diversidad de Ambientes Desafíos y Oportunidades para la Conservación, Sección 1. México. p. 85.

Ezpinoza, LG. 2004. Varroa destructor a. Imagen Veterinaria. Perez, G. Norma. México DF. pp. 16-21.

FAO. 2015a. Producción/ganadería primaria. FAOSTAT "Published on the Internet:" <http://faostat3.fao.org/home/E>. Accessed 14-Enero-2015 2015.

FAO. 2015b. Producción/ganadería primaria. FAOSTAT.

Feltham, H, K Park, J Minderman and D Goulson. 2015. Experimental evidence that wildflower strips increase pollinator visits to crops. *Ecology and Evolution* 5, (16): 3523-3530.

Fronzek, S, TR Carter and K Jylhä. 2012. Representing two centuries of past and future climate for assessing risks to biodiversity in europe. *Global Ecology and Biogeography* 21, (1): 19-35.

Gabriel, MJ. 2003. Tipología socioeconomica de las actividades agricolas. *In: INEs (ed.). Una herramienta de sintesis para el ordenamiento ecologico.* México.

Gaines-Day, HR and C Gratton. 2016. Crop yield is correlated with honey bee hive density but not in high-woodland landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 218: 53-57.

Galdies, C, A Said, L Camilleri and M Caruana. 2016. Climate change trends in malta and related beliefs, concerns and attitudes toward adaptation among gozitan farmers. *European Journal of Agronomy* 74: 18-28.

Gallardo, LF. 2002. Los agroecosistemas de la subprovincia llanura costera veracruzana: Una propuesta para la caracterización y el análisis tipológico de la agricultura regional. Programa en Agroecosistemas Trópicos. Colegio de Postgraduados. Veracruz. p. 188.

Gomez-Diaz, D, A Monterroso-Rivas, J Tinoco-Rueda and J López-García. 2007. Comportamiento de la vegetación bajo escenarios de cambio climático en la reserva de la biosfera, barranca de metztitlán, hidalgo, México. *Zonas Aridas* 11, (1): 61-69.

Gonzales, E. 2012. La representación social del cambio climático. *REMIE* 17, (55): 1035-1062.

Gordo, O and J Sanz. 2005. Phenology and climate change: A long-term study in a mediterranean locality. *Oecologia* 146, (3): 484-495.

Granados, RR and RA Sarabia. 2013. Cambio climático y efectos en la fenología del maíz en el ddr-toluca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 4, (3): 435-446.

Guzmán, NE and BA Correa. 2012. Patología, diagnostico y control de las principales enfermedades y plagas de las abejas melíferas. *In: SAGARPAs (ed.).* p. 157p.

- Halinski, R, AL Dorneles and B Blochtein. 2015. Bee assemblage in habitats associated with brassica napus I. Revista Brasileira de Entomologia 59, (3): 222-228.
- Hernandez, PRR. 1998. Rentabilidad en la produccion de miel de abeja en la zona central del estado de veracruz, méxico. Programa de Postgrado en Agroecosistemas Tropicales. Colegio de Postgraduados Veracruz. p. 57.
- Hódar, JA, R Zamora and L Cayuela. 2012. Cambio climático y plagas: Algo más que el clima.
- Huerta, G. 2008. La apicultura en el desarrollo. Presencia. INTA EEA Bariloche, Argentina. pp. 25-27.
- INE. 2004. Cambio climático: Una vision desde méxico. 521 pp.
- INEG. 2010. Nota técnica: Estratificación multivariada. *In*: Instituto Nacional de Estadística y Geografías (ed.). Sistema para la consulta de información censal 2010. INEGI. México. p. 8.
- INEGI. 2010a. Nota técnica: Estratificación multivariada. Sistema para la consulta de información censal (science). México DF. p. 8.
- INEGI. 2010b. Nota técnica: Estratificación multivariada. Sistema para la consulta de información censal. México DF. p. 8.
- INEGI. 2014. México en cifras: Información nacional por entidad federativa y municipios. "Published on the Internet:" <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=30>. Accessed 6/Julio 2015.
- IPCC. 1992. Primer informe de evaluación del ipcc suplemento de 1992,. *In*: PNUMAs (ed.). Cambio Climático: las evaluaciones del IPCC de 1990 y 1992. Canada. p. 196.
- IPCC. 2000. Informe especial de expertos del ipcc. Escenarios de emisiones. *In*: IPCC IEsegdtlds (ed.). p. 20.
- IPCC. 2007a. Cambio climático. Bases de la ciencias físicas. *In*: Solomon S, Qin D, Manning Met als (eds.). Informe del Grupo de Trabajo I. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. p. 136.
- IPCC. 2007b. Informe del grupo de trabajo ii - impacto, adaptación y vulnerabilidad. *In*: Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, P.J. vdL and Hanson CEs (eds.). Cuarto Informe de Evaluación del IPCC: Cambio Climático 2007. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. p. 103.
- IPCC. 2014. Cambio climático 2014 impactos adaptación y vulnerabilidad. *In*: OMM and PNUMAs (eds.). Contribución de grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático p. 32.

- Johnson, RA and DW Wichern. 2007. Principal components. Applied multivariate statistical analysis. Pearson Prentice Hall. pp. 430-481.
- Jorquera, FE and VR Orrego. 2010. Impacto del calentamiento global en la fenología de una variedad de vid cultivada en el sur de Chile. *Agrociencia* 44: 427-435.
- Karam, B, S Yashwant and S Parampal. 2013. Constraints of apiculture in India. *International Journal of Life Sciences Research (IJLSR)* 1, (1): 1-4.
- Khabbouch, A, M Libiad and A Ennabili. 2013. Melliferous flora and apiculture in the pre-rif of the province of Taza (north of Morocco). *Luna Azul*: 78-90.
- Kiritani, K. 2013. Different effects of climate change on the population dynamics of insects. *Applied Entomology and Zoology* 48, (2): 97-104.
- Ladány, M and L Horváth. 2010. A review of the potential climate change impact on insect populations - general and agricultural aspects. *Applied Ecology and Environmental Research* 8, (2): 143-152.
- Le Conte, Y and M Navajas. 2008. Climate change: Impact on honey bee populations and diseases. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 27, (2): 499-510.
- Lee, DR, S Edmeades, E De Nys, A McDonald and W Janssen. 2014. Developing local adaptation strategies for climate change in agriculture: A priority-setting approach with application to Latin America. *Global Environmental Change* 29: 78-91.
- Loaiza, A and R Rios. 1999. Características del néctar y visitas de insectos a flores de *Nicotiana glauca* L. (Solanaceae): ¿asociadas a cambios de temperatura y humedad del ambiente? *Ecología en Bolivia* 33: 51-61.
- López, SA, EM Pinto, P Martínez and LM Ramírez. 2013. Modeling the potential impact of climate change in northern Mexico using two environmental indicators. *Atmósfera* 26, (4): 479-498.
- Lunt, ID, M Byrne, JJ Hellmann, NJ Mitchell, ST Garnett, MW Hayward, TG Martin, E McDonald-Madden, SE Williams and KK Zander. 2013. Using assisted colonisation to conserve biodiversity and restore ecosystem function under climate change. *Biological Conservation* 157, (0): 172-177.
- Ma, G and C-S Ma. 2012. Effect of acclimation on heat-escape temperatures of two aphid species: Implications for estimating behavioral response of insects to climate warming. *Journal of Insect Physiology* 58, (3): 303-309.
- Magaña-Magaña, M, Y Moguel-Ordóñez, J Sanginés-García and C Leyva-Morales. 2012. Estructura e importancia de la cadena productiva y comercial de la miel en México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias* 3: 49-64.

