

EL PROGRAMA DE GEOMÁTICA DEL CENID COMEF, INIFAP Y SUS APORTACIONES CIENTÍFICAS EN EL PERIODO 1994-2023

Data de aceite: 01/04/2024

Georgel Moctezuma López

Maestro en Ciencias por el Colegio de Postgraduados, México / Rama de Economía Agrícola Institución: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Antonio González Hernández

Maestro en Ciencias por el Colegio de Postgraduados, México / Rama de Agrometeorología Institución: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Ramiro Pérez Miranda

Doctor en Ciencias por el Colegio de Postgraduados, México / Ciencias Forestales Institución: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Francisco Moreno Sánchez

Maestro en Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México / Rama de Edafología Institución: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

RESUMEN: La motivación para realizar la investigación surgió durante la conmemoración del XXV aniversario del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid Comef) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) como una ayuda para los tomadores de decisión del centro al proporcionar elementos de juicio para la asignación de todo tipo de recursos. El programa de investigación en Geomática, desde la fundación del Cenid Comef es parte de su estructura organizacional, sin embargo, en su inicio sus aportaciones científicas fueron escasas y no es sino durante los últimos 12 años que presentó

un crecimiento considerable que lo colocó como el principal programa de investigación del citado centro. El objetivo del trabajo fue realizar una recopilación y síntesis del programa de investigación en Geomática (estado del arte) desarrollada en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid Comef) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) para el periodo 1994-2020. La metodología que se utilizó fue de carácter documental, la cual consiste de dos grandes fases: la *heurística* que abarca la búsqueda documental pertinente al tema, su organización y captura y la *hermenéutica* que comprende su relación con el entorno, su análisis e interpretación, tendencia y evolución de los *items* de investigación. Las variables que se seleccionaron fueron: libros, capítulos de libro, artículos científicos, tecnologías generadas y folletos. La cobertura geográfica más representativa fue la nacional, el subsector con más contribuciones fue el forestal, el principal tema fue el de modelaje espacial. La mayor cantidad de entregables fueron los artículos científicos. La tendencia del desarrollo de la Geomática tuvo una pendiente positiva acentuada en los últimos 12 años.

PALABRAS-CLAVE: artículos científicos, capítulos de libro, folletos, tecnologías generadas, libros.

THE GEOMATICS PROGRAM OF CENID COMEF, INIFAP AND ITS SCIENTIFIC CONTRIBUTIONS IN THE PERIOD 1994-2023

ABSTRACT: The motivation to carry out the research arose during the commemoration of the XXV anniversary of the National Center for Disciplinary Research in Conservation and Improvement of Forest Ecosystems (Cenid Comef) of the National Center of the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock Research (INIFAP) as an aid for decision makers of the center by providing evidence for the allocation of all types of resources. The Geomatics research program has been part of its organizational structure since the founding of the Cenid Comef, however, at that beginning, its scientific contributions were scarce and it was not until the last 12 years that it presented considerable growth that placed it as the main research program of the aforementioned center. The objective of the work was to carry out a compilation and synthesis of the research program in Geomatics (state of the art) developed at the Cenid Comef of the INIFAP for the period 1994-2020. The methodology that was used was of a documentary, which consists of two large phases: the heuristic that covers the documentary search pertinent to the subject, its organization and capture and the hermeneutics that includes its relationship with the environment, its analysis and interpretation, trend and evolution of the results research items. The variables that were selected were: books, book chapters, scientific articles, generated technologies and brochures. The most representative geographic coverage was national, the subsector with most contributions was forestry, and the main topic was spatial modeling. The largest number of deliverables were scientific articles. The development trend of Geomatics trend has a marked positive slope in the last 12 years.

KEYWORDS: Scientific articles, book chapters, brochures, generated technologies, books.

INTRODUCCIÓN

La investigación forestal oficial inició en 1932 con el decreto de la creación del Instituto Mexicano de Investigación Forestal; no obstante, fue hasta 1934 cuando se designa como el Instituto de Investigaciones Forestales y de Caza y Pesca, para tal fin; posteriormente, en 1958 se transforma en Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF). En 1985, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, cabeza de sector de los institutos de investigación agrícola, pecuaria y forestal, realiza una reestructuración y fusión de estos para constituir el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Actualmente, el INIFAP depende de la Secretaría de Desarrollo Rural cuenta con personalidad jurídica y patrimonio propio para brindar respuestas a la demanda de conocimientos científicos e innovaciones tecnológicas para el beneficio agrícola, pecuario, forestal y de la sociedad de México (DOF, 2005; Guerra-De-la-Cruz *et al.*, 2021; Urbina, 2017).

De los cinco Cenid's que tiene el INIFAP, el Cenid Comef contribuye a la ejecución de proyectos de investigación y de servicios dirigidos a la conservación y protección de la vegetación forestal. Las líneas de investigación están dirigidas a temas de conservación, protección y mejoramiento de ecosistemas forestales mediante la aplicación de áreas del conocimiento en fitosanidad, recursos maderables y no maderables, socioeconomía, monitoreo de fauna silvestre, servicios ambientales, adaptación y mitigación al cambio climático, modelaje, biometría e inventarios forestales, mejoramiento genético de especies forestales y uso de herramientas biotecnológicas (Moctezuma *et al.* 2023, a y b). (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021) y (Zamora, 2020).

La idea central de la investigación surge cuando el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid Comef) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), conmemoró su XXV aniversario de establecimiento en 2019. Se seleccionó como eje importante los estudios del estado del arte como hilo conductor para conocer la evolución de las investigaciones científicas del programa de Geomática de dicho centro. Romero *et al.*, (2019). Por su parte Guevara (2016) menciona que el estado del arte es una categoría central y deductiva que se aborda y propone como una estrategia metodológica para el análisis crítico de las dimensiones epistemológica, pedagógica y política de la producción investigativa en la evaluación del aprendizaje y la esencia del estudio del estado del arte es la elaboración de una reflexión epistemológica de un objeto de estudio, esto es, que a 'partir del análisis gnoseológico se concibe el proceso metodológico y técnico de la investigación, lo anterior se visualiza en la Figura 1.