- Magaña, M, M. and M Leyva, E. 2011. Costos y rentabilidad del proceso de producción apícola en México. *Contaduría y Administración* 235: 99-119.
- Magaña, M, Migel, A Aguilar, Ana, L Lara y, Pedro and G Sanginez, Roberto. 2007. Caracterización socioeconómica de la actividad apícola en el estado de Yucatán, México. *Agron.* 15, (2): 17-24.
- Magaña, V and E Caetano. 2007. Informe final. *In: Climático DGdIsCs (ed.)*. Pronóstico climático estacional regionalizado para la República Mexicana como elemento para la reducción de riesgo, para la identificación de opciones de adaptación al cambio climático y para la alimentación del sistema: cambio climático por estado y por sector. Universidad Nacional Autónoma de México, SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM. México. p. 40.
- Martínez, GE and LH Pérez. 2013. La producción de miel en el trópico húmedo de México: Avances y retos en la gestión de la innovación. *In: Universidad AdCs (ed.)*. México.
- Masuku, M, B. 2013. Socioeconomic analysis of beekeeping in Swaziland: A case study of the Manzini region, Swaziland *Journal of Development and Agricultural Economics* 5, (6): 236-241.
- Medina-Cuéllar, SE, M Portillo-Vázquez, JM García Álvarez-Coque, GH Terrazas-González and LL Alba-Nevárez. 2014. Influencia del ambiente sobre la productividad de la segunda cosecha de miel de abeja en Aguascalientes de 1998 a 2010. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente* 20: 159-165.
- Mendizabal, F. 2005. Abejas. Buenos Aires-República de Argentina. 255 pp.
- Mokany, K, TD Harwood, KJ Williams and S Ferrier. 2012. Dynamic macroecology and the future for biodiversity. *Global Change Biology* 18, (10): 3149-3159.
- Musolin, DL and AK Saulich. 2012. Responses of insects to the current climate changes: From physiology and behavior to range shifts. *Entomological Review* 92, (7): 715-740.
- Nadal, A. 2000. The environmental & social impacts of economic liberalization on corn production in Mexico. *In: International OGaWs (ed.)*. GB or of WWF. p. 130.
- Neumayer, E. 2007. A missed opportunity: The Stern review on climate change fails to tackle the issue of non-substitutable loss of natural capital. *Global Environmental Change* 17, (3-4): 297-301.
- Neves, F, M Trombin, F Lopes, R Kalaki and P Milan. 2012. Impact of climate change on citrus growing. *In: Publishers WAs (ed.)*. The orange juice business. pp. 68-69.
- Norbury, GL, RP Pech, AE Byrom and J Innes. 2015. Density-impact functions for terrestrial vertebrate pests and indigenous biota: Guidelines for conservation managers. *Biological Conservation* 191: 409-420.

- NU. 1992. Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climatico. *In*: Marco Cs (ed.). Naciones Unidas. p. 50.
- Ojeda, M, M. 1999. Analisis exploratorio de datos. Con enfasis multivariado y en el contexto de aplicaciones ecológicas Universidad Veracruzana. Laboratorio de Investigación y Asesoría Estadística.
- Olmos, E, M González and R Contreras. 2013. Percepción de la población frente al cambio climático en áreas naturales protegidas de baja california sur, méxico. *Polis* 35: 1-17.
- Oltra, C, R Solà, R Sala, A Prados and N Gamero. 2009. Cambio climático: Percepcion y discursos publicos. *Prisma Social* 2: 1-23.
- Ovejero, A. 1995. Teoria de la disonancia cognoscitiva. *Picothema* 5, (1): 201-206.
- Pacheco, ALB. 2008. Niveles de infestación de *nosema apis* zander (microspora nosematidae) en abejas adultas (*apis mellifera* L.) y su relación con características del apicultor. Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía. Universidad Austral de Chile. Chile. p. 66.
- Paíaro, V, GE Oliva, AA Cocucci and AN Sérsic. 2012. Caracterización y variación espacio-temporal del néctar en *anarthrophyllum desideratum* (fabaceae): Influencia del clima y los polinizadores. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 47: 375-387.
- Paraíso, A, A Sossou, D Iz-Haquou, R Nérice and S A. 2012. Perceptions and adaptations of beekeepers and honey hunters to climate change: The case of the communes of natitingou and tanguieta in northwest of benin. *African Crop Science Journal* 20: 523-532.
- Parmesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37, (1): 637-669.
- Pat, F, J., L López, R., H van der Wal and G Villanueva, R. 2012. Organización social productiva: Situación y perspectiva apícola de la sociedad unapincare en la reserva de la biosfera los petenes, campeche, méxico. *Región y sociedad* 24, (54): 201-230.
- Pico, AM. 2011. Impacto del cambio climático en la apicultura. *Apicultura sin fronteras. Periodico de distribución mundial*. Rodrigo Gonzales. pp. 4-8.
- Pineda, G, Gisela. 2010. Disonancia cognoscitiva en la prevención de trastornos alimentarios. Significancia clínica y estadística. *Psicología y salud* 20: 103-109.
- Popescu, A. 2012. Research on beekeepers income estimation based on honey production *Animal Science and Biotechnologies* 69: 185-191.

- PRONATURA. 2012. Clasificación botánica de las mieles veracruzanas con miras a su valoración económica y ecológica. *In: Orgánica ICMeAs (ed.)*. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.
- PRONATURA Veracruz, A. 2010. La miel del centro de veracruz y sus ecosistemas. Zentmyer, Eric Ramirez-Soto, Anibal Porter- Bolland, Luciana. Coatepec, Ver.
- PVCC. 2009. Programa veracruzano ante el cambio climatico. *In: Martínez ATs (ed.)*.
- Quesada, A, Mauricio. 2010. Informe final del proyecto "evaluación de los impactos del cambio climático en polinizadores y sus consecuencias potenciales en el sector agrícola en México" *In: INEs (ed.)*. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México México DF.
- RAE. 2001. Diccionario de la lengua española. *In: Española RAs (ed.)*. 22.
- Regniere, J. 2009. Prediccion de la distribucion continental de insectos a partir de la fisiologia de las especies. *Unasylva* 60, (231/232): 37-42.
- Robertson, GP and SM Swinton. 2005. Reconciling agricultural productivity and environmental integrity: A grand challenge for agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment* 3, (1): 38-46.
- Rosales, G, Margarita and H Rubio, Amada. 2010. Apicultura y organizaciones de apicultores entre los mayas de yucatán. *Estudios de cultura maya* 35: 163-186.
- Rosenzweig, C, J Phillips, R Goldberg, J Carroll and T Hodges. 1996. Potential impacts of climate change on citrus and potato production in the us. *Agricultural Systems* 52, (4): 455-479.
- Ruiz, C, J, G Medina, G., D Ramírez, J. , L Flores, J, O Ramírez, G., O Manríquez, J. , V Zarazúa, J , E González, D. , P Díaz, G. and O de la Mora, C. 2011a. Cambio climático y sus implicaciones en cinco zonas productoras de maíz en México. *Rev. Mex. Cienc. Agric.* 21: 309-323.
- Ruiz, CJ, LH Flores and OJ Manriquez. 2011b. Indices bioclimáticos y confort ambiental para ganado en jalisco, México. Centro de Investigacion Regional "Pacífico Centro". Morelos, Jalisco.
- SAGARPA. 2010a. Situacion actual y perspectiva de la actividad apicola en México. *Claridades Agropecuarias* Marzo, (199): 3-34.
- SAGARPA. 2010b. Situacion actual y perspectiva de la actividad apicola en México. *Claridades Agropecuarias*. pp. 3-34.
- SAGARPA. 2013. Por la organizacion, mejora productiva y comercializacion. *In: Pesca SdGys (ed.)*. Primer Encuentro Estatal con Apicultores. Xalapa, Ver.

- Sánchez, CI, PG Diaz, PMT Cavazos, RG Granados and RE Gómez. 2011. Elementos para entender el cambio climático y sus impactos. Miguel Ángel Porrúa. México. 166 pp.
- Sanchez, ST and RA Malillos. 1998. Diseño de una tipología agrícola y su aplicación al caso de la agricultura morelense. Geografía y Desarrollo. Revista del Colegio Mexicano de Geografía A. C. 16: 5-26.
- Sanjerman-Jarquín, D, B Larque-Saavedra, J Omaña-Silvestre, R Shwenstesius de Rinderman and A Navarro-Bravo. 2014. Tipología del productor de aguacate en el estado de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 5: 1081-1095.
- Sardans, J and J Peñuelas. 2012. The role of plants in the effects of global change on nutrient availability and stoichiometry in the plant-soil system. Plant Physiology 160, (4): 1741-1761.
- Scheaffer, R, M William and O Lyman. 1987. Elementos del muestreo. Grupo Editorial Iberoamericana.
- Semkiw, P and P Skubida. 2010. Evaluation of the economical aspects of Polish beekeeping Journal of Apicultural Science 54, (2): 5-15.
- SIAP. 2015. Resumen estatal pecuario. SAGARPA. México.
- Smit, B and M Skinner. 2002. Adaptation options in agriculture to climate change: A typology. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 7, (1): 85-114.
- SNIIM, SNIIMfo. 2009. Sniimfo resumen de la miel. SNIIMfo Información de Mercados Focalizada Secretaría de Economía. México.
- Soto, EM and BL Giddings. 2011. El clima. In: Cruz-Angón As (ed.). La biodiversidad en Veracruz, estudio de estado. Contexto, Diversidad de Ambientes Desafíos y Oportunidades para la Conservación, Sección 1. México. p. 37.
- Stalidzans, E and A Berzonis. 2013. Temperature changes above the upper hive body reveal the annual development periods of honey bee colonies. Computers and Electronics in Agriculture 90, (0): 1-6.
- StatSoft. 2007. Statistica para Windows.
- Tilman, D, C Balzer, J Hill and BL Befort. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. Proceedings of the National Academy of Sciences 108, (50): 20260-20264.
- Tirado, MC, R Clarke, LA Jaykus, A McQuatters-Gollop and JM Frank. 2010. Climate change and food safety: A review. Food Research International 43, (7): 1745-1765.
- Tukey, J. 1977. Exploratory data analysis.

- Ulloa, JA, CPM Mondragón, RR Rodríguez, VJA Reséndiz and UP Rosas. 2010. La miel de abeja y su importancia. Fuente. México. pp. 11-18.
- van der Linden, S. 2015. The social-psychological determinants of climate change risk perceptions: Towards a comprehensive model. *Journal of Environmental Psychology* 41: 112-124.
- Verburg, R, E Stehfest, G Woltjer and B Eickhout. 2009. The effect of agricultural trade liberalisation on land-use related greenhouse gas emissions. *Global Environmental Change* 19, (4): 434-446.
- Villegas, DG, MA Bolaños, HR Sandoval and MJ Lizama. 2003. Flora nectarifera y polinifera en el estado de veracruz. *In: SAGARPAs (ed.)*. México. p. 129.
- Vural, H and S Karaman. 2009. Socio-economic analysis of beekeeping and the effects of beehive types on honey production. *Not. Bot. Hort. Agrobot* 37, (2): 223-227.
- Wilson, R and ID Maclean. 2011. Recent evidence for the climate change threat to lepidoptera and other insects. *Journal of Insect Conservation* 15, (1-2): 259-268.
- World Bank. 2007. World development report 2008 : Agriculture for development. "Published on the Internet:" <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/5990>. License: CC BY 3.0 IGO.
- Yañez-Arancibia, A, J Day, R Twilley and R Day. 2014. Mangrove swamps: Sentinel ecosystem in front of the climatic change, gulf of mexico. *Madera y Bosque* 20, (Especial): 39-75.
- Zhang, Y, Y Zhao, S Chen, J Guo and E Wang. 2015. Prediction of maize yield response to climate change with climate and crop model uncertainties. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 54, (4): 785-794.