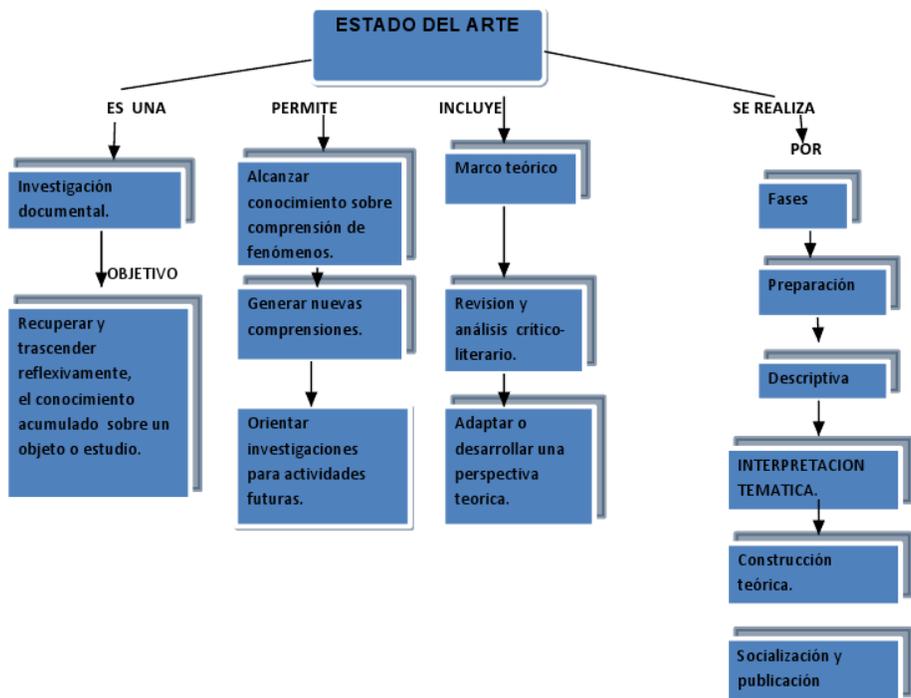


Figura 1. Diagrama para la comprensión de los estudios del estado del arte.

Fuente: Geomática <https://sites.google.com/site/terminosdelageomatica/terminos/estado-del-arte>

De acuerdo a Vargas y Calvo (1987) el estado del arte es un estudio analítico del conocimiento acumulado que forma parte de investigación documental (la cual se basa en el análisis de escritos) y que tiene como objeto el inventariar y sistematizar la producción en un área del conocimiento, ejercicio que no debe quedarse tan solo en el inventario, sino que debe trascender más allá, porque permite hacer una reflexión profunda sobre las tendencias y vacíos de un área específica. A partir de la idea de que el conocimiento se genera a través de la investigación, la revisión del estado del arte es un paso obligado para cualquier investigador dentro del proceso de construcción de conocimiento que espere con su investigación. Henderson (2014) señala que es el estudio previo y sistemático de las investigaciones precedentes, además de contribuir al mejoramiento de la teoría y la práctica de un tema en particular, permite llegar a conclusiones y respuestas nuevas que se proyecten a futuro.

La génesis del estado del arte se originó en Suiza -de acuerdo a Gutiérrez (2009) y Souza (2005)-, en el año de 1907 cuando Nicolás Roubakini diseñó y elaboró un catálogo de las grandes obras de la humanidad, para analizar la manera de elaborar libros, su contenido y las formas en que los estudiosos se apropiaban de lo escrito. El estudio sobre

el estado del arte tiene su antecedente al final de la década de los 70's y los 80's, en donde se formalizaron propuestas cualitativas en la investigación que tuvieron un aumento en las exposiciones de carácter educativo. Lo anterior hizo que se desplegara un guion en el cual se pudiera observar lo que se trabajó o se conoció sobre un tópico del conocimiento científico (Galeano y Vélez, 2006; Alzate 2006; López 2009; Peña 2009 y Gómez, *et al.*, 2015).

Molina (2005) menciona que los estudios del estado del arte, en su origen se focalizaron fundamentalmente en ciencias sociales de Latinoamérica donde lo primordial era compilar información existente de un tópico particular para dar pie a las políticas públicas y diseño de estrategias de desarrollo social. En la década de los 80's se consolidaron los estudios del estado del arte con la idea principal de que las propuestas de investigación y sus entregables derivados de la misma se reconocieran dentro de la esfera científica, a pesar de considerarse relativamente nuevos (-Red de Bioeconomía y Cambio Climático 2014-).

El objetivo del presente trabajo de investigación fue conocer el estado del arte del programa de investigación de Geomática en el Cenid Comef desde su creación en 1994 a 2023 y conocer las aportaciones científicas de los principales tópicos investigados y bajo que modalidad fueron registrados.

La hipótesis se basó en el hecho en que el programa de investigación en Geomática del Cenid Comef si cumple con el mandato de sus Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria del INIFAP, puesto que sus aportaciones científicas tienen un 50 por ciento de cobertura geográfica a nivel nacional y son de carácter transversal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el propósito de analizar temas diversos del programa de investigación de Geomática del Cenid Comef del INIFAP, se seleccionó como eje central a los estudios del estado del arte como hilo conductor para conocer la evolución, desarrollo y tendencia de los distintos tópicos en este centro.

Fase *heurística*

Para el desarrollo de la investigación documental se realizó un proceso de selección para conformar el equipo multidisciplinario de investigación que se conformó por cuatro investigadores que cumplieron con los perfiles necesarios para llevar las actividades de planeación y seguimiento del tema, tres del programa de investigación en Geomática y uno de Socioeconomía, todos ellos adscritos al Cenid Comef con experiencia en 10 áreas: potencial productivo, agroecología, recursos naturales, agroindustrias, suelos, planeación estratégica, agrometeorología, evaluación de proyectos, agronomía y economía. Previo al inicio del proyecto se realizó un taller de sintonía para que el equipo de científicos tuviese el

mismo nivel de información y hacer la asignación de funciones, temas y trabajos específicos del protocolo de investigación.

La búsqueda y compilación de las fuentes de información se hicieron por medio de bibliografías, libros, artículos, trabajos especiales, documentos oficiales o privados, revistas, trabajos de investigación, tesis, medios digitales, internet y el propio Sistema Institucional de la Gestión Integral (SIGI) del propio Instituto. En esta fase, el equipo de investigación definió cinco tipos de entregables o productos finales de investigación a ser considerados y elaborados solo por personal investigador del Cenid Comef que participó como primer autor o bien como autor por correspondencia. Los entregables que se consideraron fueron: i) Libros, ii) Capítulos de libro, iii) Artículos científicos, iv) Folletos y v) Tecnologías generadas. La anterior clasificación permitió la sistematización de la información que se recopiló a lo largo del horizonte del proyecto de investigación. En cuanto al periodo de análisis del estudio se tomó como referencia el año de creación del Cenid Comef en 1994 y hasta el 2023, los trabajos objetivo fueron todas las publicaciones realizadas por los investigadores en turno del Programa de Investigación en Geomática durante el tiempo señalado. Con relación a la cobertura geográfica se utilizó la clasificación de acuerdo a la magnitud de los trabajos de investigación de acuerdo a lo siguiente: i) Internacional, ii) Nacional, iii) Regional, iv) Estatal y v) Municipal. Para el caso de los temas de investigación y de acuerdo al análisis del equipo de investigación se definieron 16 categorías, mismas que se exponen en el apartado de resultados y en lo relativo a los subsectores de acuerdo al Sistema de Cuentas Nacionales del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), se tomaron del sector económico primario solo los siguientes: i) Forestal, ii) Agrícola, iii) Pecuario y iv) Multisectorial, el cual incluye la combinación de dos de ellos o de los tres en su conjunto.

Fase hermenéutica

Para la interpretación y explicación de las relaciones entre un contexto y los hechos que se sucedieron se siguió y adecuó el proceso metodológico definido por Londoño *et al.*, (2014) (Figura 2). Este consistió en la identificación y selección del área o tema por tratar con lo cual se buscó, establecer los elementos teóricos en los que se basa la construcción del estado del arte y contextualizar el objeto del estudio, el segundo acto consistió en la exploración mediante una lectura analítica para precisar la información que se busca, la tercera actividad se refiere a la descripción de los datos pertinentes motivo de estudio, la cuarta acción se refiere a la formulación y generación de bases de datos de la información que se encontró. Finalmente, se realizó la interpretación de la información que se recolectó, se elaboró la construcción teórica que integra la revisión e interpretación de los temas para presentar el estado del arte y finalmente su publicación para dar a conocer a la sociedad en general y científica, los resultados del estudio de investigación.



Figura 2. Proceso metodológico.

Fuente: Adecuado de Londoño *et al.*, 2014.

Línea de tiempo

La línea de tiempo que se determinó por parte del equipo de investigación científico, fue desde la fundación del programa de Geomática que coincide con la del Cenid Comef fue del año de 1994 al de 2023 y para definir las etapas de vida del programa se determinó mediante una sesión de discusión entre los investigadores participantes.

Indicador

La función estadística que se consideró para determinar el comportamiento del crecimiento de las aportaciones científicas (entregables) fue la tasa media de crecimiento anual (tmca) que es la que mejor refleja los incrementos o decrementos y su expresión matemática es:

$$TMCA = ((V_f / V_i)^{(1 / n)} - 1) * 100.$$

Dónde: V_f significa el valor final al periodo; V_i corresponde al valor inicial del periodo y n representa el número de años que considera el análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la línea de tiempo, que sirviera como base para el desarrollo de la investigación se consideraron las siguientes opciones: i) por los tiempos en que estuvieron los seis directores técnico-administrativos, ii) por periodos sexenales correspondientes a los distintos presidentes constitucionales de México, iii) por etapas, que se consideraron de la siguiente manera: a) años 1994/96 fundación y estructuración, b) años 1997/02 en desarrollo, c) años 2003/08 en crecimiento, d) 2009/14 en consolidación y e) 2015/23 consolidado. Finalmente, se el personal científico participante en el proyecto acordó que la línea de tiempo fuera la opción iii) modificada de la siguiente manera:

- I. Etapa de establecimiento y organización del año 1994 a 1997.
- II. Etapa de formación desde el año 1998 al 2007 y
- III. Etapa en desarrollo de los años 2008 al 2023

La contribución científica del programa de investigación en Geomática del Cenid Comef durante los 30 años del horizonte del proyecto de investigación bajo estudio se presentan en el Cuadro 1.

Año	Libro	Capítulo de libro	Artículo científico	Tecnología generada	Folleto
1994	0	0	0	0	0
1995	0	0	1	0	0
1996	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	0
1998	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0
2001	0	0	1	0	0
2002	0	0	2	0	0
2003	0	0	1	0	0
2004	0	0	0	0	0
2005	0	0	1	0	0
2006	1	0	0	0	0
2007	0	0	1	1	0
2008	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	1
2010	0	0	1	0	0
2011	0	0	1	0	0
2012	1	0	1	0	0
2013	0	0	1	2	1
2014	1	1	2	1	1
2015	0	0	4	0	0
2016	1	2	2	1	0
2017	1	2	4	1	0
2018	2	1	4	1	0
2019	0	1	1	0	0
2020	1	1	5	0	0
2021	0	0	10	1	1
2022	0	0	9	0	0
2023	0	1	4	0	0
Total	8	9	56	8	4

Cuadro 1. Aportaciones científicas generadas en el programa de Geomática por tipo de documento durante el periodo 1994-2020.

Fuente: elaboración propia con la base de datos del Laboratorio de Geomática.

Del anterior cuadro se destaca que la principal aportación científica (entregable) generada por el programa de Geomática durante los 30 años de análisis fue la de artículos científicos con una participación poco menos de las terceras partes de dichas aportaciones (65.88 %), siguieron en orden de importancia los capítulos de libros, con 10.59 % de participación, en la misma proporción aparecen los libros y las tecnologías generadas,

entre ambos sumaron el 18.82 % (9.41 % cada una) y los menores aportes se dieron con los folletos que representaron el 4.71 % restante de las contribuciones científicas generadas en su momento por el personal científico adscrito al programa de investigación en Geomática.