11. ANEXOS

Anexo 1.



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

El propósito de esta encuesta es recabar información entre los apicultores de la región centro del estado de Veracruz, con el objetivo de Clasificar a los apicultores de la región centro del estado de acuerdo a sus características socioeconómicas y de producción para conocer su vulnerabilidad ante los riesgos del cambio climático.

La información proporcionada será estrictamente confidencial y será utilizada solo con fines de estudio e investigación.

I. INFORMACION GENERAL

1. Nombre _____ 2. Estado civil _____ 3. Edad _____
4. Grado de estudio _____ 5. Municipio _____ 6. Localidad _____

II. INFORMACION SOCIOECONOMICA

- 7 ¿Quién le enseñó la práctica de la actividad apícola? _____
8 ¿A qué generación pertenece como apicultor? _____
9 ¿Cuántos años lleva cómo apicultor? _____
10 ¿Qué porcentaje de sus ingresos económicos representa la apicultura? _____
11 ¿Realiza otras actividades agropecuarias? _____

| Tipo de actividad | Venta (%) | Precio de venta |
|-------------------|-----------|-----------------|
| | | |
| | | |

- 12 ¿Realiza otros trabajos fuera de su propiedad? Si () No ()

| Tiempo de trabajo (hr) | Ingreso promedio |
|------------------------|------------------|
| | |
| | |

- 13 ¿Cuántas personas dependen de usted? _____
14 ¿Cuánto dinero diario necesita para mantener a su familia? _____
15 ¿Cuál es el tipo de tenencia del apiario? Propio () Rentado () Prestado ()
16 ¿Cuál es el tipo de tenencia del terreno donde se ubica el o los apiarios? _____

Privada () Comunal () Ejidal () Rentada () Prestada () Otra

17. ¿Pertenece a alguna asociación apícola?

Si () Cuantas _____

No () ¿Por qué? _____

Otra _____

18. ¿El vehículo con el que se transporta a sus actividades apícolas es?

Propio () Rentado () Prestado ()

III. INFORMACION PRODUCTIVA

19. ¿Qué tipo de apicultura realiza? Fija () Trashumante ()

20.Cuál es el objetivo económico del apiario?

| | |
|------------------------------|------------------------------|
| () producción de miel | () producción de propóleo |
| () producción de reinas | () producción de jalea real |
| () producción de polen | () producción de núcleos |
| () polinización de cultivos | () producción de cera |
| () productos cosméticos | () otros |

21. ¿Cuál es el número de colmenas con las que cuenta? _____

22. ¿Cuál es el número de apiarios con los que cuenta? _____

23. ¿Cuántas cosechas de miel obtiene por año? _____

| Tipo de floración | Periodo de floración | Lugar de la floración | Kg de miel/colmena | Precio/kilo | No. de colmenas que moviliza | Costo de producción x colmena (opcional) |
|-------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-------------|------------------------------|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |

24. Número de personas que trabajan en sus apíarios

| | |
|--------------|-------------|
| Permanentes: | Eventuales: |
| Familiares: | Familiares: |
| Empleados: | Empleados: |

25. ¿Cuál es el propósito de la producción? Autoconsumo () Venta () Ambos ()

26. ¿A quién le vende la producción de miel? _____

27. ¿Conoce cuál es el mercado de la producción de miel?

Regional () Nacional () Exportación () No sabe ()

28. ¿Cuál es la forma de pago de la producción de miel? Efectivo() Cheque() Depósito bancario()

29. ¿A los cuantos días le liquidan la producción? _____

IV. INFORMACION TECNOLOGICA

30. ¿Cuántos días por semana trabaja en su apiario? _____

31. ¿Cuáles son los insumos o materiales y equipos con los que cuenta?

| MATERIALES Y EQUIPO | Propio | Comunitario | Rentado |
|--|--------|-------------|---------|
| Equipo de protección (velo, overol y guantes) si() | | | |
| Estampadora de cera si() no() | | | |
| Ahumador si() no() () lamina de galvanizada () acero inoxidable () otro | | | |
| Cuña si() otro() () acero inoxidable () otro material | | | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| Tipo de combustible ()carbón ()madera ()olotes ()estiércol ()otro | | | |
| Protector para la colmena/tapas de viaje si() no() ()malla galvanizada y madera ()malla zincada y madera ()malla inoxidable y madera ()malla aluminio y madera ()otro | | | |
| Charolas salva miel para el transporte si() no() ()aluminio y madera ()inoxidable y madera ()otro | | | |
| Sala de extracción si() no() | | | |
| Cuchillo desoperculador manual si() otro() ()acero inoxidable ()acero ()eléctrico ()otro | | | |
| Tina de desoperculado si() ()acero inoxidable ()otro | | | |
| Extractora centrifuga si() no() ()manual de acero inoxidable ()manual de otro material ()eléctrico de acero inoxidable ()eléctrico de otro material | | | |
| Tanque de sedimentación si() no() ()acero inoxidable ()otro material | | | |
| Bomba si() no() ()acero inoxidable ()otro material | | | |
| Filtros/colador para el tanque o tambores si() no() ()acero inoxidable ()otro material | | | |
| Cofias si() no() | | | |
| Homogeneizadora si() no() ()acero inoxidable ()otro material | | | |
| Energía eléctrica si() no() | | | |
| Tambores ()fenolizados ()plásticos con otro recubrimiento ()otro material | | | |
| Para la venta a menudeo utiliza, envases a granel si() no() ()PET(plástico) nuevos ()PET (plástico) reutilizados ()vidrio nuevos ()vidrio reutilizados | | | |

32. ¿Dónde compra sus insumos?