Tasa media de crecimiento anual (tmca)

El indicador de tasa media de crecimiento anual no aplica para los periodos de los años 1994 a 1997 y de 1998 a 2007 en razón de que, ya sea que al inicio o al final del subperiodo, el número de aportaciones científicas es de cero e incluso para el año de 2008, razón por la cual, se tomó el periodo de los años de 2009 a 2023, con lo cual la tasa de crecimiento del programa de investigación en Geomática del Cenid Comef, de la etapa en desarrollo fue de 11.33 % la cual coincide con un fuerte reforzamiento del personal científico que se incorporó durante dicho periodo.

En la Figura 3 se muestra la producción del total de entregables del programa de investigación en Geomática, así como su tendencia a lo largo del horizonte del proyecto de investigación (1994 a 2023).

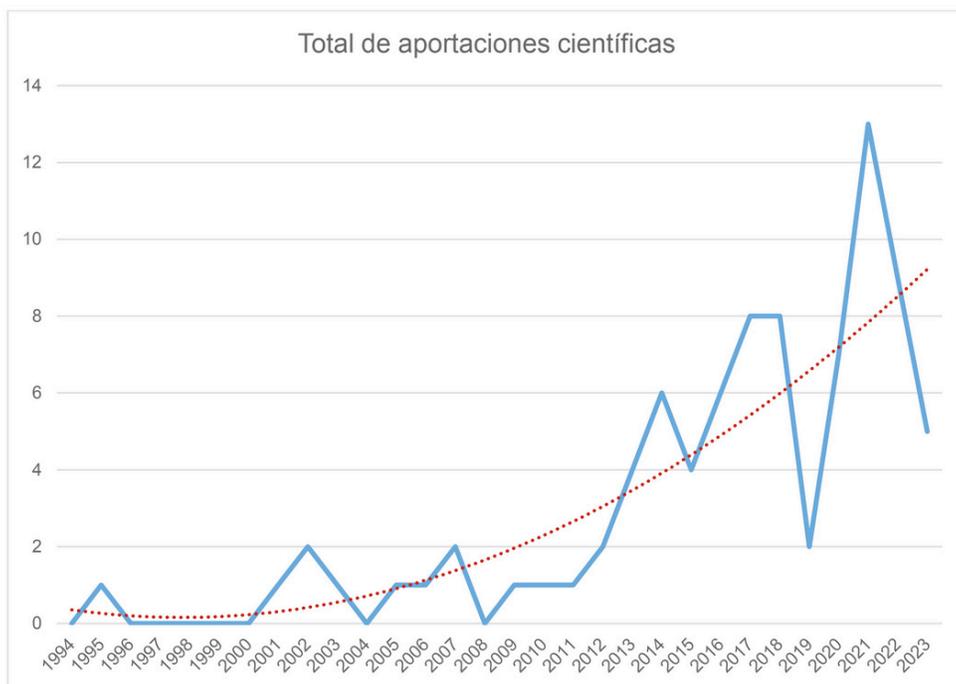


Figura 3. Tendencia de las aportaciones científicas (entregables) generadas en el programa de investigación en Geomática de 1994 a 2020.

Elaboración propia con datos del Laboratorio de Geomática

La anterior figura muestra la evolución y comportamiento del número total de las aportaciones de tipo científico generadas en el programa de investigación en Geomática durante el periodo de análisis, en ella se visualizan dos etapas: la primera de 1994 a 2008 con una producción científica escasa, con un máximo dos entregables en los años 2002 y 2007 y la segunda a partir de los años 2009 a 2023 donde se muestra un claro incremento de la producción científica del programa de investigación con ocho aportes en los años de 2017 y 2018 y en 2021 y 2022 con 13 y nueve contribuciones respectivamente. La línea de tendencia de los 30 años de análisis muestra una pendiente de tipo positiva, la curva que mejor se ajustó fue una del tipo polinómica con la ecuación $y = 0.0142x^2 - 0.1341x + 0.4744$ y con una $R^2 = 0.7108$ que se considera ligeramente baja, pero aceptable.

Artículos científicos

Los artículos científicos fueron las contribuciones científicas más relevantes en cuanto al número de ellas como aportaciones a la investigación forestal del programa de Geomática durante el periodo de análisis, en la Figura 4 se muestra su comportamiento y tendencia.

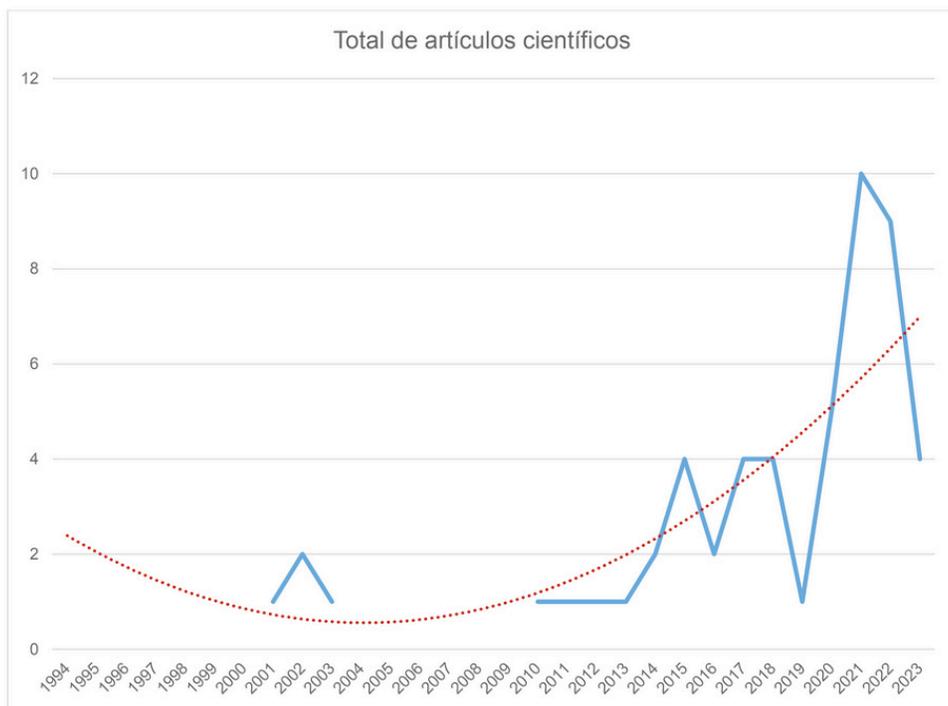


Figura 4. Tendencia de los artículos científicos generados de Geomática de 1994 a 2023.

Fuente. Elaboración propia con datos del Cenid Comef. INIFAP.

De la anterior Figura 4 se infiere que existe un paralelismo entre el total de las aportaciones de investigación y los artículos científicos en Geomática, sobre todo durante la época de los años de 2010 a 2023 e incluso la curva que más se asemeja, es también de tipo polinómica con fórmula $y = 0.018x^2 - 0.399x + 2.7698$ y con una $R^2 = 0.589$ esta última considerada como no adecuada debido a la falta de artículos científicos durante los intervalos de los años de 1994-2000 y de 2004-2009.

Tasa media de crecimiento anual (tmca)

El indicador de tasa media de crecimiento anual no aplica para todo el periodo en razón de que, hasta el año 2011 es cuando de manera continua se reportaron artículos científicos, razón por la cual, se tomó el periodo de los años 2010 a 2023, con lo cual la tasa media de crecimiento anual de los artículos científicos publicados en revistas nacionales e internacionales por el programa de investigación en Geomática del Cenid Comef, de los años que se citaron fue de 10.41 % que se originó por el mayor número de investigadores incorporados al programa.

Cobertura geográfica

La misión de los Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria del INIFAP, como es el caso de Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales es desarrollar proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico que tengan una cobertura geográfica que en su mayoría sean de tipo nacional y en la Figura 5 se muestra cómo es la proporción de las aportaciones científicas que genera el personal científico del programa de investigación en Geomática.

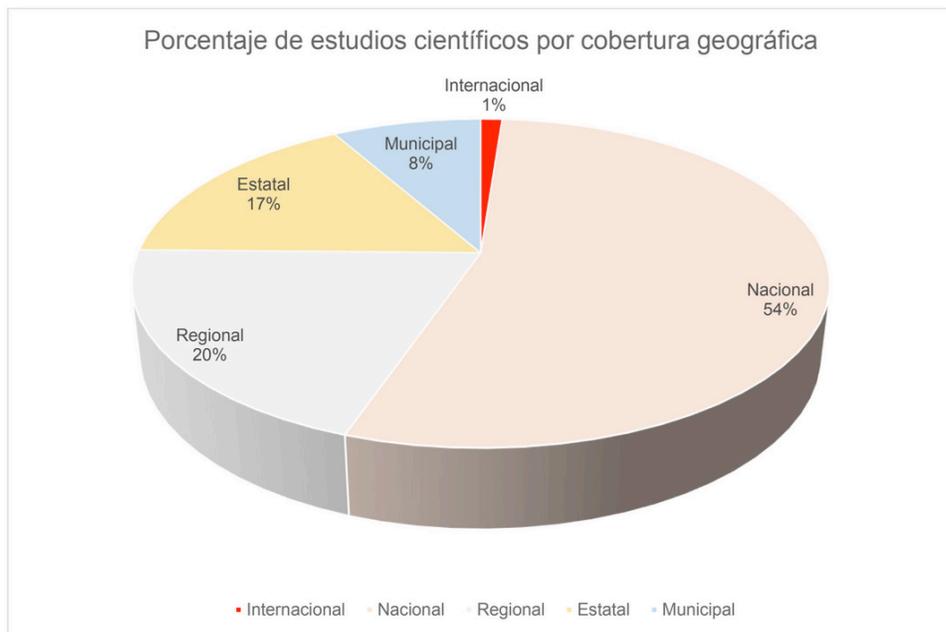


Figura 5. Composición porcentual de la cobertura de los estudios científicos del Cenid Comef.

Fuente. Elaboración propia con datos del Laboratorio de Cenid Comef. INIFAP.

En la Figura anterior se destaca que el 53 % de las aportaciones científicas generadas de 1994 a 2023 por el programa de investigación en Geomática corresponden a la cobertura geográfica nacional – internacional, las correspondientes a nivel regional son del orden del 20 % y la cuarta parte restante fueron de tipo estatal principalmente con el 17 % y la municipal que representó solo el 8 %.

Temas de investigación

El programa de Geomática del Comef, a lo largo de los 30 años de análisis desarrolló una serie de temas diversos de investigación, mismos que se agruparon en 16 tópicos los cuales se muestran en la Figura 6.