| Insumos y materiales | Costos/año |
|--|------------|
| Medicamentos ()Veterinaria ()Acopiador ()Veterinaria SAGARPA ()Otro | |

| | |
|--|--|
| Cámara de cría ()Carpintero local ()Distribuidora apícola ()Elaboración propia | |
| Alzas ()Carpintero local ()Distribuidora apícola ()Elaboración propia | |
| Bastidores ()Carpintero local ()Distribuidora apícola ()Elaboración propia | |
| Cera estampada ()Maquilador local ()Distribuidora ()Elaboración propia | |
| Reinas ()Reinero local ()Reinas Cert. SAGARPA ()Propias | |
| Alimento (azúcar o fructuosa, otro) ()Veterinaria ()Distribuidora de insumos | |
| Combustible /ahumador ()Propio ()Distribuidor ()Otro productor | |

33. Sobre la alimentación de las abejas podría mencionar

| Objetivo | Por cuanto tiempo alimenta | Tipo de alimento | Proporción | Costo | Periodos por año |
|---------------|----------------------------|------------------|------------|-------|------------------|
| Mantenimiento | | | | | |
| Estimulo | | | | | |

34. ¿Recibe asistencia técnica de capacitación y procesos de transferencia? Si () No ()

35. ¿Recibe apoyos económicos para la producción apícola? Si () No ()

36. ¿En qué consisten los apoyos que recibe? _____

37. ¿Realiza el registro de sus actividades apícolas en la Bitácora del manejo del apiario? Si () No ()
) A veces ()

38. ¿Cuenta con la "Clave única de identificación" del Sistema Nacional de Identificación de la Miel SINIGA?

Si () No () ¿por qué? _____



El propósito de esta encuesta es recabar información entre los apicultores de la región centro del estado de Veracruz, con el objetivo de Clasificar a los apicultores de la región centro del estado de acuerdo a sus características socioeconómicas y de producción para conocer su vulnerabilidad ante los riesgos del cambio climático.

La información proporcionada será estrictamente confidencial y será utilizada solo con fines de estudio e investigación.

I. PERCEPCION Y COMPORTAMIENTO

1. ¿Cuál es para usted el principal problema que enfrenta la apicultura en su región?

| | |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | Falta de espacios para poner los apiarios |
| <input type="checkbox"/> | Variación de clima/Cambio climático |
| <input type="checkbox"/> | Enfermedades |
| <input type="checkbox"/> | Variación en la floración |
| <input type="checkbox"/> | Los costos de los materiales e insumos |
| <input type="checkbox"/> | Bajo precio de la miel |
| <input type="checkbox"/> | Robo de colmenas y miel |
| <input type="checkbox"/> | Otros |

2. ¿Qué sabe del cambio climático? _____

3. ¿Por cuál medio de comunicación se enteró?

| | |
|--------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Televisión |
| <input type="checkbox"/> | Internet |
| <input type="checkbox"/> | Conferencias/Platicas informativas |
| <input type="checkbox"/> | Radio |
| <input type="checkbox"/> | Periódico |

5. ¿Recuerda algún (os) evento climático extremo que haya afectado la apicultura?

Si () No ()

*Mencione alguno

| | | |
|------------------|------------------|------------------|
| Evento/Año/lugar | Evento/Año/lugar | Evento/Año/lugar |
|------------------|------------------|------------------|

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

6. ¿Cree que el clima en su región ha cambiado? Si () No ()

7. ¿Cómo han cambiado los siguientes factores climáticos?

| Factores | Cambio cualitativo | Frecuencia | Intensidad |
|---------------|--------------------|------------|------------|
| Temperatura | | | |
| Precipitación | | | |
| Sequias | | | |
| Heladas | | | |

(+) Aumento (-) Disminución (=) Igual

Nota:

- Cambio cualitativo, se refiere a que tanto han aumentado, disminuido o han sido igual los factores climáticos
- Frecuencia, se refiere a que tan repetitivos ha sido los cambios en los factores climáticos.
- Intensidad, se refiere a que tan fuertes han sido los eventos climáticos

8. ¿En los últimos años ha notado cambios en las floraciones de interés apícola? Si () No ()

9. ¿En los últimos años ha notado cambios en los picos de producción de miel? Si () No ()

10. ¿Recuerda un año en particular en el que la producción de miel haya sido buena o mala?

| Buenos Año/rendimiento/lugar | Malos Año/rendimiento/lugar |
|---------------------------------|--------------------------------|
| | |
| | |
| | |

11. ¿Conoce, algunas medidas de adaptación en la apicultura para reducir el impacto del cambio climático? ¿Cuáles? _____

12. En los últimos cinco años ¿usted a hecho alguno de esos cambios en sus apiarios para adaptarse a las condiciones actuales del clima y mantener la producción? _____

13. Cuales considera son los principales obstáculos o limitantes para realizar esos y otros cambios que menciona? _____

II. ACTITUD

Sobre la disposición de los apicultores para adaptarse al cambio climático.

| Ítems | Muy de acuerdo (5) | De acuerdo (4) | Indiferente (3) | En desacuerdo (2) | Muy en desacuerdo (1) |
|--|--------------------|----------------|-----------------|-------------------|-----------------------|
| 1. Estaría dispuesto a reforestar con especies melíferas que contribuyan a mantener el futuro de la apicultura | | | | | |
| 2. Estaría dispuesto a realizar el recambio de reinas con reinas propias | | | | | |
| 3. Estaría dispuesto a realizar el recambio con reinas certificadas para una mejor producción apícola | | | | | |
| 4. Estaría dispuesto a utilizar el recambio con reinas de la región de reineros apícolas | | | | | |
| 5. Estaría dispuesto a adoptar diferentes formas de manejo del apiario para mantener la producción apícola | | | | | |
| 6. Aceptaría asistencia técnica para enfrentar los problemas que se generan en la apicultura por el cambio climático | | | | | |
| 7. A adoptar las Buenas prácticas de producción y Manufactura para que la apicultura se conserve | | | | | |
| 8. A Realizar mayor número de visitas al apiario para tener un mejor control contra plagas y enfermedades | | | | | |
| 9. A realizar registros de las floraciones anualmente | | | | | |
| 10. A realizar registro del manejo del apiario mensualmente | | | | | |

10. ¿Qué estaría dispuesto a hacer (y que no está haciendo actualmente) para adaptarse al cambio climático?

11. Que acciones cree deberían estarse haciendo (por las instituciones gubernamentales) para ayudar a los apicultores a adaptar al cambio climático?

Anexo 3.

1. *Citrus paradisi* (Toronja)

La producción de toronja a nivel mundial supera las 3.8 millones de toneladas, siendo Estados Unidos el productor líder con más de 2.3 millones de toneladas y el 45 % destinado al consumo en fresco.