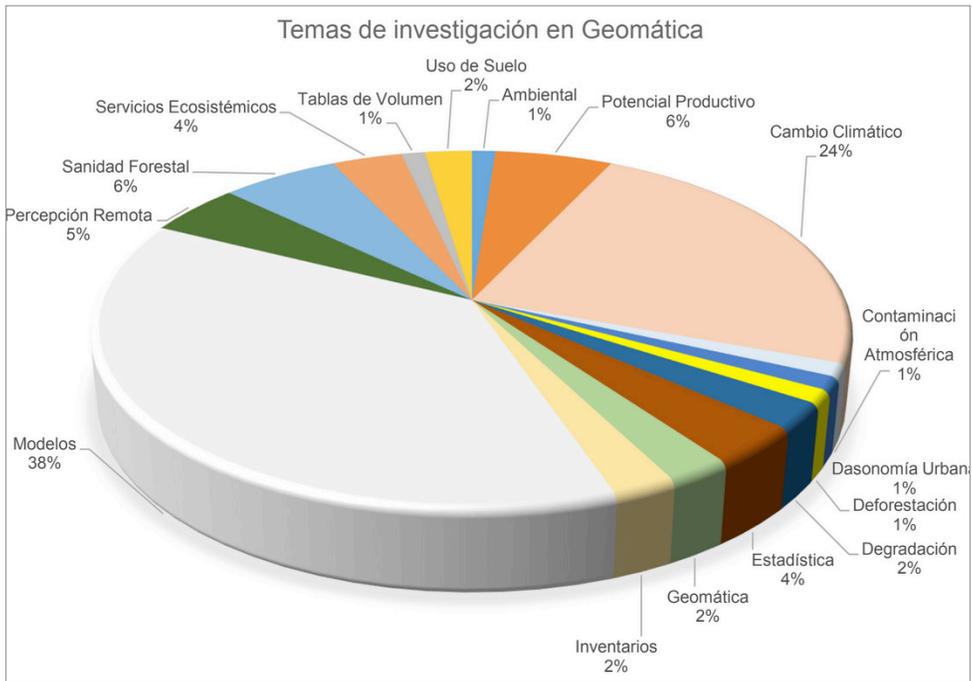


Figura 6. Composición porcentual de los temas de investigación en Geomática durante el periodo 1994-2023.

Fuente. Elaboración propia con datos del Cenid Comef. INIFAP.

De la figura anterior resalta que poco menos de las terceras partes (62 %) de los temas que se estudiaron y se convirtieron en escritos científicos, se concentraron en dos temas: Modelos y Cambio Climático; siguieron en orden de importancia, pero con una menor participación los relativos a Potencial Productivo y Sanidad Forestal, cada uno de ellos con un 6 %, por lo que, casi tres cuartas (74%) partes de la investigación se focaliza en estos cuatro temas. El restante 26 % se reparte en 12 temas, dentro de las cuales sobresalieron Percepción Remota con un 5 % y Estadística con 4 % al igual que Servicios Ecosistémicos y el resto de los tópicos de investigación quedaron entre el 3 % y 1 %.

Subsectores

Con base a (Zamarripa *et al.*, 2022) y de conformidad con la política de ciencia y tecnología en apoyo a la transformación del campo mexicano, en el INIFAP se identificaron dos objetivos prioritarios y cinco estrategias prioritarias, para la implementación de la nueva política de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en las cadenas agroalimentarias y sistemas forestales y la estrategia ligada al programa de Geomática es aquella que menciona *“Incrementar conocimientos y soluciones tecnológicas que atiendan las necesidades y problemáticas prioritarias para los subsectores forestal, agrícola y pecuario”*

La composición porcentual de los subsectores económicos primarios que se consideraron dentro del análisis de las aportaciones científicas que se generaron en el programa de investigación en Geomática durante el periodo que comprende los años de 1994 a 2023, se muestran en la Figura 7.



Figura 7. Composición porcentual por subsectores estudiados en Geomática.

Fuente. Elaboración propia con datos del Cenid Comef. INIFAP.

La Figura 7 muestra que la gran mayoría, 93 % de las aportaciones científicas del Programa de Investigación en Geomática del Cenid Comecf corresponden por razón natural a las contribuciones del subsector forestal y el resto, 7 % a la multisectorial forestal-agrícola, forestal-pecuario o forestal-agrícola-pecuario.

Ubicación por entidad federativa de las contribuciones científicas

En la Figura 8 se muestra el número de aportaciones científicas del programa de investigación en Geomática en cada uno de los estados de la república mexicana que se generaron durante el horizonte de análisis del proyecto 1994-2023.



Figura 8. Numero de investigaciones científicas del programa de Geomática en cada una de las entidades federativas de la república mexicana.

Fuente. Elaboración propia con datos del Cenid Comef. INIFAP.

Con relación al número de investigaciones por estado de la república mexicana, se observa en la Figura 8 que la entidad federativa con mayor número de aportaciones científicas fue Michoacán con 19 y le siguieron en orden de importancia el Estado de México con 16 y con el mismo número de aportaciones la Ciudad de México y Puebla con 13 investigaciones respectivamente; el segundo grupo relevante fueron los estados de Tlaxcala y Veracruz con 10 y 7 aportaciones respectivamente. En tercer lugar, aparecen cinco estados de la república: Coahuila, Hidalgo y Oaxaca con 6 trabajos de investigación cada uno y con cinco se realizaron en Durango y Jalisco y en las entidades en donde no se tienen trabajos científicos en el área de Geomática fueron Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Guerrero y Sinaloa.

En la siguiente Figura 9 se muestra el mapa de la república mexicana con la distribución de las aportaciones científicas en materia de Geomática durante los 30 años de análisis 1994 - 2023.



Figura 9. Mapa de México con su división política por entidad federativa que muestra el número de investigaciones en Geomática del periodo 1994-2023.

En el anterior mapa, se observa que la zona Centro del país de acuerdo a la regionalización del INIFAP donde se agrupan las entidades de Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Estado de México y la Ciudad de México, concentra el mayor número de aportaciones científicas en materia forestal con el 45.88 % y en contraste la región Noroeste que agrupa a los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa solo representaron el 1.18 % de estudios científicos relacionados al programa de Geomática.

DISCUSIÓN

Del presente estudio se destaca que la contribución del programa de investigación en Geomática tiene una presencia importante en el Cenid Comef, lo cual coincide por Moctezuma *et al.*, (2022 a y b) quienes indican que las aportaciones científicas generadas en el al centro del país fueron del 23 % y ocupa el primer lugar en la producción científica, así mismo, el mismo autor Moctezuma *et al.*, (2022) en un artículo similar en el que se abarca lo relativo a las contribuciones de tipo científico del Programa de Investigación en Socioeconomía de la misma institución se menciona un paralelismo con el de Geomática, pero en menor escala debido a la diferencia al número de personal científico asignado en

cada programa. Por su parte Santillán *et al.*, (2023) en un estudio bibliométrico mencionan que uno de los temas estudiados fue el de cambio climático, en el periodo 1996-2019, lo cual coincide con el tema expuesto en el presente trabajo, en un periodo similar 1994-2020. La diferencia entre ambos fue de 3.72 %, ya que Santillán y colaboradores reportaron que los trabajos en el tema que se mencionó, representó el 18.28 % del total y el del presente estudio fue de 22 %, otra similitud fue la coincidencia de que en la región central del país fue la que generó mayores aportaciones científicas en materia de artículos científicos. Por otra parte, en el plano internacional de acuerdo con Basic *et al.*, (2017) en su investigación de educación ambiental en Brasil, encontraron que la concentración de estos estudios se localizó en Sao Paulo, Rio de Janeiro y Mato Grosso, las ciudades más importantes del país. Por su parte Pereira *et al.*, (2022) mencionan que en un estudio relativo al modelo de Soil Water Assessment Team (SWAT) encontraron que el principal país que aplicó esta metodología fue Estado Unidos de América con un 50 % de los documentos y siguió en orden de importancia Italia con 20 % y Grecia con un 15 % y el resto se encontró en 12 países. Piedad *et al.*, (2020) en un estudio sobre agricultura de detección en un periodo similar (dos años menos) al propuesto, encontraron un total de 25 investigaciones relativos al tema, las cuales, en su gran mayoría, 76 % se focalizaron en los artículos y tesis, donde encontraron 11 índices de vegetación en la detección de agricultura de precisión.

CONCLUSIONES

El programa de investigación de Geomática es de los pioneros en la investigación forestal en el Cenid Comef, ya que, desde la fundación del centro tiene participación importante en la generación de conocimiento. Sin embargo, en los primeros años del programa sus aportaciones científicas fueron escasas, no fue sino en la última década (2010-2020) que el programa genera más aportaciones científicas; lo cual representó un poco menos de la cuarta parte de la producción científica del Comef, lo cual proyecta una tendencia positiva, lo cual se acentúa a partir del año 2017 en adelante.

El entregable más representativo fueron los artículos científicos con más de la mitad de las aportaciones científicas. La cobertura geográfica de sus contribuciones a la ciencia, en su mayoría fueron de carácter nacional con lo cual se cumple con el mandato de los Cénid's del INIFAP. El subsector que se atendió dentro del sector primario fue primordialmente forestal y los temas de investigación que más se generan son los de modelaje y cambio climático, que entre ambos casi cubren las dos terceras partes de los productos finales de investigación del Laboratorio de Geomática.

La entidad política con el mayor número de aportes científicos fue Michoacán que representa un poco más de una quinta parte y la región Centro es donde se concentra la mayor cantidad de productos finales de investigación forestal en materia de Geomática, donde sobresalen el Estado de México, la Ciudad de México, Puebla y Tlaxcala, cabe

mencionar que son cinco entidades federativas en donde aún no se realizaron estudios de carácter científico: Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Guerrero y Sinaloa, mismas que representan una oportunidad de investigación para tener una cobertura total del país.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses

REFERENCIAS

Alzate, M. Y. (2006). Estado del arte: concepto de inteligencia en el contexto de la psicología educativa. (Trabajo de grado inédito). Universidad de Antioquia. El Carmen del Viboral, Medellín, Colombia.

Basic, M. C., Ogawa, N. C. y Vidal, E. P. (2017). Estado da arte da pesquisa sobre conflitos ambientais – dissertacoes e teses do banco EArte. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educacao em Ciencias – XI ENPEC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

Diario Oficial de la Federación. DOF. (2005). Modificaciones al Estatuto Orgánico del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). [Fecha de consulta 15 de febrero de 2023]. Disponible en https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2101978&fecha=13/12/2005#gsc.tab=0

Galeano, M. M. E. y Vélez, R. O. L. (2006). Estado del arte sobre fuentes documentales en investigación cualitativa. Universidad de Antioquia. Centro de Investigaciones Sociales y Humanas. Medellín, Colombia.

Geomática_Ingeniería. Geomática. Que es el Estado del Arte. (2022). <https://sites.google.com/site/terminosdelageomatica/terminos/estado-del-arte> consulta diciembre 2022.

Gómez, V. M., Galeano, H. C. y Jaramillo, M. D. A. (2015). El estado del arte: una metodología de investigación. Revista Colombiana de Ciencias Sociales, Vol. 6, Núm. 2, julio – diciembre, 2015, 423 – 442 p. Medellín, Colombia.

Guerra-De-la-Cruz, Vidal, Enrique Buendia-Rodríguez, Julián Cerano-Paredes, Fabián Islas-Gutiérrez, José Carlos Monarrez-González, Eulogio Flores-Ayala, Tomas Pineda-Ojeda, y Miguel Acosta-Mireles. (2021). Investigaciones del INIFAP en manejo forestal y servicios ambientales de bosques templados mexicanos: evolución, logros y perspectivas. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 12 (Especial-1). México, ME. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12iEspecial-1.1020>.

Guevara, P. R. (2016). El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? Revista Folios, (44), 165-179. [Fecha de consulta 1 de diciembre de 2022]. ISSN:0123-4870. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=345945922011>

Gutiérrez, V. A. (2009). El estudio de las prácticas y las representaciones sociales de la lectura: génesis y el estado del arte. Universidad de Murcia. Revista Anales de Documentación, Murcia, España. Núm. 12. 53 – 67 p.

Henderson, G. A. (2014). El estado del arte en una investigación. Serie técnica de manuales prácticos para el investigador. Centro de Investigación en Administración, Economía y Gestión Tecnológica (CIADEG-TEC). ISBN 978-9930-541-06-7.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2023). Sistema Nacional de Cuentas Nacionales de México. Actualización al 24 de noviembre de 2023. Aguascalientes, México. INEGI.

Londoño, P. O., L. F. Maldonado G. y L. C. Calderón V. (2014). Guía para construir estados del arte. International Corporation of Networks of Knowledge. Bogotá, Colombia.

López, L. Á. M. (2009). Estado del arte: psicología clínica: concepto y práctica. (Trabajo de grado inédito). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Moctezuma, L. G., Correa, D. A., Moreno, S. F., Romero, S. M. E., Ortiz, R. A. D., Pérez M. R., Reséndiz, M. J. F., González H. A. y Flores, G. A. (2022 a). Proyecto estado del arte de la investigación forestal en el Cenid Comef: datos preliminares. En Memoria del XXXIV Congreso Internacional en Administración de Empresas Agropecuarias. La Paz, B. C. S. México 241-252 p.