Es una especie de importancia melífera por su excelente aporte de néctar (Villegas *et al.*, 2003). En el estado de Veracruz ha representado desde un 25 a un 57% del perfil polínico de muestras colectadas en estos cultivos (PRONATURA, 2012).

Familia: Rutáceas.

Especie: *Citrus paradisi* Maef.

Nombre(s) común(es): toronja, pomelo.

Distribución: en regiones tropicales y subtropicales

Floración: Junio a Febrero

Tipo fotosintético: C₃

Altitud: Mínima 0-750 m, Media 750 – 1,200 m

Temperatura: en temperaturas menores a 12°C ya no se considera apto para su desarrollo, su intervalo de temperatura promedio es de los 12 a los 31°C, presentando su desarrollo óptimo en el intervalo de los 20 a los 25°C. Las temperaturas superiores a los 31°C ya no se consideran aptas para su desarrollo.

Precipitación: el volumen de precipitación óptima se encuentra en el intervalo de los 1,200 a los 2,000 mm, su intervalo promedio es de 800 a los 2,500 y con precipitaciones inferiores a 800 mm y superiores a los 2,500 mm ya no se consideran aptos para su desarrollo.

Textura del suelo: prefiere suelos arenosos, y franco arenosos; profundos, frescos y sin caliza, con pH entre 6 y 8.3. Sin embargo su desarrollo óptimo se presenta en un intervalo de pH 6.5 y 7.3.

Profundidad: se desarrolla en suelos profundos y no tolera salinidad pero la utilización de patrones en el cultivo ha presentado solución a este requerimiento.

2. *Citrus sinensis* L. (Naranja dulce)

Se cultiva principalmente para producir fruto. De forma industrial se utiliza en grandes cantidades para elaborar “jugo de naranja”. El fruto es utilizado como saborizante en mermeladas, helado, confituras y bebidas refrescantes, dulces y licores. De las flores se obtiene la “esencia de Neroli”, de las hojas la “esencia de petigrain” y la esencia de naranja, así como pectina de la cascara. El aceite de la cascara es usado industrialmente para obtener vitamina C y esencias aromáticas empleadas en la perfumería (Villegas *et al.*, 2003). Es una especie que ha sido reportada de gran importancia melífera por su excelente aporte nectarífero. En mieles del estado se ha observado que representa un 20 – 55% del perfil polínico (PRONATURA, 2012).

Familia: Rutaceae

Nombre científico: *Citrus sinensis* L. Osbeck

Distribución: Se distribuye en regiones tropicales y subtropicales

Floración: Junio - Febrero

Tipo fotosintético: C₃

Altitud (msnm): Mínima 0-750, Media 750 – 1,200

Temperatura: en temperaturas menores a 12°C ya no se considera apto para su desarrollo, su intervalo de temperatura promedio es de los 12 a los 31°C, presentando su desarrollo óptimo en el intervalo de los 20 a los 25°C. Las temperaturas superiores a los 31°C ya no se consideran aptas para su desarrollo (ECOCROP, 2007).

Precipitación: el volumen de precipitación optima se encuentra en el intervalo de los 1,200 a los 2,000 mm, su intervalo promedio es de 800 a los 2,500 y con precipitaciones inferiores a 800 mm y superior a los 2,500 mm no se consideran aptos para su desarrollo.

Textura del suelo: prefiere suelos arenosos, y franco arenosos, profundos, frescos y sin caliza, con pH entre 6 y 8.3, sin embargo su desarrollo óptimo se presenta en un intervalo de pH 6.5 y 7.3.

Profundidad: se desarrolla en suelo profundos y no tolera salinidad pero la utilización de patrones en el cultivo ha presentado solución a este requerimiento.

Requerimientos edafoclimaticos.

Para delimitar área del potencial productivo de las especies de cítricos se consideró los valores de tolerancia ecológica de las especies.

Variables edafoclimaticas y valores de tolerancia del potencial productivo.

| Variable | Potencial | | |
|-------------------------|-------------|-------------|---------|
| | Alto | Medio | Bajo |
| Temperatura (°C) | 20-25 | 12-20 | < 12 |
| | | 25-31 | > 31 |
| Precipitación | 1 200-2 000 | 800-1 200 | < 800 |
| | | 2 000-2 500 | > 2 500 |
| Altitud (msnm) | 1-750 | 750-1 200 | > 1 200 |

3. *Bursera simaruba* (Palo mulato)

Es una especie que ayuda a revertir los procesos de degradación del suelo. Especie importante en el establecimiento de cercos vivos y generación de sombra, las hojas se emplean como forraje para el ganado, ornamental en jardines y parques. Su madera es utilizada para construcción, muebles, chapado, cajas de empaque, palillos y cerillos. La corteza es medicinal y la resina se usa como incienso, leña y carbón.

Esta especie se reporta como especie melífera por su aporte nectarífero y polinifero (Villegas *et al.*, 2003). En el estado de Veracruz se encuentra asociada a cultivos de café, representando un 16 – 20% del perfil polínico en muestras de miel de este cultivo (PRONATURA, 2012).

Taxonomía

Familia: Burseraceae

Nombre científico: *Bursera simaruba* (L.) Sarg.

Nombre(s) común(es): Almácigo, Palo mulato, Chacá, Jiote, Gumbolimbo, Almacigo Blanco, Almacigo Colorado, Chique, Fragon Caranne, Gommier Blanc, Gommier Rouge, Indio Desnudo, Jobo.

Distribución: se distribuye en climas tropicales o subtropicales. Tolera sequía, vientos, salinidad y crece bien tanto en terrenos llanos como en laderas escarpadas.

Floración: Marzo – Agosto.

Tipo fotosintético: C₃

Altitud (msnm): Mínima 1 - 3, Media 3 - 4 y Máxima 1,800 (ECOCROP, 2007).

Temperatura: en temperaturas menores a 8°C ya no se considera apto para su desarrollo, su intervalo de temperatura promedio es de los 18 a los 36°C, presentando su desarrollo óptimo en el intervalo de los 18 a los 28°C. Las temperaturas superiores a los 36°C ya no se consideran óptimas para su desarrollo.

Precipitación: el volumen de precipitación optima se encuentra en el intervalo de los 500 a los 1,400 mm, su intervalo promedio es de 400 a los 2,000 y con precipitaciones inferiores a 400 mm y superior a los 2,000 mm ya no se consideran aptos para su desarrollo.

Textura del suelo: suelos con textura variable de arcillo a arenoso

Profundidad: se desarrolla en suelos someros a pedregosos.

Requerimientos edafoclimaticos

Para delimitar área del potencial productivo de la especie silvestre de *B. simaruba* se consideró los valores de tolerancia ecológica de las especies.

VARIABLES EDAFOClimáticas y valores de tolerancia del potencial productivo.

| Variable | Potencial | | |
|--------------------|-----------|-------------|-------------|
| | Alto | Medio | Bajo |
| Temperatura (°C) | 18-28 | 8-18 | < 8 |
| | | 28-36 | > 36 |
| Precipitación (mm) | 500-1 400 | 400-500 | < 400 |
| | | 1 400-2 000 | > 2 000 |
| Altitud (msnm) | 3-1 800 | | 0-3 |
| | | | 1 800-6 000 |

4. *Coffea arabica* L. (Café)

El café es un arbusto de hoja perenne que provee las semillas denominadas café, empleados para la preparación de una bebida del mismo nombre.

El cultivo de esta especie se ha extendido por diferentes partes del mundo, incluido México. Es una especie nectarífera y polinífera, de ahí su relevancia como parte de la flora melífera (Villegas *et al.*, 2003). La miel que se obtiene de la flor de esta planta es de un color claro y muy valorada en el mercado (ECOCROP, 2007). En muestras de mieles del estado de Veracruz presentó valores de un 8 hasta un 32% del perfil polínico (PRONATURA, 2012).

Familia: Rubiaceae

Nombre científico: *Coffea arabica* L.

Distribución: es originario de las tierras altas de más de 1 000 msnm en Etiopía y Sudán (África), es uno de los cultivos de mayor importancia en muchos países del mundo como: Colombia, Brasil (Blanco *et al.*, 2003). En México es ampliamente cultivada en zonas templadas de bosque caducifolio.

Floración: Abril – Junio.

Tipo fotosintético: C₃

Altitud (msnm): Mínima de 600 -900, Promedio 900 – 1 200, Máxima 1 200 – 1 600.

Temperatura: en temperaturas menores a 17°C y mayores a 23°C ya no se considera apto para su desarrollo, su intervalo de temperatura promedio, para su óptimo desarrollo es de los 15 a los 23°C.

Precipitación: el volumen de precipitación óptima se encuentra en el intervalo de los 1 000 – 3 000 mm; inferior a 1 000 mm y superior a los 3 000 mm ya no se consideran apto para su desarrollo.

Textura del suelo: franco, pH entre 4.3-8.4, el óptimo en el intervalo de pH 5.5-7.

Profundidad: suelos poco profundos.

Requerimientos edafoclimaticos

Para delimitar área del potencial productivo de la especie silvestre de *B. simaruba* se consideró los valores de tolerancia ecológica de las especies de acuerdo al siguiente cuadro.

Variables edafoclimaticas y valores de tolerancia del potencial productivo.

| Variable | Potencial | | |
|--------------------|-------------|-------------|---------|
| | Alto | Medio | Bajo |
| Temperatura (°C) | 17-23 | | < 17 |
| | | | |
| Precipitación (mm) | 1 000-3 000 | | < 1 000 |
| | | | |
| Altitud (msnm) | 900-1 200 | 600-900 | > 600 |
| | | 1 200-1 600 | < 1 600 |

5. *Avicennia germinans* (Mangle negro).

El manglar juega un papel muy importante en la protección de la fauna acuática y especialmente en la producción de alimentos (cangrejos, peces, camarones). Es una

especie de importancia melífera (CONAFOR, 2013), principalmente productora de néctar (Villegas *et al.*, 2003) con un 20 a un 26% de representación en el perfil polínico de las mieles del bosque manglar (PRONATURA, 2012).

Taxonomía

Familia: Acanthaceae

Nombre científico: *Avicennia germinans* (L.).

Nombre(s) común(es): Mangle blanco en Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Yucatán; mangle negro, madre de sal en Acapetagua, Chis.; mangle prieto en Yucatán; puyequé en Sinaloa.

Distribución: *A. germinans* crece en regiones tropicales y subtropicales del océano Atlántico, en un terreno de arenas y barro, de playas y costas que están expuestas al aire en la bajamar y cubierto de agua en la pleamar.

Tipo fotosintético: C₃

Requerimientos edafoclimáticos

Altitud (msnm): Mínima: 0 - 6, Media: 5 - 6, Máxima: 15 - 6.

Temperatura: temperaturas menores a 10°C no se considera apto para su desarrollo, su intervalo de temperatura promedio es de los 20 a los 35°C, presentando su desarrollo óptimo en los 30°C. Las temperaturas superiores a los 35°C no se consideran aptas para su desarrollo.

Precipitación: por debajo de los 1 000 mm anuales se considera un volumen no apto para su desarrollo; su valor de volumen promedio se encuentra en el intervalo de los 1 500 mm y los 4 000 mm, presentando su óptimo desarrollo en los 2,500 mm y por arriba de los 4 000 mm se considera no apto para su desarrollo.

Salinidad: se desarrolla en suelos altamente salinos que varía de 0 a 100 ppm, aunque prefiere 40 ppm para un desarrollo óptimo.

Textura del suelo: esta especie prefiere los suelos de textura franca, arenosa y arcillosa (fina a gruesa) (ECOCROP, 2007).

Profundidad: suelos profundos.

6. *Rizophora mangle* (Mangle rojo).

Se distribuye en las partes más anegadas de los ecosistemas manglar. Los suelos en los manglares de *Rizophora* contienen generalmente mayores porcentajes de materia orgánica comparado con los suelos de *Avicennia*. Se considera una especie con importancia melífera por su aporte de néctar. En muestras de miel ha presentado 55% del perfil polínico, lo que deriva en una miel de tipo monofloral (PRONATURA, 2012).

Taxonomía

Familia: Rhizophoraceae

Nombre científico: *Rizophora mangle* (L.) L.

Nombre(s) común(es): Candelón en Veracruz, Colima, Sinaloa; Mangle; Mangle colorado; Mangle dulce en Baja California y Oaxaca; Mangle rojo; Mangle tinto en Veracruz; Tabché , Tapché , Xtabché (lengua maya) Yucatán.

Distribución: Habita las costas americanas del océano Pacífico en forma continua. Se extiende a lo largo de la costa del Golfo de México por Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo; y en el Pacífico por Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

Tipo fotosintético: C₃

Altitud (msnm): Mínima: 0 – 9; Media: 4 – 9; Máxima: 9 -15.