Moctezuma L., G., Correa D., A., Ortiz R., A. D., Flores G., A., González H., A., Pérez M., R., Romero S., M. E., Moreno S., F. y Reséndiz M., J. F. (2022 b). Aportaciones científicas del CENID COMEF de 1994-2020: estado del arte de su investigación forestal. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v.6, n.3, p. 2301-2315, jul./set. DOI: 10.34188/bjaerv6n3-028.

Moctezuma L. G., Flores, G. A., Pérez M. R., González H. A., Correa, D. A., Ortiz R., A. D., Reséndiz M., J. F., Romero S., M. E. y Moreno S., F. (2022). Estado del arte de la investigación forestal: Programa de Socioeconomía del Cenid Comef (1994 – 2020). *Revista Ciencia e Innovación Agroalimentaria de la Universidad de Guanajuato*. Volumen 4. Número 1. Guanajuato, Gto. México. 39 – 52 pp.

Molina, M. N. P. (2005). Herramientas para investigar. ¿Qué es el estado del arte? *Revista Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*. Núm. 5: 73–75 julio–diciembre 2005. Universidad de la Salle. Santa Fe de Bogotá, Colombia.

Peña, A. J. D. (2009). Estado del arte: los imaginarios de la homosexualidad masculina. (Trabajo de grado inédito). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Pereira, de A. L., Santos, F. V y Silva, S. M. V. (2022). Estado da arte: Aplicacao do modelo SWAT no relevo cárstico. *Revista Caminhos de Geografia*. V. 23, No. 89, 150-172 p. DOI: <http://doi.org/10.14393/RCG238960294>. Brasil.

Piedad S. A., Daza R. L. D., Sánchez R., A. M., Muñoz G. L. F y Murillo T. J. O. (2020). Ocho cadenas productivas: estrategia de fortalecimiento del sector agropecuario del Tolima. Universidad del Tolima. Colombia 113 pp.

Red de Bioeconomía y Cambio Climático. (2014). Estado del Arte de la Bioeconomía y el Cambio Climático. Editorial Universitaria. UNAN. León, Nicaragua.

Romero, S. M. E., González, H. A., Pérez, M. R., Moreno, S. F. y Bautista, V. E. (2019). Geomática aplicada al manejo forestal. En XXV Aniversario del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid Comef). Cenid Comef, INIFAP. Publicación Especial No. 1. Ciudad de México, México. 15-20 p.

Santillán F. A., González P. C., López S. P. M., Ramírez G. M. E., Quej Chi, V. H. y Carrillo A. E. (2023). Análisis bibliométrico de la investigación científica sobre modelos para estimar evapotranspiración en cultivos agrícolas. *Revista Ciencia ergo-sum*. Universidad Autónoma del Estado de México. Volumen 32. Número 1. Estado de México, México.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). Reporte ANUAL 2021. Ciencia y tecnología para el campo mexicano. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

[Fecha de consulta 15 de febrero de 2023]. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/786717/REPORTE_ANUAL_CENID_COMEF.pdf

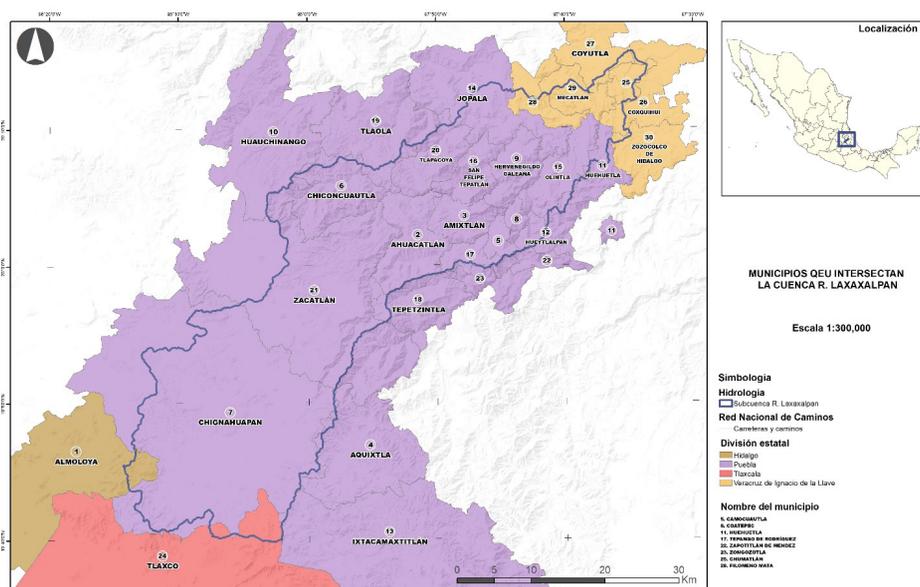
Souza, M. S. (2005). El estado del Arte. <http://www.uninorte.edu.co/divisiones/humanidades/Eureka/Numero1/Articulo5.htm>. Consulta septiembre 2021.

Vargas, G. y Calvo, G. (1987). Seis modelos alternativos de investigación documental para el desarrollo de la práctica universitaria en educación... el caso del proyecto de extensión REDUC – Colombia en la Universidad Pedagógica Nacional. *Revista Educación Superior y Desarrollo* 5.3, 7-37 p.

Urbina H., S. D. (2017). Evolución, situación actual y prospectiva del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). *In: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Colección INEHRM*. ISBN: 978-607-8507-63-4.

Zamarripa C. A., Cruz C. E., Medina A. P. y López S. M. (2022) Agenda Nacional de Investigación 2022 – 2024. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. 159 pp.

Zamora M., M. C. (2020). XV aniversario CENID COMEF. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 10 (56) nov./dic. 2019 Epub 24-Abr-2020. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.712>



Ejemplo de una cuenca hidrológica de México y el Laboratorio de Geomática.