Temperatura: en temperaturas menores a 10°C y superiores a los 35°C no se consideran aptas para su desarrollo, su intervalo de temperatura promedio es de los 20 a los 35°C, presentando su desarrollo óptimo en los 30°C.

Precipitación: por debajo de los 1,000 mm anuales se considera un volumen no apto para su desarrollo; su valor de volumen promedio se encuentra en el intervalo de los

1,500 mm y los 4,000 mm, presentando su óptimo desarrollo en los 2,500 mm y por arriba de los 4,000 mm se considera no apto para su desarrollo.

Salinidad: se desarrolla en suelos altamente salinos que varía de 0 a 100 ppm..

Textura del suelo: arcilloso-limoso, pobremente ventilados, y tolera sitios con baja disponibilidad de nutrientes. Los manglares más productivos se desarrollan en estuarios con lodo fino compuesto de cieno y arcilla.

Profundidad: suelos poco profundos.

Requerimientos edafoclimaticos

Para delimitar área del potencial productivo de la especie silvestre de *B. simaruba* se consideró los valores de tolerancia ecológica de las especies.

Variables edafoclimaticas y valores de tolerancia del potencial productivo.

| Variable | Potencial | | |
|--------------------|-------------------|-------------|---------|
| | Alto | Medio | Bajo |
| Temperatura (°C) | 20-30 | 10-20 | < 10 |
| | | 30-35 | > 35 |
| Precipitación (mm) | 1 500-2 500 | 1 000-1 500 | < 1 000 |
| | | 2 500-4 000 | > 4 000 |
| Altitud (msnm) | 0-5 | 5-15 | > 15 |
| Salinidad | Altamente salinos | | |

7. *Brassica nigra* (Mostaza negra).

Es una especie de crucífera exótica que crece tanto en regiones templadas, como en el trópico seco. Es una especie que se cultiva por sus semillas que se emplean como especia (ECOCROP, 2007). Otras especies del genero *Brassica sp.* como *B. campestris* y *B. napus*. Además de su importancia como cultivos se reportan como especies melíferas por su aporte de néctar y polen que en asociación con otras especies de

compuestas dan origen a la miel denominada “miel mantequilla”, la cual es cotizada en el mercado y la mejor pagada a los apicultores del estado de Veracruz.

Taxonomía

Familia: Brassicaceae

Nombre científico: *Brassica nigra* (L.) W.D.J. Koch

Nombre(s) común(es): mostaza negra, mostaza francesa.

Distribución: ampliamente distribuida en Estados Unidos de Norte América, especialmente en California y en las regiones templadas de México.

Floración: Mayo - Diciembre

Tipo fotosintético: C₃

Altitud (msnm): Promedio 1 000 – 2 400.

Temperatura: menor a 5°C y mayor a 27°C no se considera apto para su desarrollo, su intervalo de temperatura promedio para su óptimo desarrollo es 10 – 25°C.

Precipitación: el volumen de precipitación óptima se encuentra en el intervalo de los 1 000 a los 2 000 mm; inferior a 600 mm y superior a los 2 800 mm ya no se consideran aptos para su desarrollo.

Textura del suelo: menos es las arcillas muy pesadas.

Profundidad: suelos profundos, con buen drenaje.

Requerimientos edafoclimáticos

Para delimitar área del potencial productivo de la especie silvestre de *B. simaruba* se consideró los valores de tolerancia ecológica de las especies contenidas en siguiente cuadro.

VARIABLES EDAFOClimáticas y valores de tolerancia del potencial productivo.

| Variable | Potencial | | |
|--------------------|-------------|--------------|---------|
| | Alto | Medio | Bajo |
| Temperatura (°C) | 10-25 | 5-10 | < 3-5 |
| | | 25-27 | > 27 |
| Precipitación (mm) | 600-1 400 | 300-600 | < 300 |
| | | 1 400- 2 500 | > 2 500 |
| Altitud (msnm) | 1 000-2 400 | | 0-1000 |
| | | | > 2 400 |

8. *Spondias mombin* (Jobo).

El fruto es comestible, el jugo extraído del fruto es utilizado para preparar helados, bebidas refrescantes y mermeladas. La madera posee una característica excelente para el cepillado en carpintería. Se ha utilizado para la fabricación de herramientas y se recomienda para chapas, cajas de embalaje, madera para hacer fósforos, abatelenguas y pulpa para papel. También se utiliza para carbón y como sustituto del corcho. En combinación con otras especies se emplea como sombra para café y los frutos son un recurso para alimentar al ganado. Ecológicamente la especie contribuye en el control de la erosión, conservación de suelos y como cortina rompevientos. (CONAFOR, 2013)

Familia: Anacardiaceae

Nombre científico: *Spondias mombin* L.

Nombre(s) común(es): Ciruela Amarilla, yoyomo, jobo.

Distribución: Se distribuye en regiones cálida – húmedas, templadas – húmedas. Se extiende desde el sur de México hasta Perú y Brasil.

Floración: Diciembre a Marzo

Tipo fotosintético: C₃

Altitud (msnm): Mínima de 0 – 5, Promedio 5 – 1 800.

Temperatura: menor a 13°C y mayor a 35°C ya no se considera apto para su desarrollo, su intervalo de temperatura promedio es de los 13 – 35°C y el intervalo para su óptimo desarrollo se presenta en 21 – 27°C.

Precipitación: el óptimo se encuentra en el intervalo de los 1 000 a los 2 000 mm; inferior a 600 mm y superior a los 2 800 mm ya no se consideran aptos para su desarrollo.

Textura del suelo: arcillosa, arcillosa a franca.

Profundidad: suelos someros, profundidad < 50 cm.

Requerimientos edafoclimaticos

Para delimitar área del potencial productivo de la especie silvestre de *B. simaruba* se consideró los valores de tolerancia ecológica de las especies de acuerdo al cuadro siguiente.

Variables edafoclimaticas y valores de tolerancia del potencial productivo.

| Variable | Potencial | | |
|---------------------------|-------------|-------------|---------|
| | Alto | Medio | Bajo |
| Temperatura (°C) | 21-27 | 13-21 | < 13 |
| | | 27-35 | > 35 |
| Precipitación (mm) | 1 000-2 000 | 600-1 000 | < 600 |
| | | 2 000-2 800 | > 2 800 |
| Altitud (msnm) | 5- 1 800 | | 0-5 |
| | | | > 1 800 |